

SMART CITIES, ECONOMÍA CIRCULAR Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN BOGOTÁ

María de los Angeles Pardo

Colegio de Estudios Superiores de Administración-CESA
Administración de empresas

Bogotá
Noviembre, 2018

SMART CITIES, ECONOMÍA CIRCULAR Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN BOGOTÁ

María de los Angeles Pardo

Director:

Guillermo Alberto Sinisterra

Colegio de Estudios Superiores de Administración-CESA

Administración de empresas

Bogotá

Noviembre, 2018

Resumen

La mala gestión de residuos sólidos por parte de las ciudades se ha convertido en una de las fuentes principales generadoras de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el mundo. El exceso de los GEI en la atmósfera incrementa el calentamiento global, y por consiguiente sus efectos devastadores en todo el planeta y los organismos que habitan en él.

Bogotá, una ciudad de más de 8 millones de habitantes carece de alternativas efectivas para el aprovechamiento de sus residuos sólidos, por consiguiente, las soluciones efectivas para mitigar la problemática mencionada anteriormente son escasas.

Este trabajo tiene como objetivo plantear una alternativa que sea una posible solución para el tratamiento de los residuos sólidos en Bogotá siguiendo los lineamientos de modelos líderes en desarrollo sostenible como *Smart Cities* y Economía Circular. La alternativa presentada fue resultado de identificar la necesidad más relevante evidenciada en Bogotá, y al cumplir con los criterios de los modelos mencionados anteriormente, es un posible modelo de negocio que puede generar valor a la ciudad. Entre las conclusiones se evidencia la necesidad de negocios y políticas para el aprovechamiento de residuos orgánicos, la alineación del sector público y privado para generar acciones concretas que mitiguen el problema y la evidencia que existen tecnologías que cumplen modelos que son rentables para la ciudad.

Palabras clave: Gases de Efecto Invernadero, calentamiento global, efectos devastadores, Bogotá, alternativas, aprovechamiento, residuos sólidos, *Smart Cities*, Economía Circular, residuos orgánicos, sector público y privado, acciones, rentables.

Índice

Introducción	9
Metodología	13
Capítulo 1. Elementos generadores de valor para la gestión de residuos derivados de los modelos de <i>Smart Cities</i> y Economía Circular	14
1.1 <i>Smart Cities</i>	15
1.1.1 Dimensiones del Modelo de <i>Smart Cities</i>	15
1.1.2 Proyección del Modelo de <i>Smart Cities</i>	18
1.1.3 Dimensión ambiental y gestión de residuos en el Modelo de <i>Smart Cities</i>	20
1.1.4 Propuestas generadoras de valor de <i>Smart Cities</i> en la gestión de residuos	23
1.2 Economía Circular	25
1.2.1 Principios del Modelo de Economía Circular	26
1.2.2 Proyección del Modelo de Economía Circular	27
1.2.3 Características fundamentales del Modelo de Economía Circular.....	27
1.2.4 Propuestas generadoras de valor de economía circular en la gestión de residuos	30
1.3 Aproximación de Bogotá al concepto de <i>Smart Cities</i> y economía circular.....	34
Capítulo 2. Panorama actual de Bogotá en la gestión de residuos	37
2.1 Marco institucional y legal.....	41
2.1.1 Políticas y normatividad relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá.....	41
2.1.2 Entidades relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá	46
2.2 Manejo de los residuos sólidos en Bogotá	47
2.2.1. Tarifa del servicio público de aseo	51
2.2.2 Actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo.....	52
2.3 Iniciativas para mitigar el problema de gestión de residuos en Bogotá.....	53
2.3.1 Iniciativas públicas.....	53
2.3.2 Iniciativas privadas	56
Capítulo 3. Alternativa de aprovechamiento de residuos sólidos para Bogotá.....	60
3.1 Alternativa propuesta	61
3.1.1 Tecnología Aikan.....	63
3.1.2 Integración del Modelo de negocio.....	70
3.1.3 Estructura financiera	71
3.1.4 Propuesta de valor.....	73
3.2 Relación de la alternativa con <i>Smart Cities</i>	74
3.3 Relación de la alternativa con Economía Circular	78
Conclusiones	80

Problemática	80
Oportunidad de implementación de la tecnología Aikan	82
Aikan, Smart Cities y Economía circular.....	85
Referencias.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de Smart Cities por el Gobierno de España.....	16
Tabla 2. Mapa de indicadores para los servicios de atención y relación con el ciudadano	21
Tabla 3. Ideas para generar valor por medio de Economía Circular.....	30
Tabla 4. Resolve.....	31
Tabla 5. Ranking Ciudades Inteligentes	35
Tabla 6. Proyección población Bogotá (2005, 2016, 2030, 2050).....	37
Tabla 7. Comparación de % entre residuos generados por los ciudadanos y residuos destinados a Doña Juana	39
Tabla 8. Comparendos y multas ambientales relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá.....	45
Tabla 9. Entidades y funciones relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá	46
Tabla 10. Operadores esquema de aseo en Bogotá.....	48
Tabla 11. Elementos a resaltar de la tarifa del servicio público de aseo.....	51
Tabla 12. Elementos a resaltar de la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo	52
Tabla 13. Procesos para el tratamiento de residuos plásticos	59
Tabla 14. Modelo de la planta.....	67
Tabla 15. Integración de negocio para residuos- Actividades	70
Tabla 16. Integración de negocio para residuos- Procesos	70
Tabla 17. Propuesta de valor Aikan	73
Tabla 18. Ingresos planta Aikan (aproximación Bogotá)	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo de Ciudad Inteligente en Buenos Aire, Argentina. Fuente: CIPPEC (2016).....	17
Ilustración 2. Ingresos anuales de Smart Cities, mercado global 2016-2025. Fuente: Navigant Research (2016).....	19
Ilustración 3. Ingresos anuales de Smart Waste, mercado global 2016-2025. Fuente: Navigant Research 2016	20
Ilustración 4. Diagrama del modelo de Economía Circular. Fuente: Fundación Ellen Macarthur (2013) .	26
Ilustración 5. Esquema de Economía Circular. Fuente: Macarthur (2015).....	29
Ilustración 6. Localidades de Bogotá. Fuente: Compensar (2018)	38
Ilustración 7. Esquema de prestación del manejo de residuos sólidos en Bogotá. Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de vivienda, 2016.	50
Ilustración 8. Composición de residuos por nivel de ingresos- Latinoamérica y el Caribe. Fuente: ONU-Medio Ambiente, 2018.	60
Ilustración 9. Esquema de gestión de residuos sólidos y emisiones a la atmósfera. Fuente: ONU – Medio Ambiente, 2018-	62
Ilustración 10. Proceso tecnología Aikan. Elaboración propia a partir de Solum A/S (2012).....	64
Ilustración 11. Diseño para una planta Aikan completa para digestión anaerobia y compostaje. Fuente: AIKAN TECHNOLOGY, S.F.....	66
Ilustración 12. Diseño de la planta Aikan en Dinamarca. Fuente: (Solum A/S, 2012).....	66
Ilustración 13. Balance de masa. Fuente: AIKAN TECHNOLOGY, S.F.	68
Ilustración 14. Planta Connecticut. Fuente: (Turning Earth.2010).	69
Ilustración 15. Proyecciones financieras. Fuente: (Aikan Agri, 2014).....	72
Ilustración 16. Integración de la ciudad con Aikan. Elaboración propia a partir de Aikan Circular City Concept, s.f.	75
Ilustración 17. Dimensiones de la ciudad integradas con Aikan. Elaboración propia a partir de Aikan Circular City Concept, s.f.	76
Ilustración 18. Economía Circula con Aikan. Elaboración propia a partir de AIKAN TECHNOLOGY, S.F.	78
Ilustración 19. Ciclo de Aikan. Elaboración propia a partir de Turning Earth s.f.	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Decreto 1713 de 2002. Capítulo 1.....	88
Anexo 2. Metodología tarifaria	97
Anexo 3. (Categorización de empresas relacionadas a los residuos plásticos (2016-2017)).....	98
Anexo 4. Detalles planta pequeña	100

Introducción

No podemos permitirnos un aumento de la temperatura media global de más de 1,5°C

WWF

El calentamiento global parece un problema lejano de la realidad de un ciudadano común, e incluso de las políticas públicas y gobernantes que al plantear lineamientos carecen de propuestas claras para motivar la implementación de soluciones reales y llevaderas.

La gestión de residuos en ciudades como Bogotá es una crisis constante que necesita acciones inmediatas para evitar una catástrofe. La excusa de falta de presupuesto o de obviar el problema ya no es válida para asegurar el derecho de un ciudadano a tener en su diario vivir un bienestar social y ambiental.

Las soluciones de desarrollo sostenible son de largo plazo, pero el valor generado es notable con persistencia. Los datos muestran cómo será el futuro de las próximas generaciones, si hay uno; la solución recae en nuestras manos y no en la de otros los cuales creemos que son “responsables”; cada acción cuenta y es nuestra decisión aportar o quedarnos a un lado sin poder utilizar el argumento de que al menos se intentó.

En el anexo 1 (decreto 1713 de 2002) se pueden ver las principales definiciones vigentes de los términos relacionadas a los residuos en Colombia. Esos términos son relevantes para entender este trabajo.

La temperatura promedio de la tierra ha aumentado aproximadamente 2 grados Fahrenheit durante el siglo XX. Este evento, denominado el calentamiento global, presenta el mayor desafío ambiental de los últimos 150 años (Nasa, 2017).

El calentamiento global es provocado por el incremento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera. Algunos de estos gases son el dióxido de carbono (CO₂) el nitrógeno (N₂) y el metano (CH₄), (IPCC, 2014). Estos gases, en proporciones normales, no afectan el funcionamiento de la atmósfera, pero el desequilibrio creado por el ser humano donde el uso desmesurado de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), la sobreproducción de la ganadería, la tala extensiva de árboles, la mala gestión de residuos sólidos, entre otros, ha aumentado la producción de los GEI y por ende su concentración en la atmósfera, lo que genera

que los rayos del sol queden “atrapados” en la misma, haciendo que la temperatura a escala global suba (WWF, 2017).

El crecimiento continuo de las emisiones de CO₂ a lo largo de este siglo, cuya concentración ya supera las 400 partes por millón (ppm) ha ocasionado cambios e impactos imprevistos, algunos de los cuales ya son irreversibles (CSSR, 2017). Por ejemplo, según *National centers for environmental information- NOAA* (2017), la población mundial de peces, aves, mamíferos, anfibios y reptiles ha disminuido en un 58% entre 1970 y 2012; la Huella Ecológica, la cual mide el uso de bienes y servicios generados por la naturaleza, indica el consumo humano utiliza tanto como si tuviera 1.6 tierras a su disposición (WWF, 2017).

Según el *United States Environmental Protection Agency- EPA* (2013), el sector de los residuos es responsable de entre el 3% y 4% de todas las emisiones de los GEI del mundo. Así mismo, los rellenos sanitarios mal gestionados son responsables del 75% de las emisiones de metano (Ambientum, 2003). Más allá del aporte al calentamiento global, la generación creciente y la inadecuada gestión de los residuos y su falta de aprovechamiento son causa de contaminación, malos olores, precarias condiciones sociales para las personas dedicadas a esta actividad y proliferación de enfermedades entre otros (Rojas, 2014).

Colombia no es indiferente a esta problemática. El 8% de la producción de los GEI en el 2012 provenía de los residuos, lo equivalente a 1,8 millones de toneladas de GEI al año (IDEAM, 2015).

La capital colombiana aporta significativamente a las cifras mencionadas. Bogotá genera 7.500 toneladas de residuos sólidos al día y solo se recicla entre el 14 y 15 por ciento, según el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Luis Gilberto Murillo (Ministerio de Ambiente, 2018). Además, el manejo de residuos sólidos solo consiste en la recolección, transporte y disposición final en relleno sanitario (Awasko 2014). Adicionalmente, cada persona produce en promedio 1 kilo de basura diario que termina en el relleno sanitario “Doña Juana”, el cual para el 2022 agotará su capacidad (Proyecto de acuerdo 113 de 2011).

Si los seres humanos somos capaces de producir un cambio tan profundo en el planeta, también tenemos el poder de corregir las cosas, para ellos necesitaremos nuevas formas de pensar,

métodos más inteligentes de producción, un consumo más sabio y nuevos sistemas de financiación y gobierno (WWF, 2017).

Es por esto que surge la pregunta, ¿Existen alternativas generadoras de valor que se deriven del aprovechamiento de residuos sólidos para Bogotá?, para responder esta pregunta, es necesario identificar las prácticas relevantes que utilizan las ciudades líderes en dicha actividad, y entender en qué consisten dichos modelos; así mismo mirar la gestión que se realiza actualmente en Bogotá y las acciones tanto públicas como privadas que se están desarrollando en la ciudad referentes al aprovechamiento de residuos; esto con el fin de evidenciar una alternativa innovadora que sea una oportunidad y mitigue la problemática.

El mundo ha tomado decisiones y se ha fijado metas para mitigar el calentamiento global. Por ejemplo, en 2015 se adoptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales fijan metas para 2030; y la vigésima primera reunión de la conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en París, donde 195 países adoptaron un acuerdo global para combatir el calentamiento global y acelerar e intensificar las medidas e inversiones necesarias para forjar un futuro sostenible bajo en carbono (Nasa, 2017).

Referente a dichos acuerdos y referentes a la gestión de residuos, Colombia:

- En relación con los ODS ha decidido enfocarse en objetivo 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles, que busca reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo; y el objetivo 12, Producción y Consumo Responsable, el cual pretende disminuir de manera sustancial la generación de desechos mediante políticas de prevención, reducción, reciclaje y reutilización (PNUD, 2018).
- En compromiso con el COP 21, Colombia se comprometió en reducir en un 20% las emisiones de GEI para 2030 (Arbeláez, 2015).
- Así mismo, el ingreso de Colombia a la OCDE marcó la implementación de 53 instrumentos relacionados a la gestión de residuos entre los cuales se incluyen:
 1. Política de gestión integral de residuos que satisfaga objetivos de protección ambiental, teniendo en cuenta los ámbitos económicos y locales,
 2. Manejo de residuos económicamente eficientes y ambientalmente responsables

3. Reutilización y aprovechamiento de envases de bebidas,
4. Incremento en la recuperación de residuos de papel (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliario, 2016).

El mundo y Colombia se han fijado compromisos relacionados al tema que se va a tratar, pero el verdadero reto se encuentra en la implementación cotidiana de las entidades y ciudadanos. Es por esto que el objetivo general de esta investigación se enfocará en descubrir alternativas puntuales generadoras de valor guiándose en las mejores prácticas reunidas por el modelo de *Smart Cities* y Economía circular.

En el primer capítulo explica desde la teoría qué son los modelos de *Smart cities* y de Economía Circular, sus dimensiones, enfoques y elementos; cómo se relacionan con la gestión de residuos, y cómo aportan a la generación de valor en las ciudades. Estos modelos son reconocidos por impactar positivamente el ámbito social y ambiental en las ciudades para mejorar su dimensión de gestión de residuos; es relevante identificar los puntos clave de estos modelos para establecer el mínimo deseable a la hora de plantear una alternativa para el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en Bogotá.

El segundo capítulo se enfoca en Bogotá. Cuenta con el marco normativo e institucional que rige los residuos y como se gestionan actualmente; y que iniciativas tanto públicas como privadas en torno al aprovechamiento se están generando.

El tercer capítulo propone una alternativa específica para tratar la problemática más significativa de generación de residuos sólidos encontrada en el panorama actual de Bogotá; así mismo, se muestra cómo esta alternativa cumple los principios de los modelos de *Smart Cities* y Economía Circular.

La conclusión muestra que existen alternativas para Bogotá en torno al aprovechamiento de residuos sólidos, que al encajar con los modelos de *Smart Cities* y Economía Circular generara valor para la ciudad.

Metodología

La metodología utilizada en el trabajo se basa en el método deductivo, donde se va de lo general a lo específico. Esto se refleja en el orden de los capítulos, lo más general, descripción del modelo de Smart Cities y Economía circular, después como se asemeja a Bogotá, seguido una identificación y agrupación del contexto actual de los residuos en Bogotá, y por último como la alternativa propuesta de aprovechamiento de residuos.

Así mismo cada capítulo agrupa e identifica elementos clave derivados de la investigación de fuentes secundarias.

Dentro de cada capítulo también se maneja la misma metodología.

En primer capítulo, primero se explican los modelos como tal, después se hace énfasis en como el modelo se relaciona con los residuos, seguido se presentan las proyecciones que evidencian como estos modelos si generan valor para las ciudades y por último se relaciona con Bogotá.

En el segundo capítulo, se presenta la situación actual que se vive en Bogotá con los residuos sólidos, después se reúne el marco normativo e institucional que se relaciona a la gestión de residuos; en seguida se explica cómo se manejan los residuos en la ciudad y por último se mencionan las principales iniciativas de aprovechamiento que se realizan para los residuos orgánicos e inorgánicos.

El último capítulo al evidenciar la problemática a tratar encontrada en el capítulo 2, presenta la alternativa y después relaciona con el posible mercado potencial que se puede encontrar en Bogotá y se presenta un supuesto de los posibles ingresos que puede generar.

La última parte de del tercer capítulo se rige por el método inductivo, de lo particular a lo general, ya que muestra como esta alternativa si cumple con los modelos de Smart Cities y Economía circular.

Capítulo 1. Elementos generadores de valor para la gestión de residuos derivados de los modelos de *Smart Cities* y Economía Circular

Se prevé que para el 2030 casi el 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas, este acontecimiento se contrapone a las modalidades sostenibles (Naciones Unidas, 2017). En consecuencia, las ciudades deben afrontar y desarrollar planes de mitigación para solucionar los crecientes retos que surgen alrededor del abastecimiento energético, control de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), planificación del tráfico automovilístico, provisión de bienes y materias primas, prestación de servicios sanitarios, seguridad y gestión de residuos entre otros (IJAERD, 2016).

El aumento desmedido del calentamiento global hace que se vuelva necesario en todas las ciudades del mundo, incluyendo a Bogotá D.C, la apropiación de modelos que integren las diferentes dimensiones que las componen; esto con el fin de optimizar sus recursos y lograr encontrar un bienestar económico, social y ambiental.

Este capítulo tiene como objetivo identificar alternativas generadoras de valor que marquen la brecha de las mejores prácticas internacionales relacionadas a los residuos, para esto, conceptos como el modelo de *Smart Cities* y de Economía Circular son relevantes como esquemas para optimizar el aprovechamiento de residuos sólidos en las ciudades partiendo del hecho que no solo mitigan el problema, sino que generan valor e impulsan el desarrollo sostenible de las ciudades. El capítulo explicará el concepto, la proyección, la relación de los modelos con la gestión de residuos y expondrá propuestas generadoras de valor. Por último, mostrará la aproximación de dichos enfoques en Bogotá.

El concepto de *Smart Cities* tiene una aproximación que busca mitigar y remediar los problemas urbanos de las ciudades que parten de las dimensiones que las componen (economía, personas, gobernanza, movilidad, ambiente y habitabilidad) por medio de la integración de tecnologías y comunicación que aceleren su crecimiento.

La Economía Circular plantea evolucionar el modelo lineal, donde se produce, se usa y se desecha, por un proceso cíclico donde los desechos se conviertan en materias primas, el reciclaje se da al máximo, y se minimice la necesidad de tomar nuevos insumos de la naturaleza; como consecuencia a esto, la contaminación disminuye notoriamente (Costa, 2017).

1.1 *Smart Cities*

Según The British Standards Institute (BSI) las ciudades inteligentes son la integración efectiva de las capacidades de los sistemas físicos, digitales y humanos en un entorno construido, el cual ofrece un futuro sostenible, prospero e inclusivo para sus ciudadanos

IJAERD

El concepto de *Smart Cities* busca mitigar los problemas generados por el crecimiento de la población urbana y la rápida urbanización, teniendo como elemento transversal la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC). Según Meijer (2015), la inteligencia de una ciudad se refiere a su capacidad de atraer capital humano y movilizarlo en conjunto con sus grupos de interés (organizaciones e individuos) mediante el uso de las tecnologías mencionadas buscando una retribución sostenible. Así mismo, la meta de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) va ligado al concepto como un requerimiento esencial para que se categorice a una ciudad como inteligente (IJAERD, 2016).

1.1.1 Dimensiones del Modelo de *Smart Cities*

El Modelo de *Smart cities* reúne los principales componentes de las ciudades en seis dimensiones, donde se busca integrarlas de la manera más eficiente. Las dimensiones del modelo son “*Smart economy*”, “*Smart people*”, “*Smart governance*”, “*Smart mobility*”, “*Smart environment*” y “*Smart living*”. Estas se enfocan respectivamente en la industria, educación, democracia, logística e infraestructura, eficiencia y sostenibilidad, y seguridad y calidad de vida (Albino, 2014).

Según el Gobierno de España (2015) en colaboración con ONTSI y Deloitte los ámbitos que componen las dimensiones de las ciudades inteligentes son (ver tabla 1):

Tabla 1. Dimensiones de Smart Cities por el Gobierno de España

Dimensiones	Sub-ámbitos
<p><i>Smart Economy</i> (Economía) Se enfoca hacia un desarrollo económico y competitivo basado en la innovación</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Turismo -Consumo -Empresa Digital -Comercio y negocios -Ecosistema de innovación -Empleo y emprendimiento
<p><i>Smart People</i> (Personas) Potenciar el capital social y humano de la ciudad</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Colaboración ciudadana -Inclusión digital
<p><i>Smart Governance</i> (Gobierno) Encaminado hacia un gobierno abierto y transparente, el cual se apoya en la tecnología para conseguir calidad y eficiencia en sus servicios y actividad</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Información geográfica de la ciudad -Administración digital -Planificación estratégica -Transparencia -Participación
<p><i>Smart Mobility</i> (Movilidad) Mejorar la movilidad, transporte y la accesibilidad de la ciudad</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Accesibilidad -Infraestructura viaria -Transporte y tráfico -Conectividad TIC -Estacionamiento
<p><i>Smart Environment</i> (Medio ambiente) Se centra en la gestión eficiente y sostenible de los recursos de la ciudad</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Medio Ambiente urbano -Gestión de residuos -Energía -Agua
<p><i>Smart Living</i> (Habitabilidad) Incrementar la calidad de vida de las personas que forman parte de la ciudad</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Salud -Educación -Cultura y ocio -Asuntos sociales -Seguridad y emergencias -Urbanismo y viviendas -Infraestructuras públicas y equipamiento urbano

Fuente: Elaboración propia a partir de España (2015)

Según CIPPEC (2016) y el ministerio de modernización de la nación en Buenos Aires, Argentina, las dimensiones y factores del modelo de ciudades inteligentes se compone se la siguiente manera

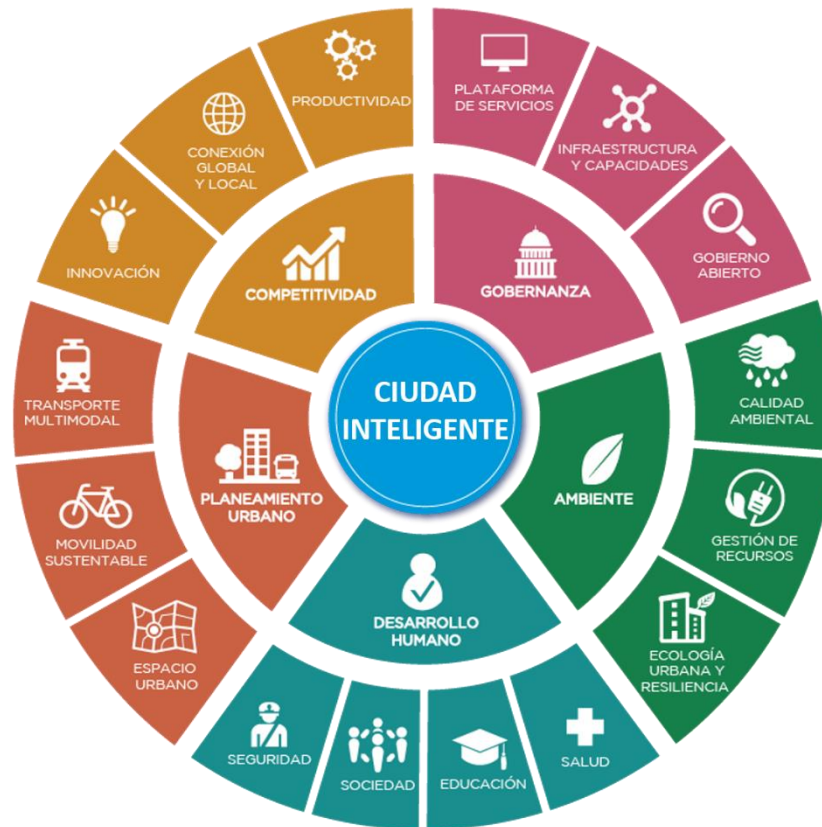


Ilustración 1. Modelo de Ciudad Inteligente en Buenos Aire, Argentina. Fuente: CIPPEC (2016)

Por parte de la dimensión Gobernanza, se buscan posibles respuestas por parte del Estado que permitan intervenir y regular políticas por medio de la innovación para optimizar procesos y generar mayor transparencia y participación.

En la dimensión Ambiente se plantea un nuevo potencial de desarrollo basado en la articulación sinérgica de la productividad ecológica del sistema de recursos naturales en conjunto con la productividad de sistemas tecnológicos y la productividad cultural proveniente de la movilización de una creatividad social y diversidad cultural.

La dimensión de Desarrollo Humano aborda los ejes de seguridad, educación y salud, así mismo busca encaminar y ampliar las oportunidades de los individuos. En este contexto, el crecimiento económico es fundamental para el logro del desarrollo humano, sin ser la única meta.

Respecto a la dimensión de Planeamiento Urbano, esta incorpora los ejes relacionados al hábitat, movilidad y espacio urbano, todo esto teniendo en cuenta el fenómeno de aglomeración humano y sus funciones, dando pautas técnico-políticas.

La dimensión de Competitividad incluye los ejes de conexión global y local, productividad e innovación. La competitividad va ligada una dinámica económica que refuerce las oportunidades mediante emprendimiento e industrias innovadores con apoyo de la tecnología para incrementar la productividad territorial.

Al ser evidente la emergencia ambiental que presentan los temas relacionados a los residuos en las ciudades y teniendo en cuenta las dimensiones del modelo de *Smart Cities*, para el propósito de identificación de prácticas generadoras de valor, solo se tendrá en cuenta la dimensión ambiental relacionada a la gestión de residuos para identificar las mejores prácticas que ayuden a mitigar el problema.

1.1.2 Proyección del Modelo de *Smart Cities*

Que una ciudad sea *Smart City* presenta una gran oportunidad a nivel global con un claro crecimiento exponencial. Frost & Sullivan prevé que para el 2020 el mercado de *Smart Cities* alcance un valor de 1,5 trillones de dólares (Frost & Sullivan, 2017). Así mismo se estima que teniendo en cuenta el *Internet of things* (IOT) los elementos interconectados de las ciudades contarán con 10.000 millones de elementos conectados en 2020. Es decir, 10 veces más elementos en comparación al 2015 (Gobierno de España, 2015)

Según Navigant Research (2016), el mercado global de soluciones y servicios de *Smart Cities* en 2016 fue de \$36,8 billones de dólares. Se estipula que los ingresos en 2025 sean de \$88,7 billones de dólares (ver ilustración 2).

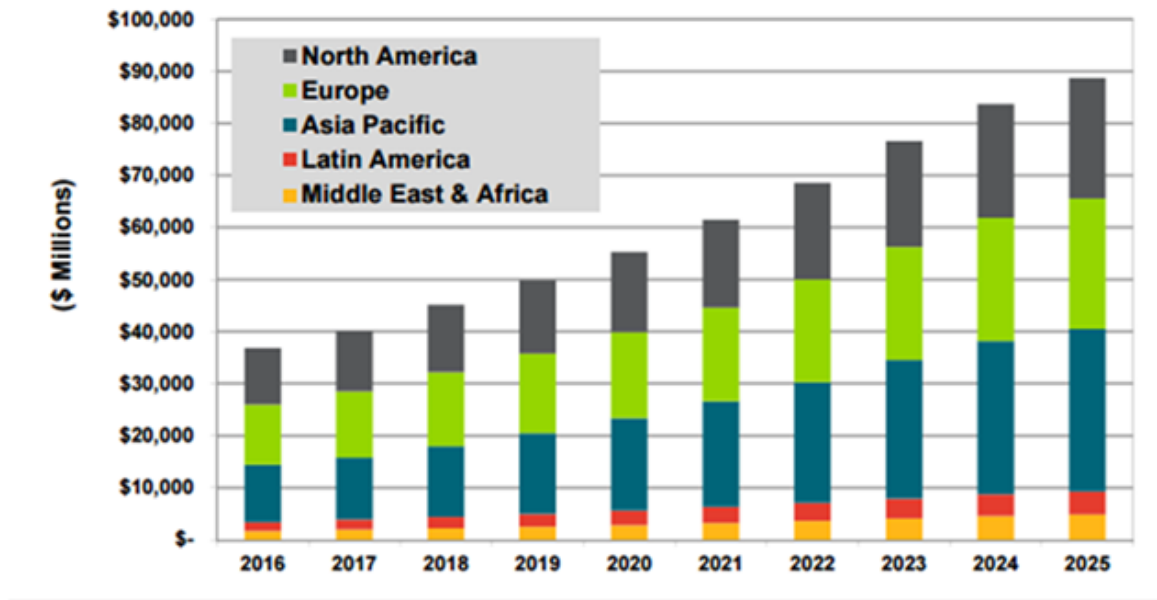


Ilustración 2. Ingresos anuales de *Smart Cities*, mercado global 2016-2025. Fuente: Navigant Research (2016)

Actualmente se estima que Europa es el mayor mercado regional en términos de ingresos de ciudades inteligentes, pero Asia se convertirá en líder mundial para el 2019, las razones se deben al crecimiento de la población urbana ligadas a la demanda de servicios y calidad. Las ciudades en Norteamérica lideran los temas relacionados a *Smart Water*, *Smart Buildings* y *Smart Government*. Por el lado de las ciudades latinoamericanas, estas están implementando acciones fuertes para adaptarse y mitigar los efectos en el cambio climático. Por otro lado, las acciones relacionadas a la optimización de energía tendrán la mayor proyección de crecimiento, y durante el periodo de pronóstico (2016-2025) las inversiones relacionadas a la gestión de residuos tendrán la mayor aceleración.

El mercado de soluciones para la gestión de residuos crecerá de \$57,6 millones de dólares a \$223,6 millones de dólares (ver ilustración 3).

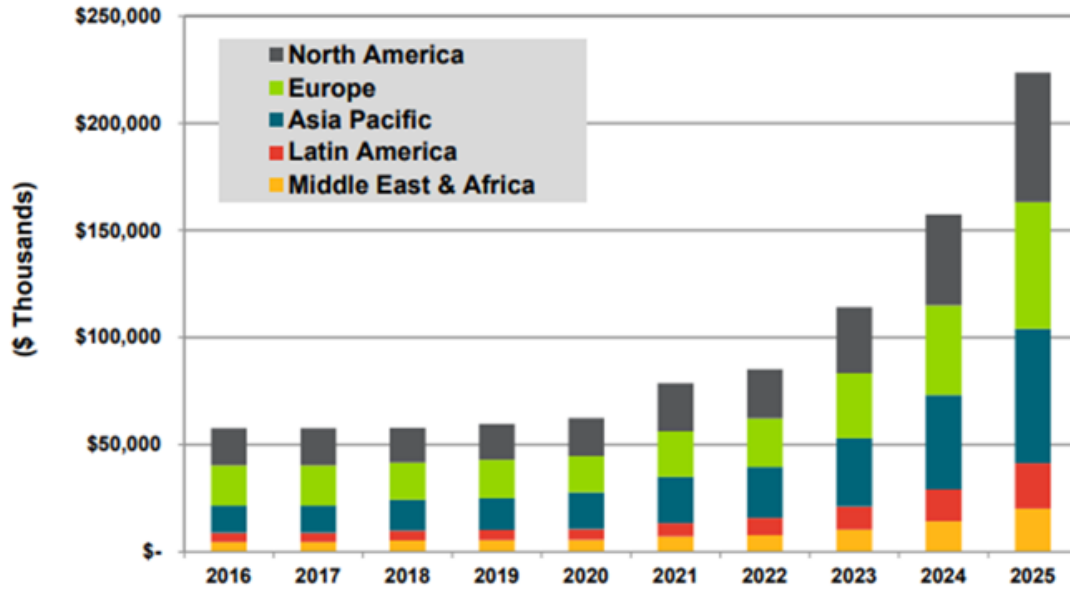


Ilustración 3. Ingresos anuales de *Smart Waste*, mercado global 2016-2025. Fuente: Navigant Research 2016

Para que una ciudad lidere la dimensión de *Smart Environment* y esté más cerca de ser una *Smart City*, tiene que hacer más que escribir un plan de gestión de residuos, las innovaciones reales son las que proporcionan nuevas herramientas, algunos elementos para tener en cuenta es la incorporación, recopilación de datos y desarrollo de nuevas tecnologías (Glasmeier, 2016).

1.1.3 Dimensión ambiental y gestión de residuos en el Modelo de *Smart Cities*

En el modelo de ciudades inteligentes ejecutado por parte del Gobierno de España (2015), la gestión de residuos se ubica en la dimensión de *Smart Environment*, donde los puntos clave de trabajo referentes a los servicios de la ciudad son la limpieza, la recolección de residuos y la gestión de la red de puntos limpios. Así mismo, estos servicios catalogados como servicios a la ciudad cuentan con indicadores (ver tabla 2) que miden el grado de planificación estratégica, de madurez tecnológica, transparencia, interacción con el ciudadano y control y seguimiento.

Tabla 2. Mapa de indicadores para los servicios de atención y relación con el ciudadano

Indicadores <i>Smart</i> para los “ Servicios de Atención y Relación al ciudadano”	
Indicador de grado de planificación estratégica del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 0: no forma parte de la prioridad estratégica municipal • Nivel 1: Si forma parte de la prioridad estratégica pero no se recoge en una estrategia o plan municipal • Nivel 2: si forma parte de la prioridad estratégica y se recoge en una estrategia o plan municipal
Indicador de grado de incorporación de temáticas y contenidos de interés ciudadano al servicio digital	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 0: No se dispone del servicio digital • Nivel 1: Se dispone del servicio digital que incorpora un grupo limitado de temáticas y contenidos (hasta un 30%) • Nivel 2: Se dispone del servicio digital que incorpora un grupo minoritario de temáticas y contenidos (de un 30% a 60%) • Nivel 3: Se dispone del servicio digital que incorpora un grupo amplio de temáticas y contenidos (de un 60% a 90%) • Nivel 4: Se dispone del servicio digital que incorpora la totalidad de temáticas y contenidos (más del 90%)
Indicador de grado de transparencia del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 0: No se publican datos o información relacionadas • Nivel 1: Se publica datos o información relacionados, pero no en el portal de transparencia • Nivel 2: Se publican datos o información relacionados en el portal de transparencia
Indicador de grado de interacción ciudadana del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 0: No existe interacción electrónica con el ciudadano • Nivel 1: Existen interacción electrónica unidireccional con el ciudadano • Nivel 2: Existe interacción electrónica bidireccional con el ciudadano
Indicador de grado de control y seguimiento del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 0: No existen indicadores para el seguimiento y control • Nivel 1: Existen indicadores para el seguimiento y control de forma manual • Nivel 2: Existen indicadores para el seguimiento y control de forma automática

Fuente: Elaboración propia a partir de España (2015)

Por parte de CIPPEC (2016), el eje de residuos sólidos urbanos cubre los procesos de Generación y disposición final, la recolección y transporte, separación y acondicionamiento y transparencia y disposición final:

- La generación y disposición inicial comienza en los hogares, se propone la separación inicial de las diferentes corrientes de residuos
- En la recolección y transporte los residuos son recolectados y transportados para su posterior tratamiento o disposición final. En una planta donde los residuos son separados para su posterior valorización la separación y acondicionamiento se lleva a cabo, así mismo se incluyen procesos de acondicionamiento y tratamiento de los materiales recuperados
- La transparencia y disposición final se compone del rechazo de los procesos de separación de todo residuo domiciliario que no haya sido valorizado, tiene como destino un centro de disposición final o destino en instalaciones de recuperación energética

Aunque estas etapas conformen el circuito formal de la gestión de residuos, la recuperación informal y disposición ilegal también presenta una oportunidad de mejora.

Las soluciones enfocadas de *Smart Cities*, a esta dimensión se fundamentan principalmente en la innovación tecnológica como un medio para facilitar la creación de entorno integral, equilibrado y creativo; entre las herramientas están:

TIC (Tecnologías de la Información y las comunicaciones): son las tecnologías necesarias para la transformación y gestión de la información para crear, modificar, almacenar y proteger dicha información (Cobo, 2009)

Clouding: Modelo tecnológico que permite el acceso a recursos compartidos para el almacenamiento de información (Duquino, 2017).

Big Data: Son los procesos, procedimientos y herramientas que permiten crear, administrar y manipular grandes conjuntos de datos e instalaciones de almacenamiento (Duquino, 2017).

IoT (Internet of things): Según la norma ISO-IEC JT, es una infraestructura de objetos, personas, sistemas y fuentes de información interconectados con servicios inteligentes para permitir el procesamiento de información entre el mundo físico y virtual (Aguilar, 2017).

1.1.4 Propuestas generadoras de valor de *Smart Cities* en la gestión de residuos

El uso de una gestión de residuos inteligente *Smart Waste* comprende el monitoreo, generación, prevención, tratamiento, reutilización y recolección de los residuos sólidos. El IJAERD (2016) recomienda adoptar el proceso de separar los residuos en orgánicos e inorgánicos, mojado y seco, aprovechables y no aprovechables, también recomienda la construcción de biorreactores para generar biogás con los residuos orgánicos. Los residuos aprovechables que se puedan reciclar deben tener una metodología apropiada donde el costo de producción sea generador de mayores márgenes (IJAERD, 2016).

Ciudades en Japón son reconocidas en el mundo por la implementación de tecnologías que incluyen plantas de incineración de residuos, las cuales son capaces de generar energía de alta eficiencia sin causar contaminación (IJAERD, 2016).

Buenos Aires fue catalogada en el 2014 con el premio de liderazgo climático por su plan de manejo de residuos que logro reducir en un 44% los residuos en el año, su meta para el 2018 es la de reducir un 87% (Illescas, 2018). Las principales medidas fueron campañas de separación de origen en el sistema de reciclaje y nuevas disposiciones para los residuos generados por las empresas. Además, implementó un sistema GPS donde se monitorea la ruta de recolección y permite de manera instantánea saber la opinión de los ciudadanos respecto a temas relacionados (Illescas, 2018).

Según el Índice de Ciudades Verdes de Siemens (2014), San Francisco, EE. UU, ha logrado evitar llevar el 80% de sus residuos a rellenos sanitarios por medio de una apropiada separación que fomenta el reciclaje y la producción de compostaje desde 1990 hasta 2010. En 2013 la ciudad recogió 428.048 toneladas de basura, el registro más bajo en su historia. La creación de compostaje incrementó la recolección de residuos orgánicos en un 50%, en promedio unas 600 toneladas al día, más que cualquier programa de compostaje de Los Estados Unidos (Siemens,2014).

Illescas (2018) plantea el análisis de Big Data para control de los contenedores de residuos mediante sistemas de sensorización, para el diseño de las rutas de recolección del área pública y el control de los vehículos dedicados a esta recolección y el desarrollo de un sistema de quejas en tiempo real.

Así mismo ciudades como Bath (Reino Unido), Arnsberg (Alemania), Viborg (Dinamarca), Philadelphia (Estados Unidos), han instalado sistemas de ubicación de GPS, recolectores inteligentes que permiten calcular el peso de los residuos y programas precisos de control de las rutas de limpieza; lo mencionado anteriormente ha permitido ahorrar recursos, tiempo y mejorar la estética de las ciudades (Illescas, 2018). Un modelo europeo relevante es *Waste4think* el cual se articula por medio de la monitorización, captación y procesamiento de datos en tiempo real con la finalidad de progresar en la construcción inteligentes (Waste4think, 2018).

Algunos elementos que cabe la pena resaltar en el tema de gestión de residuos mencionados por CIPPEC (2016) son:

1. Sistemas RFID (*Radio-frequency identification*) de identificación automática de contenedores: los contenedores son asociados con un código de barra único por hogares, los cuales son escaneados por los vehículos encargados de la recolección. Si hay errores de demás en la separación apropiada de los residuos, los hogares reciben automáticamente multas que se añaden sobre la tasa anual de recolección de basura.
2. GPS para el sistema de pesaje de los vehículos encargados de la recolección, los vehículos tienen la facultad de pesar los residuos, si el peso baja durante el año, la tasa se reduce.
3. Sensores en los vehículos para la medición de factores ambientales.

Entre los beneficios de ser una *Smart City* se evidencia un mayor aprovechamiento de recursos para lograr un desarrollo productivo a largo plazo, incremento de inversión extranjera y reducción de costos en las dimensiones que componen la ciudad (IJAERD, 2016).

Según el reporte de Ericsson Mobility (2015), las soluciones TIC, ligadas directamente al modelo de *Smart Cities*, pueden reducir la producción de GEI hasta en un 15% para el 2030, lo cual equivale a la huella de carbono emitida por Europa y Los Estados Unidos juntos.

1.2 Economía Circular

Si se pusiera en marcha sistemas sustentables de gestión de residuos, los países en desarrollo y las economías emergentes no solo reducirían considerablemente sus emisiones de GEI a un costo relativamente bajo, sino que también contribuirían significativamente a mejorar las condiciones de salud pública y protección del medio ambiente

CAF

La economía lineal actual se basa en tomar, hacer, desechar; sin embargo, la necesidad de repensar el uso de las materias y energía se ha convertido en un tema de discusión para aprovechar ventajas potenciales para implementar un modelo de economía circular donde los desechos son tratados de una manera sostenible para el cuidado ambiental del planeta (Santillán, 2017).

Según la CAF, el Banco de Desarrollo de América Latina, el sistema lineal de la economía ha contribuido a el agotamiento de recursos naturales y combustibles fósiles. Así mismo “Todo sistema basado en el consumo en lugar del uso restaurativo de los recursos conlleva pérdidas significativas a lo largo de la cadena de valor” (Macarthur, 2013). La implementación de un modelo circular donde se optimice el flujo de materiales con el uso eficiente de residuos es cada vez más necesaria (CAF, 2018).

La economía circular es un sistema donde se evita cualquier pérdida de recursos y generación de residuos de un producto desde el diseño hasta el final de su ciclo de vida, el objetivo de la economía circular es obtener el máximo valor de cada producto durante su uso y después del final de su vida útil (Del Borghi, 2014).

El desarrollo de un modelo de economía circular contribuye a un cuidado ambiental, y la gestión de residuos se convierte en una oportunidad económica donde se generan nuevos negocios por medio de la valorización de un residuo como recurso, se promueve la competencia regulada para oferta de servicios y se crean nuevos empleos fomentando inversiones tecnológicas por parte de entes públicos y privados (CAF, 2018).

Según World Economic Forum (2017), un giro hacia el modelo circular podría generar en los próximos cinco años un trillón de dólares solo en ahorros de materiales, generar más de 100.000 nuevos empleos y evitar hasta 100 millones de toneladas de residuos.

1.2.1 Principios del Modelo de Economía Circular

Según Lett (2014), el concepto de economía circular tiene como principal foco a los residuos va más allá del simple hecho de “reducir, reutilizar, reciclar”, el modelo busca una transformación profunda y duradera para disminuir el impacto causado en el medio ambiente.

Bajo el enfoque de economía circular el residuo se trasforma en materia prima para la elaboración de nuevos productos con reducción de costos. El modelo implica una modalidad distinta desde el origen, diseño y aporte al crecimiento económico de la mano con la sostenibilidad.



Ilustración 4. Diagrama del modelo de Economía Circular. Fuente: Fundación Ellen Macarthur (2013)

Según Balboa (2014) La economía circular se basa en los siguientes principios:

1. **Desperdicios:** desaparece el concepto de basura o residuos. Los productos se desmontaron una vez que dejaron de ser útiles, sus componentes biológicos volvieron a formar parte de los ciclos naturales o industriales (técnicos) con un mínimo consumo de energía. Los nutrientes biológicos se reintegraron a la naturaleza por medio de procesos naturales; los nutrientes técnicos pueden ser reutilizados.
2. **Interrelación:** los elementos de un sistema están relacionados de una manera no lineal.

3. **Re conceptualización del modelo:** el fabricante/productos mejora cada cierto tiempo el producto utilizando/reutilizando los componentes de los aparatos que van quedando obsoletos.
4. **Energías renovables como fuente de energía:** sustitución de los combustibles fósiles y nucleares, por energías renovables.
5. **Precios verdaderos:** los precios reflejan el coste real del producto.

El modelo de economía circular, en su calidad de circularidad, pretender devolver a lo que se considera residuos a la categoría de materia prima hasta agotar la verdadera vida útil de los materiales; el fin de esto es reducir el abuso de las materias primas que se presenta en el mundo, protegiendo así la naturaleza, generando oportunidades empresariales y mejorando la competitividad (García, 2018).

1.2.2 Proyección del Modelo de Economía Circular

Según McKinsey, Sun y La fundación Ellen MacArthur (2015), si se adoptan los principios de economía circular:

- Europa alcanzará en el 2030 un beneficio de 1,8 billones de euros, es decir 0,9 billones más que si siguiera en un modelo lineal;
- Así mismo el PIB europeo podría crecer en un 11% para el 2030 y para el 2050 un 27% mediante el ingreso de actividades emergentes que se contraponen a un menor costo de producción;
- Los ahorros de materiales en la industria se traducen a 700.000 millones de USD y las oportunidades de trabajo pueden incrementar hasta un 0.6% respecto al escenario actual;
- Se reducirían para el 2030, Los GEI en un 50%, el uso de nuevas materias primas en un 32%, y la sustitución de fertilizantes químicos puede aumentar 2.7 veces.

1.2.3 Características fundamentales del Modelo de Economía Circular

La Fundación Ellen Macarthur (2015) explica el modelo de economía circular de la siguiente manera: primero, divide los componentes de los productos en nutrientes biológicos (biodegradables y se pueden introducir en la naturaleza después de que su valor de uso ya no sea

rentable) y técnicos (componentes tecnológicos poco aptos para los seres vivos y son reutilizados una y otra vez sin entrar en la naturaleza). Con este modelo se pretende conseguir que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento.

Complementando la tabla Ilustración 5, según la Fundación Ellen Macarthur (2015), las características fundamentales de este modelo se enfocan en:

- a) Los residuos no existen y se eliminan del diseño. Las materias orgánicas se pueden coger un nuevo uso mediante el compostaje o digestión anaeróbica, y los residuos inorgánicos se diseñan para ser recuperados, renovados y mejorados, minimizando el aporte de energía y maximizando la generación de valor tanto en términos económicos como de recursos;
- b) Diversidad para generar solidez. Las grandes empresas aportan volumen y eficiencia y las pequeñas que proponen modelos alternativos;
- c) Fuentes de energía renovable. Pretenden impulsar la economía con el fin de reducir la dependencia de recursos e incrementar la resiliencia de los sistemas;
- d) Pensar en sistemas. Con el fin de lograr una transición efectiva donde los vínculos y consecuencias son esenciales en todo momento;
- e) Los precios deben reflejar los costos reales para evitar la falta de transparencia.

PRINCIPIO

1

Preservar y mejorar el capital natural, controlando los stocks y equilibrando los flujos de recursos renovables
Palancas : Regenerar, desmaterializar, compartir



Regenerar Substituir materiales Desmaterializar Restauración

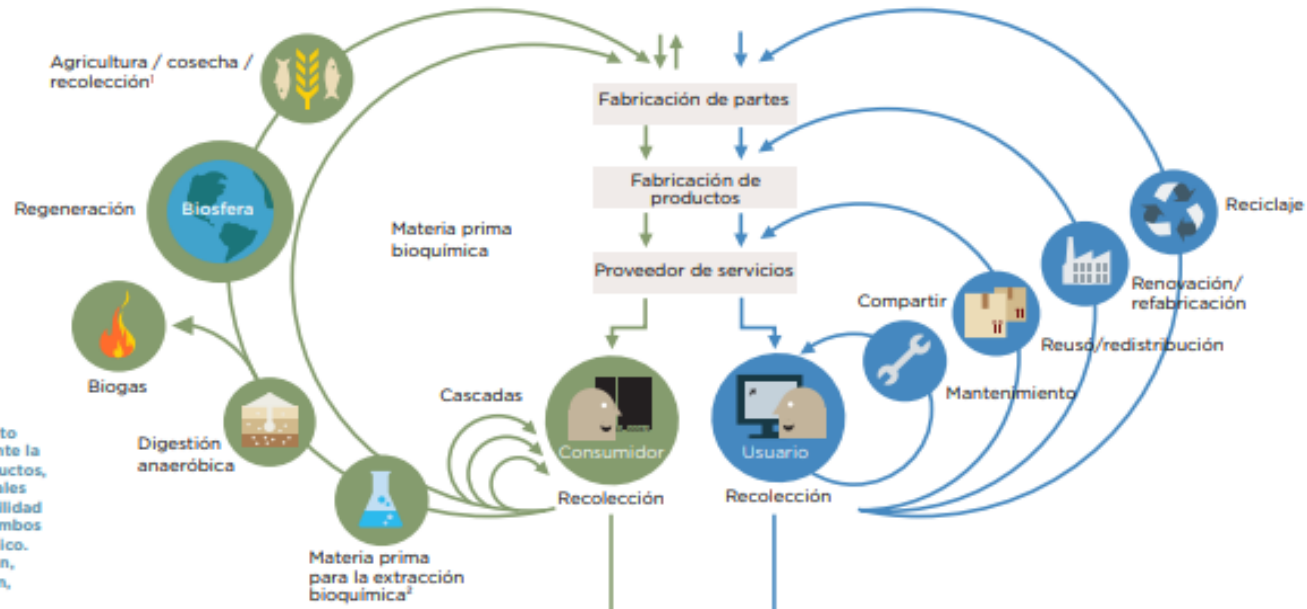
Gestión del flujo de renovables

Gestión del stock

PRINCIPIO

2

Optimizar el rendimiento de los recursos, mediante la circulación de los productos, componentes y materiales en uso, a su máxima utilidad en todo momento en ambos ciclos, técnico y biológico.
Palancas : Regeneración, compartir, optimización, circularidad



PRINCIPIO

3

Fomentar la eficiencia del sistema mediante la revelación y el descarte de las externalidades negativas

Minimizar pérdidas y externalidades negativas

Ilustración 5. Esquema de Economía Circular. Fuente: Macarthur (2015)

1.2.4 Propuestas generadoras de valor de economía circular en la gestión de residuos

Cada vez que un residuo se reintegra en el sistema económico vuelve a ser un recurso para un nuevo proceso productivo generando creación de valor y posibilitando nuevas oportunidades de negocio.

Montse Guerrero

La Fundación Ellen Macarthur (2015) presenta cuatro ideas para crear valor por medio del Modelo de Economía Circular.

Tabla 3. Ideas para generar valor por medio de Economía Circular

El poder del círculo interior	Entre más estrecho sea el círculo el producto preserva la mayor parte de su valor. Los círculos internos preservan más la integridad, complejidad, mano de obra implícita y energía de producto
El poder de circular más tiempo	Número de ciclos consecutivos y el tiempo en cada ciclo del producto, los ciclos prolongados deben tener en cuenta el rendimiento energético a largo plazo
El poder del uso en cascada	Reutilización diversificada en toda la cadena de valor para sustituir la introducción de materias nuevas en la economía
El poder de los insumos puros	Los flujos de materias no contaminadas incrementan en la gestión de residuos y su redistribución

Nota: Fuente: Elaboración propia a partir de Macarthur (2015)

Las empresas y gobiernos pueden optar por regenerar, compartir, optimizar, bucle, virtualizar e intercambiar (siglas en inglés *RESOLVE*) para migrar a el modelo circular (ver tabla 4).

Tabla 4. *Resolve*

Regenerar <i>Regenerate</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Cambio a materias y energía renovable · Reclamar, retener y restablecer la salud de los ecosistemas · Devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera
Compartir <i>Share</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Compartir activos · Reutilizar · Prolongar la vida útil mediante el mantenimiento, diseño, durabilidad y actualización
Optimizar <i>Optimise</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Incrementar el rendimiento y eficiencia del producto · Eliminar los residuos de la producción en la cadena de suministro · Utilizar la tecnología como herramienta complementaria
Virtualizar <i>Virtualise</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Desmaterializar directamente · Desmaterializar indirectamente
Intercambiar <i>Exchange</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Sustituir materias viejas · Aplicar nuevas tecnologías · Elegir nuevos productos y servicios

Fuente: Elaboración propia a partir de Marcell (2015)

Otra aproximación para generar valor a través del modelo son los siguientes niveles básicos de acción mencionados por Balboa (2014):

- **Nivel 1:** mayor eficiencia a través de las 3R: reducir el consumo de recursos y emisiones de residuos; reutilizar los recursos, y reciclar los componentes
- **Nivel 2:** reutilizar y reciclar los recursos dentro de industrias encadenadas, de tal manera que circulen totalmente en el sistema de producción local
- **Nivel 3:** integrar diferentes sistemas de producción y consumos locales, de tal manera que los recursos circulen entre las industrias y sistemas urbanos. Para esto se requiere el desarrollo local de sistemas de recolección, almacenaje, procesado, y distribución, por producto.

Del Boghi (2014) menciona parámetros tales como logística inversa, colaboración intersectorial, regulación, tecnología, diseño y modelos de negocio para acercar un modelo de negocio a la economía circular conjuntamente con la investigación e innovación.

El Modelo de economía circular, según Marcell (2015), integra diferentes opciones para poder desarrollar efectivamente el modelo tales como:

1. *Performace economy*: presenta las ventajas de vender productos como servicios para asegurar el abastecimiento de recursos a partir del reaprovechamiento al final de la vida

útil. Esto reducirá la generación de residuos, creará empleo y mejorará los indicadores de eficiencia energética

2. *Cradle to Cradle*: busca integrar el diseño con los círculos cerrados de producción, son procesos cíclicos donde se aplican estrategias sostenibles para minimizar el impacto medioambiental, se basa en que el desperdicio de hoy puede ser el alimento del mañana;
3. Biomímesis: estudia las mejores ideas de la naturaleza con el fin de imitar diseños y procesos para resolver problemas;
4. Ecodiseño: metodología que busca diseñar productos industriales teniendo en cuenta el impacto medioambiental durante el desarrollo del producto y a lo largo de su ciclo de vida;
5. Economía colaborativa: intercambio de bienes y servicios a través de plataformas digitales;
6. *Upcycling*: suprarreciclaje que consiste en transformar un objeto que ha quedado obsoleto en otro producto que pueda ser utilizado y que sea de un valor igual o mayor;
7. Economía azul: pretende cambiar la sociedad de la escasez a la abundancia, combina los problemas ambientales con soluciones científicas centrándose en la generación de valor en lugar de recortar costos;
8. *The close loop*: proceso de producción donde se recogen los restos posteriores al consumo, reciclaje y utilización para fabricar nuevos productos, es necesario el trabajo conjunto entre consumidores, recicladores y fabricantes;
9. Aligeramiento del peso, durabilidad, eficiencia, sustitución, servicios para consumidores, simbiosis industrial y nuevos modelos de negocio;
10. Gestión de residuos que fomente la transformación energética;
11. Incentivar un mercado de materias primas secundarias (materiales que se reinvierten en la economía);
12. Biomasa y biomateriales: recursos biológicos que se pueden utilizar para la construcción, alimentos, textiles, químicos, energía y compostaje, entre otros.

Algunos ejemplos de proyectos que han logrado desarrollar algunas opciones relacionadas a las mencionados anteriormente se ven reflejadas en:

1. La integración de la gestión de sistemas de recuperación urbanos, suburbanos y rurales para las bio-refinerías para convertir los recursos en bioenergía y biomateriales como es el caso del Eco-Industrial Park de Kalundborg, en Dinamarca (Balboa, 2014).

2. El caso de la elaboración de compostaje que completa un ciclo biológico, empezando un nuevo ciclo productivo. Durante el proceso, los residuos mencionados se degradan gracias a la intervención de microorganismos naturales y como consecuencia, se produce un nuevo compuesto orgánico revalorizado con propiedades beneficiosas para las plantas (Lett, 2014).
3. En el 2015 Bruselas consolidó un paquete de acciones a largo plazo, dirigidas a abordar las fases del ciclo de vida de un producto, incluyendo la producción, consumo, gestión y materias primas secundarias (según la OCDE, una materia prima secundaria es “aquella sustancia que haya sido sometida a una operación de valorización y que está en forma tal que permite su uso directo como sustituto de una materia prima procedente de los recursos naturales en un proceso de producción”) (Comisión Europea, 2015).
4. Europa ha ido consolidando programas para empezar la lucha contra la “obsolescencia programada”, el exceso de plástico, el despilfarro de alimentos, reutilización de agua, etc. Se han desarrollado actuaciones clave en el frente de residuos alimentarios, diseño ecológico, fertilizantes orgánicos y modificaciones del derecho de consumo (García, 2018).
5. La Unión Europea ha implementado un plan de trabajo basado en el diseño ecológico 2016-2019 con el que pretende incentivar programas que incentiven la posibilidad de reparar y reciclar un producto al reutilizar sus componentes por medio de un diseño inteligente que propicie el ahorro de energía y recursos (Comisión Europea, 2015).

El Banco de Desarrollo de América latina- CAF (2018), plantea que las oportunidades para la región términos de economía circular se basa en la prevención, minimización, reutilización, reciclaje, recuperación de energía y disposición final. El planteamiento de tecnologías para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos tales como: El tratamiento mecánico biológico, digestión anaerobia, biodigestores, sistemas de *waste to energy*, sistemas digitalizados de recolección en la separación diferenciada en la fuente y estrategias de reciclaje en los residuos orgánicos e inorgánicos, pueden ser referentes para mitigar el problema de América latina en lo referente a la gestión de residuos (CAF, 2018).

Todas las opciones mencionadas que se proponen para desarrollar y migrar a la economía circular pueden presentar un ahorro de 600.000 millones de euros para las empresas de la UE, además de reducir las emisiones GEI totales anuales entre un 2% y 4% (Marcet, 2015).

1.3 Aproximación de Bogotá al concepto de *Smart Cities* y economía circular

La dimensión de residuos en la interconectividad de las ciudades basadas con el modelo de Smart cities tiene que tener un enfoque de economía circular de la mano con la innovación y el emprendimiento

Del Borghi

El modo como continúan creciendo las ciudades marcará el nivel de sostenibilidad del planeta, las ciudades tienen que repensarse alrededor de la sostenibilidad, de lo contrario, el equilibrio ambiental no será posible.

Nokia (2016) realizó un diagnóstico en donde evaluaba a las ciudades en 3 dimensiones:

1. **Inteligencia:** que tanto la ciudad usa la tecnología para incrementar la calidad de vida, la innovación y el desarrollo economía
2. **Seguridad:** como la ciudad previene los riesgos y el impacto adverso que incluye el crimen, accidentes, contaminación y desastres naturales
3. **Sostenibilidad:** como se reduce el impacto ambiental de las operaciones municipales, locales y actividades diarias que realizan las personas

El diagnóstico daba un puntaje de 1 a 5, siendo uno, subdesarrollada y cinco, altamente desarrollada (ver tabla 5).

El diagnóstico evidencia las oportunidades claras de mejora en las ciudades Latinoamericanas, donde el concepto de ciudad inteligente y sostenible aún empieza a desarrollarse.

Bogotá, por ejemplo, no tiene puntaje en la dimensión de seguridad, y su puntaje en relación a inteligencia y sostenibilidad puntúa solo en 3, un puntaje mediocre en relaciones a los mejores de las categorías.

Tabla 5. Ranking Ciudades Inteligentes

Ciudades	Inteligencia	Seguridad	Sostenibilidad
Nueva York	5	5	5
San Francisco	4	3	5
México D.C	3	5	4
Bogotá	3	0	3
Sao Paulo	1	2	2
Bristol	2	2	2
Berlín	3	2	5
Paris	4	2	5
Barcelona	4	4	5
Cape Town	3	2	1
Dubái	4	2	3
Delhi	1	1	1
Singapur	4	2	5
Tokio	1	2	2
Shanghái	2	4	3
Auckland	2	2	2

Fuente: Elaboración propia a partir Nokia (2016)

Las ciudades de América Latina lideran planes de acción más que todo en iluminación LED, construcción verde, sistemas de control digitales y energías renovables como el caso de la ciudad de Búzios en Brasil y Santiago en Chile (Siemens, 2014). En casos de movilidad, sorpresivamente Bogotá es un ejemplo a seguir por el Transmilenio (“BTR: Bus Rapid Transit) uno de los sistemas de transporte masivos más extensos y utilizados en la región, y la ciclo vía; México D.C y Buenos Aires siguen el ejemplo al implementar vías alternas para bicicletas y buses (Siemens, 2014).

En los últimos años Bogotá ha desarrollado prácticas para migrar hacia una *Smart City*, por ejemplo, en el 2016 cerca del 3% de las luminarias de la ciudad migraron hacia iluminación LED, lo cual registro un ahorro del 27% en el consumo de energía (UAESP, 2016).

En el caso de gestión de residuos, Latinoamérica cuenta con recursos más limitados para solucionar la problemática, por ejemplo, el desarrollo de plantas de incineraciones modernas como se presenta en el caso de Europa presenta más dificultades a la hora de su desarrollo en el territorio.

Los latinoamericanos producen de 0,7 a 1,3 kilogramos de basura por día, en 24 horas se originan más de 500 mil toneladas, que anualmente se promedia en 200 millones de toneladas de residuos, y sólo se recicla el 15% de los que terminan en los rellenos sanitarios, estos suelen acumularse y muchas veces son quemados sin tener en cuenta prácticas sostenibles, lo que produce una contaminación extrema en el ambiente ocasionada por los 600 millones de habitantes (Illescas, 2018).

En términos de economía Circular, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos sólidos CONPES 3874 de 2016 pretende que Colombia avance hacia una Economía Circular; por medio del principio de la responsabilidad extendida del Productor (REP) que tiene en cuenta el enfoque de prevención de contaminación por medio del Ecodiseño, el pensamiento sobre el ciclo de vida, y que el contamina paga; se planea enfocar en los residuos de pilas, bombillas, computadores, medicamentos y baterías (Rodríguez, 2017).

Desde el 1ro de febrero de 2018, Bogotá decretó la emergencia ambiental y sanitaria por problemas en la recolección de residuos generados por daños en camiones recolectores debido al paro originado por los trabajadores de Aguas Bogotá; los habitantes de la capital no tienen el hábito de reciclar, 12 localidades de las 20 que tiene Bogotá emitieron una crisis debido a la acumulación de residuos en el área pública (Semana, 2018)

Aunque la cantidad de residuos que ingresan “Doña Juana” han ido disminuyendo, la alcaldía necesita incentivar acciones relacionadas a la generación de energía, tratamiento de residuos y nuevos rellenos, y en términos de reciclaje campanas sobre la interiorización de separación en la fuente, entre otras (Osorio, 2016).

Los modelos de *Smart Cities* y Economía Circular plantean las herramientas y los medios para evolucionar los esquemas actuales, pero es necesario la integración no solo del sector privado; para realizar proyectos exitosos, se necesita la interacción de la investigación y profesionales experimentados en diversas temáticas en conjunto con el apoyo del Estado para facilitar la implementación de estos (Lett, 2014).

Capítulo 2. Panorama actual de Bogotá en la gestión de residuos

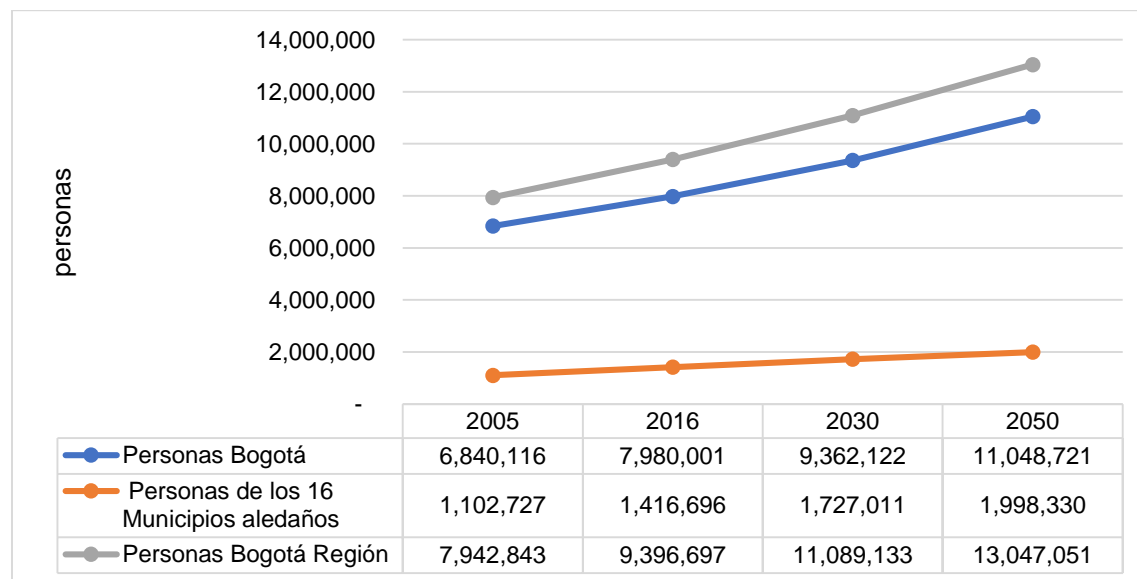
En el 2012, según el Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia, los residuos aportan en Colombia el 8% de los gases de efecto invernadero (GEI)

IDEAM

Teniendo en cuenta como los residuos aportan a la generación de Gases de efecto invernadero (GEI), y por consiguiente al calentamiento global, y como el crecimiento exponencial de la población propone un reto para las ciudades entorno a la gestión de residuos sólidos, es evidente que modelos como el de *Smart Cities* y Economía Circular son necesarios para evolucionar de manera sosteniblemente la forma en cómo estos son aprovechados. En consecuencia, identificar el panorama actual de Bogotá en la administración de dichos residuos desde su normativa, mencionada en el marco institucional y legal, mostrar cómo se gestiona este servicio y recopilar las iniciativas que se están desarrollando en el sector público y privado, son esenciales para encontrar una necesidad clave donde haya cavidad plantear una alternativa diferenciadora, la cual será profundizada en el próximo capítulo.

Bogotá D.C, la capital de Colombia, tiene alrededor de 8.081 millones de habitantes y se estima que crece en 100.000 habitantes cada año, es decir que para el 2020 habrá alrededor de 8.380 millones de personas en la ciudad (Arciniegas, 2017).

Tabla 6. Proyección población Bogotá (2005, 2016, 2030, 2050)



Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría Distrital de Planeación (2018)

Bogotá D.C, cuenta con una división administrativa de 20 localidades (ver ilustración 6) o distritos las cuales cuentan con redes de servicio público, infraestructura vial, entretenimiento y abastecimientos de productos (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, 2018).

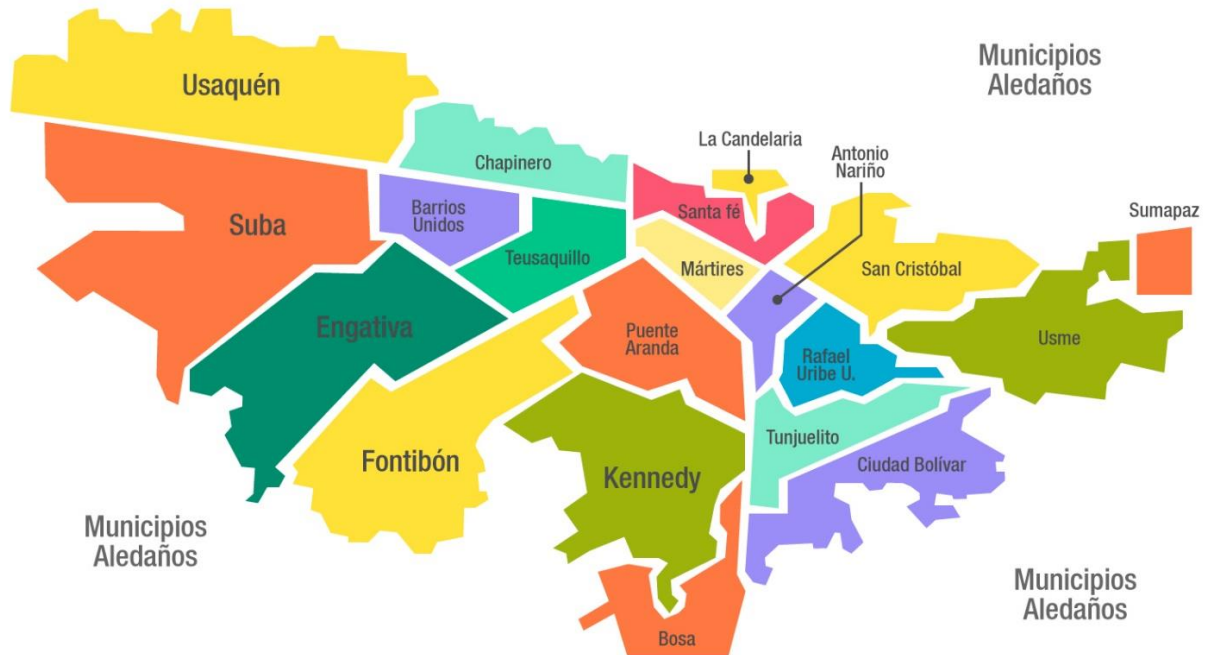


Ilustración 6. Localidades de Bogotá. Fuente: Compensar (2018)

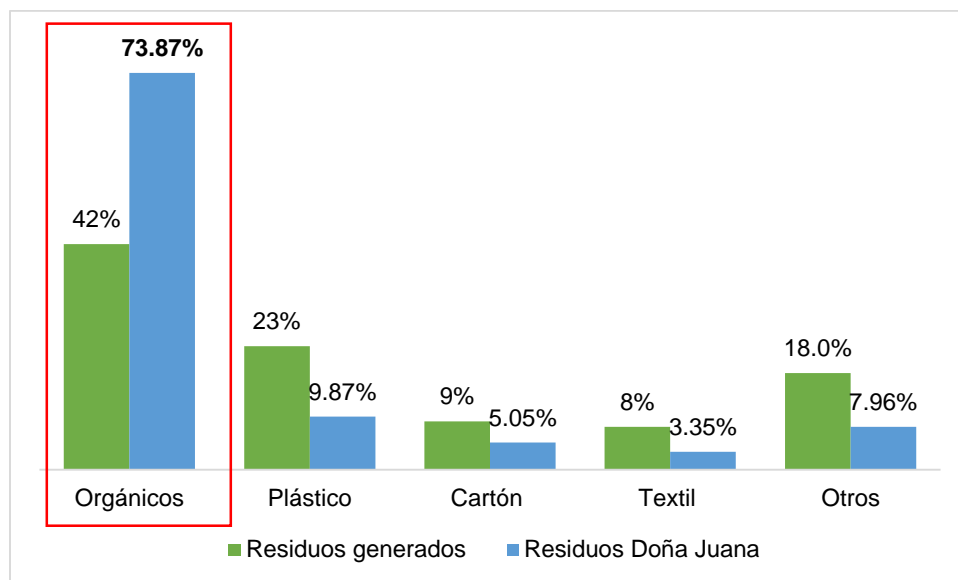
Según Luis Gilberto Murillo, el ex ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá genera aproximadamente al día 7.500 toneladas de residuos al día, y solo se aprovecha un 17%; 6.300 toneladas terminan en el relleno sanitario Doña Juana que según el distrito para 2022 ya no tendrá más capacidad (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2016). Así mismo según un estudio de la Veeduría distrital (2018) se proyecta que para el 2028 con 9.330.000 habitantes se produzcan 2,8 millones de toneladas de residuos al año cuando en 2017 fueron aproximadamente 2,47 millones de toneladas.

En 2016 los residuos sólidos generados por Bogotá se dividían principalmente de la siguiente manera: materia orgánica (42%), plástico (23%), papel (9%), textil (8%), cartón (6%), vidrio (2%), madera (2%), metales (1%) y demás (Veeduría distrital, 2018).

En 2018, según la UAESP, la caracterización de material que ingresa a Doña Juana se compone: orgánicos (73,87%), plástico (9,87%), otros (7,96%), cartón (5,05%) y textil (3,25%) (Datos abiertos Bogotá, 2018).

Como se ve en la siguiente tabla, en Bogotá los ciudadanos generan más que todo residuos orgánicos y plástico, y la proporción de estos que llega a Doña Juana es por mucho, compuesta por orgánicos.

Tabla 7. Comparación de % entre residuos generados por los ciudadanos y residuos destinados a Doña Juana



Fuente: Elaboración propia a partir de Datos Abiertos Bogotá (2018).

Así mismo, según Ángela Garzón (2018), concejal de Bogotá, se estima que en la capital una persona en promedio genera 360 kilos de residuos al año; de estos, los que podrían ser aprovechables como son el plástico, papel, cartón, vidrio y metales, no lo son, y terminan conformando el 43% de residuos de Doña Juana (Consejo de Bogotá, 2018)

El Banco Mundial (2012) indicó que, si no se generan alternativas de aprovechamiento y tratamiento, para el 2030 la mayoría de ciudades de Colombia entrarán en emergencias sanitarias con una alta generación de GEI. Pero en el caso de Bogotá esta advertencia parece haber sido ignorada, debido a que las anomalías en la gestión de residuos se hacen cada vez más notorias.

Por ejemplo, la Personería de Bogotá (2017), evidenció las irregularidades que se presentaban en el mal manejo del relleno sanitario Doña Juana, el operador debía sembrar 10 mil árboles para compensar el problema ambiental y sólo había sembrado 17 en 5 años, la planta de lixiviados no contaba con la capacidad para procesar el volumen de desechos, lo que causaba un vertimiento ilegal al río Tunjuelo; así mismo el relleno no cuenta con la distancia mínima de mil metros hacia las comunidades aledañas y hay escasez de indicadores desde el 2014.

En el 2016 la falta de fumigación generó un pico de incrementos de moscas y roedores, en mayo del año mencionado, la personería solicitó a la UAESP, entidad responsable, medidas urgentes para hacer cumplir el contrato, pero estos llamados parecieron no tener efecto (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2018). En agosto de 2018, debido a que las irregularidades no fueron atendidas, el Ministerio de Ambiente tomó la decisión de hacerse cargo del seguimiento de Doña Juana mediante la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), labor que antes era realizada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR) (CAR, 2018)

También cabe reconocer las decisiones y planteamientos que se han ido desarrollando. En los últimos diez años se pueden rescatar avances en el manejo empresarial del servicio público de aseo, en las coberturas urbanas, en el fortalecimiento de la regionalización, el cierre de botaderos a cielo abierto y la calidad en la disposición final entre otros (CONPES 3874, 2016).

Pero estos avances pueden llegar a quedar obsoletos, ya que, no obstante, hay pocos incentivos económicos, normativos y regulatorios para minimizar la generación de residuos sólidos y aumentar los niveles de aprovechamiento y tratamiento de los mismos lo cual puede incentivar el desbordamiento de la capacidad física de los rellenos sanitarios y generar problemas en el ambiente y en la salud humana; también la separación en la fuente es insuficiente para garantizar un mayor aprovechamiento y tratamiento de residuos, y la falta en definir roles específicos no permite migrar hacia un modelo de gestión no lineal, donde el panorama no mejora cuando no hay suficiente información sectorial para la toma de decisiones de política y el seguimiento de la misma (CONPES 3874, 2016).

2.1 Marco institucional y legal

Al tratarse de Bogotá, esta temática tiene un alto componente institucional. El Marco Institucional y legal reunirá las principales políticas, normatividad y entes relacionados a la gestión de residuos en la capital.

2.1.1 Políticas y normatividad relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá

Las políticas y normativas que hacen referencia a los residuos sólidos se pueden identificar tanto en el ámbito nacional, como ya respectivamente en Bogotá.

Las que abarcan el panorama nacional son las expuestas por el Consejo Nacional de política económica y social (CONPES) de 2008 y 2016 respectivamente, el del 2016 es el que se encuentra vigente.

El CONPES 3530 de 2008 expuso lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión de residuos sólidos enfocándose en estrategias financieras, técnicas, legales, institucionales, ambientales y comerciales (CONPES 3530, 2008)

Después, en el Plan Nacional de Desarrollo de Colombia para el periodo del 2014- 2018 “Todos por un Nuevo País”, se desprendía una estrategia de crecimiento verde donde se originó el CONPES 3874 como Política Nacional Integral de Residuos Sólidos, aprobada en noviembre de 2016, propone avanzar hacia una economía circular con cuatro ejes estratégicos: (i) medidas encaminadas a la generación de residuos, minimizar aquellos que van a los sitios de disposición final, promover la reutilización, aprovechamiento y tratamiento, evitar la generación de los GEI; (ii) generar un entorno institucional para la coordinación de actores que promuevan la eficiencia de la gestión de residuos ; (iii) asignar roles específicos a las entidades participantes; y (iv) desarrollar acciones que mejoren el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información para el seguimiento de las políticas públicas relacionadas a los residuos sólidos. (CONPES 3874, 2016)

Bogotá, en 1997 el Ministerio de Medio Ambiente expidió la primera Política para la gestión integral de residuos sólidos con el fin de tener un adecuado manejo de estos residuos en el país; en este año se definieron metas de recuperar un 30% y disponer apropiadamente en un 50% en 5 años. Así mismo, se planteó desarrollar programas de minimización en el origen, modificar los patrones de consumo, crear nuevos canales de comercialización de materiales aprovechables fortalecer la cadena de reciclaje, entre otros (Ministerio de Medio Ambiente, 1998). Esta política no tuvo mucho éxito ya que las metas a cinco años carecieron de estrategias de seguimiento y reformulación, donde la prioridad en ese momento para el país era optar como solución ambiental la implementación de rellenos sanitarios.

Después, en el 2010 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formuló la política nacional de producción y consumo sostenible, la cual actualiza e integra la política nacional de producción más limpia y el plan nacional de mercados verdes. En el tema de residuos sólidos se destacan estrategias y líneas de acción de desarrollo de sistemas de aprovechamiento, regulación y manejo por sectores e industrias, responsabilidad extendida del productor, desarrollo de instrumentos económicos que promuevan la producción y el consumo sostenible, articulación interinstitucional e intersectorial, fortalecer la capacidad de investigación de instituciones y promover el emprendimiento de negocios verdes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

El Decreto 1713 de 2002 deroga la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001 en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Es relevante también tener en cuenta la Ley 1715 de 2014: tratamiento con fines de valorización energética: estrategia que constituye alternativas de aprovechamiento por su contenido energético (Ley 1715, 2014).

Actualmente el Decreto 596 de 2016 es el vigente y congrega el manejo para racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales, recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos, disminuir el consumo de energía en los procesos productivos que utilizan materiales reciclados, aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios al reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada, reducir el caudal y la carga contaminante de lixiviados en el relleno

sanitario, especialmente cuando se aprovechan residuos orgánicos, disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final, garantizar la participación de los recicladores de oficio, en las actividades de la recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida (Decreto 596, 2016).

La Secretaría del Hábitat en conjunto con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) consolidó el nuevo Plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS, el plan inició su ejecución a partir del decreto 495 de 2016 y regirá los próximos 12 años. Su principal objetivo es dar un aprovechamiento integral a las basuras que produce Bogotá. Los puntos en los cuales se enfoca el plan van desde generar condiciones favorables en la población recicladora por medio de capacitaciones para el fortalecimiento técnico de su actividad, hasta la asistencia psicosocial, acceso a la seguridad social y a la sustitución de vehículos de tracción humana por vehículos adecuados y diseñados para el reciclaje (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, Secretaría del Hábitat, UAESP, 2016).

La meta de este plan pretende reducir las 189.238 toneladas mensuales que ingresan al relleno sanitario de Doña Juana en un 6%. El PGRIS también realizará actividades relacionadas con la regulación de la producción y consumo sostenible de los residuos, la sensibilización de los bogotanos, el mejoramiento mobiliario para la prestación diferenciada de los residuos, la instalación de cestas de basuras en espacios públicos y el fortalecimiento de la recolección de basuras en áreas rurales (Cortes, 2017).

En complemento a esto, es importante hacer referencia a la acción de tutela 275 de 2011 de la corte constitucional, se ordenó a la alcaldía de Bogotá a llevar a cabo acciones a favor de la población recicladora en aspectos de formalización, regulación y definición de parámetros para la prestación de actividades de separación, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos (Corte Constitucional, 2011).

Los marcos tarifarios de aseo se incluyen en las resoluciones 351 y 352 de 2005 y Resolución 720 de 2015 de la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico CRA. La Resolución 720 de 2015 establece un sistema por el cual se pudiera reconocer la remuneración del aprovechamiento en el servicio aseo vía tarifa. Esta definición se hizo a través del concepto de

“costo evitado” (lo que la ciudad se ahorra en no transportar hasta y disponer en el relleno los residuos que sí son reciclados) (CRA 720, 2015).

Es relevante tener en cuenta las siguientes resoluciones, leyes y decretos:

1. Resolución 1096 de 2000: por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico-RAS (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)
2. Resolución 1457 de 2010: relacionada con los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas (Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).
3. Resolución 701 de 2013: por la cual se establecen disposiciones para la presentación del material potencialmente reciclable en Bogotá D.C (UAESP, 2013).
4. Resolución 668 de 2016: reglamenta el uso racional de bolsas plásticas distribuidas en grandes superficies comerciales, almacenes de cadena, supermercados y farmacias de cadena (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

La normatividad que aplica para el Relleno Sanitario Doña Juana compete a la CAR y comprende la Resolución CAR 3358 del 10 de julio de 1990, en la cual se fija una norma de vertimientos al río Tunjuelo y se toman otras determinaciones y la Resolución 166 de 2008 la cual establece los niveles máximos permisibles de vertido a la salida de la planta de lixiviados.

Adicionalmente se han asumido políticas tales como:

- a) La Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible: Dicha política integra y actualiza la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes; el objetivo es orientar el cambio de patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Por parte de incentivos tributarios que pueden relacionarse a los residuos se encuentran:

- a) Artículo 78 de la ley 788 de 2002: reducción en la renta para personas jurídicas que realicen directamente inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente (Gobierno de Colombia, 2002).

- b) Estatuto tributario 424.5: exentos de IVA los equipos, elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales vigentes; las importaciones de maquinaria para reciclar y procesar basuras también están exentos del IVA.
- c) Estatuto tributario 207.2: venta de energía eléctrica generada con base en los recursos eólicos, biomasa o residuos agrícolas.

Los impuestos que tienen algún impacto en la generación de residuos son:

- a) Impuesto Nacional al Consumo de Bolsas plásticas: este impuesto se genera al entregar cualquier bolsa plástica que tenga la finalidad de cargar o llevar productos por los establecimientos comerciales que las suministran. Desde 2017 se pagará \$20 pesos por bolsa y el valor se incrementará en \$10 pesos cada año hasta el 2020 (Estatuto Tributario Nacional, 2017).
- b) Impuesto verde: Más conocido como el impuesto al carbono, es un gravamen que recae sobre el contenido de carbono de todos los combustibles fósiles, incluyendo los derivados del petróleo y los tipos de gas que se usen para cumplir fines energéticos para combustión. El impuesto lo asume quien adquiera los combustibles fósiles, ya sea del productor o el importados cuando realicen la factura o retiros, dependiendo del caso (Ley 1819, 2016).

También existen comparendos ambientales que pueden ser impuestos por la Policía Metropolitana de Bogotá, los Inspectores de Policía y los Corregidores, entre las siguientes actitudes se pueden imponer algunos comparendos relevantes:

Tabla 8. Comparendos y multas ambientales relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá

Comparendo	Multa
	S.M.D.L.V (Salario Mínimo diario legal Vigente) S.M.M.L.V (Salario Mínimo Mensual Legal Vigente)
Sacar la basura en horarios no autorizados por la empresa prestadora del servicio de recolección.	5 S.M.D.L.V: persona natural 5 S.M.M.L.V: persona jurídica
Depositar los residuos sólidos en cualquier caneca sin importarle que cada recipiente está adecuado para un desecho específico.	5 S.M.D.L.V: persona natural 5 S.M.M.L.V: persona jurídica

Dejar residuos o escombros en sitios de uso público no acordados por la autoridad competente y en sitios abiertos al público	10 S.M.D.L.V: persona natural 10 S.M.M.L.V: persona jurídica
Arrojar escombros o residuos sólidos a humedales, páramos, fuentes de agua y bosques, entre otros ecosistemas	1 S.M.D.L.V: persona natural 15 S.M.M.L.V: persona jurídica
Destapar y extraer, parcial o totalmente, sin autorización alguna, el contenido de las bolsas y recipientes para la basura, na vez colocados para su recolección	5 S.M.D.L.V: persona natural 10 S.M.M.L.V: persona jurídica
No administrar con orden, limpieza e higiene los sitios donde se clasifican, comercializan y reciclan residuos sólidos.	15 S.M.D.L.V: persona natural 10 S.M.M.L.V: persona jurídica
No disponer separadamente para su recolección los residuos reciclables de los no reciclables	5 S.M.D.L.V: persona natural 5 S.M.M.L.V: persona jurídica

Fuente: elaboración propia a partir de Secretaría Distrital de Gobierno, 2018.

Las personas tienen la opción de acatar la orden para evitar el comparendo, si no lo hacen se les emitirá la infracción.

2.1.2 Entidades relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá

Diferentes entidades tienen relación con el manejo de los residuos en Bogotá. A continuación, se presentará la siguiente tabla con las entidades y sus funciones relacionadas al manejo de dichos recursos.

Tabla 9. Entidades y funciones relacionadas a la gestión de residuos sólidos en Bogotá

Entidad	Función
El Estado	Según el artículo 365 de la Constitución Política de Colombia se establece que es deber del Estado: -Asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional. -Acoger la necesidad de promover acciones a favor de los recicladores de oficio
Gobierno Nacional	-Revisar y definir parámetros establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) Auto 275 del 19 de diciembre de 2011
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Encargada de reglamentar: -El esquema operativo de la actividad de aprovechamiento -La transitoriedad para el cumplimiento de las operaciones que deben atender los recicladores de oficio, formalizados o que inicien su proceso de formalización como personas prestadoras de la actividad. Ley 1753 de 2015 (Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018)
Comisión de Regulación de Agua	Encargada de trabajar aspectos relacionados a: -Separación en la fuente por parte de los usuarios -Formalización de rutas y modelos para la recolección




Potable y Saneamiento Básico (CRA)	<ul style="list-style-type: none"> -transporte y disposición de material aprovechable por parte de la población recicladora -Posibilidades de estímulos para la creación y funcionamiento de organizaciones autorizadas (recicladores) prestadoras de los servicios de reciclaje -Tratamiento y aprovechamiento de residuos -Reglas de creación y funcionamiento de centros de acopio como intermediarios dentro de los procesos de reciclaje, tratamiento y aprovechamiento -Parques de aprovechamiento -Asegurar que dichos parámetros se vean reflejados en la metodología tarifaria
Superintendencia de Servicios Públicos	<p>Encargada de la:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inspección, vigilancia y control de las personas que se organicen para prestar servicios públicos <p>Ley 142 de 1994 (artículo 15)</p>
Superintendencia de Servicios públicos domiciliarios	Encargada de administrar el Sistema Único de Información (SUI) en donde se registra la información necesaria para cuantificar la cantidad de residuos sólidos dispuestos por cada prestador.
ECA	Es la estación de clasificación, aprovechamiento y pesaje la cual es la encargada de recibir los residuos que se van a aprovechar por el operador que preste el servicio.
Bajo la alcaldía de Bogotá y la Secretaría Distrital del Hábitat se encuentra la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP)	<p>Esta entidad está bajo la alcaldía de Bogotá y la Secretaría Distrital del Hábitat. Tiene como objeto garantizar la prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Recolección -Transporte -Disposición final -Reciclaje -Aprovechamiento de los residuos sólidos. -Limpieza de vías y áreas públicas. -Servicios funerarios del distrito.

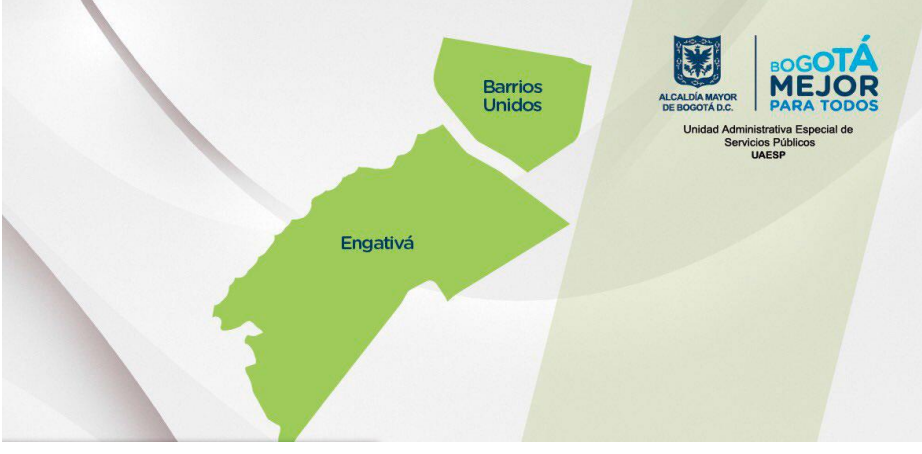

Fuente: Elaboración propia a partir de Veeduría Distrital, 2018.

2.2 Manejo de los residuos sólidos en Bogotá

El 3 de enero de 2018 la UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios públicos adjudicó por vigencia de 8 años las 5 Áreas de Servicio Exclusivo de aseo (ASE) en Bogotá, esta licitación conto con la participación de los recicladores de oficio de la ciudad (Alcaldía de Bogotá, 2018):

Tabla 10. Operadores esquema de aseo en Bogotá

ASE	Operador	área
1	Promoambiental	
2	Limpieza Metropolitana	
3	Ciudad Limpia	

4	Bogotá Limpia	 <p>Barrios Unidos</p> <p>Engativá</p> <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</p> <p>BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS</p> <p>Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP</p>
5	Área Limpia	 <p>Suba</p> <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</p> <p>BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS</p> <p>Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP</p>

Fuente: elaboración propia a partir de Alcaldía de Bogotá, 2018.

Estos 5 operadores empezaron a operar en las ASE asignadas, y se encargarán de la recolección y transporte de residuos sólidos no aprovechables. Así mismo, se originaron las mesas de trabajo con los nuevos operadores y recicladores de oficio para brindar espacios de socialización de los cambios (Alcaldía de Bogotá, 2018).

El esquema de prestación del manejo de residuos sólidos en Bogotá se da de la siguiente manera:

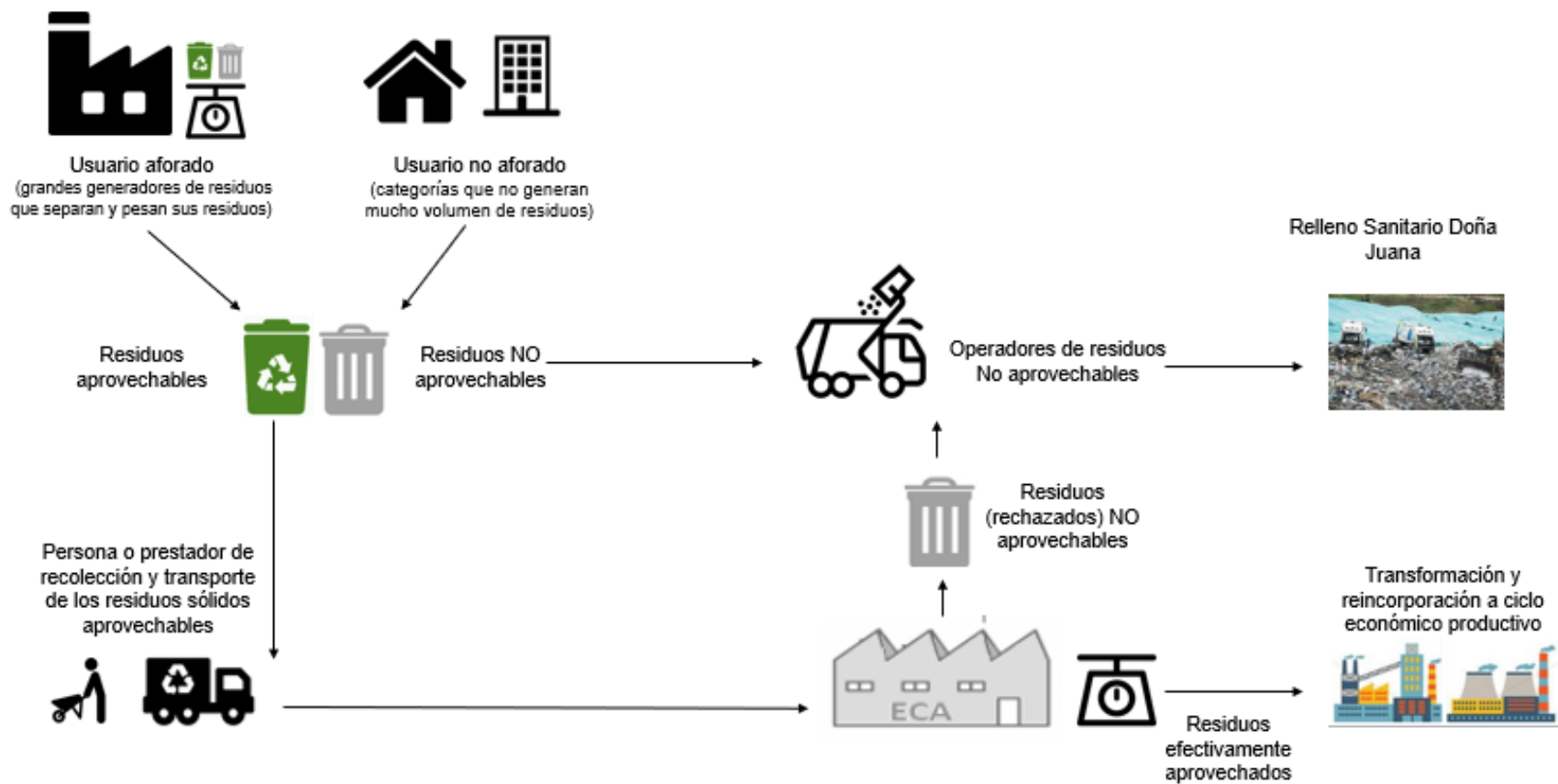


Ilustración 7. Esquema de prestación del manejo de residuos sólidos en Bogotá. Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de vivienda, 2016.

La actividad de aprovechamiento puede ser prestada por los recicladores de servicios o por empresas constituidas como empresas de servicios públicos. Las organizaciones de recicladores son consideradas como empresas de servicios públicos bajo la modalidad de aprovechamiento.

Este esquema es la base para la tarifa que pagan los usuarios por aseo, la cual incluye así mismo la tarifa de aprovechamiento (Resolución CRA 778 de 2016 y Resolución CRA 720 de 2015) ver anexo 2

Los criterios para aprovechar, expuestos en el decreto 1713 de 2002 son:

1. Para la reutilización y reciclaje de residuos sólidos deben estar limpios debidamente separados por tipo de material.
2. Para el compostaje y lombricultura no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados.
3. Para la generación de energía, valorar parámetros tales como, composición química, capacidad calorífica y contenido de humedad.

Así mismo el esquema de aseo en relación a los ciudadanos implementó la separación de los residuos en bolsas blancas y negras. Las bolsas blancas son para los residuos limpios y secos aprovechables, tales como metal, plásticos, vidrio, aluminio, tetrapak, textiles, icopor; y la negra para residuos de alimentos, sobras de comida y barrido (Sistema Integrado de Información, 2018). Los residuos peligrosos tienen un tratamiento especial y no son asumidos por los prestadores de servicio público de aseo, pero hay centros de acopio como son los centros comerciales y almacenes de cadena.

2.2.1. Tarifa del servicio público de aseo

Tabla 11. Elementos a resaltar de la tarifa del servicio público de aseo

Composición	Cargo fijo y cargo variable calculados por el prestador, acode a lo establecido en la Resolución CRA 720 de 2015
Estimación de la producción de residuos	Corresponde a cada suscriptor, las personas prestadoras de recolección y transporte de residuos no aprovechables deberán calcular mensualmente las toneladas de residuos de: Barrido y limpieza, limpieza urbana, recolección y transporte de residuos no aprovechables, rechazos de aprovechamiento y cálculo de las toneladas efectivamente aprovechadas
Clasificación de suscriptores	Grandes productores: generan un volumen superior o igual a 6m ³ /mes. Podrán solicitar un aforo realizado por el prestador con el fin de pactar libremente las tarifas correspondientes a la recolección y transporte

Facturación	<p>El prestador del servicio facturará de manera integral el servicio público de aseo incluyendo la actividad de aprovechamiento, la metodología incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo fijo total • Costo variable de residuos no aprovechables • Valor base de aprovechamiento por tonelada de residuos aprovechables • Toneladas de residuos producidos en la actividad de barrido y limpieza de vías por suscriptor • Toneladas de residuos producidos en la actividad de limpieza urbana (corte de césped, poda de árboles, lavado de áreas públicas, limpieza de playas y/o mantenimiento de cestas) • Toneladas de materiales de rechazo del aprovechamiento por suscriptor • Toneladas de residuos efectivamente aprovechados por suscriptor • Toneladas de residuos no aprovechables por suscriptor, toneladas de residuos no aprovechables aforadas por suscriptor (Grandes generadores, multiusuarios) • Factor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor
-------------	---

Fuente: elaboración propia a partir de Resolución CRA 825 de 2017

2.2.2 Actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo

Tabla 12. Elementos a resaltar de la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo

Condiciones técnicas	Recolección y transporte de residuos para aprovechamiento, requerimiento de los residuos sólidos para el aprovechamiento por la ECA, presentación de residuos para aprovechamiento, campañas educativas, establecimiento de macrorrutas y divulgación.
Condiciones de prestación (prestador)	Establecer las frecuencias, horarios y formas de presentación de acuerdo con PGIRS, realizar las actividades de la clasificación de materiales únicamente en las ECA, efectuar la recolección de residuos sólidos aprovechables a partir de la acera, o de unidades y cajas de almacenamiento o cualquier sistema almacenamiento que garantice la recolección y el mantenimiento de sus características.
Condiciones De prestación (usuario)	Los residuos deben ser separados por tipo material de acuerdo con el PGIRS y los residuos no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados
Cobro	Los costos de la actividad de aprovechamiento serán distribuidos por igual entre todos los suscriptores y/o usuarios del servicio público de aseo de conformidad con la metodología tarifaria vigente
Incentivo (DINC)	A las macrorrutas de recolección de residuos aprovechables, que tengan niveles de rechazo inferiores al 20% de los residuos presentados, les será otorgado un incentivo a la separación en la fuente. Este incentivo consiste en la disminución del Valor Base de Aprovechamiento según lo definido en el artículo 34 de la resolución CRA 720 de 2015

Fuente: elaboración propia a partir de Resolución CRA 788 de 2017

2.3 Iniciativas para mitigar el problema de gestión de residuos en Bogotá

Con el fin de complementar el plan actual de Bogotá en la gestión de residuos es necesario identificar las iniciativas tanto públicas como privadas que se desarrollen puntualmente en Bogotá en torno al tema que se está tratando. Esto con la finalidad de que el *Benchmarking* que se realizará en el capítulo 3 muestre modelos de negocio diferentes a los que se desarrollan en la ciudad.

2.3.1 Iniciativas públicas

Como se evidenció en la sección anterior las políticas públicas se enfocan en la concientización de la producción de residuos en la fuente y en la disposición final, pero las acciones más ligadas al aprovechamiento presentan modelos puntuales desarrollados por las entidades.

El sector público por medio de la SUI, especifica que en Bogotá se encuentran los Sitios de Disposición Final (NUSD), Sitios de Áreas de prestación (NUAP) y Sitios Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA).

En Bogotá el único lugar de disposición final es el Relleno Sanitario Doña Juana.

Las ECAs son las estaciones relacionadas con el sector público que se encargan de separar efectivamente y pesar los residuos sólidos aprovechables para después comercializarlos a la industria que los reincorporará al algún proceso productivo. A corte de octubre de 2018 se encuentran 467 ECAs en Bogotá. De enero a septiembre se han aprovechado efectivamente aproximadamente 81.800 toneladas (Publicación información reportada al SUI, para cálculo de la tarifa de aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo) (SUI, 2018).

Por parte de las iniciativas públicas se pueden destacar:

- a) Acciones que benefician a la comunidad aledaña del Relleno Sanitario Doña Juana, estas acciones incluyen inversiones por parte de la UAESP como apoyo económico para estudiantes, mesas comunitarias para dialogo y capacitaciones en torno al manejo integral de los residuos, identificación de focos de proliferación de moscas y limpieza (Alcaldía de Bogotá, 2017).
- b) Jordanas de Reciclación, las cuales se enfocan en destinar lugares en puntos estratégicos familiares para los ciudadanos, como son los centros comerciales para la disposición de

residuos peligrosos y eléctricos en Bogotá, con estas jornadas se han logrado recuperar más de 120 toneladas de dichos residuos (MADS, 2018).

- c) Corresponsal Ambiental, busca reunir iniciativa por medio de la participación ciudadana para construir y mejorar las prácticas ambientales, busca encontrar a personas que quieran ayudar informando a las personas que rodean su entorno (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018a).
- d) Programa de post consumo de llantas usadas, tras la recolección de neumáticos, estos son llevados a la planta de tratamiento de la organización posconsumo Sistema Verde para su aprovechamiento, donde son procesados para reutilizar su caucho, fibra y acero (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018b).
- e) Observatorio ambiental, es un espacio que permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, así mismo también tiene programas de educación ambiental (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2018).

En cuento a concientizar a los ciudadanos la capital ha desarrollado:

1. La Calculadora de Consumo Responsable: es una plataforma que desarrolló la Secretaría del Ambiente para que los ciudadanos identifiquen su nivel de sostenibilidad; es un cuestionario que se basa en el Programa Decena de Producción y Consumo Sostenible de las Naciones Unidas, alimentación, vivienda, movilidad, compras y ocio. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018c). De acuerdo a la información registrada, el resultado clasifica los hábitos de las personas en: ejemplar, consciente, responsable, individualista e indiferente.
2. Feria ambiental de Bogotá: por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, institutos de protección, universidades y operadores de aseo se trataron temas relacionados a gestión de residuos sólidos y peligrosos, cambio climático y servicios para la comunidad, entre otros (Secretaría General, 2016a).
3. Triciclos para recolección de residuos: durante tres semanas se realizó una jornada de limpieza con triciclos por parte de Aguas de Bogotá donde se sensibilizaba a los comerciantes sobre la forma, horarios y frecuencias de la recolección de residuos (Secretaría General, 2017).
4. Campaña “Si el planeta quieres cuidar, menos bolsas debes usar”: un programa en colaboración con las grandes superficies y Acoplásticos que vincula a también a pequeños supermercados, cadenas de droguerías, mini mercados (Secretaría General, 2016b). El programa tiene como objetivo promover un cambio de cultura en la producción, distribución y consumo para

disminuir la generación de residuos que provienen del uso innecesario y excesivo de las bolsas plásticas.

5. Jornadas de educación a la población infantil por medio de 3.000 funcionarios de la secretaría de Salud.
6. Cursos teórico- prácticos para aprender el manejo adecuado de los residuos sólidos (Secretaría General, 2018a).
7. Jornadas de limpieza de voluntarios para limpiar Bogotá.

Para complementar las ECA, también se encuentran bodegas de reciclaje, en agosto de este año se entregó la bodega número 11 de la ciudad, ubicada en Usaquén (Secretaría General, 2018b). Este espacio servirá para optimizar la clasificación y pesar el material aprovechable para su comercialización.

Para final de 2018 la alcaldía entregará 10.000 contenedores para mejorar la separación de residuos ordinarios y reciclables, se instalarán canecas públicas en parques, vías secundarias y zonas públicas, suministrar más de 1.000 uniformes para dignificar la labor de los recicladores y más de 437 vehículos los cuales complementan la nueva flota de vehículos de aseo y recolección de residuos para la ciudad (Secretaría General, 2018c).

Puntos Ecolecta, Ecopunto, Recipunto y Puntos azules para la recolección de los residuos electrónicos y peligrosos en centros comerciales y grandes superficies.

las Plazas Distritales de Mercado, apoyadas por el Instituto para la economía Social-IPES, por medio de compost, ensilaje y lombricultura aprovechan los residuos orgánicos que producen. Esta iniciativa que también es coordinada con la UAESP, busca reducir el número de residuos orgánicos que se destinan a Doña Juana y generar valor por medio de ofrecer alternativas de productos para viveros, jardines y abonos para las industrias del país (Secretaría General, 2016c). Estos residuos son los buenos para estos fines ya que se componen de cáscaras, pellejos y material vegetal de embalaje, con poca presencia de productos descompuestos. Y acopio de reciclaje de aceite.

Así mismo, junto a la Universidad Nacional, se han instalado módulos que transforman residuos orgánicos en abono (Secretaría General, 2015).

Por parte de RedEs-CAR, una red de empresas sostenibles de la Corporación Autónoma Regional (CAR) de Cundinamarca, agrupa a 320 compañías con el propósito de reducir en 19.156

toneladas anuales la generación de basura con el proyecto Producción más Limpia (RedEs-CAR, 2018).

2.3.2 Iniciativas privadas

Ya que como se pudo ver al inicio del capítulo donde los residuos orgánicos y el plástico son los de mayores generación y disposición final en el relleno sanitario, las iniciativas que se tratarán están relacionadas a dichos residuos

En Bogotá por parte de aprovechamiento de residuos orgánicos se basa principalmente en compostaje y Biogás, se pueden resaltar las siguientes empresas:

1. Control Ambiental: es una empresa de plantas de compostaje, desde 1995 ofrece soluciones en administración integral de residuos, cuenta con una flota de vehículos propios, ofrece servicios de tratamiento y aprovechamiento de residuos y subproductos orgánicos, gestión de residuos para empresas, protección de marca (garantiza la destrucción segura de productos en mal estado o vencidos) y biorremediación, restauración de suelos y gestión ambiental (Control ambiental, 2018). La planta más cercana se encuentra en Facatativá, Cundinamarca. La planta tiene en promedio capacidad de 50.000 ton/año, y recolectan más de 2 millones de toneladas de residuos orgánicos.
2. Dragon: ofrece tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje (Dragon, 2018).
3. Biogás Doña Juana, es un proyecto que aprovecha el biogás resultado de la descomposición de los residuos sólidos que llegan al Relleno Sanitario Doña Juana, mediante la destrucción térmica del metano para generar energía eléctrica (Biogás doña Juana, 2018). Ha estado en funcionamiento desde 2016 y este año se propone aumentar en más de 20MW adicionales en sus tres plantas respectivamente las cuales son otorgadas por el Operador de Red Local, CODENSA.
4. Juan Valdez lleva el cucho de café para producir abono el cual se usa en un programa de reforestación en el municipio de San Francisco, Cundinamarca.

Por parte de los residuos sólidos inorgánicos para resaltar se encuentran las siguientes iniciativas:

-Cempre Colombia: Alianza que busca fomentar iniciativas de reciclaje en las cadenas de valor de sus empresas asociadas. Entre las compañías asociadas se encuentran Alpina, Arcos Dorados, Bavaria, Carvajal, Cencosud, Coca-Cola, Enka, Esettia, Grupo Familia, Natura, Peldar, Tetra Pak y Unilever (CEMPRE, 2018).

- Alpina: Alcanzan un aprovechamiento del 93% de sus residuos al reciclar, transformar y reincorporar sus residuos de papel, cartón y kraft, también logran reducir el consumo de material virgen en sus cajas de embalaje (Alpina, 2018).

-Arcos Dorados: tienen como meta para el 2020 aumentar el reciclaje del 50% de los residuos generados por el restaurante y trabajar continuamente para reducir el desperdicio. Realizan acuerdos con empresas especializadas y con gobiernos locales para una disposición idónea de los residuos (Arcos Dorados, 2017).

-Bavaria: más del 95% de los residuos que generan son reutilizados en otras cadenas productivas. Para 2025 tienen como meta que el 100% de sus productos estén en empaques retornables o hechos en su mayoría de material reciclado (Bavaria, 2016). Optimizan el material de los empaques por medio de diseños nuevos y promueven la concientización de reciclaje en los residuos posconsumo.

-Carvajal: Aprovechan más del 50% de los residuos que se generan en sus plantas. Educan a las comunidades en torno al reciclaje y disposición correcta de sus residuos. Con un análisis de ciclo de vida del producto, han logrado disminuir no solo materia prima para la fabricación, sino el impacto ambiental generado (Carvajal, 2016).

-Coca-Cola: tiene como objetivo a 2030 recolectar y reciclar el equivalente al 100% de sus empaques. En Colombia para 2020 la meta es integrar un 2% de material reciclado o renovable a los empaques PET. Reciclan alrededor del 93% de los residuos producidos en las plantas (Coca-Cola Femsa, 2016).

-Fundación Grupo Familia: es una fundación empresarial creada por el Grupo Familia que promueve iniciativas de reciclaje mediante procesos de fortalecimiento social y económico auto sostenible. En 2017, 1.588 recicladores estaban involucrados en 16 programas productivos de reciclaje en toda Colombia, y 7 de los 16 proyectos ya cobran tarifa como prestador de servicio en

la modalidad de aprovechamiento, incrementando en un 26% el salario promedio de los recicladores (Fundación Grupo Familia, 2017).

-Tetrapak: Alrededor del 75% de su material para envasado se produce para ser reciclado varias veces. Se asocian con entidades y compañías recicladoras. Han realizado campañas de sensibilización con más de 2.500 recicladores en toda Colombia (Tetrapak, 2018).

-Unilever: Han generado alianzas con dispositivos para la recolección y acopio de sus productos. Ha adquirido empresas de productos naturales de limpieza y de cuidado del hogar. Para el 2020 se han propuesto en reducir a la mitad los residuos asociados a sus producidos. Han logrado aprovechar un 98% de los residuos producidos en sus plantas (Unilever, 2017).

-Postobón: han elaborado campañas de reciclaje y el desarrollo de pequeños centros para reciclar. En promedio el 50% de sus materiales son reciclados. Han apostado por darle un enfoque nuevo de diseño a sus empaques para reducir la cantidad de materia prima (Postobón, 2017). Junto con ENKA, las botellas PET para bebidas acartonadas son 100% reciclables y se elaboran con 50% resina EKOPET.

-Biocirculo: es una empresa dedicada a la recuperación de materiales posconsumo, la recuperación de materia prima es gestionada a través de una cadena de suministro que integra centros de acopio y recicladores, después de un proceso de selección, con equipos de última tecnología se procedan diferentes productos para vender a la industria.

-ENKA: es una empresa que produce y comercializa polímeros y fibras químicas de Poliéster y Nylon. Con el apoyo de la cooperativa Cooperenka, entregan los excedentes de cartón, papel, plástico y madera a otras empresas para que hagan parte de su cadena productiva, también realizan un aprovechamiento efectivo de los residuos que generan. Tienen procesos de reciclaje de PET que aseguran la correcta recolección y aprovechamiento, para que después puedan ser utilizadas como materia prima de nuevos envases como EKO PET (ENKA, 2017).

Los procesos para tratar residuos inorgánicos como el plástico actualmente utilizados se pueden en:

Tabla 13. Procesos para el tratamiento de residuos plásticos

Proceso	Descripción
Reciclado material	Principal forma de recuperación de los plásticos. A partir de los desechos triturados, lavados y procesados, se fabrican nuevos productos de plástico reciclado.
Reciclado químico	Proceso mediante el cual se descomponen los materiales plásticos en sus moléculas originales y con ellas se pueden fabricar otros plásticos e incluso producir combustibles nuevos como el biodiesel.
Valorización o recuperación energética	Es otra forma de darle valor a los residuos plásticos y es complementaria del reciclado.

Fuente: elaboración propia a partir de Acoplásticos, 2018

Así mismo las empresas se agrupan por diferentes categorías y cada una de ellas tienen diferentes tecnologías y procesos identificados en el Anexo 3 (Categorización de empresas relacionadas a los residuos plásticos (2016-2017))

Capítulo 3. Alternativa de aprovechamiento de residuos sólidos para Bogotá

Es prioritario proceder al cierre continuo y progresivo de todos los basurales a cielo abierto, y a su remplazo por efectivos métodos de gestión y disposición final de residuos

ONU- Medio Ambiente

Así mismo es necesario superar el hábito de “usar y tirar” para acelerar la transición a una Economía Circular enfocada en reproducir el mecanismo biológico de la naturaleza incorporándola con procesos industriales; así mismo la implementación de nuevas tecnologías y generación de datos para entender y mejorar esta gestión resulta indispensable (ONU- Medio Ambiente, 2018).

La composición de residuos en América Latina se da como se puede ver en la ilustración 8, sin importar el nivel de ingreso los residuos orgánicos siguen teniendo mayor proporción; lo cual valida los datos que se dan en Bogotá referentes a esta temática, expuestos en el segundo capítulo.

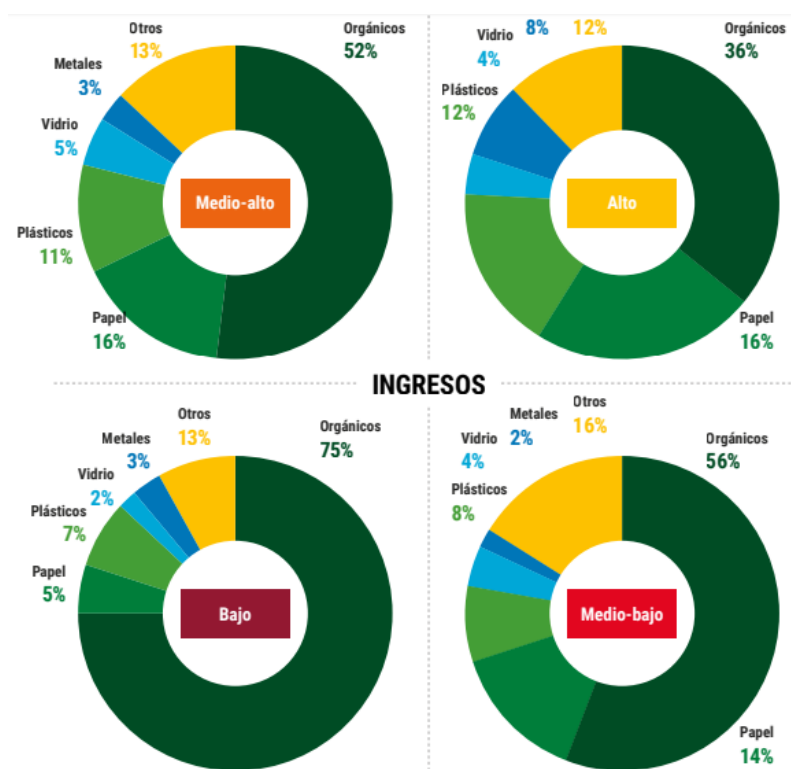


Ilustración 8. Composición de residuos por nivel de ingresos- Latinoamérica y el Caribe. Fuente: ONU- Medio Ambiente, 2018.

Según ONU Medio Ambiente (2018) en el Informe de Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe los residuos orgánicos son los que más se generan y los que menos se gestionan. El capítulo anterior mostro la diferencia de alternativas para los orgánicos e inorgánicos, donde claramente se puede ver una diferencia en las tecnologías y procesos para aprovechar dichos residuos; el aprovechamiento de plástico presenta diversas alternativas y un número notorio de empresas que se dedican a esta actividad, mientras que el aprovechamiento de orgánicos queda obsoleto con la percepción de ser irrelevante.

Es por esto que en este capítulo la alternativa generadora de valor será específicamente para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Se expondrá la alternativa identificando actividades clave, recursos clave, clientes, socios clave, estructura financiera y propuesta de valor.

Después se relacionará la alternativa con los modelos de *Smart cities* y Economía Circular, para evaluar si la alternativa propuesta es generadora de valor para el crecimiento y desarrollo sostenible de Bogotá mitigando la problemática ambiental de la gestión de sus residuos sólidos.

3.1 Alternativa propuesta

La UNEP- ISWA (2015) en conjunto con ONU- Medio Ambiente (2018), presentan un flujo de como la gestión genera GEI, pero también muestra como por medio de procesos y técnicas estos GEI pueden ser convertidos en oportunidades, ver ilustración 9.

Esta ilustración 9 muestra las emisiones que se pueden generar en la atmósfera durante las etapas del manejo de residuos sólidos. Los GEI emitidos por este manejo son denominados se le incorpora el carbono negro (CN), generalmente producto de la combustión; la quema de residuos en los botaderos. La idea es identificar alternativas para mitiga la generación de este CN y evitar emisiones como son la digestión anaeróbica, la generación de energía y el compost.

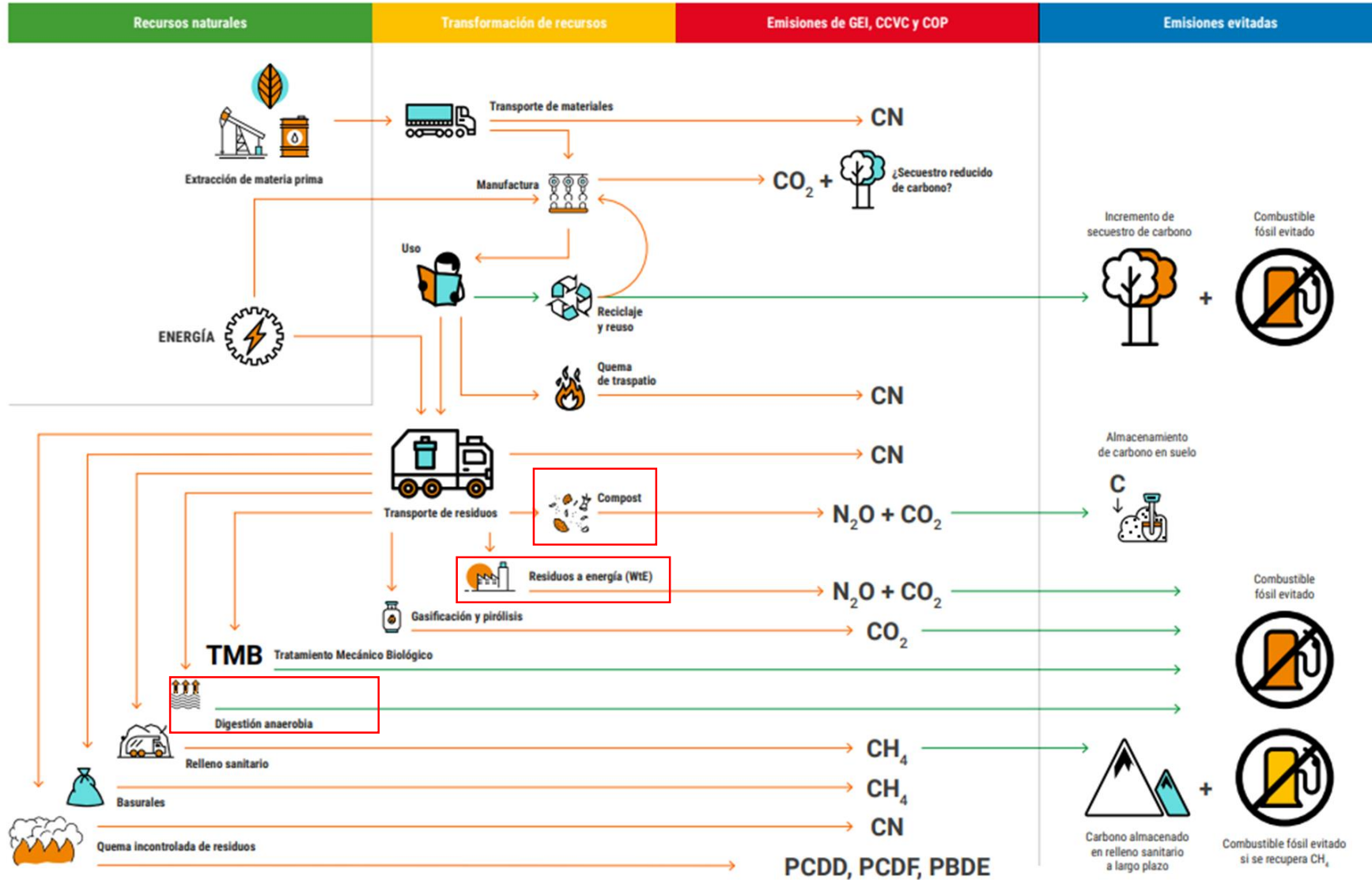


Ilustración 9. Esquema de gestión de residuos sólidos y emisiones a la atmósfera. Fuente: ONU – Medio Ambiente, 2018-

Teniendo en cuenta la ilustración 9, la cual muestra que el compost, la generación de energía a residuos y la digestión anaeróbica contribuyen a evitar emisiones, la alternativa a proponer, es la tecnología Aikan, la cual tiene un enfoque de reusar y recuperar los residuos.

3.1.1 Tecnología Aikan

Una alternativa que puede ser una solución para el aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en Bogotá, donde el residuo deja de ser desecho de Doña Juana y se convierte en Biogás y compost es la tecnología Aikan.

La creación de la tecnología Aikan surgió en Dinamarca en 1999 a través de un proyecto en materia de digestión anaerobia (sin oxígeno) entre Aikan y la Universidad de Aalborg, Syddansk y Landbohøjskolen (Solum A/S, 2012).

El grupo danés Solum ha desarrollado un método que es capaz de transformar materias orgánicas (residuos orgánicos domésticos, de jardines, parques, producción, desperdicios de alimentos y cocinas, agrícolas, etc.) en energía y compostaje con alto nivel de nutrientes basándose en esta tecnología (Aikan Agri, 2014).

Básicamente los desechos municipales biodegradables (Biodegradable municipal waste-BMSW) son colocados en un proceso hermético en el que la masa se descompone en una fracción de compost y una fracción líquida (lixiviado), siendo esta última altamente adecuada para la generación de biogás (Aikan Agri, 2014).

Con la tecnología Aikan, 1 tonelada de BMSW se convierte a 80 Nm³ de biogás con un contenido de metano del 70%. El biogás es considerado una fuente de energía flexible que se puede usar para transporte, producción de electricidad y almacenamiento. El compost recicla el fósforo, nitrógeno, potasio y otros nutrientes, así mismo pospone la liberación de CO₂ a la atmósfera y facilita la estructura del suelo (AIKAN TECHNOLOGY, S.F)

La actividad principal de Aikan es proporcionar un *Know how* sobre la tecnología necesaria para el desarrollo, construcción y operación de plantas de biogás (Solum A/S, 2012).

La tecnología funciona como se puede ver en la ilustración a continuación.

- La tecnología Aikan es un proceso único e integrado de AD seco y de "compostaje en el recipiente" (in-vessel composting-IVC) que permite que los residuos sólidos permanezcan intactos dentro del módulo de proceso durante la metanización y el compostaje
- Los residuos orgánicos entran, 5 semanas después, el compost sale, mientras tanto el metano se extrae de la biomasa
- El proceso de biogás y compostaje se lleva a cabo en la misma cámara, la cual controla los olores y el proceso de manera ambientalmente responsable

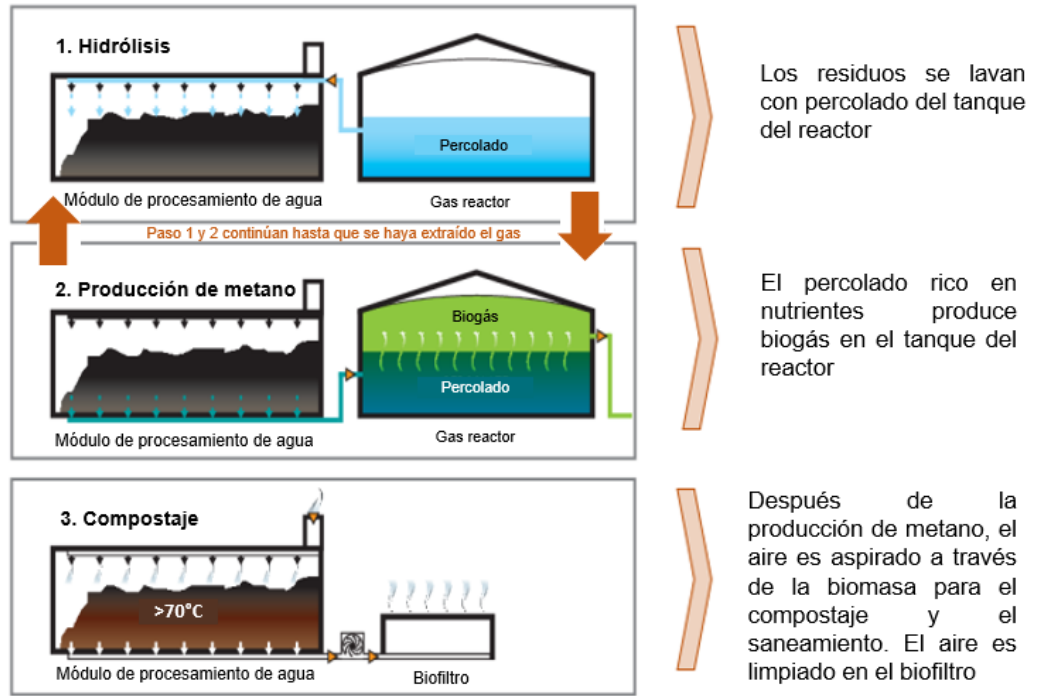


Ilustración 10. Proceso tecnología Aikan. Elaboración propia a partir de Solum A/S (2012)

El sistema Aikan está diseñado de tal manera que separa físicamente la hidrólisis ("lixiviación") y la generación de metano, los dos procesos principales que constituyen lo que generalmente se conoce como digestión anaeróbica seca. Ya que los tres pasos están en un módulo cerrado se garantiza que los procesos se den de manera rápida y eficiente, asegurando una trazabilidad completa. Esta tecnología optimiza los procesos de transformación que ocurren naturalmente en la descomposición de los residuos orgánicos, así mismo se asegura de capturar, actualizar y convertirlos en recursos generadores de valor (Aikan Agri, 2014).

La tecnología Aikan se implementó en su totalidad en una planta danesa para el aprovechamiento de los residuos intermunicipales. La instalación recibe anualmente 22,000 toneladas de residuos domésticos y 5,500 toneladas de residuos de jardín recolectados en 8-10 municipios. La producción anual es de más de 1 millón de metros cúbicos de metano y más de 7,000 toneladas de compost (Aikan Agri, 2014).

Experiencia

2003: La primera planta de biogás y compostaje en alianza público privada fue desarrollada en Dinamarca, iniciando con 3 módulos, y en 2005 se adicionaron otros 5.

2006: Primera planta en Noruega.

2011: Desarrollo de proyecto en Estados Unidos (Connecticut) (Solum A/S, 2012).

Certificaciones y reconocimientos:

- ISO,
- Preferido en tecnología por Indonesia, esto implica que todos los municipios son recomendados para considerar a Aikan al revisar sus planes de gestión de residuos,
- Ha recibido aprobación de tecnología por parte del centro técnico de Malasia,
- En 2009, El Grupo Solum recibió el Premio del Clima y el Medio Ambiente, entregado por el Primer Ministro danés,
- Premio Gazelle de Borsen (el periódico de negocios líder de Dinamarca) por su excelente gestión y crecimiento empresarial en 1999, 2000, 2006 y 2012 (Solum A/S, 2012).

Planta

"Si procesa 60,000 toneladas de desechos orgánicos en una instalación de AIKAN en un año, genera suficiente electricidad para 3,600 familias y proporciona calor equivalente a la quema de 960,000 galones de petróleo. Y si se procesa 25,000 toneladas, la energía alcanzará para 1,500 familias y el calor sería equivalente a quemar 400,000 galones de petróleo"

La fuente y calidad de la energía y el compost de la planta de Aikan dependen de los tipos y cantidades de residuos. Por lo tanto, se debe llevar a cabo una caracterización firme de los desechos que involucre cantidades. La caracterización debe realizarse antes de la planificación en la instalación, pero también se recomienda que se realice una vez al año para registrar cambios importantes. La planta ubicada en Dinamarca genera 22,000 toneladas de biomasa con 80,000 toneladas de residuos (Aikan Agri, 2014). El proceso en total se demora 7 semanas; 2 a 3 semanas en la digestión anaeróbica y de 4 a 5 en el compostaje. Ver Anexo 4 para más detalles.

Las ilustraciones 11 y 12 muestran la distribución de las plantas.

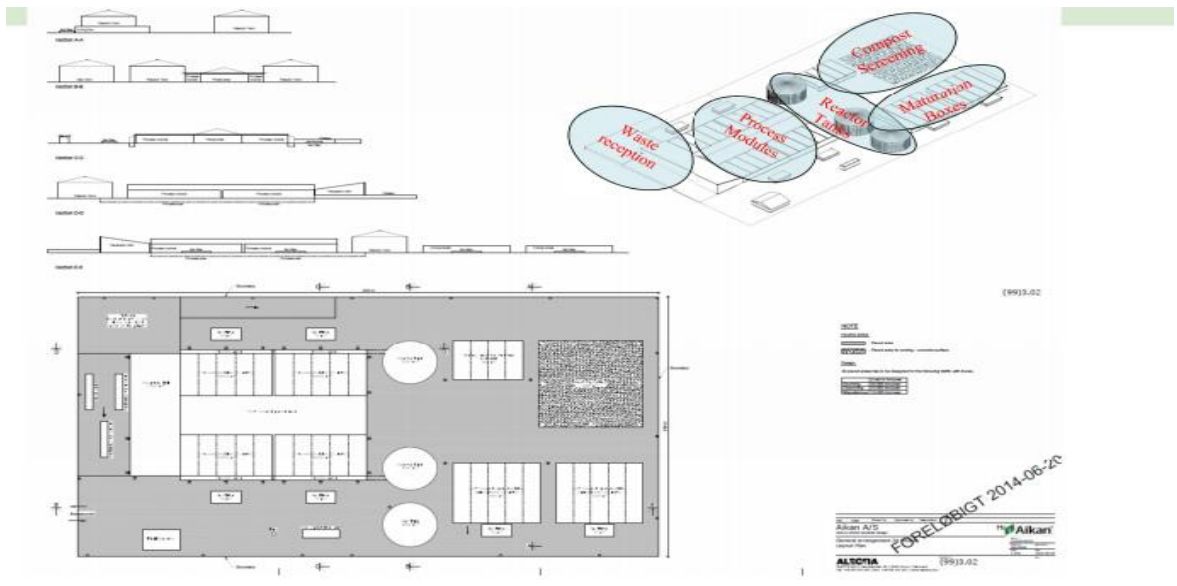


Ilustración 11. Diseño para una planta Aikan completa para digestión anaerobia y compostaje.
 Fuente: AIKAN TECNOLOGY, S.F

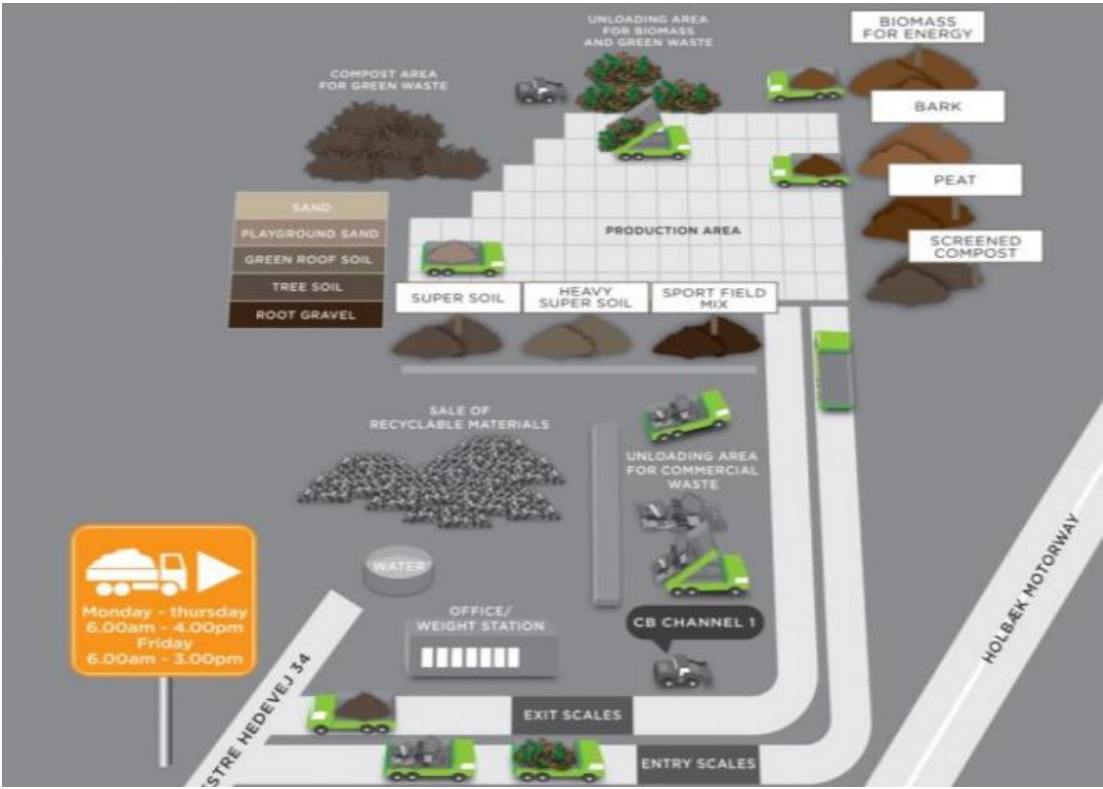


Ilustración 12. Diseño de la planta Aikan en Dinamarca. Fuente: (Solum A/S, 2012).

Recursos necesarios

El consumo de energía del proceso consta de diésel para los equipos móviles, electricidad para bombas, ventiladores, motores, trituradas, etc. Y calor para la desinfección de lixiviados. Un ejemplo de la interconectividad de recursos de la planta se puede ver en la tabla 16

Tabla 14. Modelo de la planta

Comunidad	75,000 personas
Volumen de residuos	60,000 toneladas de residuos orgánicos 20,000 toneladas de residuos de hojas
Biogás	169.5 MM cft (4.8 millones. M3) de biogás 118.9 MM cft de metano
Electricidad	14,736 Mwh (1.9 MW capacidad instalada)
Calor	35,652 MM btu (37,615 GJ p.a)
Reducción de CO2	51,000 toneladas al año
Compost	60,000 libras
Área	8 hectáreas
Operarios	8-10 personas

Fuente: elaboración propia a partir de: Turning Earth s.f.

Balance de masa

El balance de la masa en la planta también es relevante ya que con estos se mide la eficiencia de la tecnología expuesta, ver ilustración 13. Los resultados muestran que se pueden alcanzar casi 60 m³ de metano por tonelada de BMSW. El resultado del balance de energía muestra que aproximadamente el 13% de la energía producida se utiliza en la operación. Sin embargo, esto incluye el consumo de calor para la desinfección de BMSW a 70 ° C durante una hora antes del tratamiento. El balance de masa muestra qué parte de la entrada total se ha conservado en compost, donde el 44,5% de los sólidos volátiles, el 84% del nitrógeno, el 90% de fósforo y el 93% de potasio se pueden encontrar en los productos finales. El BMSW debe tratarse a 70 ° C durante una hora para que se considere desinfectado (Aikan Agri, 2014).

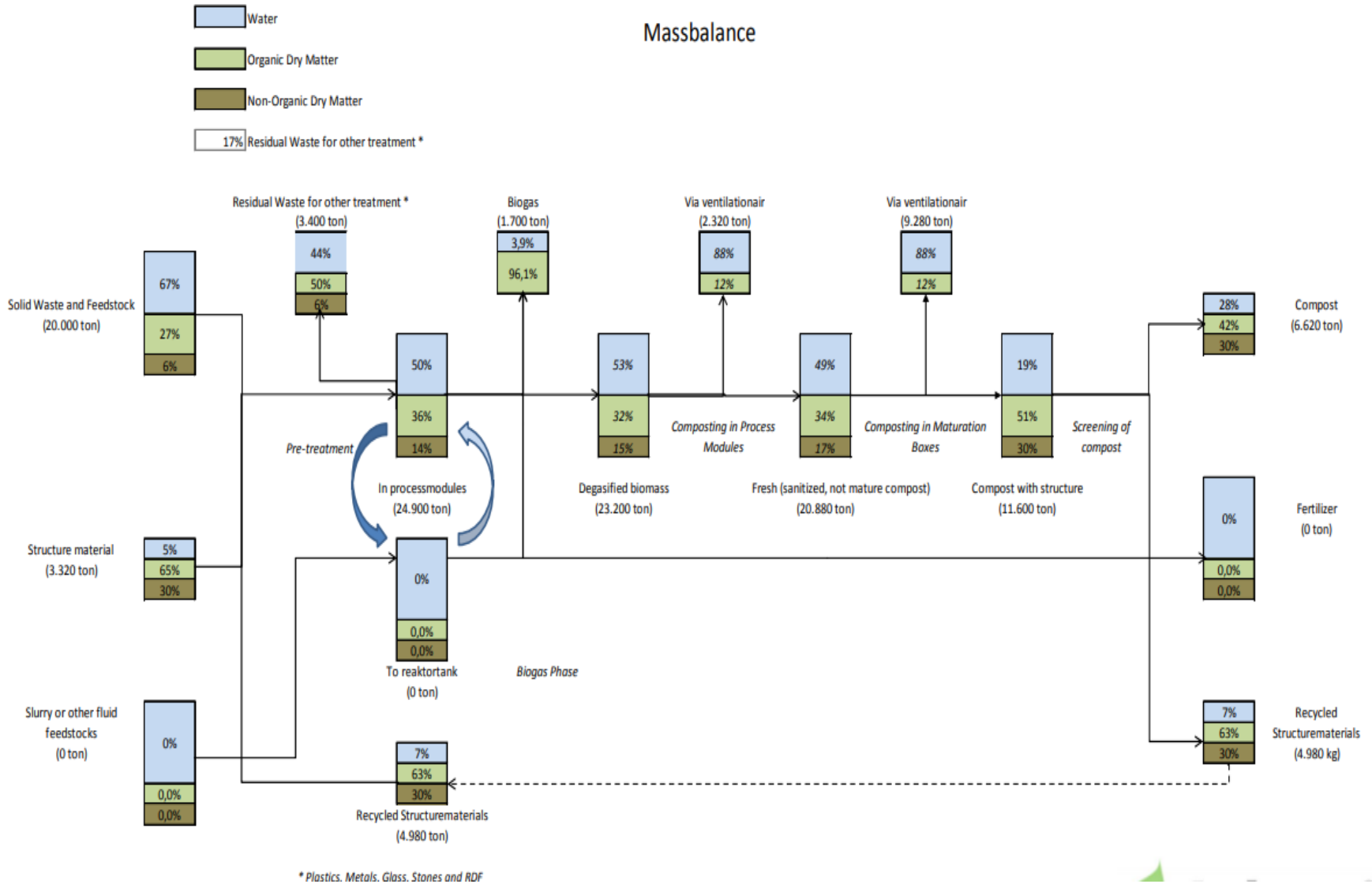


Ilustración 13. Balance de masa. Fuente: AIKAN TECHNOLOGY, S.F.

El proyecto más reciente se realiza actualmente en Connecticut, EE. UU. La apertura de la planta está programada a mediados de 2019, se prevé que se aprovechen en total 79,000 toneladas de residuos orgánicos al año para generar 1.4 megavatios /11,000,000 Kwh de electricidad renovable, suficiente para abastecer 1,000 hogares. Así mismo 40,000 yardas de compost rico y fértil será generado y se tendrán hectáreas de cultivos locales e invernaderos (Turning Earth.2010).

Se estima que con este proyecto la reducción de toneladas de CO₂ se compense en 47,000 toneladas, lo equivalente a evitar 4.3 millones de galones de gasolina (Turning Earth.2010).

Este proyecto integrará la construcción y empleo local, donde se ayudará al estado y las entidades comerciales a dar un mayor aprovechamiento a los desechos orgánicos promoviendo mayores tasas de reciclaje para cumplir el Plan de Gestión de residuos, lograr un avance en las metas de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), mitigar las emisiones de GEI, aumentar la capacidad local de energía renovable y revitalizar las economías locales (Turning Earth.2010).

Al proporcionar una opción de reciclaje para productos orgánicos bajo la Ley Pública de Connecticut Núm. 11-217, *Turning Earth*, empresa implementadora de la tecnología Aikan, ayudará a obtener recursos valiosos del flujo de desechos y al comercio local para convertirlos en productos valiosos de largo plazo (Turning Earth.2010).

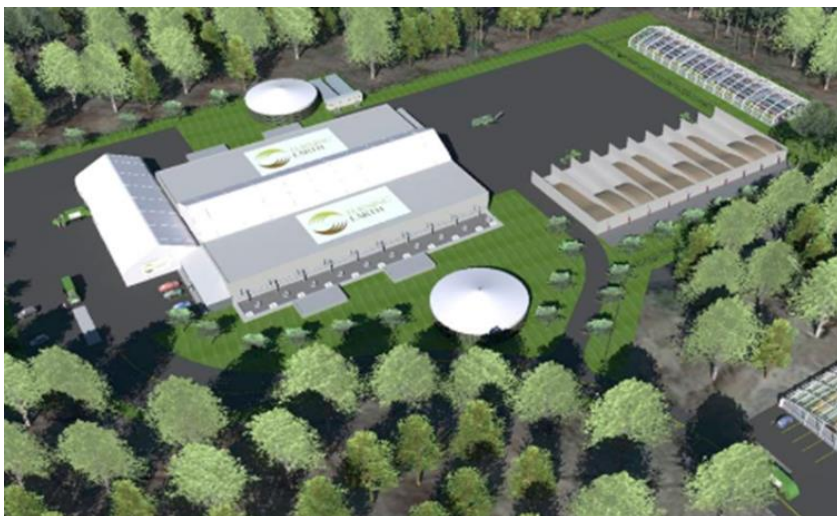
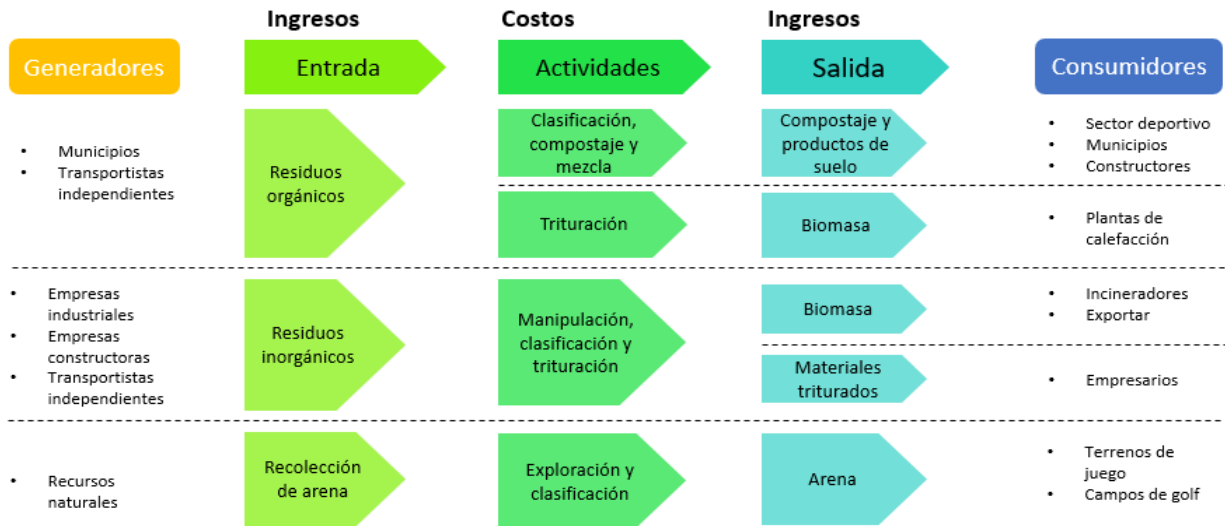


Ilustración 14. Planta Connecticut. Fuente: (Turning Earth.2010).

3.1.2 Integración del Modelo de negocio

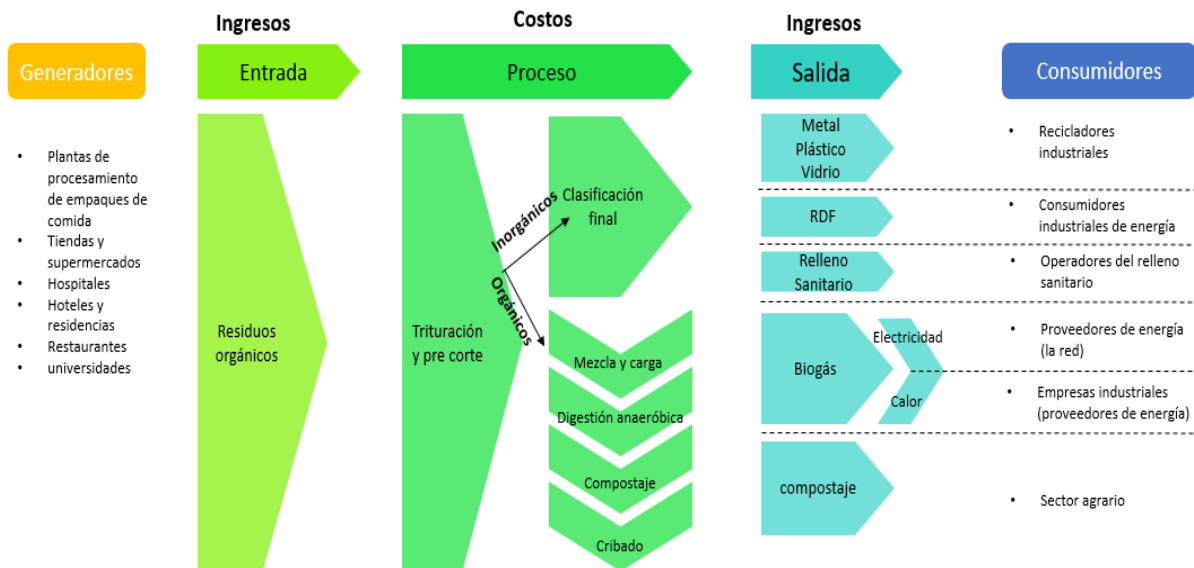
Las tablas 15 y 16 mostrarán la integración de los generadores (socios clave), entrada y su relación con los ingresos, actividades y procesos y su relación con los costos, salida y su relación con los ingresos y posibles consumidores.

Tabla 15. Integración de negocio para residuos- Actividades



Fuente: elaboración propia a partir de Solum A/S, 2012.

Tabla 16. Integración de negocio para residuos- Procesos



Fuente: elaboración propia a partir de Solum A/S, 2012.

3.1.3 Estructura financiera

Los ingresos de la planta de Aikan provienen de tres fuentes: la tarifa de tratamiento para los residuos orgánicos (puerta libre), la venta de energía renovable y la venta de compost. Los tres mercados: tratamiento de residuos, venta de energía y suministro para la agricultura. que a menudo está regulado por el enfoque estratégico nacional un problema: sin legislación, desafortunadamente, todo tipo de desperdicios se desechará, en el hoyo más cercano, sin costo de entrada. Mientras que la legislación puede garantizar la prohibición de una agricultura orgánica en vertederos y objetivos de reciclaje que conduzcan a soluciones sostenibles como Aikan (Aikan Agri, 2014).

Los resultados se expondrán a continuación son basados en un modelo financiero de la planta de Dinamarca. Los cálculos se realizaron para dos tamaños de planta:

1. Una planta para 50,000 toneladas de BMSW y 300, 000 toneladas de lodo
2. Una planta para 20,000 toneladas de BMSW y 100,000 toneladas de lodo

Los periodos de retorno antes de impuestos para las respectivas plantas fueron de 1,3 años para la primera y 5,4 años para la segunda. Así mismo los escenarios de sensibilidad demostraron que un cambio simultaneo de la tarifa de entrada reducida en un 10% para BMSW redujo el precio de venta del metano en un 10% y aumento los costos de comercialización del compost a 30 DKK por tonelada. Con estas condiciones el periodo de retorno cambia a 7,9 años y 10 años respectivamente (Aikan Agri, 2014).

Para el escenario 1 el precio por Nm³ de metano era de 4,5 DKK sin tarifa, al poner tarifa y bajar el precio a 4 DKK. Con esto cambios se generó el aumento del retorno.

En las ilustraciones 15 se ve claramente que la ganancia para la planta grande son las mejores, pero esta situación puede variar ya que estos cálculos no contienen los costos de transporte, ni de recolección.

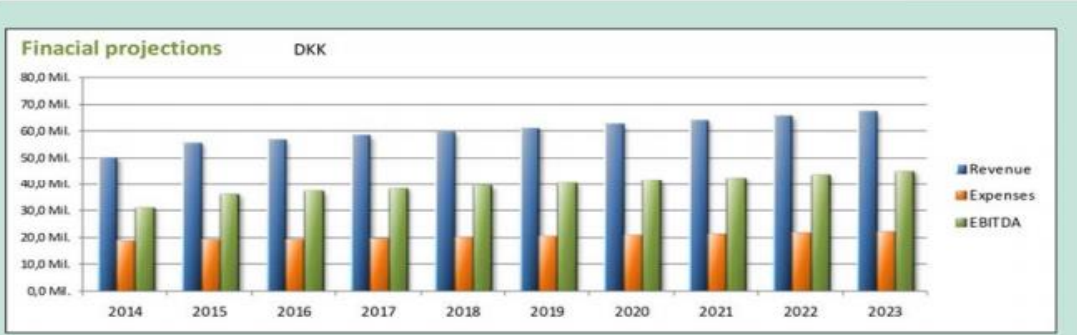


FIGURE 11
KEY FINANCIAL FIGURES FOR AN AIKAN AGRI PLANT BASED ON 50,000 TONNES OF BMSW AND 300,000 TONNES OF SLURRY

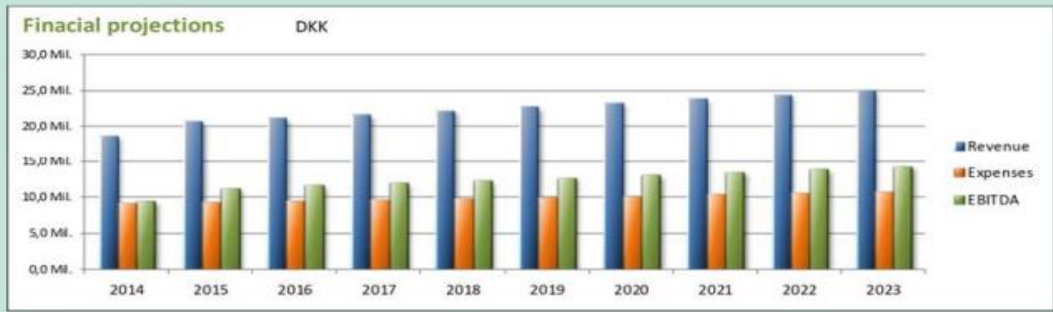


FIGURE 12
KEY FINANCIAL FIGURES FOR AN AIKAN AGRI PLANT BASED ON 20,000 TONNES OF BMSW AND 100,000 TONNES OF SLURRY

Ilustración 15. Proyecciones financieras. Fuente: (Aikan Agri, 2014).

A través del proyecto, la tecnología Aikan ha mejorado su potencial de exportación en general. Se ha mostrado interés en varios países donde se están desarrollando sistemas de gestión de residuos. Este interés se debe a la flexibilidad del concepto; muchos tipos de residuos pueden tratarse por separado y de manera diferente debido al diseño en lotes (Aikan Agri, 2014).

Además, las necesidades de inversión para la tecnología son moderadas, por ejemplo, en comparación con la incineración, y la planta genera tanto energía como fertilizante (compost). El concepto Aikan respalda la flexibilidad al expandir las opciones de tratamiento para materias primas agrícolas sólidas y líquidas (Aikan Agri, 2014).

Si se traen los flujos proyectados de EBITDA de la planta grande con la IRR para 5 y 10 años con las tasas respectivas de 51,8% y 51,6%, la inversión inicial sería de 58 y 67 millones de DKK respectivamente. Es decir, en pesos colombianos aproximadamente 27 y 32 mil millones de pesos, o 8,7 y 10 millones de dólares.

3.1.4 Propuesta de valor

La propuesta de valor de Aikan está agrupada en la siguiente tabla:

Tabla 17. Propuesta de valor Aikan

Experiencia que prueba tecnología	+10 años en Dinamarca, con presencia en Noruega y desarrollo de proyecto en Estados Unidos
Precio competitivo	Las negociaciones han demostrado que el precio de Aikan es competitivo
Diseño único	Integración de 3 pasos de digestión anaerobia
Resistente	Diseñada para manejar grandes cantidades de contaminación
Flexible	Su diseño modular permite su expansión a necesidad y puede ser modificada con condiciones locales para garantizar su rentabilidad
Rico en metano y biogás limpio	70% metano, no se necesita procesos de limpieza
Compostaje	Los residuos restantes son fuente de ingreso
Terreno	5 hectáreas mínimo
Control de olores	Una década que evidencia que el control de olores es verídico
Cero residuos en los procesos	Se reciclan los residuos inorgánicos, ya que el sistema es cerrado no se gasta agua

Fuente: Elaboración propia a partir de AIKAN TECHNOLOGY, S.F

La planta Aikan diversifica la fuente de ingresos, desde la generación de biogás que recorta el costo de servicios públicos, produce compostaje orgánico limpio, tiene bajos requerimientos de energía y materiales.

Doña Juana recibe diariamente 6,300 toneladas residuos sólidos, es decir al año ingresan 2,2 millones de toneladas de residuos, de los cuales el 73% son orgánicos, es decir que al año hay 1,6 millones de toneladas de residuos orgánicos que se desperdician en Doña Juana. Esto significa que al día hay 4,000 toneladas de residuos orgánicos que no se aprovechan.

Para una planta Aikan de 20,000 toneladas de residuos orgánicos de capacidad, y con la situación actual de Bogotá se necesitarían de 4 a 5 días para llenar su capacidad.

La tabla 20 presenta los ingresos con los supuestos de la tabla 15, es decir que la planta reciba 60,000 toneladas de residuos orgánicos, y se generen 60,000 libras de compost y 4,8 millones de M3 de biogás, es decir 10,5 millones de kwh. Para un escenario colombiano se estarían generando al año ingresos de \$16,126 millones de pesos

Tabla 18. Ingresos planta Aikan (aproximación Bogotá)

Ingresos	\$ 16,126,213,313
Ingresos por energía	\$ 15,946,213,313.19
Producción Kwh	10,560,000
horas producción energía planta al año (95% funcionamiento)	8,322.00
precio venta Codensa por kwh (Codensa, 2017)	\$ 0.18
Ingresos por compostaje	\$ 180,000,000
toneladas compostaje	60,000
precio venta kilo	\$ 3,000

3.2 Relación de la alternativa con *Smart Cities*

Imagínese viviendo en una ciudad en la que puede ver día a día que contribuye a preservar la naturaleza, el clima y el medio ambiente. Esa ciudad es real con Aikan

Cada estado, condado, ciudad y pueblo es diferente y tiene necesidad y fortalezas únicas en especial cuando se habla de gestión de residuos. Cuando los gobiernos locales agregan plantas Aikan a su plan de estrategia de residuos, transforman la basura en recursos valiosos y amigables con la comunidad.

La generación de residuos orgánicos en una ciudad se puede ver de la siguiente manera

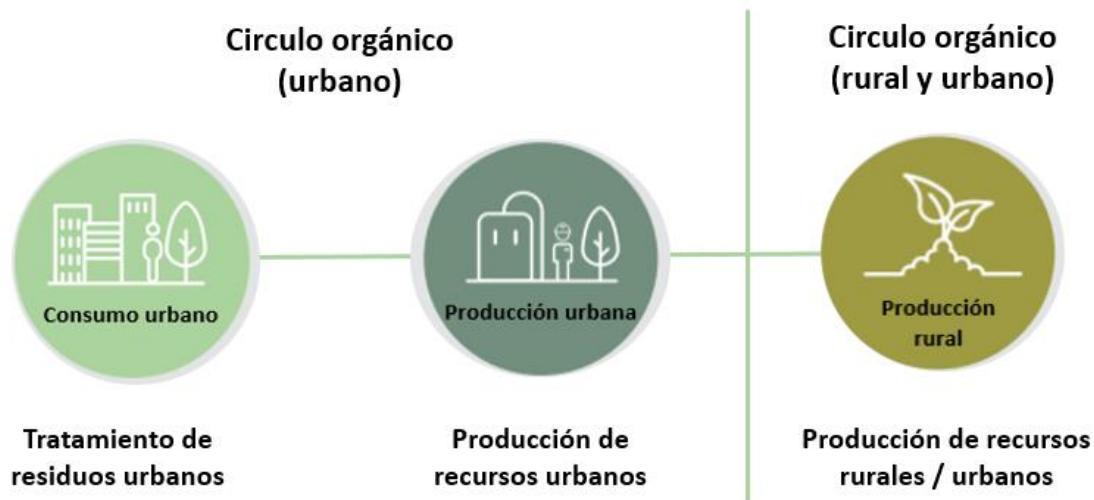


Ilustración 16. Integración de la ciudad con Aikan. Elaboración propia a partir de Aikan Circular City Concept, s.f.

Este concepto propone como solución la integración de la ciudad donde los recursos biológicos se optimizan en un círculo cerrado. Este modelo busca satisfacer la creciente demanda de soluciones enfocadas en residuos de las ciudades. El círculo orgánico (urbano) evidencia la relación entre el consumo urbano y producción urbana. El círculo orgánico (rural y urbano) presenta la conexión entre el país y la ciudad. (ver ilustración 17)



Ilustración 17. Dimensiones de la ciudad integradas con Aikan. Elaboración propia a partir de Aikan Circular City Concept, s.f.

El Compost y nutrientes sirven para el uso en los parques de la ciudad, espacios verdes, e instalaciones deportivas.

La biosíntesis de metano sirve para la producción industrial de bioclásticos, biocombustibles, medicinas, etc.

Subproductos en forma de CO₂ que surgen a partir del proceso de compostaje sirven como agente de crecimiento en la horticultura urbana.

Los productos del proceso AIKAN se pueden utilizar en la ciudad Industria y producción de alimentos, en los espacios verdes e instalaciones de la ciudad, y pueden ser generadores de valor en el sistema de utilidad de la ciudad en forma de biocombustibles a base de metano para uso de Transporte.

Los ciudadanos pueden ver y sentir de primera mano que sus esfuerzos en la separación en la fuente crean beneficios. Así como el recurso de compost y nutrientes puede ingresar a la ciudad producción en forma de operación, mantenimiento y Desarrollo de instalaciones y espacios verdes, también se puede utilizar como fertilizante y para el desarrollo de áreas en Agricultura y producción de alimentos fuera de la ciudad.

3.3 Relación de la alternativa con Economía Circular

“Aikan no es solo una planta de biogás. Aikan es una instalación de tratamiento y un sitio de producción completos para recursos reciclables y renovables. Una piedra angular en la economía circular”

Hartmann y Ahring

Aikan es una empresa CE100 que participa en la Fundación Ellen MacArthur.

La circularidad de la alternativa se puede ver de diferentes maneras. La tabla x muestra cómo funciona en las plantas europeas y la ilustración 19 muestra como funcionara en el proyecto estadounidense.



La agricultura produce alimentos, que venden las tiendas e industrias, el excedente de las granjas y tiendas minoristas se remonta a Aikan. Los alimentos se venden a los hogares, los residuos orgánicos se recolectan en los municipios y van a Aikan. El metano de Aikan se usa como combustible para camiones de basura y el compost se usa en la agricultura para producir alimentos

Ilustración 18. Economía Circula con Aikan. Elaboración propia a partir de AIKAN TECHNOLOGY, S.F.

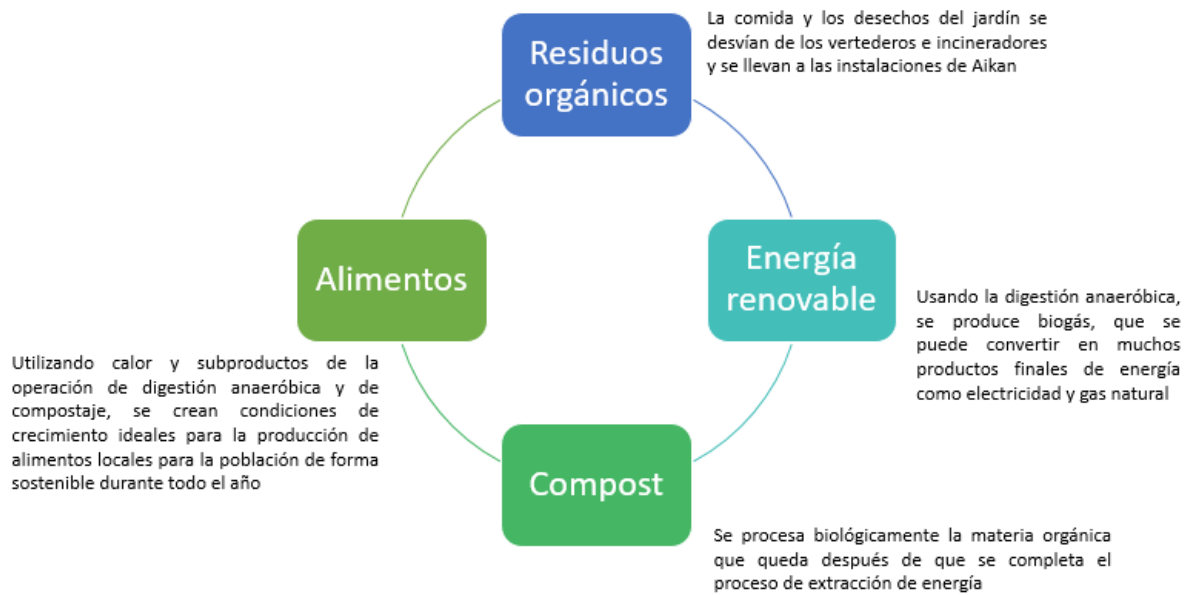


Ilustración 19. Ciclo de Aikan. Elaboración propia a partir de Turning Earth s.f.

Conclusiones

Las conclusiones se enfocarán en 3 partes; la primera en torno a la problemática, la segunda en la oportunidad de implementar la tecnología Aikan y la tercera en cómo esta tecnología cumple con los modelos de Smart Cities y Economía Circular lo cual genera valor para Bogotá.

Problemática

Es inevitable el crecimiento exponencial de las ciudades y como este crecimiento propone un reto a la gestión de las dimensiones que las componen, según Leo Heileman, director regional de la oficina para América Latina y el Caribe, “El desarrollo sostenible se ha convertido en el pilar para el desarrollo mundial a largo plazo, buscando la protección del medio ambiente, el bienestar social y el progreso económico de las naciones” (ONU- Medio Ambiente, 2018).

La mala gestión de residuos de las ciudades contribuye a la generación de GEI en la atmósfera, si no se tratan de manera eficiente el calentamiento global seguirá aumentando.

Los efectos del calentamiento global son devastadores para la humanidad, si no se toman acciones en estos momentos un futuro no deseable no tendrá reversa, “El planeta está bajo la mayor presión de su historia” (WWF, 2018)

Modelos como Smart Cities y Economía circular presentan lineamientos diferentes para volver eficientes las dimensiones de las ciudades y mitigar los diferentes problemas ambientales que se generan.

Es evidente que las ciudades al utilizar estos modelos aumentan sus ingresos y valor, pero Latinoamérica todavía está lejos de generar ingresos con estos lineamientos. Norte América, Europa y Asia seguirán siendo líderes en estas dinámicas, incluyendo la gestión de residuos.

Hay alternativas ya implementadas que aprovechan residuos sólidos de los diferentes modelos, con la integración de Big Data, GPS, recolectores inteligentes, Ecodesign, compostaje, 3rs entre otras.

Bogotá está en una crisis ambiental, donde una persona l día produce 1,3kg de residuos que no se aprovechan y se dirigen a el relleno Sanitario Doña Juana, que en 2 años agotará su capacidad, y está claro que la capital seguirá creciendo en número de habitantes y en generación

de basura. Si no se empieza ya a implementar soluciones paralelas al Relleno Sanitario, la crisis de basura al principio de este año será el día a día.

Es evidente que Bogotá tiene políticas y lineamientos que buscan el aprovechamiento y gestión de estos, pero no hay un enfoque claro hacia modelos de desarrollo sostenible que den pautas claras para la realización de acciones específicamente en el manejo de residuos. Como evidencian los datos solo se aprovecha el 17% de los residuos. El CONPES, el PIGRS proponen unos lineamientos bases, hablan de Economía Circular; pero en realidad los pasos claros y acciones concretas no son claras para migrar hacia una solución realista que pueda promover e incentivar el desarrollo de proyectos alineados al desarrollo sostenible.

Por ejemplo, el CONPES habla de aprovechamiento de residuos orgánicos y de disminuir impactos ambientales. El PIGRS que supuestamente da línea hasta el 2028 no tiene ningún punto en concreto de algún presupuesto para tecnología o proyectos de sustitución del relleno sanitario o de implementación de aprovechamiento desde de la fuente.

Acciones como el Impuesto Nacional del Consumo de Bolsas plásticas es una primera medida que puede generar algún cambio, pero más medidas como estas deberían ser implementadas en el esquema de basuras.

Aunque en la tarifa de aseo se incluya el aprovechamiento, no hay incentivos para el ciudadano del común, y al no ver resultados o falta de oferta de servicios que aprovechen las personas pierden el interés y la relación con la problemática.

La falta de aprovechamiento de los residuos orgánicos también se debe a la mala gestión de la alcaldía frente a este tema, no se puede fomentar un nuevo uso cuando estos residuos se mezclan con otros materiales contaminados que no son reciclables de plástico o cartón, como es el caso de hoy en día de separación de bolsas negras y blancas. Esto evidencia por que el mercado de iniciativas privadas está mucho más desarrollado para los residuos inorgánicos que orgánicos.

También se puede cuestionar hasta qué punto las sanciones se llevan a cabo y hasta qué punto la cuestión es relevante para los entes relacionados a esta problemática, ya que las iniciativas siguen rodeando el relleno sanitario y no se proponen ideas innovadoras que fomenten el aprovechamiento.

Las iniciativas públicas no están relacionadas con el aprovechamiento y hay falta notoria de oferta de empresas que renueven los residuos orgánicos, lo mismo por la parte de las iniciativas privadas. En ambos casos el compromiso se ve arraigado al plástico o residuos inorgánicos en temas de tecnologías de aprovechamiento. Pero al tener en cuenta que tanto los ciudadanos como el relleno sanitario generan y recibe en mayor proporción residuos orgánicos. No solo las metas si no proyectos en ambos sectores tienen que llevarse a cabo.

Para que Bogotá sea líder en el ámbito de *Smart cities*, es necesario que Bogotá agrupe planteamientos del modelo de *Smart Cities*, donde el Big Data, el IoT (*Internet of things*) y las TIC (tecnologías de la información y comunicación) formalizan que la revolución tecnológica es una herramienta para viabilizar soluciones a problemáticas diarias de las ciudades, y en este caso, haciendo énfasis en cómo se manejan los residuos; la economía circular y la integración hacia una ciudad inteligente van de la mano para encontrar proyectos innovadores que parten desde el simple concepto de residuos hacia la generación de valor, disminuyendo y previniendo la generación de GEI y migrando hacia una proyección sostenible de largo plazo.

Oportunidad de implementación de la tecnología Aikan

La tecnología Aikan es un ejemplo de aprovechamiento de residuos orgánicos que no genera desperdicios, reduce y compensa las emisiones de GEI, más de 40,000 toneladas al año, y genera valor por medio de generación de energía de biogás y compost.

Las plantas con tecnología Aikan ya se encuentran en Dinamarca, Noruega y Estados Unidos

Aunque el retorno a la inversión entre más grande sea la planta aumentan, en el caso de la planta danesa a 7 años, las ganancias a largo plazo también aumentan. Al no poder hacerse un análisis de sensibilización en el caso colombiano ya que no se cuentan con datos específicos esta alternativa puede ser viable ya que:

1. Se tiene el espacio para montar la planta en las hectáreas dispuestas al relleno (500 hectáreas) (CGR Dona Juana, 2017), la necesidad de métodos efectivos de gestión y disposición final no abarcan los rellenos sanitarios.

2. Ya que los residuos después de ser separados en las ECA van directamente a Doña Juana y esta tarifa ya está incluida en la tarifa de aseo que pagan los bogotanos, la logística del transporte ya está solucionada y los costos pueden ser marginales.
3. Es fuente de generación de empleo ya que para asegurar la separación apropiada los recicladores pueden ver valor agregado a los residuos orgánicos.
4. El operador de Doña Juana (Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana) ha recibido multas que reúnen 1.000 millones de pesos por falta de disposición; y el distrito ha tenido que pagar más de 76 millones de dólares en indemnizaciones asociadas a daños de salud ocasionados por el relleno (ONU- Medio Ambiente, 2018).
5. La tecnología Aikan puede acoger las más de 4 mil toneladas de residuos orgánicos y convertirlos en compost y energía por parte de biogás. Tanto el compost y la energía tienen mercados que necesitan satisfacerse.
6. Con la implementación de la tecnología se podrían obtener los beneficios tributarios, Artículo 78 de la ley 788 de 2002, Estatuto tributario 424.5, Estatuto tributario 207.2. Ya que es una inversión en el medio ambiente, la maquinaria se utiliza para procesar basura (estaría exenta de IVA) y se generaría energía con biomasa y residuos.

Según Consejo Privado de Competitividad. (2018) , en la dimensión de Energía del Informe Nacional de Competitividad:

- De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética la proyección de demanda de energía del país a 2031 podría ser un 31 % superior a la de hoy, lo que implicaría la superación de la oferta actual en 2026. La Ley 1715/2014, que pretende acelerar el desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER), ha sido insuficiente para garantizar una mayor participación de estas en la matriz de generación del país, que sigue fundamentada en energía hidráulica y térmica. Diversificar la matriz en los próximos años podría disminuir el impacto de eventos climáticos adversos y llegar a zonas que no pueden ser cubiertas por esquemas tradicionales de generación, al igual que la implementación de conceptos como el de autogeneración y respuesta de la demanda.
- el Plan de Expansión de Referencia de Generación y Transmisión 2016-2030 plantea que una de las principales estrategias consiste en incrementar la capacidad de las

FNCER, específicamente la eólica, la geotérmica, la biomasa y la generación solar fotovoltaica distribuida, pasando del 0,7 % actual hasta al menos el 9,1 % de la generación total

- Un punto central para mitigar emisiones y fortalecer el crecimiento verde es la generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales.
- Colombia tiene gran capacidad para aumentar su producción agrícola, el mercado para el compost no solo sirve para la conservación de terrenos agrícolas, si no también puede tener perspectivas de exportación. Así mismo la Superintendencia de Industria y Comercio aclara que a pesar que Colombia es un país de consumo alto de abonos no es considerado un gran productor de estos, también la mayoría están compuestos por fertilizantes químicos, lo cual afecta a los terrenos y cultivos.

En Bogotá el operador encargado de energía es Codensa, la energía producida puede ser vendida u operada por Codensa. El compost producido en la planta Aikan es diferenciador a lo tradicional y beneficiará a el desarrollo del país.

La tecnología Aikan es una propuesta para tratar los residuos a gran escala, pero también hay otras alternativas que se pueden estudiar más a fondo para generar valor a los residuos orgánicos desde casa y evitar su disposición final, por ejemplo:

Bokashi Bucket, compostador para el hogar (The Bokashi Bucket, 2018): Es un recipiente eficiente de compostaje para el interior, que utiliza bacterias beneficiosas (que se encuentran en la mezcla activadora) para fermentar los desechos producidos en casa en un potenciador de suelo rico en nutrientes en 4 semanas. Funciona sin olores desagradables, no atrae moscas y se puede guardad cuidadosamente debajo del fregadero de la cocina.

Beneficios:

- Su tapa hermética asegura la fermentación aeróbica (sin oxígeno) al mismo tiempo que controla los olores y las moscas
- 100% natural y seguro para las personas, plantas y medio ambiente.
- Produce a su vez un “te” liquido rico en nutrientes para las plantas.
- Capacidad: 5 galones
- Bolsa de 1 galón de mezcla

- Tamaño: 10” x 10” x 16”
- Para un hogar donde viven 2 a 3 personas se estima que el contenedor se llene de 2 a 3 semanas
- La mezcla alcanza para 2 ciclos.

Que puede ir adentro: fruta y vegetales, arroz, pan, pasta, carnes cocidas o crudas, huesos, leche, restos de café. Que no puede ir adentro: grasa, líquidos, papel, plástico, vidrio y metal

Precio:

Bokashi starter kit (2 contenedores) + 3 aceleradores: \$95.00 USD

Bokashi starter kit (1 contenedor) + 3 aceleradores: \$65.00 USD

10 Lb de acelerador que puede durar de 12 a 18 meses: \$45.00 USD

1.75 lb de acelerador: \$10.00 USD

1 contenedor: \$40.00 USD

Repuestos: \$15 USD

Con esto una familia o conjunto residencial puede generar compost con una inversión inicial de \$200.000 pesos.

Aikan, Smart Cities y Economía circular

Este proyecto integra la construcción y empleo local, donde se ayuda al estado y las entidades comerciales a dar un mayor aprovechamiento a los desechos orgánicos promoviendo mayores tasas de reciclaje para cumplir el Plan de Gestión de residuos, lograr un avance en las metas de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), mitigar las emisiones de GEI, aumentar la capacidad local de energía renovable y revitalizar las economías locales.

Una planta Aikan puede encargarse en el modelo de Smart cities por que, primero integra diferentes dimensiones de la ciudad para generar valor, como son, la gestión de residuos y la generación de energía.

En la dimensión de *Smart Economy*; fomenta un esquema de innovación y de empleo, en *Smart Governance*, incita al gobierno a ejecutar su planificación estratégica para asegurar un ambiente de bienestar en sus ciudadanos; y en *Smart Environment* gestiona apropiadamente la gestión de residuos para generar alternativas verdes de energía.

Por parte de la economía circular, es una tecnología que es completamente circular, la materia prima son los desechos, les da un nuevo uso sin generar desperdicios, que se reintegran a la economía de la ciudad, pero de diferente manera, ya sea como compost o energía esto no vuelve a ser un residuo.

Colombia se comprometió a bajar sus emisiones de GEI en 20 % para el 2030.

En respuesta a la pregunta central del trabajo, la respuesta es sí. Las tecnologías y modelos que se acoplen a la generación de valor están, la decisión de entidades es la que falta, la excusa de que no hay recursos ya no sirve, si la conciencia no está desde los inversionistas de la ciudad no habrá un mañana en el que podamos vivir. Es fundamental favorecer la inversión y sostenibilidad económica del sector de los residuos.

Los costos de no hacer nada, o de inacción pueden ser de 5 a 10 veces superior a los costos de una gestión adecuada de residuos (ONU-Medio ambiente, 2018). Los informes, modelos, enfoques ya están, lo único que falta es la ejecución.

Con una mejor gestión del relleno se hubieran podido evitar sucesos de desliza cimientos como han ocurrido en 1997 y 2015, mientras que el daño ambiental es prácticamente irreversible y este daño aumentará si no se empiezan a tomar decisiones de largo plazo que mitiguen el problema en sí.

Hasta qué punto las entidades están dispuesta a tomar decisiones de inversión a largo plazo que no solo se alineen a los ODS, ya que estos no son los primeros compromisos ambientales, si no que en realidad contribuyan al cumplimiento de esta meta. El plan de gobierno del presidente Duque se enfocará en el cumplimiento de los ODS, pero esto no es nuevo, el CONPES 3934 firmado en junio de este año con la política de crecimiento verde ya habla de un presupuesto para el 2019 de 162.601 millones de pesos, para el 2022, 240.351 millones de pesos, para el 2031 192.052 millones de pesos; es decir de 2017 hasta 2031 se necesitarán 2.351.722 millones de pesos. Esta política pretende tener metas alineadas con los ODS 2 (hambre cero), ODS 3 (Salud y

bienestar), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (Industria, Innovación en Infraestructura), ODS 11 (ciudades sostenibles), ODS 12 (Producción y consumo responsable), ODS 13 (Acción por el clima), ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) (DNP, 2018)

Según lo mencionado anteriormente se podría decir que el país está comprometido, pero quedan pendientes cuáles serán los requisitos que impulsen al sector privado no solo a asignar si no a dar más para cumplir las metas, cuáles serán los incentivos y deberes para efectivamente lógralas y cuáles son los pasos que realmente promuevan el desarrollo sostenible en Colombia.

Toca definir acciones claras que por lo menos hagan que se cumpla el 1% del PIB en inversión en nuevas tecnologías e innovación que no se logró en el anterior gobierno (Consejo Privado de Competitividad,2018).

Anexo 1. Decreto 1713 de 2002. Capítulo 1

DECRETO 1713 DE 2002

Modificado por el Decreto Nacional 838 de 2005

"Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,

en ejercicio de sus facultades constitucionales, en especial las conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política de Colombia,

DECRETA:

TITULO PRELIMINAR

CAPITULO I

Definiciones

Artículo 1. Definiciones. Adicionado por el Decreto Nacional 838 de 2005. Para los efectos de este Decreto, se adoptan las siguientes definiciones:

Almacenamiento. Es la acción del usuario de colocar temporalmente los residuos sólidos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.

Aprovechamiento. Derogada por el art. 10, Decreto Nacional 1505 de 2003. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

Adicionado por el Art. 1, Decreto Nacional 1505 de 2003 con las siguientes definiciones:

Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.

Aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo. Es el conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

Área pública. Es aquella destinada al uso, recreo o tránsito público exceptuando aquellos espacios cerrados y con restricciones de acceso

Barrido y limpieza. Es el conjunto de actividades tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado.

Barrido y limpieza manual. Es la labor realizada mediante el uso de fuerza humana y elementos manuales, la cual comprende el barrido para que las áreas públicas queden libres de papeles, hojas, arenilla acumulada en los bordes del andén y de cualquier otro objeto o material susceptible de ser removido manualmente.

Barrido y limpieza mecánica. Es la labor realizada mediante el uso de equipos mecánicos. Se incluye la aspiración y/o el lavado de áreas públicas.

Caja de almacenamiento. Es el recipiente metálico o de otro material técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, en condiciones herméticas y que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales.

Calidad del servicio de aseo. Se entiende por calidad del servicio público domiciliario de aseo, la prestación con continuidad, frecuencia y eficiencia a toda la población de conformidad con lo establecido en este decreto; con un debido programa de atención de fallas y emergencias, una

atención al usuario completa, precisa y oportuna; un eficiente aprovechamiento y una adecuada disposición de los residuos sólidos; de tal forma que se garantice la salud pública y la preservación del medio ambiente, manteniendo limpias las zonas atendidas.

Contaminación. Es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y/o la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de los particulares.

Continuidad en el servicio de aseo. Es la prestación del servicio con la frecuencia definida en el contrato de condiciones uniformes, de acuerdo con la ley.

Cultura de la no basura. Es el conjunto de costumbres y valores de una comunidad que tiendan a la reducción de las cantidades de residuos generados por sus habitantes en especial los no aprovechables y al aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables.

Disposición final de residuos. Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Economías de escala. Es la óptima utilización de la mano de obra, del capital invertido y de los equipos adecuados para la prestación del servicio, traducidos en menores costos y tarifas para los usuarios.

Eliminación. Es cualquiera de las operaciones que pueden conducir a la disposición final o a la recuperación de recursos, al reciclaje, a la regeneración, al compostaje, la reutilización directa y a otros usos.

Escombros. Es todo residuo sólido sobrante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas.

Estaciones de transferencia. Son las instalaciones dedicadas al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

Factura de servicios públicos. Es la cuenta que una persona prestadora de servicios públicos entrega o remite al usuario, por causa del consumo y demás servicios inherentes en desarrollo de un contrato de prestación de servicios públicos.

Frecuencia del servicio. Es el número de veces por semana que se presta el servicio de aseo a un usuario.

Generador o productor. Persona que produce residuos sólidos y es usuario del servicio.

Gestión integral de residuos sólidos. Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

Grandes generadores o productores. Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual.

Lavado de áreas públicas. Es la actividad de remoción de residuos sólidos de áreas públicas mediante el empleo de agua a presión.

Limpieza de áreas públicas. Es la remoción y recolección de residuos sólidos presentes en las áreas públicas mediante proceso manual o mecánico. La limpieza podrá estar asociada o no al proceso de barrido

Lixiviado. Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

Macro ruta. Es la división geográfica de una ciudad, población o zona para la distribución de los recursos y equipos a fin de optimizar el servicio.

Manejo. Es el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, presentación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o la eliminación de los residuos o desechos sólidos

Micro ruta. Es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico, dentro del ámbito de una frecuencia predeterminada.

Minimización de residuos en procesos productivos. Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos.

Multiusuarios del servicio público domiciliario de aseo. Son todos aquellos usuarios agrupados en unidades inmobiliarias, centros habitacionales, conjuntos residenciales, condominios o similares bajo el régimen de propiedad horizontal vigente o concentrados en centros comerciales o similares, que se caracterizan porque presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio en los términos del presente decreto o las normas que lo modifiquen, sustituyan o adicionen y que hayan solicitado el aforo de sus residuos para que esta medición sea la base de la facturación del servicio ordinario de aseo. La persona prestadora del servicio facturará a cada inmueble en forma individual, en un todo de acuerdo con la regulación que se expida para este fin.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico -CRA implementará la forma de cobro de esta opción tarifaria en el término de diez (10) meses, contados a partir de la vigencia del presente decreto, para estos usuarios, habida cuenta de las economías de escala del proceso técnico de prestación, teniendo en cuenta la preservación del principio de solidaridad, suficiencia financiera y extensión de los servicios generales que hacen parte del servicio.

Pequeños generadores o productores. Es todo usuario no residencial que genera residuos sólidos en volumen menor a un metro cúbico mensual.

Persona prestadora del servicio público de aseo. Es aquella encargada de todas, una o varias actividades de la prestación del servicio público de aseo, en los términos del artículo 15 de la Ley 142 de 1994.

Presentación: Es la actividad del usuario de envasar, empacar e identificar todo tipo de residuos sólidos para su almacenamiento y posterior entrega a la entidad prestadora del servicio de aseo para aprovechamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Prestación eficiente del servicio público de aseo. Es el servicio que se presta con la tecnología apropiada a las condiciones locales, frecuencias y horarios de recolección y barrido establecidos, dando la mejor utilización social y económica a los recursos administrativos, técnicos y financieros disponibles en beneficio de los usuarios de tal forma que se garantice la salud pública y la preservación del medio ambiente.

Reciclador. Es la persona natural o jurídica que presta el servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento.

Reciclaje. Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recolección. Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.

Recuperación. Es la acción que permite seleccionar y retirar los residuos sólidos que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

Relleno sanitario. Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los 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 y lixiviados, y cobertura final.

Residuos de barrido de áreas públicas. Son los residuos sólidos acumulados en el desarrollo del barrido y limpieza de las mismas.

Residuos de limpieza de parques y jardines. Son los residuos sólidos provenientes de la limpieza o arreglo de jardines y parques, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas.

Residuo o desecho peligroso. Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Residuo sólido o desecho. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

Residuo sólido no aprovechable. Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

Reutilización. Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

Separación en la fuente. Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.

Servicio especial de aseo. Es el relacionado con las actividades de recolección, transporte y tratamiento de residuos sólidos que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso no puedan ser recolectados, manejados, tratados o dispuestos normalmente por la persona prestadora del servicio, de acuerdo con lo establecido en este decreto. Incluye las actividades de corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas; la recolección, transporte, transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos originados por estas actividades; el lavado de las áreas en mención; y el aprovechamiento de los residuos sólidos de origen residencial y de aquellos provenientes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas.

Servicio ordinario de aseo. Es la modalidad de prestación de servicio público domiciliario de aseo para residuos sólidos de origen residencial y para otros residuos que pueden ser manejados de acuerdo con la capacidad de la persona prestadora del servicio de aseo y que no corresponden a ninguno de los tipos de servicios definidos como especiales. Está compuesto por la recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos originados por estas actividades.

También comprende este servicio las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas y la recolección, transporte, transferencia, tratamiento, y disposición final de los residuos sólidos originados por estas actividades.

Servicio público domiciliario de aseo. Es el servicio definido como servicio ordinario por este decreto.

Suscriptor. Es la persona natural o jurídica con la cual la persona prestadora del servicio de aseo ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.

Tarifa máxima. Es el valor máximo mensual que por concepto del servicio ordinario de aseo se podrá cobrar a un usuario, sin perjuicio de cobrar una cuantía menor si así lo determina la entidad tarifaria local. Las tarifas máximas para cada estrato se calcularán de acuerdo con lo estipulado en la Resolución número 151 de 2001 expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico -CRA, o las normas regulatorias que la modifiquen, sustituyan o adicionen.

Trasbordo o transferencia. Es la actividad de trasladar los residuos sólidos de un vehículo a otro por medios mecánicos, evitando el contacto manual y el esparcimiento de los residuos.

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 o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

Unidad de almacenamiento. Es el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento en las que el usuario almacena temporalmente los residuos sólidos.

Usuario. Es la persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio.

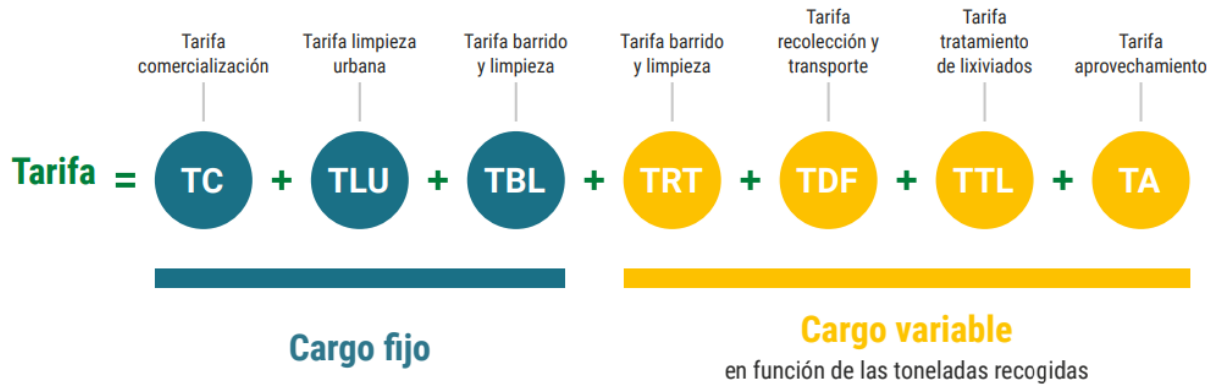
Usuario residencial. Es la persona natural o jurídica que produce residuos sólidos derivados de la actividad residencial privada o familiar, y se beneficia con la prestación del servicio de aseo. Se considera como servicio de aseo residencial el prestado a aquellos locales que ocupen menos de veinte (20) metros cuadrados de área, exceptuando los que produzcan más de un metro cúbico de residuos sólidos al mes.

Usuario no residencial. Es la persona natural o jurídica que produce residuos sólidos derivados de la actividad comercial, industrial o de servicios, y otros no clasificados como residenciales y se beneficia con la prestación del servicio de aseo.

Vía pública. Son las áreas destinadas al tránsito público, vehicular o peatonal, o afectadas por él, que componen la infraestructura vial de la ciudad y que comprende: avenidas, calles, carreras, transversales, diagonales, calzadas, separadores viales, puentes vehiculares y peatonales o cualquier otra combinación de los mismos elementos que puedan extenderse entre una y otra línea de las edificaciones.

Zona. Es el ámbito geográfico del área urbana del municipio que constituye una unidad operativa para la prestación del servicio.

Anexo 2. Metodología tarifaria



Fuente: ONU- Medio Ambiente, 2018

Anexo 3. (Categorización de empresas relacionadas a los residuos plásticos (2016-2017))

<p>Empresas que recolectan, compran, seleccionan, clasifican, empaacan, transportan o comercializan residuos plásticos</p> <p>(35 empresas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Posindustrial: Residuos originados en las diferentes operaciones de manufactura o transformación. · Posconsumo: Residuos generados después del uso o consumo de los productos, ya sean plásticos únicos o mezclas de plásticos entre sí o con otros materiales. · Importación: Residuos originarios del exterior e introducidos a Colombia mediante importación. · Recolección: acopio de residuos plásticos · Compra: adquisición comercial de residuos plásticos · Selección: Separación de los residuos plásticos, bien sea, por tipo de producto (envase, película, ect.) o según el material plástico, acorde con el código a la densidad. · Acondicionamiento: Actividad mediante la cual los residuos son sometidos a operaciones de reducción de tamaño o limpieza. · Clasificación: Residuo plástico ya seleccionado que se separa o dispone para su venta, uso o aplicación · Empaque: Operación con el fin de disponer los residuos para su venta, manejo y transporte · Transporte: Traslado del residuo plástico a un tercero · Comercialización: Venta del residuo plástico en el país · Exportación: Venta del residuo plástico al exterior
<p>Empresas que adquieren residuos plásticos seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado</p> <p>(20 empresas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Posindustrial · Posconsumo · Importación · Acondicionadores: personas naturales o jurídicas que compran residuos aprovechables, los limpian, seleccionan, acondicionan, clasifican, empaacan, transportan o comercializan · Molido: Residuo seleccionado y clasificado que pasa por un molino y se puede someter a otros procesos mecánicos para vender como materia prima recuperada a la industria de productos plásticos · Aglutinado: Residuo seleccionado, clasificado y molido que se somete a un proceso mecánico de compactación, antes de someterlo a otros procesos mecánicos o venderlo como materia prima recuperada · Pulverizado: Residuo seleccionado, clasificado y molido que se somete a un proceso mecánico para reducir su tamaño en una pulverizadora, antes de someterlo a otros procesos mecánicos o venderlo como materia prima recuperada · Escamas: Residuo seleccionado, clasificado y molido que resulta de un proceso mecánico para presentarlo en forma de escamas, antes de someterlo a otros procesos mecánicos o venderlo como materia prima recuperada · Peletizado corte al frío: Residuo seleccionado, clasificado y molido, que se somete a un proceso mecánico de fundición para posteriormente comercializarlo como materia prima recuperada en

	<p>forma de espagueti cortado o para transformarlo en un producto terminado</p> <ul style="list-style-type: none"> · Peletizado corte al caliente: Residuo plástico seleccionando, clasificado y molido que sufre un proceso mecánico para desgasificarlo (tratamiento de impresos), filtrarlo, lavarlo y secarlo, para su posterior comercialización como materia prima recuperada en forma de pellets (lentejas o gránulos) o para transformarlo en un producto terminado · Materia prima recuperada: Residuo plástico seleccionado y clasificado que ha sufrido uno o varios de los procesos que se puede transformar, sólo o mezclado con resina virgen y otros aditivos, para fabricar un nuevo producto · Producto terminado: Transformación de la materia prima recuperada, vía procesos tales como extrusión, inyección, soplado, termoformado, entre otros, en productos finales para una aplicación o uso específico
<p>Empresas transformadoras de residuos plásticos (22 empresas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Posindustrial · Posconsumo · Materia prima recuperada · Extrusión: Proceso continuo para fabricar a partir de materia prima recuperada, o en mezcla con resina virgen, por ejemplo: película, láminas, tuberías, perfiles · Inyección: Proceso que permite la transformación de una materia prima recuperada, sola o en mezcla con resina virgen, en un producto específico · Soplado: Proceso mediante el cual se pueden fabricar cuerpos huecos a partir de materia prima recuperada, sola o en mezcla con resina virgen · Termoformado: Proceso para fabricar productos por embutido al calor o vacío a partir de materia prima recuperada, sola o en mezcla con resina virgen · Producto terminado
<p>Empresas proveedoras de maquinaria para reciclaje de residuos plásticos (16 empresas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Posindustrial · Posconsumo

Nota: Elaboración propia a partir de Acoplásticos – directorio (2016-2017)

Anexo 4. Detalles planta pequeña

This plant converts 18,000 tons source-separated household waste, 5,500 tons garden waste collected in 8-10 municipalities and 4,000 tons sewage sludge into more than 1 million cubic meters of methane, and more than 6,000 tons of compost per year

AIKAN® plant is typically 1000 kg OFMSW: 300 kg RW structure : 200 kg WG structure : 50 kg CW structure

organic fraction of municipal solid waste (OFMSW)

woody green waste structure (WG structure) and recycled woody structure (RW structure) of the same origin (CW structure)

Plant Size		Plant Area		
Process Modules (600 m ³)	10 pcs	Process Modules	160 m ²	1,898 m ²
Process Tanks	10 pcs	Reactor Tanks	380 m ²	380 m ²
Reactor Tanks (total volume 3000 m ³)	1 pcs	Reception Facility	750 m ²	750 m ²
Reception Facility	1 pcs	Process Area for tanks, pumps and fans	258 m ²	518 m ²
Process Area for tanks, pumps and fans	2 pcs	Bio Filters	70 m ²	178 m ²
Bio Filters	3 pcs	Gas Engine	24 m ²	24 m ²
Gas Engine	1 pcs	Gas Storage	250 m ²	-
Gas Storage	-	Facility rooms	290 m ²	290 m ²
Facility Rooms	1 pcs	After Maturation Boxes	200 m ²	1,000 m ²
After Maturation Boxes	5 pcs	Product Storage Area	1,800 m ²	1,800 m ²
Product Storage Area	1 pcs	Total Area for Construction		6,538 m²
		Land Required		2 hectare
				2 acres per hectare
		Land Required		8 acres

Design	
Total Waste Capacity incl. structure	27,000 Metric tonnes per year
Industrial, Commercial and Institutional (ICI)	22,000 Metric tonnes per year
Organic Fraction	17,600 Metric tonnes per year
Biogas Yield (70% methane)	80 m ³ per metric tonne of organic fraction
Biogas Yield (70% methane)	1,408,000 m ³ per year
Methane Yield	985,600 m ³ per year
Installed MW Capacity	0,48 MW

Production for offtakers	
Electricity Production	4,221 MWh per year
Thermal Heat Production + GJ	53,688 GJ per year
Biogas Production	-
Compost production	6,160 Metric tonnes per year
Recycled Plastic	-
Recycled Metal	-
Recycled Glass	-
RDF	-
Liquid fertiliser	-
Carbon Credits	8,800 Metric tonnes per year

Fuente: Aikan, 2013

Referencias

- Acoplásticos – directorio (2016-2017). Recuperado en <http://www.acoplásticos.org/AFshjuraaF471fjbOSTNKYs4831gepsfiq57DRCFws38164LXIEMF14h2nkr/dcr17/5/>
- Aikan. (2013). Final Report. Recuperado en https://www.energiteknologi.dk/sites/energiteknologi.dk/files/slutrappporter/final_report_-_releasing_the_full_potential_of_aikan.pdf
- Aikan Agri. (2014). Two-stage anaerobic digestion and composting of organic waste from urban and rural sources. Recuperado en <https://aikan.dk/onewebmedia/Rapport%20Aikan%20Agri%20UK.PDF>
- Aikan Circular City Concept. (s.f). City-integrated biogas and composting of tomorrow. Recuperado en https://aikan.dk/onewebmedia/Rapport_AIKAN%20Circular%20City%20Concept_TRYK_rapport_UK_version%5B3%5D.pdf
- AIKAN TECHNOLOGY. S.F. Recuperado en https://projekter.aau.dk/projekter/files/239531987/Solum_presentation.pdf
- Albino, V. (2014). Smart cities: definitions, dimensions, and performance.
- Alcaldía de Bogotá. (2017). Acciones sociales beneficiaron a 1.600 vecinos del Relleno Sanitario Doña Juana. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/ambiente/relleno-dona-juana-residentes-aledanos-se-benefician-con-acciones-sociales>
- Alcaldía de Bogotá. (2018). Nuevo Modelo de Aseo en Bogotá
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, Secretaría del Hábitat, UAESP. (2016). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos- PGIRS
- Alpina. (2018). Corporativo. Recuperado en <https://www.alpina.com/corporativo/sostenibilidad/sabias-que>
- Aguilar, C. (2017). Propuesta de un marco general para el despliegue de ciudades inteligentes apoyado en el desarrollo de IoT en Colombia
- Arcos Dorados. (2017). Reporte. Recuperado en http://www.arcosdorados.com/img/editorial/comunidad/ESP_Reporte2017.pdf
- Arciniegas, P. (2017). En el 2020, Bogotá tendrá 300.000 habitantes más. Recuperado en <https://www.eltiempo.com/bogota/poblacion-por-edades-de-bogota-2017-109238>
- Awasko, M. (2014). Evaluación de impacto ambiental del modelo actual de gestión de residuos sólidos en Bogotá y análisis multicriterio de alternativas.

- Bavaria. (2016). Reporte UN MUNDO MEJOR
- Balboa, C. (2014). Economía circular como marco para el eco diseño: el modelo ECP-3
- Banco Mundial (2012). What a Waste- A global review of solid waste management
- Banco Mundial. (2016). Basura Cero. Los residuos sólidos en el epicentro del Desarrollo Sostenible
- Biogás Doña Juana. (2018). Inicio. Recuperado en <https://biogas.com.co/>
- CAF (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos oportunidades en América Latina
- CAR. (2018). CAR entrega competencial total al Ministerio de Ambiente sobre relleno sanitario Doña Juana, acatando resolución emitida por esta cartera. Recuperado en <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-entrega-competencia-total-al-ministerio-de-ambiente-sobre-relleno-sanitario-dona-juana-acatando-resolucion-emitida-por-esta-cartera>
- Carvajal. (2016). Informe Social y Ambiental. Recuperado en <http://www.carvajal.com/wp-content/uploads/2017/03/Informe-Social-y-Ambiental-2016.pdf>
- CEMPRE (2018). Asociados. Recuperado en <https://cempre.org.co/>
- CGR Doña Juana. (2017). Acerca del relleno sanitario. Recuperado en <https://www.cgr-donajuana.com/generalidades>
- CIPPEC. (2016). Ciudad Inteligente. Diálogos institucionales
- Cobo, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de la TIC en la sociedad del conocimiento
- Coca- Cola Femsa (2016). Informe de Sostenibilidad. Recuperado en https://www.coca-colafemsa.com/corte-semestral-2016/nuestro_planeta.php
- Codensa. (2017). Informe Anual 2017. Recuperado en <http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/Informes%20Anuales/MemoriaAnual-Codensa-2017.pdf>
- Comisión Europea. (2015). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones- Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2018). Comunicado de prensa. Recuperado en <http://www.cra.gov.co/seccion/comunicado-de-prensa-dona-juana.html>
- Compensar. (2018). Red de tenderos. Recuperado en <https://www.compensar.com/convenios-alianzas/Privilegios/red-tenderos.aspx>

- CONPES 3530. (2008). Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos
- CONPES 3874. (2016). Política Nacional Integral de Residuos Sólidos
- CONPES 3876. (2016). Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos
- Consejo de Bogotá. (2017). Relleno sanitario Doña Juana: Irregularidades y desafíos. Recuperado en <http://concejodebogota.gov.co/relleno-sanitario-dona-juana-irregularidades-y-desafios/concejo/2017-07-07/121755.php>
- Consejo de Bogotá. (2018). Bogotá produce 6.300 toneladas de basura al día. Recuperado en <http://concejodebogota.gov.co/bogota-produce-6-300-toneladas-de-basura-al-dia/cbogota/2018-09-03/134429.php>
- Consejo Privado de Competitividad. (2018). Informe Nacional de Competitividad 2017-2018
- Control Ambiental. (2018). Inicio. Recuperado en <http://www.controlambiental.com.co/>
- Corte Constitucional. (2011). Auto 275/11
- Cortes, J. (2017). Así es como Bogotá aprovechará sus residuos sólidos. Recuperado de <http://bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/habitat/ambiente/asi-es-como-bogota-aprovechara-sus-residuos-solidos>
- Costa, C. (2017). Opciones para el manejo de Doña Juana y los residuos sólidos de Bogotá.
- CRA 720. (2015). Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones
- CSSR. (2017). Climate Science Special Report, fourth national climate assessment
- Datos abiertos Bogotá. (2018). Residuos Relleno Sanitario Doña Juana
- Decreto 1713. (2002). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>
- Decreto 596. (2016). Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones
- Del Borghi, A. (2014). Waste management in Smart cities: the application of circular economy in Genoa (Italy).
- DNP. (2018). CONPES 3932- Anexos. Recuperado en <http://www.andi.com.co/Uploads/Anexos%20Documento%20CONPES%203934.pdf>

Dragon. (2018). Inicio. Recuperado en <https://dragon.com.co/manejo-de-residuos-organicos/>

Duquino, M. (2017). Big Data a través del Cloud Computing en los negocios

Ericsson Mobility Report (2015). On the pulse of the networked society

Ellen Macarthur Foundation (2015). Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada

Ellen Macarthur Foundation. (2017). Fundación Ellen MacArthur. Obtenido de Fundación Ellen MacArthur: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/publicaciones>

ENKA. (2017). Sostenibilidad. <http://www.enka.com.co/enka/docsweb/SOSTENIBILIDAD2017.pdf>

Environmental protection agency – EPA (2013). International Decontamination Research and development conference

Estatuto Tributario Nacional (2017). Art 512-15. Impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas

Fundación Grupo Familia. (2017). Informe de Sostenibilidad

Frost & Sullivan. (2017). Smart Cities: Discover Opportunities of the future. Recuperado en https://go.frost.com/VIG_SmartCities

García, S. (2018). Economía Circular: 30 años del principio de desarrollo sostenible evolucionan en el nuevo gran objetivo medioambiental de la Unión Europea.

Garzón, A. (2018). Bogotá genera 6.300 toneladas de basura al día.

Glasmeier. (2016). Thinking about Smart Cities: The travels of a policy idea that promises a great deal, but so far has delivered modest result.

Gobierno de Colombia. (2002). Ley 788

IDEAM (2015). Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia. Tercera comunicación. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla_INGEI.pdf

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia. Bogotá D.C.

IPPC Intergovernmental panel on Climate Change. (2014). Climate change 2014

IESE (2017). Cities in Motion

Illescas. (2018). Las Ciudades Inteligentes

IJAERD, 2016. Understanding the concept of smart cities.

Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular.

Ley 1715. (2014). Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

Marcet, X. (2015). Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio

Macarthur, E. (2013). Hacia una economía circular: motivos económicos para transición acelerada

Macarthur, E. (2015). Hacia una economía circular: motivos económicos para una transacción acelerada

MADS. (2018). Más de 5.300 kilos de residuos posconsumo dejaron de contaminar el ambiente en Colombia. Recuperado en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4100-mas-de-5-300-kilos-de-residuos-posconsumo-dejaron-de-contaminar-el-ambiente-en-colombia>

Meijer, A. (2015). Governing the smart city: A review of the literature on smart urban governance.

Ministerio de Medio Ambiente. (1998). Política para la gestión Integral de Residuos.

Ministerio de Ambiente. (2018). Bogotá debe ser más ambiciosa en el reciclaje y separación en la fuente. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3610-bogota-debe-ser-mas-ambiciosa-en-el-reciclaje-y-separacion-en-la-fuente-ministro-de-ambiente>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política Nacional de producción y consumo sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Resolución 668

Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Resolución 1457

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Resolución No. 1096

Ministerio de vivienda. (2016). Esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y régimen de formalización para recicladores de oficio. Recuperado en <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Alianza-para-el-reciclaje/Presentaci%C3%B3n%20Decreto%20596%20y%20Res%20276%20de%202016.pdf>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2016). Decreto 596 del 2016. Bogotá.

Montse Guerrero. (2015). Medio ambiente

Naciones Unidas. (2017). Progresos en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

NASA. (2017). Global Climate Change Vital signs of the planet. Recuperado en <https://climate.nasa.gov/evidence/>

NOOA National centers for environmental information. (2017). Global Climate Change Indicators

Gobierno de España. (2015). Estudio y guía metodológica sobre Ciudades Inteligentes.

Navigant Research. (2016). Annual Global Smart City revenue is expected to reach 88,7 billion by 2025.

Nokia (2016). Machine Research Smart City Playbook highlights

Observatorio Ambiental de Bogotá. (2018). Recuperado en <http://oab.ambientebogota.gov.co/>

ONU- Medio Ambiente. (2018). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe

Osorio. (2016). Bogotá y su nuevo plan de basuras para 12 años. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/bogota-y-su-nuevo-plan-de-basuras-12-anos-articulo-667583>

Personería de Bogotá. (2017). Doña Juana: Relleno de irregularidades

Planeación, D. N. (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2014 -2018. Bogotá.

PNUD. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible

Proyecto de acuerdo 113. (2011). Por medio del cual se establecen los centros de disposición de residuos domiciliarios peligrosos para Bogotá. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41936>

Postobón. (2017). Informe de Sostenibilidad. Recuperado en https://www.postobon.com/sites/default/files/informe_de_sostenibilidad_2017_postobon_0.pdf

RedES-CAR. (2018). Recuperado en <http://www.redescar.org/escar/libreria/php/03..html>

Revista Ambientum – Redacción. (2003). La aportación de los vertederos a los gases de efecto invernadero. Recuperado de http://www.ambientum.com/revista/2003_12/VERTEDER_OS.htm

Resolución 1418. (2018). Por la cual se asume la competencia del Proyecto “Relleno Sanitario Doña Juana” y se toman otras determinaciones

Rojas. (2014). Residuos sólidos y calentamiento global. Recuperado de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_254_310314_es.pdf

Rodríguez, C. (2017). Política pública de manejo de residuos sólidos.

Santillán, R. (2017). Economía circular y desarrollo sostenible; retos y oportunidades de la ingeniería ambiental

Siemens. (2014). The Green City Index.

- Secretaría General. (2015). Universidad Nacional crea equipos que procesan residuos en Bogotá. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/article/universidad-nacional-crea-equipos-que-procesan-residuos-en-bogota>
- Secretaría General. (2016a). Ya llega a Bogotá la feria especializada en el medio ambiente. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/ambiente/llega-a-bogota-feria-especializada-en-medio-ambiente>
- Secretaría General. (2016b). Bolsas plásticas: ¡utilícelas, reutilícelas y vuélvalas a utilizar!. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/article/bolsas-plasticas-reutilizalas-y-vuelvalas-utilizar>
- Secretaría General. (2016c). Plazas Distritales de Mercado aprovechan sus residuos orgánicos. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/article/plazas-distritales-de-mercado-aprovechan-sus-residuos-organicos>
- Secretaría General. (2017). Con Triciclos, se recolecta basura en calle 11 peatonal. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/ambiente/recoleccion-basuras-bogota>
- Secretaría General. (2018a). Cursos sobre el manejo adecuado de residuos sólidos. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/localidades/fontibon/convocatoria-curso-manejo-de-residuos-solidos>
- Secretaría General. (2018b). Alcaldía Peñalosa entrega nueva bodega para reciclaje. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/habitat/bodegas-de-reciclaje-en-bogota>
- Secretaría General. (2018c). Alcalde Peñalosa recibe moderna flota de vehículos que mejora el servicio de recolección y aseo de la ciudad. Recuperado en <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/habitat/nueva-flota-de-vehiculos-de-aseo-para-bogota>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018a). Corresponsal ambiental. Recuperado en <http://ambientebogota.gov.co/en/web/corresponsal-ambiental/inicio>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018b). Llantas usadas. Recuperado en <http://ambientebogota.gov.co/llantas-usadas>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018c). Calculadora Responsable. Recuperado en <https://consumoresponsable-sda.typeform.com/to/vcFGEW>
- Secretaría Distrital de Planeación (2018). Análisis demográfico y proyecciones poblacionales de Bogotá.
- Secretaría Distrital de Gobierno. (2018). Notificación de comparendos ambientales. Recuperado en <http://www.gobiernobogota.gov.co/content/notificacion-comparendos-ambientales>
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte (2018). Bogotá y sus localidades. Recuperado en <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades>

Semana. (2018). ¿Qué hay detrás de la crisis de las basuras en Bogotá? Recuperado en <http://www.semana.com/nacion/articulo/crisis-de-las-basuras-en-bogota-durante-alcaldia-penalosa/556182>

Sistema integrado de Información. (2018). Contenedores para recilar, la nueva apuesta de Bogotá. Recuperado en <https://www.lafm.com.co/bogota/contenedores-para-reciclar-la-nueva-apuesta-de-bogota>

Solum A/S. (2012). Recuperado en <http://biomass-sp.net/wp-content/uploads/2012/06/Thema-4-Case-study-Solum-for-TI.pdf>

SUI- Sistema Único de información de servicios públicos domiciliarios. Toneladas aprovechadas octubre 2018. Recuperado en <http://www.sui.gov.co/web/Media/Files/toneladas-aprovechadas-octubre-2018>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). Informe Nacional de Aprovechamiento

Tetrapak. (2018). ¿Cómo vamos en Colombia con el reciclaje? Recuperado en <https://www.tetrapak.com/co/about/newsarchive/cmo-vamos-en-colombia-con-el-reciclaje>

The Bokashi Bucket. (2018). Home. Recuperado en <http://thebokashibucket.com/>

Turning Earth. (2010). Central Connecticut. Recuperado en <http://turningearthllc.com/turning-earth-central-connecticut/>

Turning Earth. (s.f). Converting organic waste to renewable resources. Recuperado en http://www.solum.com/fileadmin/user_upload/file_pdf/Solum_DeVenCi_pres_v.4.pdf

UAESP. (2013). Resolución No. 701

UAESP (2016). Informe de Auditoría de regularidad Código 190

Unilever. (2017). Middleamericas. Recuperado en <https://www.unilever-middleamericas.com/news/press-releases/2017/marcas-sostenibles-continuan-fortaleciendo-nuestra-estrategia-de-crecimiento.html>

Veeduría Distrital. (2018). Diagnóstico del modelo de aseo en Bogotá: El nuevo PIGRS

Waste4think. (2018). Home. Recuperado en <http://waste4think.eu/>

World Economic Forum. (2017) Annual Report 2016-2017

WWF. (2017). Impactos del cambio climático. Recuperado en https://www.wwf.es/nuestro_trabajo_/clima_y_energia/cambio_climatico_y_solucione

WWF. (2018). Informe planeta vivo