



Tratamiento de residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo

Informe de ejecución parcial: Manual del Modelo de toma de Decisiones y ejemplificación de su uso

Banco Mundial – Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Witteveen + Bos

M A G
CONSULTORÍA

Proyecto	Tratamiento de residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo
Cliente	Banco Mundial – Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia
Documento	Informe de ejecución parcial: Manual del Modelo de toma de Decisiones y ejemplificación de su uso
Estado	Versión 03
Fecha	6 de agosto de 2021
Contrato	7199018
Líder del proyecto	Joriën Mendez
Director del proyecto	Freek Kramer
Autor(es)	Linda Breukers, Felipe Puentes
Revisado por	Joriën Mendez, Oscar Hernández
Aprobado por	Freek Kramer
Iniciales	FP; LB; JM; OH; FK
Dirección	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Leeuwenbrug 8 P.O. Box 233 7400 AE Deventer The Netherlands +31 570 69 79 11 www.witteveenbos.com CoC 38020751
Consortio con	MAG Consultoría S.A.S. Carrera 13 #83-19 Bogotá D.C., 110221 Colombia https://www.magconsultorias.com/ NIT: 900.280.101-0

El Sistema de Gestión de Calidad de Witteveen+Bos ha sido aprobado con base en la ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Ninguna parte de este documento puede reproducirse y / o publicarse de ninguna forma, sin el permiso previo por escrito de Witteveen + Bos, ni puede utilizarse para ningún trabajo que no sea para el que fue fabricado sin dicho permiso, a menos que se acuerde lo contrario por escrito. Witteveen + Bos no se hace responsable de ningún daño que surja o esté relacionado con el cambio del contenido del documento proporcionado por Witteveen + Bos.

TABLA DE CONTENIDO

1	MANUAL: MODELO DE APOYO A TOMA DE DECISIONES (MTD)	1
1.1	Componente interactivo	1
1.2	Componente no interactivo	5
2	APLICACIÓN DEL MTD PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	8
3	BIBLIOGRAFÍA	12

1

MANUAL: MODELO DE APOYO A TOMA DE DECISIONES (MTD)

El Modelo de Apoyo a Toma de Decisiones¹ (MTD) tiene por objetivo reducir la cantidad de residuos sólidos objeto del Servicio Público de Aseo (SPA) que son destinados a disposición final en el país. Las consideraciones para su diseño se presentaron en fases anteriores de esta consultoría. En este acápite se describe la estructura y funcionamiento del MTD.

Dada su naturaleza y la información indicativa que usa como insumos esta herramienta permite determinar en un nivel de prefactibilidad en primer lugar si es conveniente implementar un proyecto de tratamiento o no. Si no lo es, arroja algunas recomendaciones generales sobre pasos a seguir antes de considerar desarrollar un proyecto de esta naturaleza. Por el contrario, si se estima viable a nivel de prefactibilidad se recomienda continuar con las siguientes fases de diseño y factibilidad considerando las salidas proporcionadas por el MTD, es decir, teniendo en consideración el tipo de tecnología que se determina adecuada para las condiciones correspondientes a las entradas incorporadas.

Es importante mencionar que el MTD fue desarrollado en Microsoft Excel y como tal, se divide en dos (2) componentes: el interactivo y el no interactivo. El primero lo conforman las pestañas del MTD con las que el usuario interactúa, mientras que el segundo es el conjunto de pestañas que soportan las operaciones del modelo y permiten la generación del informe de resultados.

A continuación, se describen cada uno de estos componentes.

1.1 Componente interactivo

Este componente cuenta con cuatro (4) pestañas tal y como se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Pestañas del componente interactivo del MTD

Nombre	Descripción
Portada	Página de inicio del MTD. Contiene información relacionada con la consultoría tal como referencia de contrato, entregable asociado, cliente, beneficiarios y ejecutores. Contiene dos (2) hipervínculos que redirigen al usuario a las pestañas de "Instrucciones" y de "Datos de entrada".
Instrucciones	En esta pestaña se presentan los objetivos del MTD y una breve serie de indicaciones para su uso. Contiene dos (2) hipervínculos que redirigen al usuario a las pestañas de "Portada" y de "Datos de entrada".
Datos de entrada	Principal pestaña con la que interactúa el usuario. Contiene los requerimientos de información que el usuario debe diligenciar para el análisis de escenarios y selección de tecnologías de tratamiento viables a nivel de prefactibilidad. Los ítems cuentan con breves descripciones para la orientación del usuario. Contiene tres (3) hipervínculos que redirigen al usuario a las pestañas de "Instrucciones", de "Portada" y de "Resultados".
Resultados	Presenta los resultados obtenidos con base en la información suministrada por el usuario. Contiene cuatro (3) hipervínculos que redirigen al usuario a las pestañas de "Instrucciones", de "Portada", y de "Datos de entrada", así como un cuarto botón que permite la exportación del informe de resultados en formato PDF.

Fuente: Elaboración propia

¹ Si bien el contrato hace referencia a este producto como "herramienta" por solicitud del cliente el término se cambió a "Modelo".

- **Portada**

A continuación, se presenta el contenido de la Portada del MTD:

Figura 1.1 Portada del MTD



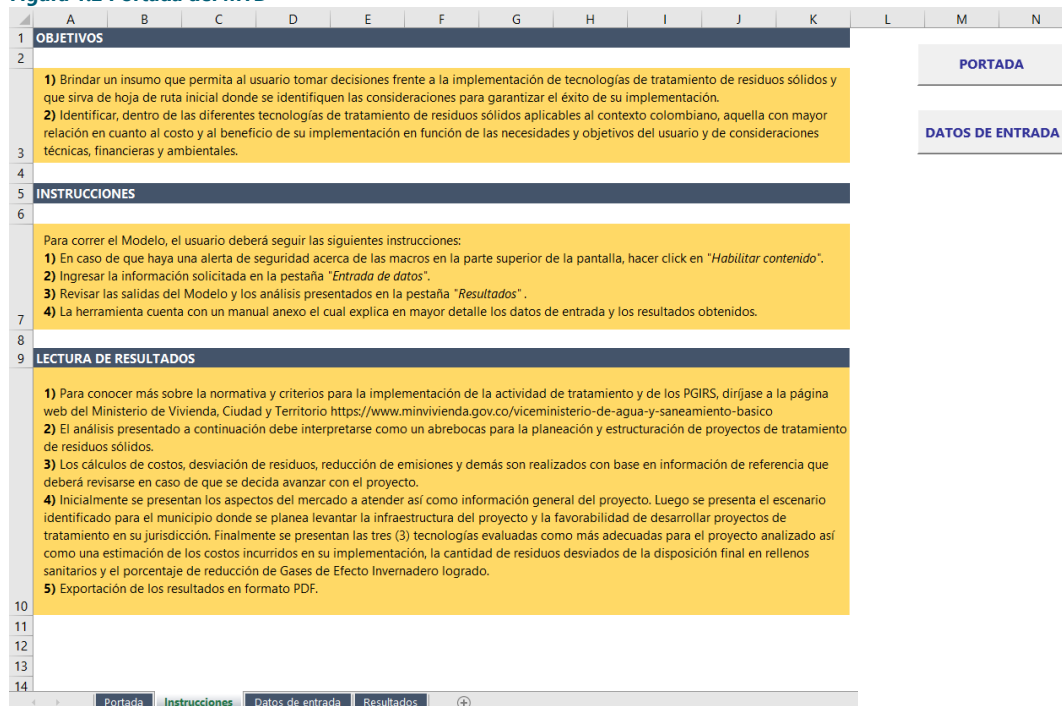
Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó previamente, esta pestaña incluye información de referencia a la presente consultoría. Los botones o hipervínculos se encuentran en la parte derecha y corresponden a elementos de la pestaña con los que el usuario puede interactuar.

- **Instrucciones**

A continuación, se presenta el contenido de las Instrucciones del MTD:

Figura 1.2 Portada del MTD



Fuente: Elaboración propia

Análogamente al caso de la Portada del MTD, los hipervínculos ubicados a la derecha corresponden con los elementos con los que el usuario puede interactuar.

- **Datos de entrada**

Esta pestaña contiene la información que el usuario debe suministrar para que el MTD procese. La información solicitada¹ corresponde a los datos generales del proyecto y del mercado a atender, así como indicadores de la capacidad administrativa, técnica y económica del municipio donde se contempla el levantamiento de la infraestructura del proyecto de tratamiento de residuos sólidos.

La mayoría de las respuestas que se pueden ingresar ya se encuentran preestablecidas en el MTD, de forma que el usuario pueda escoger la opción correcta de una lista desplegable. No obstante, también se incluyen registros cuyo diligenciamiento es opcional. La información que no sea ingresada por el usuario en estos registros es calculada por el MTD con base en información de referencia.

Adicionalmente, los registros incluyen mensajes orientadores para el correcto diligenciamiento de los datos donde se presenta una descripción del indicador, las fuentes de información dónde puede consultarse y la obligatoriedad de su ingreso.

Figura 1.3 Datos de entrada del MTD

A		B	
Capacidad administrativa			
Indicador		Valor	
Medición de Desempeño Municipal		Sobresaliente	
Municipio afectado por el conflicto armado		No	
Categoría Municipal (Ley 617 de 2000)		Especial	
Existencia de PGIRS actualizado en el municipio principal		Especial	
Capacidad Técnica			
Indicador		Valor	
¿Existen rutas selectivas de residuos aprovechables?		S	
¿Existe separación de los residuos orgánicos en la fuente?		S	
¿Existe separación de los residuos inorgánicos en la fuente?		S	
Línea base de las actividades de poda de árboles y coste de césped está actualizada		Si	
Recolección y transporte			
Indicador		Valor	
Cobertura en la recolección y transporte de residuos en el área urbana (%)		Entre el 75% y el 90%	
Cobertura en la recolección y transporte de residuos en el área rural (%)		Entre el 50% y el 75%	
Distancia a sitio de disposición final desde el centroide del municipio		No	

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la validación de datos de Microsoft Excel, la información diligenciada por el usuario deberá corresponder tanto en contenido como en formato con lo solicitado. En caso contrario, el MTD informará al usuario que modifique su respuesta.

En caso de que se esté contemplando un proyecto regional, se debe habilitar con el botón “Municipios Proyecto Regional”, el cual habilita una nueva pestaña para seleccionar los municipios que hacen parte del proyecto. Una vez seleccionados todos los municipios (Figura 1.5), se retorna a la hoja de Datos de entrada, presionando el botón correspondiente.

¹ El detalle de esta información se presenta en fases anteriores de esta consultoría.

Figura 1.4 Opción para proyecto regional

Información General	
Información	Valor
Año de inicio de operaciones	2022
Proyecto Regional	Si
Población beneficiada	66951
Vida Útil del proyecto	20
Generación de residuos per cápita (kg-habitante-día)	0,679
Porcentaje de residuos orgánicos	66%
Tratamiento de residuos orgánicos provenientes de plazas de mercado y/o centrales de abasto no incluidos anteriormente	Si
Cantidad (ton/año)	0
Tratamiento de residuos orgánicos provenientes de las actividades de poda de árboles y corte de césped no incluidos anteriormente	Si
Cantidad (ton/año)	0
Municipio principal	CASANARE - MONTERREY
Si el proyecto es regional, haga click aquí para ingresar los demás municipios atendidos	
MUNICIPIOS PROYECTO REGIONAL	

Fuente: Elaboración propia

Figura 1.5 Selección de Municipios

N°	Municipios atendidos proyecto regional	DATOS DE ENTRADA
1	ARAUCA - ARAUQUITA	DATOS DE ENTRADA
2	BOYACÁ - CUBARÁ	
3		
4	BOYACÁ - LA CAPILLA	
5	BOYACÁ - LA VICTORIA	
6	BOYACÁ - LA UVITA	
7	BOYACÁ - VILLA DE LEYVA	
8	BOYACÁ - MARGINAL	
9	BOYACÁ - MARIPI	

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, como se describió previamente, la pestaña de Datos de entrada cuenta con un hipervínculo para dirigirse a los resultados del MTD. Este se encuentra ubicado tanto en la parte superior como inferior de la pestaña.

Figura 1.6 Hipervínculo a la pestaña "Resultados" ubicado en la parte inferior de "Datos de entrada"

¿La infraestructura de tratamiento va a ubicarse en el mismo sitio del actual relleno sanitario?	No	
Distancia a sitio de tratamiento desde el centroide del municipio principal (km)	2	
Capacidad económica		
Indicador	Valor	
¿Es viable el programa de aprovechamiento conforme lo establecido en el PGIRS del municipio principal?	No	
Recursos del Formulario Único Territorial (FUT) destinados por la entidad territorial para financiar el tratamiento de residuos sólidos	No	
Índice de pobreza multidimensional	Entre el 50% y el 75%	
Eficiencia en el recaudo	Entre el 50% y el 75%	
¿Requiere adquirir el predio para el levantamiento de la infraestructura?	Si	
Recursos estimados por tarifa del servicio público de aseo para el tratamiento de residuos (COP/ton)	\$	100.000
Tasa de Cambio	\$	3.800
Dólares americanos (USD) a Pesos Colombianos (COP)		
		RESULTADOS

Fuente: Elaboración propia

• Resultados

Esta pestaña está diseñada para presentar los resultados obtenidos y orientar al usuario para su interpretación. Presenta los resultados¹ de la identificación del escenario en el que se encuentra el municipio donde se ubicará el proyecto de tratamiento y su correspondiente nivel de factibilidad, las medidas a implementar conforme lo anterior y las tecnologías más viables a implementar de acuerdo con la información suministrada por el usuario.

Entre los resultados se presenta información de las tres (3) tecnologías más viables para el proyecto, proveniente de las fichas técnicas que hacen parte de esta consultoría. Igualmente, se presenta una estimación de los costos de inversión y de operación, y de sus diferentes componentes, en los que se incurre con la

¹ El procesamiento se describe en detalle en fases anteriores de la presente consultoría.

implementación de cada tecnología de acuerdo con el tamaño de mercado a atender. Este cálculo se realiza mediante las funciones de costos obtenidas con los costos de referencia por escala de cada tecnología.

Figura 1.7 Resultados del MTD

Variable	Descripción	Resultado
Tipo de proyecto	Indica si el proyecto atiende a un municipio (Local) o a varios (Regional)	Regional
Población beneficiada	Cantidad de habitantes beneficiados con la ejecución del proyecto.	68.791
Población beneficiada a futuro	Cantidad de habitantes beneficiados con la ejecución del proyecto al final de su vida útil.	72.466
	Cantidad de residuos generados por los habitantes a atender, diferentes de	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que cuenta con cuatro (4) botones, los cuales dirigen a las demás pestañas del componente interactivo o permiten la exportación en formato PDF de los resultados obtenidos.

1.2 Componente no interactivo

Este componente cuenta con cuatro (4) pestañas tal y como se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Pestañas del componente interactivo del MTD

Nombre	Descripción
Cálculo	Pestaña en la cual se realizan los cálculos realizados para el procesamiento y análisis de los datos. Incluye el cálculo del mercado a atender, la identificación del escenario, y la valoración de los diferentes aspectos para la selección de las tecnologías más viables para el proyecto y sus respectivos costos.
Ponderaciones	Se presentan los parámetros utilizados para valorar la capacidad administrativa, técnica y económica de los municipios a partir de datos oficiales, así como los utilizados para la selección de escenarios y la priorización de tecnologías.
Fichas técnicas tecnologías	Pestaña que cuenta con información de referencia para cada tecnología incluida en el MTD.
Valoración	En esta pestaña se analizan diferentes requerimientos para el óptimo funcionamiento de las tecnologías, cuyo resultado se incluye dentro de la selección de tecnologías.
Costos de inversión y Costos de operación	Estas pestañas incluyen las funciones de costos obtenidas para cada tecnología y la información de referencia utilizada para esto. Igualmente, realizan el cálculo de los costos por componente para cada tecnología, de acuerdo con el mercado a atender estimado.
Información municipios	Información de referencia de los diferentes municipios del país utilizada cuando el usuario no suministra cierta información y para determinar en qué segmento de mercado se encuentra cada municipio.
Información referencia	Información de referencia frente a los residuos sólidos utilizada cuando el usuario no suministra cierta información y para determinar los requerimientos del funcionamiento de las tecnologías.
Medidas escenarios	Contiene las medidas que se recomienda implementar para cada escenario definido.
Listas	Contiene las listas utilizadas para el funcionamiento del MTD.

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, el usuario no interactúa con estas pestañas, razón por la cual estas se mantienen ocultas. Varias pestañas de este componente cuentan con información que no varía y que sirven para los diferentes resultados a presentar ante el usuario. Aquellas pestañas de relevancia en este componente son:

- **Cálculo**

Esta pestaña presenta los cálculos realizados por el MTD para la selección de la tecnología más viable. Para esto, valora los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de requerimientos
- Alternativa más económica
- Relación costo beneficio
- Potencial de desvío de residuos a relleno sanitario
- Potencial de reducción de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Cada aspecto cuenta con un peso porcentual definido en la pestaña "Ponderaciones" y con base en esto son valorados. Las tecnologías con mejor valoración serán aquellas recomendadas por el MTD.

Figura 1.8 Pestaña "Cálculo"

Valoración	Mejor opción	Evaluación de tecnologías	Cumplimiento requerimientos (%)	Valoración
4,3	3	<i>Compostaje en pilas con volteo manual</i>	33%	4
4,8	4	<i>Compostaje en pilas con aireación forzada</i>	33%	4
4,5	5	<i>Compostaje cerrado o "In vessel"</i>	33%	4
8,6	1	<i>Tratamiento Mecánico Biológico</i>	61%	8
5,8	2	<i>Digestión Anaerobia</i>	33%	4

... Resultados **Cálculo** Ponderaciones Fichas técnicas Tecnologías Valoración Costos de operación Infor

Fuente: Elaboración propia

- **Ponderaciones**

Esta pestaña presenta los parámetros utilizados para valorar la capacidad administrativa, técnica y económica de los municipios; así como los utilizados para la selección de escenarios y la priorización de tecnologías. Cada uno cuenta con un rango establecido para su ponderación y valoración. Los parámetros se establecieron a criterio del consultor buscando reconocer pesos relativos homogéneos entre las dimensiones consideradas, todas ellas esenciales para el desarrollo de un proyecto de tratamiento.

Figura 1.9 Pestaña "Ponderaciones"

Tecnologías a Evaluar		Indicador		Peso ponderación
Ponderación	Valor	Cumplimiento requerimientos (%)		0,2
Alta	>= 8	Relación costo beneficio		0,1
Media	4<n<8	Potencial de desvío de residuos a relleno sanitario (tpa) - limite inferior		0,15
Baja	< 4	Potencial de desvío de residuos a relleno sanitario (tpa) - limite superior		0,1
		Potencial de reducción de emisión de GEI		0,4
		Alternativa más económica		0,05

Cumplimiento requerimientos (%)		Relación costo beneficio	
Resultado	Valor	Resultado	Valor
90%	10	Mayor a 1	10
75%	8	Igual a 1	5
60%	6	Menor a 1	1
45%	4		
30%	2		

... Resultados **Ponderaciones** Fichas técnicas Tecnologías Valoración Costos de operación Información municipios Información referenc ...

Fuente: Elaboración propia

- **Costos de Inversión y Costos de Operación**

En esta pestaña se presentan los diferentes costos de referencia utilizados por tecnología para la estimación de las funciones de costos a utilizar, las cuales son aplicadas en función del tamaño del mercado a atender para estimar los costos de su implementación en el proyecto. Es decir, se tiene en cuenta información tomada de experiencias internacionales y escalas. Por lo tanto, los resultados que arroja el modelo son indicativos y buscan orientar y dar soporte a los tomadores de decisiones sobre el o los tipos de tecnología a tener en cuenta en las siguientes etapas de planificación y desarrollo del proyecto.

Figura 1.10 Pestaña “Costos de operación”

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Compostaje en pilas con volteo manual									
2	Escala (ton/mes)	38.933		9.125			304	Funciones de costos		
3	Componente	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	a	b	Techo
4	Energía	\$ 708.100.645	\$ 1.516	\$ 165.961.089	\$ 1.516	\$ 5.532.036	\$ 1.516	\$ 1.516	\$ 0	\$ 1.516
5	Combustible	\$ 2.734.906.203	\$ 5.854	\$ 640.993.641	\$ 5.854	\$ 21.366.455	\$ 5.857	\$ 5.854	\$ 0	\$ 5.857
6	Agua	\$ 85.465.819	\$ 183	\$ 20.031.051	\$ 183	\$ 667.702	\$ 183	\$ 183	\$ 0	\$ 183
7	Tratamiento RSO	\$ 9.157.052.019	\$ 19.600	\$ 2.146.184.067	\$ 19.600	\$ -	\$ 0	\$ 19.600	\$ 0	\$ 0
8	Monitoreo Ambiental	\$ 31.359.767	\$ 67	\$ 31.359.767	\$ 286	\$ 7.839.942	\$ 2.149	\$ 0	\$ 2.613.314	\$ 2.149
9	Mantenimiento - Maquinaria y equipos	\$ 345.828.645	\$ 740	\$ 165.791.431	\$ 1.514	\$ 13.754.548	\$ 3.770	\$ 503	\$ 9.223.115	\$ 3.770
10	Mantenimiento - Infraestructura	\$ 531.783.369	\$ 1.138	\$ 124.636.727	\$ 1.138	\$ 4.154.558	\$ 1.139	\$ 1.138	\$ 0	\$ 1.139
11	Total anual									
12	Total (a 20 años de vida útil)									
13										
14										
15	Compostaje en pilas con aireación forzada									
16	Escala (ton/mes)	38.933		9.125			304	Funciones de costos		
17	Componente	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	Valor (COP/año)	COP/Ton/año	a	b	Techo
18	Energía	\$ 757.667.690	\$ 1.622	\$ 177.578.365	\$ 1.622	\$ 5.919.279	\$ 1.623	\$ 1.622	\$ 0	\$ 1.623
19	Combustible	\$ 2.926.349.637	\$ 6.264	\$ 685.863.196	\$ 6.264	\$ 22.862.107	\$ 6.267	\$ 6.264	\$ 0	\$ 6.267
20	Agua	\$ 91.448.426	\$ 196	\$ 21.433.225	\$ 196	\$ 714.441	\$ 196	\$ 196	\$ 0	\$ 196
21	Tratamiento RSO	\$ 9.798.045.660	\$ 20.972	\$ 2.296.416.952	\$ 20.972	\$ -	\$ 0	\$ 20.972	\$ 0	\$ 0
22	Monitoreo Ambiental	\$ 33.554.951	\$ 72	\$ 33.554.951	\$ 306	\$ 8.388.738	\$ 2.300	\$ 0	\$ 2.796.246	\$ 2.300
23	Mantenimiento - Maquinaria y equipos	\$ 370.036.650	\$ 792	\$ 177.396.832	\$ 1.620	\$ 14.717.367	\$ 4.034	\$ 539	\$ 9.868.733	\$ 4.034
24	Mantenimiento - Infraestructura	\$ 608.838.780	\$ 1.303	\$ 142.696.589	\$ 1.303	\$ 4.756.553	\$ 1.304	\$ 1.303	\$ 0	\$ 1.304
25	Total anual									

Fuente: Elaboración propia

2

APLICACIÓN DEL MTD PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

A continuación, se presentan los datos de entrada ingresados para la ciudad de Bogotá D.C. en el MTD y los resultados obtenidos por el mismo.

Tabla 2.1 Información general – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Año de inicio de operaciones	2022	-
Tipo de actor	Prestador del Servicio Público de Aseo	-
Proyecto Regional	No	-
Habitantes a atender	7.901.653	(UAESP, 2020)
Generación de residuos per cápita (kg-habitante-día)	0,83	(UAESP, 2020)
Porcentaje de residuos orgánicos	0,6	(DNP, 2016)
Gestión de residuos provenientes de plazas de mercado y/o centrales de abasto	No	-
Cantidad (ton/año)	-	-
Gestión de residuos provenientes de las actividades de poda de árboles y corte de césped	No	-
Cantidad (ton/año)	-	-
Ubicación del proyecto	BOGOTÁ, D.C. - BOGOTÁ, D.C.	-

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.2 Capacidad administrativa – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Medición de Desempeño Municipal	Sobresaliente	(DNP, s.f.)
Existencia de PGIRS actualizado	Si	(UAESP, 2020)
Categoría Municipal (Ley 617 de 2000)	Especial	(Contaduría General de la Nación, 2020)
Municipio afectado por el conflicto armado	No	-

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.3 Capacidad técnica – separación en la fuente – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
¿Existen rutas selectivas de residuos aprovechables?	Si	(UAESP, 2020)

Información	Valor	Fuente
¿Separan los residuos orgánicos?	Si	(UAESP, 2020)
¿Separan los residuos inorgánicos?	Si	(UAESP, 2020)
Toneladas mensuales promedio de residuos sólidos provenientes de las actividades de corte de césped y poda de árboles	Más de 300 y menos de 1500	(UAESP, 2020)

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.4 Capacidad técnica – recolección y transporte – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Cobertura en la recolección y transporte de residuos en el área urbana (%)	Superior al 90%	(UAESP, 2020)
Cobertura en la recolección y transporte de residuos en el área rural (%)	Superior al 90%	(UAESP, 2020)
Distancia a sitio de disposición final	Entre 10 km y 20 km	(UAESP, 2020)
Estado de las vías hasta el sitio de disposición final	Tramo mayoritariamente pavimentado, fácil acceso	(UAESP, 2020)

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.5 Capacidad técnica – disposición final – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Tipo de sitio de disposición final	Relleno Sanitario	(UAESP, 2020)
El sitio de disposición final, ¿es regional?	No	(UAESP, 2020)
Años de operación del sitio de disposición final	Más de 20 años	(UAESP, 2020)
Vida útil del sitio de disposición final	Más de 20 años	(UAESP, 2020)
El sitio de disposición final, ¿cuenta con sistema de extracción y aprovechamiento de biogás en el sitio de disposición final?	Cuenta con sistema de extracción más no de aprovechamiento	(UAESP, 2020)

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.6 Capacidad técnica – uso de suelo – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Existencia de polígonos para la edificación de infraestructura de tratamiento en el Plan de Ordenamiento Territorial municipal	Si	-
Existencia de áreas ya impactadas por las actividades de disposición final y/o transferencia	Si	-
Existencia de suelos urbanos con actividades definidas como industriales de alto impacto	Si	-
Existencia de suelos de expansión y rurales sin restricciones ambientales y debidamente recogidas en la cartografía oficial	Si	-

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Tabla 2.7 Capacidad económica – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Información	Valor	Fuente
Actividad de tratamiento viabilizada en el PGIRS municipal	Si	(UAESP, 2020)
Recursos del Formulario Único Territorial (FUT) destinados por la entidad territorial para financiar el tratamiento de residuos sólidos	Si	-
Índice de pobreza multidimensional	Menor al 10%	(Salud Capital, 2020)
Eficiencia en el recaudo	Superior al 75%	-
Recursos estimados por tarifa del servicio público de aseo (COP/ton)	\$ 136.919	*

* Estimados a partir del Costo de Recolección y Transporte y del Costo de Disposición Final aplicados por Área Limpia Distrito Capital S.A. E.S.P. para el segundo semestre de 2019.

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Con esta información de entrada, se obtuvo que la ciudad de Bogotá gestionará cerca de 1.4 millones de toneladas de residuos sólidos orgánicos y que se encuentra ubicada en el escenario 1 (favorabilidad muy alta), como se puede ver a continuación:

Tabla 2.8 Capacidad técnica – uso de suelo – Ejemplo de la ciudad de Bogotá D.C. para el MTD

Aspecto	Aspecto
Capacidad Administrativa	Alta
Capacidad Técnica	Alta
Separación en la fuente	Alta
Recolección y transporte	Alta
Tratamiento y disposición final	Alta
Uso de suelo	Alta
Escenario	1
Nivel de favorabilidad	Muy alto

Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas

Así, Bogotá está en capacidad de implementar tecnologías de tratamiento de residuos sólidos y se recomienda que implemente las siguientes medidas:

- "
- Identificar una tecnología para el tratamiento de residuos sólidos adecuada
- Implementar sistemas de extracción y aprovechamiento de biogás en el sitio de disposición final
- Implementar un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de emisiones de la reducción de emisiones de GEI
- Actualizar la infraestructura para la presentación de los residuos sólidos para adoptar el código de colores establecido en la Resolución 2184 de 2019"

Por su parte, las tecnologías viabilizadas por el MTD para la ciudad fueron:

1. Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)
2. Digestión Anaerobia
3. Compostaje en pilas con volteo manual

Con la implementación del TMB se espera reducir el 68% de las emisiones de GEI descargadas a la atmosfera actualmente, así como la desviación de 1.436.283 toneladas de residuos orgánicos de su disposición final. De

acuerdo con las estimaciones del MTD, el proyecto tendrá un costo de inversión de 28.500 millones de pesos y unos costos operacionales de 213.000 millones de pesos anuales. El documento PDF obtenido con la herramienta se adjunta al presente documento.

3

BIBLIOGRAFÍA

- Contaduría General de la Nación. (2020). *Categorización de departamentos y municipios*. Obtenido de <https://www.contaduria.gov.co/categorizacion-de-departamentos-districtos-y-municipios>
- DNP. (2016). *CONPES 3874. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (s.f.). *Medición de Desempeño Municipal - MDM*. Obtenido de <https://portalterritorial.dnp.gov.co/AdmInfoTerritorial/MenuInfoTerrEstMDM>
- Salud Capital. (2020). *Pobreza y desigualdad en Bogotá D.C.* Obtenido de <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/demografia/pobrezaygini/#:~:text=En%20Bogot%C3%A1%2C%20el%20porcentaje%20de,educativo%20con%2019%2C1%25>.
- UAESP. (2020). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://www.uaesp.gov.co/content/proceso-revision-ajuste-pgirs-2020>