



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Isabela Giraldo Almario

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Administración, Departamento de Ingeniería
Palmira, Colombia

2023

Evaluación del desempeño de la gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Isabela Giraldo Almario

Ingeniera Ambiental

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Ambiental

Director (a):

Germán Rueda Saa

Profesor Asociado Doctor en Ingeniería

Codirector (a):

José Reinel Uribe Ceballos

Profesor Asociado M.Sc

Línea de Investigación:

Planeación, desarrollo territorial

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería y Administración, Departamento de Ingeniería

Palmira, Colombia

Julio de 2023

Al país que quiero ver crecer

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

I. Giraldo

Isabela Giraldo Almario

Fecha 06/06/2023

Agradecimientos

A mi Padre amado que direccionó cada paso de mi caminar hacia cumplir este logro, quien me ayudó a sobreponerme a las dificultades enviando ángeles a mi alrededor. Un ángel me dio la vida y me ha ido enseñando cómo vivirla para dejar huellas positivas, me dio todo lo que necesitaba para usar mis primeros sueldos en construir mi futuro cercano. Un ángel me presentó en el empleo con el que pude financiar mi posgrado y donde aprendí mucho del sector público. Varios ángeles me enseñaron sobre las necesidades de una Alcaldía Colombiana y cómo atenderlas. Un ángel me ayudó a fortalecer mis conocimientos sobre proyectos técnicos, y otro ángel sobre relacionamiento con alcaldes. Un ángel me presentó mi empleo actual, el cual me ha permitido optimizar el tiempo para trabajar en el cumplimiento de todas mis metas. Un ángel me ha enseñado a ser muy crítica, a retar mis propios límites, a sorprenderme de mí misma. Un ángel me ha comprendido, me ha motivado a ser introspectiva y a creer que mañana será mejor si mantengo mi fe. Un par de ángeles fueron mi equipo durante la maestría y me enseñaron lo valioso que es unir conocimientos. Un ángel fue sabio y dirigió esta investigación dando aún más de lo que debía, recibí de él los mejores consejos y la oportunidad de forjar mi opinión y compartirla. Un ángel dedicó mucho de su tiempo en hacer realidad esta herramienta que por años imaginé. Un ángel usó todos sus conocimientos para sacarme de apuros gráficos. Un ángel acompañó varios de mis “sábados de tesis” con el perfecto nivel de concentración y de pausas activas que necesitaba. Un ángel me inspiró y me llenó de alegría con su gracia y belleza, rogó por que lograra cumplir esta meta. Y un ángel, uno que ha sido la mejor elección de mi vida, me ha dado la fuerza para avanzar, me ha llenado de su amor y me ha ayudado a descubrir y disfrutar algunos de esos pasos que Dios me ha pedido dar.

Resumen

Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

De acuerdo con lo reportado por el Banco Mundial en el año 2016, en Colombia se generaron alrededor del 5,6% (13 millones de toneladas año) de los residuos sólidos municipales (RSM) de América latina y el Caribe (ALC). Aproximadamente el 30% de estos residuos tuvieron origen en las tres principales ciudades del país (Bogotá, Medellín y Cali). El desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales (SGRSM) es vital para reducir los impactos ambientales y de salud pública en las ciudades. Para el manejo, seguimiento y gestión de los residuos sólidos municipales (GRSM), a nivel mundial se han utilizado los indicadores de referencia *Wasteaware*. Esta investigación contiene los resultados de la adaptación de esta metodología para Colombia. Se utilizó la información del año 2019 del SGRSM de Cali, principal ciudad del suroccidente del país. La adaptación de la metodología *Wasteaware* se realizó a nivel de criterios. Para el cálculo del puntaje global del desempeño del SGRSM, se modificaron los pesos relativos de los indicadores de acuerdo con su nivel de importancia. En la adaptación se consideraron aspectos relevantes de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el marco normativo para Colombia. Los resultados de la evaluación para Cali indican que la GRSM presenta un desempeño alto (91%). Adicionalmente, se compararon los resultados del SGRSM en Cali con otras ciudades de ALC, siendo esta ciudad la que presenta el mejor desempeño de la región. Las principales fortalezas de la GRSM de Cali son: alto nivel de control en el tratamiento y disposición de los residuos; presencia de actores formales del sistema en la recolección y la inclusión de los usuarios. Las oportunidades de mejora identificadas fueron la tasa de reciclaje y su calidad. Como valor agregado, se diseñó y validó el aplicativo web ReSol Expert para que las administraciones municipales puedan realizar el seguimiento y evaluación del SGRSM. Adicionalmente, los ciudadanos podrán conocer y hacer

seguimiento a esos resultados. El uso de esta herramienta web de gestión en municipios de Colombia, permitirá tener información actualizada de la GRSM suficiente y de calidad. Además, se constituye en una herramienta para los tomadores de decisión municipal, que permitirá direccionar y optimizar los recursos disponibles, orientando la gestión hacia la mejora continua del sistema y la priorización de proyectos estratégicos.

Palabras clave: gestión integral de residuos sólidos municipales, adaptación *Wasteaware*, residuos sólidos urbanos, residuos sólidos domiciliarios.

Abstract

Performance assessment of Santiago de Cali's municipal solid waste management system

As the World Bank reported in 2016, Colombia accounted for approximately 5,6% (13 million tons per year) of the municipal solid waste (MSW) generated in Latin America and the Caribbean (LAC). Approximately 30% of this waste was derived from the three primary cities of Colombia, namely Bogotá, Medellín, and Cali. It is crucial to ensure an efficient municipal solid waste management system (MSWMS) in order to minimize adverse environmental and public health effects in these cities. The Wasteaware benchmark indicators have been extensively utilized worldwide for the purpose of monitoring and managing municipal solid waste (MSW) operations. In this research, the results of adapting this methodology specifically for Colombia are presented. Data from Cali's MSWMS, the principal city in the southwest of the country, was used for the year 2019. The adaptation of the Wasteaware methodology was performed at the criteria level. The relative weights of the indicators should be modified based on their level of importance. The adaptation considered the pertinent aspects of the Integrated Solid Waste Management Policy and regulatory framework. For Cali, the assessment results indicate a high MSWMS performance score of 91%. Furthermore, Cali's MSWMS results were compared to those of other cities in the LAC region, with Cali emerging as the best-performing city. Cali's MSWMS strengths include a rigorous waste treatment and disposal control, involvement of formal entities in the collection system, and user participation. The recycling rate and its quality have been identified as areas for improvement. Additionally, the ReSol Expert web application was designed and validated to facilitate monitoring and evaluation of the MSWMS by municipal administrations. Moreover, citizens will be able to access these results for monitoring purposes. The implementation of this web-based management tool in Colombian municipalities will provide up-to-date and reliable information on the MSWMS, enabling informed decision-making by municipal authorities. It will assist in efficiently

directing available resources, promoting continuous system improvement, and prioritizing strategic projects.

Keywords: Municipal solid waste management, *Wasteaware* benchmarking indicators, Colombia, Cali, Circular Economy.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	XI
Lista de figuras	XVI
Lista de tablas	XVIII
Lista de abreviaturas	XX
Introducción	1
1. Planteamiento del problema y marco teórico	5
1.1 Problemática y justificación	5
1.2 Descripción de la metodología <i>Wasteaware</i>	11
1.3 Estado del arte de la aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i> en el mundo..	16
1.4 Área de estudio	21
1.4.1 Colombia	21
1.4.2 Santiago de Cali	22
1.5 Marco normativo	26
2. Objetivos	28
2.1 Objetivo general	28
2.2 Objetivos específicos	28
3. Metodología	29
4. Adaptación de la metodología <i>Wasteaware</i>	34
4.1 Análisis de la normativa nacional y local	34
4.1.1 Indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM.....	34
4.1.2 Indicador 1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GIRSM.....	35
4.1.3 Indicador 1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	35
4.1.4 Indicador 2 - Tratamiento o disposición controlada de RSM	36
4.1.5 Indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM.....	37
4.1.6 Indicador 3 - Tasa de aprovechamiento	37
4.1.7 Indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	37
4.1.8 Indicador 4U - Inclusión de los usuarios	38
4.1.9 Indicador 4P - Inclusión de los proveedores	39
4.1.10 Indicador 5F - Estabilidad financiera	40

4.1.11	Indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM.	41
4.1.12	Indicador 6L - Coherencia institucional local.....	42
4.1.13	Otros indicadores	43
4.2	Adaptación de la metodología <i>Wasteaware</i> al contexto nacional.....	45
5.	Aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i> adaptada para Colombia – Caso de estudio Santiago de Cali	52
5.1	Resultados de la aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i> adaptada a Colombia en Santiago de Cali	52
5.1.1	Indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM	55
5.1.2	Indicador 1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	57
5.1.3	Indicador 1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial....	58
5.1.4	Indicador 2 - Tratamiento o disposición controlada de RSM.....	61
5.1.5	Indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	62
5.1.6	Indicador 3 - Tasa de aprovechamiento	64
5.1.7	Indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar.....	65
5.1.8	Indicador 4U - Inclusión de los usuarios	67
5.1.9	Indicador 4P - Inclusión de los proveedores	69
5.1.10	Indicador 5F - Estabilidad financiera.....	71
5.1.11	Indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM.	73
5.1.12	Indicador 6L - Coherencia institucional local.....	74
5.2	Análisis de los resultados de la aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i> adaptada a Colombia en Santiago de Cali.....	76
5.2.1	Análisis de casos de estudio reportados sobre la aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i>	76
5.2.2	Comparación de los resultados para el SGRSM de Santiago de Cali con el de otras ciudades similares del mundo	84
5.2.3	Comparación de los resultados para el SGRSM de Santiago de Cali con el de otras ciudades de ALC.....	87
5.2.4	Análisis de las fortalezas y oportunidades de mejora del SGRSM en Santiago de Cali	91
6.	Aplicativo web ReSol Expert para la GRSM.....	98
6.1	Módulos habilitados por tipo de usuario	101
6.1.1	Superusuario.....	101
6.1.2	Usuarios principales - Alcaldías.....	102
6.1.3	Usuarios secundarios - Delegados	103
6.1.4	Usuarios invitados	104
6.2	Validación aplicativo web: Caso de estudio zona urbana de Santiago de Cali año 2019	107
7.	Conclusiones y recomendaciones	115
7.1	Conclusiones	115
7.2	Recomendaciones	117
A.	Anexo A	120
B.	Anexo B	138
C.	Anexo C	151

D. Anexo D	194
E. Anexo E.....	197
Bibliografía	227

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Árbol de problemas GRSM Santiago de Cali.....	9
Figura 2: Marco Conceptual de la metodología <i>Wasteaware</i>	13
Figura 3: Análisis temporal de la aplicación del conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i>	17
Figura 4: Aplicación del conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i> por regiones.	17
Figura 5: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i> según categoría de ingresos.....	18
Figura 6: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i> según tamaño poblacional de la ciudad.....	19
Figura 7: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i> según generación de residuos per cápita (kg/hab*año).	20
Figura 8: Proporción de ciudades con casos de éxito por indicador.	21
Figura 9: Área de estudio – zona urbana Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. ..	22
Figura 10: Composición de los RSM del distrito de Santiago de Cali.	25
Figura 11: Actores directos del SGRSM en Santiago de Cali.	25
Figura 12: Esquema metodológico para la evaluación del SGRSM de Santiago de Cali utilizando <i>Wasteaware</i> adaptado.	30
Figura 13: Evaluación del desempeño del SGRSM Cali Colombia utilizando <i>Wasteaware</i> adaptado.....	54
Figura 14: Proporción de ciudades que son casos de éxito para cada indicador.....	82
Figura 15: Tipos de usuario aplicativo ReSol Expert.	99
Figura 16: Esquema de las funciones asociadas a cada tipo de usuario del aplicativo ReSol Expert.....	100
Figura 17: Módulos habilitados para el Superusuario.....	102
Figura 18: Módulos habilitados para el usuario tipo Alcaldía.	103
Figura 19: Módulos habilitados para el usuario tipo Delegado.	104
Figura 20: Módulos habilitados para el usuario tipo Invitado.	106
Figura 21: Creación de usuarios para Santiago de Cali.	107
Figura 22: Asignación de responsabilidades para los usuarios Delegados.	108
Figura 23: Asignación de responsabilidades para los usuarios Delegados para los criterios que componen el indicador 4U – Inclusión de usuarios.	108
Figura 24: Reporte de datos requeridos en la pestaña Datos básicos.....	109
Figura 25: Reporte de datos requeridos en la pestaña RSM.	109
Figura 26: Visualización pestaña Indicadores cualitativos resumen.	110

Figura 27: Visualización de los criterios asociados al indicador 5F – Estabilidad financiera para su evaluación.	110
Figura 28: Evaluación del criterio 1C1 - Presentación de los RSM en los sitios de recolección.	111
Figura 29: Cierre del año 2019.	111
Figura 30: Semáforo de indicadores con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.	112
Figura 31: Diagrama de red con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.	113
Figura 32: Pirámide de priorización de indicadores con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.	113

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Situación general de los residuos sólidos en diferentes regiones.	6
Tabla 2: Indicadores empleados en la metodología <i>Wasteaware</i>	14
Tabla 3: Aspectos relevantes de la GRSM de Santiago de Cali	23
Tabla 4: Normativa sobre GRSM en Colombia y normatividad específica para Santiago de Cali.	26
Tabla 5: Criterios potenciales identificados en la normativa sobre GRSM en Colombia.	43
Tabla 6: Ecuaciones asociadas al conjunto de indicadores <i>Wasteaware</i>	47
Tabla 7: Ponderación de indicadores para la evaluación del SGRSM.	51
Tabla 8: Resultados indicadores consolidados de la aplicación de la metodología <i>Wasteaware</i> adaptada y evaluada en Santiago de Cali.	53
Tabla 9: Aplicación del método matricial en la ciudad de Cali.....	54
Tabla 10: Escala de medida indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM.	56
Tabla 11: Escala de medida indicador 1.2 - Residuos captados por el sistema de GRSM.	57
Tabla 12: Escala de medida indicador 1C - Calidad del servicio de aseo urbano.	59
Tabla 13: Escala de medida indicador 2 - Tratamiento y disposición controlada de RSM.	61
Tabla 14: Escala de medida indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM.....	63
Tabla 15: Escala de medida indicador 3 – Tasa de aprovechamiento.	65
Tabla 16: Escala de medida indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar.	66
Tabla 17: Escala de medida indicador 4U - Inclusión de los usuarios.....	68
Tabla 18: Escala de medida indicador 4P - Inclusión de los proveedores.....	70
Tabla 19: Escala de medida indicador 5F - Estabilidad financiera.	72
Tabla 20: Escala de medida indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM.	73
Tabla 21: Escala de medida indicador 6L - Coherencia institucional local.	75
Tabla 22: Tendencia geográfica en el desempeño del SGRSM en ciudades del mundo utilizando la metodología <i>Wasteaware</i>	78
Tabla 23: Desempeño del SGRSM de 6 municipios en el mundo según la metodología <i>Wasteaware</i>	80
Tabla 24: Ciudades con mejor puntaje global del desempeño de su SGRSM.	83

Tabla 25: Ciudades con peor puntaje global del desempeño de su SGRSM.	83
Tabla 26: Semáforo de resultados para Cali y otras ciudades del mundo.	85
Tabla 27: Análisis comparativo de la evaluación del desempeño de los sistemas de GRSM reportados para ciudades de ALC.....	89

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>ALC</i>	América Latina y el Caribe
<i>DAGMA</i>	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente
<i>DANE</i>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>DAPD</i>	Departamento Administrativo de Planeación Distrital
<i>DNP</i>	Departamento Nacional de Planeación
<i>GIRS</i>	Gestión Integral de Residuos Sólidos
<i>GRSM</i>	Gestión de Residuos Sólidos Municipales
<i>Minambiente</i>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
<i>Minvivienda</i>	Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio
<i>PGIRS</i>	Plan de Gestión de Residuos Sólidos Municipales
<i>PPC</i>	Producción Per Cápita
<i>RSM</i>	Residuos Sólidos Municipales
<i>RSR</i>	Residuos Sólidos Residenciales
<i>SGRSM</i>	Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Municipales
<i>SUI</i>	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
<i>Superservicios</i>	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
<i>UAESP</i>	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

Introducción

Los RSM son los generados en un municipio, distrito o ciudad, incluyen los residuos sólidos residenciales, los residuos institucionales, comerciales o de pequeñas empresas, así como los residuos de construcción y demolición (Kabera & Nishimwe, 2019; Khan et al., 2019; Wilson et al., 2014), los residuos generados durante el barrido, la limpieza y el mantenimiento de zonas públicas (Santos Calderón, 2015). La GRSM es una de las funciones más importantes de un municipio, ya que puede tener impacto en la salud pública de los ciudadanos, además de afectar la estética de una localidad (Duarte et al., 2020). Para su adecuado funcionamiento requiere de la participación de múltiples actores a lo largo de toda la cadena de valor de los residuos sólidos (Ferronato et al., 2020).

En el año 2016 se llevó a cabo la más reciente evaluación de la gestión mundial de los RSM, la cual fue amplia, imparcial y profunda. Se revisaron iniciativas empleadas en diversos lugares del mundo que permitieran la evaluación del desempeño del sistema en ciudades o países. La revisión abarcó más de 15 iniciativas, identificando que algunas habían sido diseñadas para aplicarse a nivel local, otras a nivel nacional y solo cuatro en ciudades de diferentes países. No obstante, solo una había sido ampliamente probada (UNEP, 2016, p. 35). La iniciativa con las mejores características identificadas, es la metodología *Wasteaware* debido a su contenido, origen, alcance y número de aplicaciones (UNEP, 2016, p. 34 y 35).

La metodología *Wasteaware* fue diseñada por la ONU Hábitat, GIZ y la Universidad de Leeds bajo el concepto de gestión integral y sostenible de residuos sólidos. Por esta razón se distinguen tres dimensiones en el SGRSM: el sistema físico y tecnológico, los aspectos de sostenibilidad (social, institucional, político, financiero, económico, ambiental y técnico) y se incluyen los actores involucrados (Wilson et al., 2014). Con el fin de emplear esa metodología en municipios colombianos, se adaptó a la normativa nacional y la política de gestión integral de RSM. Adicionalmente, se diseñó un aplicativo web para facilitar la

aplicación frecuente de la misma y se validaron las acciones mediante su aplicación sobre el SGRSM de Santiago de Cali.

La aplicación de la metodología *Wasteaware* en Santiago de Cali, se desarrolló empleando una metodología mixta para la consolidación de la información. Por cuanto fue necesario emplear entrevistas, información cualitativa de informes publicados y datos cuantitativos de fuentes oficiales en los temas a revisar. Se incluyeron fuentes de información oficial que corresponden a los diferentes actores involucrados en el SGRSM. En algunos casos fueron los mismos actores quienes compartieron su experiencia en torno a cada criterio evaluado.

La evaluación del desempeño del SGRSM de Santiago de Cali se desarrolló en 4 etapas. En la primera etapa se realizó una revisión exhaustiva de la normativa nacional relacionada con la GRSM (expedida hasta el año 2022) con la cual se armonizaron y adaptaron los 12 indicadores incluidos en la metodología *Wasteaware* original, los cuales estaban compuestos de criterios que fortalecían la objetividad de la calificación. En la segunda etapa se recolectó y analizó la información del año 2019 de la GRSM en Santiago de Cali, posteriormente se aplicó la metodología *Wasteaware* adaptada para municipios colombianos. En la tercera etapa se diseñó el aplicativo web ReSol Expert, se formuló un manual de usuario del aplicativo y se validó su funcionamiento a partir de la evaluación realizada para Santiago de Cali en la etapa 2. Por último, se analizaron los resultados obtenidos en esta investigación y se compararon con evaluaciones realizadas a nivel mundial.

Es importante destacar que muchos procesos desarrollados en Santiago de Cali, y en otros municipios del país, aún no son del todo formales y por ende no es posible medir su comportamiento. Esta situación representó una limitación para la evaluación de algunos de los criterios incluidos dentro de los indicadores para la metodología adaptada.

El uso de la metodología adaptada para su aplicación en Colombia, retoma uno de los pilares de la política de GRSM de Colombia (DNP, 2016), que le permite a la administración de todo municipio colombiano hacer seguimiento sobre el desempeño del sistema y definir las prioridades respecto a las oportunidades de mejora identificadas. Adicionalmente, el desarrollo de esta investigación permitió tener una visión consolidada de todas las

experiencias de aplicación de la metodología *Wasteaware* en el mundo (hasta el año 2022) y el comportamiento en función de líneas claves.

El diseño y validación del aplicativo web ReSol Expert, que será de uso público, permitirá que todos los municipios colombianos puedan utilizar esta herramienta para realizar el diagnóstico y seguimiento del desempeño del SGRSM en su municipio. Esto facilitará el trabajo de los funcionarios encargados de la evaluación del SGRSM y proporcionará una continuidad en el conocimiento del desempeño del sistema a través del tiempo. En este sentido, la adaptación de la metodología para Santiago de Cali y el uso del aplicativo web permitió conocer que esta ciudad tiene un desempeño alto en la GRSM. Esta experiencia se convierte en el piloto para la evaluación de la GRSM en otros municipios y sin duda contribuye a la mejora continua del manejo y gestión de los residuos municipales.

1. Planteamiento del problema y marco teórico

1.1 Problemática y justificación

Los procesos de urbanización, la industrialización, el crecimiento de la población, el consumismo desproporcionado y el desarrollo económico son fenómenos que contribuyen al aumento en la generación de residuos en los grandes centros urbanos, lo que hace más compleja su gestión (PNUMA, 2013, p. 9). En el 2016 se reportó la generación de 2010 millones de toneladas de RSM a nivel mundial. Se proyecta para el 2050 un incremento hasta 3400 millones bajo el escenario “*bussines as usual*”, lo que representa un aumento del 70% (World Bank, 2018, p. 37). La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) representa un reto importante a nivel mundial, el cual puede ser más o menos significativo dependiendo de la región.

Como se evidencia en la Tabla 1, las características generales de la situación en torno a los residuos sólidos varían según cada región. El comportamiento en torno a la generación de residuos sólidos, producción per cápita (PPC), composición física de los residuos, cobertura en la recolección y el tipo de gestión, se vuelve más crítico o complejo a medida que se analizan regiones más pequeñas de ALC. No obstante, hay un denominador común en las regiones, la disposición final es el método más usado en la gestión de residuos, a pesar de que es la tecnología menos deseada en la jerarquía de gestión propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2011, p. 294).

El reto se enfoca en garantizar la GIRS municipales en todos los países del mundo, con enfoques específicos ajustados a cada región. La GIRS municipales será el conjunto de actividades diseñadas según las condiciones locales, para disminuir la cantidad de residuos sólidos generados, reincorporar los residuos susceptibles de aprovechamiento a ciclos productivos y eliminar los demás residuos de manera adecuada. Todo esto con

el propósito de proteger la salud humana y el ambiente (Environmental Protection Agency, 2002, p. 1). Los componentes de la GIRS son la generación, presentación, la recolección, el transporte, la transferencia, el aprovechamiento y la eliminación de los residuos (Environmental Protection Agency, 2019, p. 5)

Tabla 1: Situación general de los residuos sólidos en diferentes regiones.

Variable	Global	ALC	Brasil	México
Generación (ton/año)	2.010.000.000	231.000.000	79.081.401	54.151.287
PPC (kg/hab-día)	0,74 promedio. (0,11 y 4,54)	0,99	1,04	1,16
Composición	<p>Países de ingresos bajos o medio:</p> <p>-Orgánicos: 50%</p> <p>-Reciclables: 16%</p> <p>Países de ingresos altos:</p> <p>-Orgánicos: 32%</p> <p>-Reciclables: 50%</p>	<p>-Orgánicos: 52%</p> <p>-Reciclables: 16%</p>	<p>- Orgánicos: 55%</p> <p>- Reciclables: 32% ¹</p>	<p>- Orgánicos: 52,4%</p> <p>- Reciclables: 34,1% ³</p>
Cobertura de recolección	<p>Zona urbana:</p> <p>-100% países de alto o medio-alto ingresos</p> <p>-48% países de bajos ingresos</p> <p>Zona rural:</p> <p>-26% países de ingresos bajos</p> <p>- 33% a 45% países ingresos medios</p>	<p>84% en promedio</p> <p>En áreas rurales es el 30% en promedio</p>	<p>92% en promedio ²</p>	<p>83,9% en promedio ⁴</p>
Tipo de gestión	<p>70% disposición</p> <p>19% aprovechamiento</p> <p>11% incineración</p> <p>Se utilizan instalaciones adecuadas solo en países de ingresos altos y medio-altos.</p>	<p>69% disposición</p> <p>4,5% aprovechamiento</p>	<p>90,8% disposición</p> <p>1,8% aprovechamiento</p> <p>7,6% sin especificar</p>	<p>78,5% disposición</p> <p>9,63% aprovechamiento ⁴</p>

Fuente: (World Bank, 2018). Información año 2016. ¹(Agencia Brasil, 2019), ²(FICEM, 2012), ³(Semarnat, 2016), ⁴(Gobierno de México, 2017).

Con relación a la GRSM, en Colombia se presenta una situación similar a la de ALC. El 84% de los RSM terminan en sitios de disposición final autorizados o no autorizados (DANE, 2018b; Superservicios, 2019a, p. 19; World Bank, 2018, p. 53). Se reporta una generación per cápita de RSM de 0,76 kg/hab-día (World Bank, 2018, p. 53), que obligan al manejo y gestión de 36.000 toneladas diarias (DANE, 2018b; World Bank, 2018, p.

53). Alrededor del 30% de los RSM del país se generan en Bogotá, Medellín y Cali, que son las tres principales ciudades de Colombia (Alcaldía de Medellín, 2016, p. 66; Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015, p. 11; DANE, 2018a, 2020; DAPD, 2020d, p. 359; World Bank, 2018, p. 53). La alta PPC se debe principalmente a los procesos de urbanización y crecimiento de la población y la migración de las zonas rurales a los grandes centros poblados en las últimas décadas (DANE, 2021, p. 14).

De manera específica, en Santiago de Cali las fuentes oficiales de información presentan información diferente sobre la cantidad de residuos generados, además de otros datos relacionados con su gestión. Es por esto que, para el desarrollo de la investigación, se tendrá en cuenta principalmente la información reportada en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del distrito para el año base 2019. El año base se eligió teniendo en cuenta el último año “típico” antes de la pandemia de COVID-19, además en este año la Alcaldía de Cali realizó el diagnóstico más reciente de los componentes de la GRSM.

El Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) de Santiago de Cali, reporta que para el 2019, en la ciudad se generaron 709.008 toneladas de RSM, de los cuales, solo el 4.32% fueron aprovechados y el resto fue llevado al Relleno Sanitario Colomba-El Guabal (DAPD, 2020d). Este sitio de disposición final se encuentra ubicado en Yotoco – Valle del Cauca y recibe los residuos sólidos de 28 municipios (Superservicios, 2019g). En el año 2020, tenía una vida útil de 20 años (DAPD, 2020d, p. 359).

Los RSM de Santiago de Cali están compuestos principalmente por residuos sólidos provenientes de las viviendas, también denominados residuos sólidos residenciales (RSR) (DAPD, 2019a, p. 107). La fracción predominante es la de residuos orgánicos representando alrededor de la mitad de los residuos generados en la zona urbana (más de 350.000 ton/año), y el 22% en la zona rural (más de 3.000 ton/año) (DAPD, 2020d).

Es común que, en las ciudades, aborden la problemática generada por los residuos sólidos de manera fragmentada y descoordinada, implementando soluciones al final del tubo sin enfoque preventivo e integral (PNUMA, 2013, p. 9), lo que afecta en gran medida la viabilidad financiera y económica de los proyectos relacionados con la GRSM (Chanhthamixay et al., 2017). Es por esto, que los gobiernos cada vez tendrían que invertir más recursos en soluciones paliativas que no remedian la problemática de raíz.

Evidencia de ello, son los mecanismos que el municipio de Santiago de Cali utiliza para proveer y gestionar los recursos para la ejecución de proyectos y otras actividades en el marco de la gestión integral de RSM. En la actualidad, Santiago de Cali cuenta con el PGIRS, que para el periodo 2015-2027 contempla programas, proyectos, metas e indicadores, que en ocasiones no son suficientes (DAPD, 2020d). Adicionalmente, para cada vigencia se priorizan y asignan recursos de forma cualitativa en el plan anual de adquisiciones (DAPD, 2018), sin tener un diagnóstico integral de los componentes. Tampoco existe un mecanismo o herramienta que permita conocer de manera integral y general, el desempeño de la GRSM en el tiempo.

Otro aspecto a resaltar, es el manual del proceso de gestión contractual de la Alcaldía de Santiago de Cali, que contempla al finalizar la ejecución de un contrato, la obligación de diligenciar un formato de evaluación de proveedores y otro de lecciones aprendidas, con el fin establecer el grado de cumplimiento en los tiempos de ejecución del proyecto, en la calidad del producto y en los aspectos administrativos (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019b, p. 15). Se considera que ese balance contractual determina el desempeño del contratista en la obligación contractual, pero no del SGRSM en el tiempo.

A partir de este contexto, en la Figura 1 se presenta el árbol de problemas identificados en esta investigación en torno a la GRSM en Santiago de Cali. Se reconoce que el problema central es que no se evalúa periódicamente el desempeño del sistema de forma integral. Lo anterior teniendo en cuenta que el PGIRS solo analiza el cumplimiento de metas de los programas de forma fragmentada y sin articulación con otros elementos funcionales de la GRSM.

Figura 1: Árbol de problemas GRSM Santiago de Cali

El programa ONU-Hábitat y GIZ, con el propósito de generar herramientas de GRSM que permitan hacer seguimiento y evaluación del desempeño en el tiempo, propusieron la metodología *Wasteaware* en el año 2016. En el siguiente capítulo se explica con mayor profundidad *Wasteaware*. Esta metodología propone el análisis de un conjunto de indicadores de referencia de la GRSM que se orientan a establecer el grado de cumplimiento (Wilson et al., 2014, p. 2). Estos indicadores usados como herramienta de gestión de residuos sólidos, siguen siendo los más amplios en cobertura de componentes tanto físicos como de gobernanza, los más ampliamente probados en diferentes ciudades (más de 70 en el mundo), y aplicados en toda la gama de niveles de ingresos económicos (Wilson et al., 2014, p. 2).

En Colombia, esta metodología fue incluida en el marco conceptual de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos como un pilar fundamental para su formulación (DNP, 2016), ya que se orienta a la evaluación continua del desempeño del SGRSM en una municipalidad. Sin embargo, hasta la fecha esta iniciativa no ha sido desarrollada en el país. En este sentido, este proyecto se orienta a la evaluación del desempeño del SGRSM mediante la aplicación de la metodología “*Wasteaware*” adaptada al contexto nacional y local. Esta investigación se constituye en una herramienta complementaria para la evaluación y seguimiento que realiza la administración municipal de Santiago de Cali, que está basada en los programas y proyectos formulados en el PGIRS.

La aplicación de esta metodología busca generar múltiples beneficios para los diferentes actores encargados del SGRSM en municipios colombianos como son: las administraciones municipales, las empresas públicas y privadas de aseo urbano que realizan la recolección y transporte, la comunidad y otros actores relacionados con el sistema. Los principales beneficios identificados por Wilson et al. (2014) son los siguientes:

- Proporciona una visión general del desempeño de la GRSM de un municipio o localidad, identificando de manera clara aspectos que funcionan bien y los que se deben mejorar.
- Señala el camino y las acciones hacia la mejora del SGRSM.
- Proporciona información para la toma de decisiones sobre las prioridades de los recursos limitados disponibles para mejorar la gestión.
- Permite sensibilizar a los actores responsables de la GRSM.
- Permite la evaluación comparativa de la GRSM con otros municipios, lo que hace posible que las entidades gubernamentales puedan acoger algunas medidas de mejora que hayan sido exitosas o susceptibles de mejoramiento en otros lugares.

Tal y como se mencionó anteriormente, en este proyecto de investigación se aplicó la metodología *Wasteaware* ajustada al contexto nacional en Santiago de Cali, como caso de estudio. En este sentido, inicialmente se revisó y ajustó la metodología a los postulados de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos en Colombia y el marco regulatorio vigente nacional. Posteriormente, se diseñó y validó un aplicativo web (ReSol Expert) para el seguimiento continuo y actualización de los indicadores de gestión. El uso de este aplicativo se orienta principalmente a los funcionarios de la administración municipal encargados de hacer seguimiento a la GRSM en el tiempo. (en los años siguientes a la ejecución de este proyecto). El aplicativo web está pensado para que los diferentes actores encargados de la GRSM puedan ingresar la información y otros actores lo puedan consultar.

Todos los reportes que arroje el aplicativo web ReSol Expert podrán ser vistos por la comunidad. Esta propuesta de mejoras operativas (aplicativo web) de la metodología *Wasteaware* permitirán obtener potencialmente los siguientes beneficios:

- Permitirá la evaluación cuantitativa del impacto real de los proyectos y actividades del PGIRS, contratadas por la administración municipal y relacionadas con la GRSM

durante la vigencia evaluada. Esto es un valor agregado que va más allá de calificar el cumplimiento del objetivo de cada proyecto y el servicio prestado por el proveedor.

- A mediano y largo plazo facilitará el seguimiento, supervisión y auditoría a las actividades desarrolladas por las empresas prestadoras del servicio público de aseo.
- Permitirá priorizar información necesaria para hacer seguimiento y conocer realmente el desempeño del SGRSM.
- Brindará mayor transparencia a la ciudadanía con relación al SGRSM, pues les permitirá conocer el impacto real de los programas del PGIRS establecidos por la administración municipal.
- La herramienta genera salidas gráficas que permiten visualizar la jerarquía de los indicadores y la priorización de actividades en el SGRSM.
- Permite obtener un puntaje global sobre el desempeño del SGRSM en el municipio.
- Retoma una de las bases empleadas para la formulación del CONPES 3874, llamada “Marco analítico de los dos triángulos”, la cual corresponde a la metodología *Wasteaware*.

En el caso del municipio de Santiago de Cali, la aplicación de esta metodología, además de ser importante para la evaluación y seguimiento de la GRSM, apoya la gestión de otras dependencias de la administración municipal como el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), DAPD, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), Secretaría de educación, entre otras. Adicionalmente, articula las actividades de las empresas prestadoras del servicio público de aseo, ya que se podrían identificar y orientar esfuerzos y recursos a acciones estratégicas que permitan avanzar en la optimización de la GRSM.

Se resalta que esta herramienta de seguimiento y evaluación a la GRSM también podría beneficiar a los ciudadanos y al ambiente, en el escenario en que se prioricen acciones e indicadores críticos de la GRSM. Adicionalmente, el uso del aplicativo web está pensado para que pueda replicar en cualquier municipio de Colombia.

1.2 Descripción de la metodología *Wasteaware*

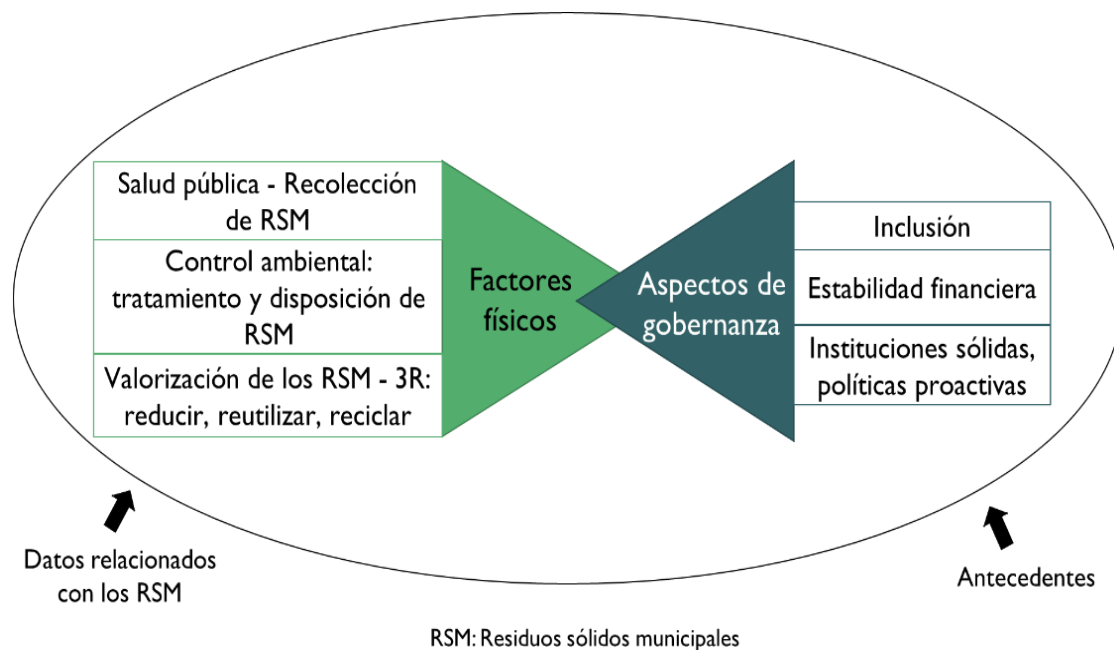
En el año 2016 se llevó a cabo la más reciente evaluación de la gestión mundial de los RSM, la cual fue amplia, imparcial y profunda. Se revisaron iniciativas empleadas en diversos lugares del mundo que permitieran la evaluación del desempeño del SGRSM en ciudades o países. La revisión abarcó más de 15 iniciativas propuestas por

universidades investigadoras, convenios gubernamentales o cooperación internacional; identificando que algunas habían sido diseñadas para aplicarse a nivel local, otras a nivel nacional y solo cuatro en ciudades de diferentes países. No obstante, solo una había sido ampliamente probada (UNEP, 2016, p. 35).

La iniciativa con las mejores características identificadas fue la metodología *Wasteaware* debido a su contenido, origen, alcance y número de aplicaciones. El análisis de la metodología incluye tanto los factores físicos como los aspectos de gobernanza y ha contado con diversos aportes institucionales. En su versión preliminar fue desarrollada y probada por ONU Hábitat. La versión definitiva fue elaborada por un equipo de la Universidad de Leeds y se caracteriza porque permite ser usada en una amplia gama de ciudades con niveles de ingresos, tamaño y prácticas de GRSM muy diferentes. En el año 2015 contaba con el mayor número de aplicaciones en el mundo, 50 ciudades en 6 continentes (UNEP, 2016, p. 34).

El conjunto de indicadores *Wasteaware* pretende realizar la evaluación estandarizada del desempeño del SGRSM de una ciudad, bajo los conceptos de integralidad y sostenibilidad. *Wasteaware* permite a los tomadores de decisión en una ciudad entender el desempeño del servicio de aseo urbano. Además, los resultados de la evaluación permiten priorizar programas de GRSM para mejorar el servicio, identificar fortalezas y debilidades y monitorear los cambios en el tiempo (Wilson et al., 2014, p. 2). En la metodología *Wasteaware* se distinguen tres dimensiones: el sistema físico y tecnológico, los aspectos de sostenibilidad (social, institucional, político, financiero, económico, ambiental y técnico), y se incluyen los actores involucrados en el SGRSM. Estas dimensiones se sintetizan en 2 triángulos como lo muestra la Figura 2: componentes físicos y aspectos de gobernanza.

En la Figura 2, el triángulo de la izquierda corresponde a 3 componentes físicos. La protección de la salud pública que depende de un buen servicio de recogida de RSM, la protección del medio ambiente, en particular durante el tratamiento y la disposición final de los RSM y la valorización de los RSM mediante las "3 R": reducir, reutilizar, reciclar. El triángulo de la derecha contiene aspectos gobernanza relacionados con la inclusión de usuarios y proveedores de servicios, la estabilidad financiera (rentabilidad y asequibilidad) y una base de instituciones sólidas y políticas proactivas (Wilson et al., 2015).

Figura 2: Marco Conceptual de la metodología *Wasteaware*

Nota: Adoptado de "Wasteaware benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities" por Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B., 2014, *Journal of Waste Management*, 35, 329–342 (<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>).

Wasteaware está conformado por 12 indicadores (Tabla 2), 7 indicadores corresponden a los componentes físicos del sistema y 5 a los aspectos de gobernanza. Los indicadores que evalúan los componentes físicos del sistema están compuestos por 4 indicadores cuantitativos y 3 cualitativos e incluyen la cobertura y la calidad en la recolección, la tasa de reciclaje, entre otros. Mientras que los aspectos de gobernanza evalúan la estabilidad financiera, la inclusión de los actores y otros a partir de indicadores cualitativos.

Los indicadores cuantitativos se calculan a partir de datos numéricos generados en la prestación del servicio de aseo urbano, por ejemplo, las toneladas de RSM que van a disposición final controlada en rellenos sanitarios. Los indicadores cualitativos están compuestos por 5 o más criterios que abordan temas asociados al indicador.

Tabla 2: Indicadores empleados en la metodología *Wasteaware*

Código	Categoría	Indicador	# de criterios
Ciudad			
C	Ciudad	Ciudad, usuarios, fechas, fuentes	N/A
Antecedentes			
B1	Categoría de ingresos del país	Categoría de ingresos del banco mundial	N/A
B2	Población	Población total de la ciudad	N/A
B3	Generación de RSM	Total de RSM generados (ton/año)	N/A
Datos clave relacionados con los residuos			
W1	Generación de residuos per cápita	RSM per cápita	N/A
W2	Composición de residuos sólidos	Orgánicos, papel, plástico, metales	N/A
Componentes físicos			
1.1		Cobertura en la recolección de RSM	N/A
1.2	Salud pública - Recolección de residuos	Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	N/A
1C		Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	6
2	Control ambiental: tratamiento y disposición de residuos	Tratamiento y disposición controlada	N/A
2E		Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	6
3	Valor de los recursos - 3R: reducir, reutilizar, reciclar	Tasa de reciclaje	N/A
3R		Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	6
Aspectos de gobernanza			
4U	Inclusión	Inclusión de los usuarios	6
4P		Inclusión de los proveedores	5
5F	Estabilidad financiera	Estabilidad financiera	6
6N	Instituciones sólidas, políticas proactivas	Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	6
6L		Coherencia institucional local	6

Nota: Adoptado de "Wasteaware benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities" por Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B., 2014, *Journal of Waste Management*, 35, 329–342 (<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>).

Cada criterio se puntúa en una escala entre 0 y 20. La asignación cero (0) representa una evaluación negativa del criterio debido al no cumplimiento. Las otras asignaciones definen el grado de cumplimiento: 5 cumplimiento bajo, 10 cumplimiento medio, 15 cumplimiento medio alto y 20 alto grado de cumplimiento, siendo la asignación mayor en la calificación del criterio. Posteriormente se normaliza el puntaje para obtener el

valor del indicador en porcentaje. La siguiente ecuación (1) resume la metodología de cálculo de los indicadores cualitativos. La metodología establece un código de color “tipo semáforo”, con 5 niveles con un rango de porcentaje para cada indicador (bajo: rojo, bajo/medio: naranja, medio: amarillo, medio/alto: verde claro y alto: verde oscuro) (Wilson et al., 2014, p. 5).

$$PI = \frac{\sum PC}{20 * CA} * 100 \quad (1)$$

Donde:

PI = Puntaje indicador (%)

PC = Puntaje asignado a cada criterio (0, 5, 10, 15 o 20)

CA = # de criterios aplicables en el indicador (#)

Es importante aclarar que la metodología *Wasteaware* está enfocada en los residuos sólidos de origen municipal. Los RSM incluyen los residuos residenciales (viviendas) y los residuos de composición similar de otras fuentes de la ciudad (Wilson et al., 2014, p. 4). Estas otras fuentes pueden ser institucionales (entidades de carácter oficial y público), comerciales (centros comerciales, almacenes, supermercados, tiendas, etc.), pequeñas empresas, limpieza de calles y mantenimiento de espacios públicos (Scheinberg et al., 2011, p. 8). De igual forma se incluyen los residuos de construcción y demolición a pequeña escala procedentes de reparaciones domésticas (Wilson et al., 2014, p. 4).

El conjunto de indicadores *Wasteaware* ha sido aplicado en más de 70 ciudades en el mundo a través de los últimos 14 años. La aplicación del conjunto de indicadores en varias ciudades pertenecientes a un mismo país, permitió identificar que la tendencia en la GRSM es similar en las ciudades y que la metodología no era fuerte para identificar con claridad las diferencias en el sistema de cada ciudad (Whiteman et al., 2019). Por esa razón, identificaron una oportunidad de mejora para hacer más sensible la metodología según el contexto de cada país.

En el año 2019, el conjunto original de indicadores *Wasteaware* fue adaptado para su uso en China. Esta adaptación fue llevada a cabo por los mismos autores de la metodología original, con el fin de incluir aspectos específicos de las ciudades chinas en torno a su avance tecnológico y sus estrategias relacionadas con uno de los objetivos de desarrollo sostenible - ciudades y comunidades sostenibles (Whiteman et al., 2019). Los cambios fueron sutiles pero importantes para la iniciativa china de mitigación del cambio climático a través de la gestión de sus RSM, incrementando el nivel de exigencia en la escala de medida de algunos indicadores (Whiteman, 2022).

Adicionalmente, diferentes autores han empleado el método matricial para obtener un puntaje global a partir del conjunto de indicadores *Wasteaware*, lo que ha permitido comparar la GRSM de forma general en dos o más ciudades (Rana, 2017; Sharma et al., 2018; Thakur et al., 2020). Este método consiste en asignar un valor cuantitativo a cada nivel del semáforo de colores que genera como principal output la metodología *Wasteaware* y procesarlos para obtener un valor normalizado y global para el municipio en evaluación (Rana, 2017).

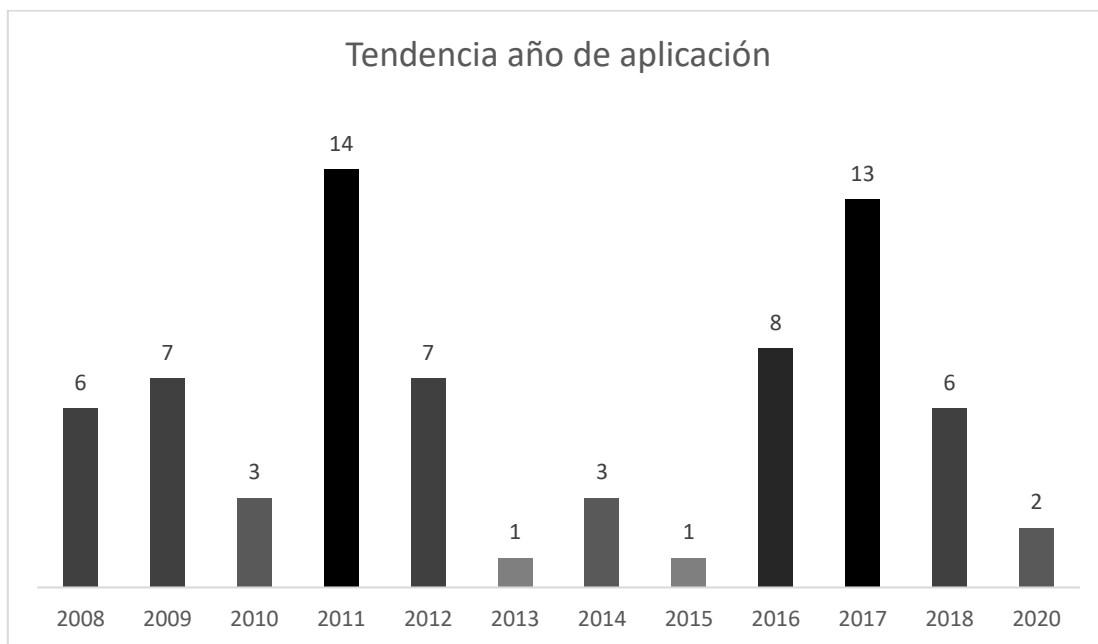
1.3 Estado del arte de la aplicación de la metodología *Wasteaware* en el mundo

El conjunto de indicadores *Wasteaware* fue diseñado por autores de Reino Unido, Holanda, Bulgaria, Egipto y Alemania (Wilson et al., 2014). Estos han sido aplicados en más de 70 ciudades en el mundo a través de los últimos 14 años. En el presente estudio se identificaron 71 experiencias de aplicación, algunas reportadas en la página web de [Wasteaware indicators set](#) (University of Leeds, 2023) y otros en publicaciones de revistas científicas.

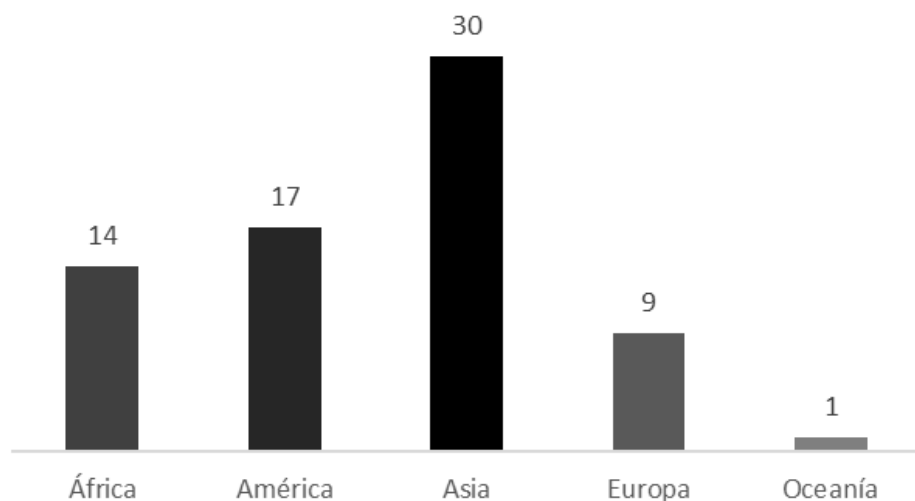
El conjunto de indicadores *Wasteaware* es el producto de la mejora continua de otras metodologías. Inicialmente, el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos elaboró un conjunto de indicadores de GIRS en el año 2008, que fueron aplicados en al menos 30 ciudades del mundo (Wilson et al., 2014). En el año 2012, en un estudio llevado a cabo por la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional, revisó el conjunto de indicadores de las Naciones Unidas y lo actualizó con el fin de incluir los diferentes modelos de operador identificados en el mundo. Este ajuste se probó en más de 15 ciudades del mundo (Wilson et al., 2014). Los resultados acumulados y los comentarios de todos los usuarios hasta el 2014, así como la revisión exhaustiva de expertos, llevaron a la versión mejorada llamada *Wasteaware*.

A partir del año 2015, se reportaron más de la mitad de las experiencias revisadas, en donde se utilizó la última versión del conjunto de indicadores. En África se encontraron 14 casos de estudio, en América 17, en Asia 30, en Europa 9 y 1 en Oceanía. En América se destacan casos de estudio de ciudades ubicadas en países como Argentina, Brasil, Chile, Santa Lucía, México, Estados Unidos, Bolivia y Nicaragua. En la Figura 3 se observa que entre los años 2016 y 2018, una mayor cantidad de ciudades aplicaron la metodología, mientras que a partir del año 2020 los reportes de la aplicación de *Wasteaware* ha disminuido considerablemente. La anterior tendencia puede deberse a que los estudios usualmente requieren un periodo importante para el procesamiento de resultados, la elaboración de artículos científicos y los trámites requeridos para su publicación. Adicionalmente, se podría deducir que la cultura tecnológica que ha permeado el mundo en los últimos años ha frenado un poco la aplicación de la metodología debido a que su uso es totalmente manual.

El análisis *Wasteaware* a nivel mundial indica una tendencia marcada en el continente asiático donde se ha aplicado la metodología en 30 ciudades en los últimos 14 años (Figura 4), le siguen África y América. En ALC se encontraron 13 experiencias de aplicación en ciudades como Brasil (Duarte et al., 2020; University of Leeds, 2023), Argentina (University of Leeds, 2023; Villafañe & Manrique, 2018; Wilson et al., 2014), Chile (University of Leeds, 2023), Ciudad de México (Gutiérrez et al., 2019) y Bolivia (Ferronato et al., 2018).

Figura 3: Análisis temporal de la aplicación del conjunto de indicadores *Wasteaware*

Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

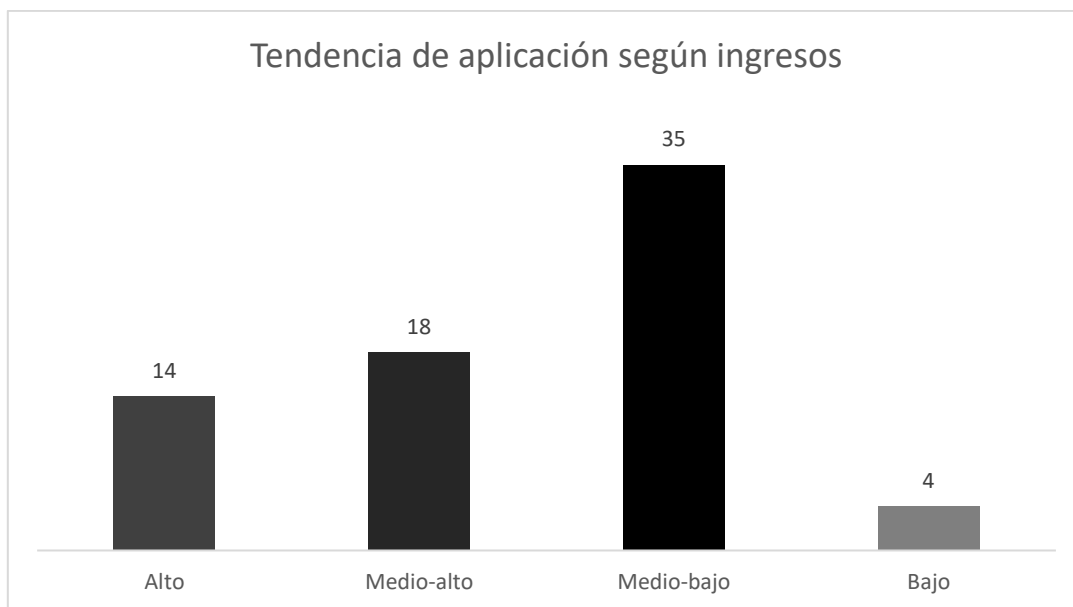
Figura 4: Aplicación del conjunto de indicadores *Wasteaware* por regiones.

Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

En general la mayoría de las ciudades donde se ha aplicado el conjunto de indicadores tienen un nivel de ingresos medio-bajo o medio alto, posiblemente debido a que les interesa identificar las oportunidades de mejora en el desempeño de su SGRSM

optimizando los recursos financieros (Figura 5). En países de bajos ingresos no se tienen muchas experiencias, posiblemente debido a que los escasos recursos con los que disponen deben emplearlos para actividades de subsistencia. Lo anterior justifica la necesidad en la aplicación de la metodología en un país de ingresos medio-alto, como es el caso de Colombia. Esto permitirá que su aplicación en municipios colombianos lleve a identificar fortalezas y debilidades en la GRSM y de esta forma priorizar y planificar las acciones en el tiempo.

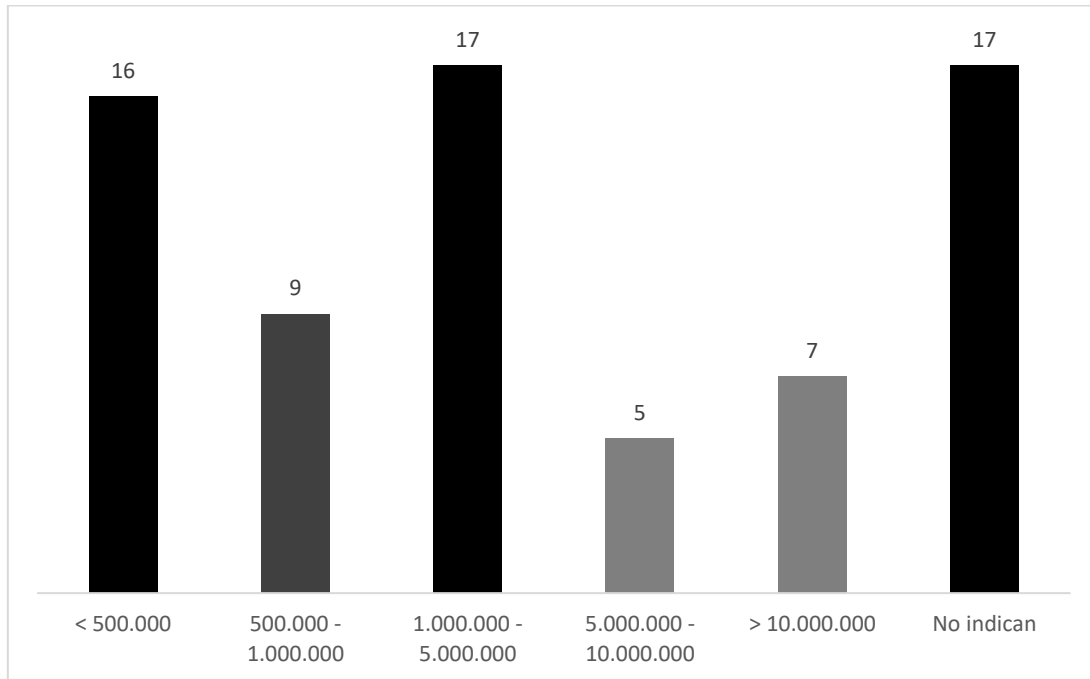
Figura 5: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores *Wasteaware* según categoría de ingresos.



Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

Como se observa en la **Figura 7**, la metodología *Wasteaware* ha sido principalmente aplicada en ciudades con poblaciones menores a 5.000.000 de habitantes. Posiblemente, esté relacionado con el nivel de dificultad en la administración de ciudades más grandes, en donde el sistema es más amplio o de mayor complejidad. Sin embargo, hay un grupo importante de ciudades en donde se desconoce el tamaño de la población para el año en que se aplicó la metodología, esto representa un margen de error del 24% en la información presentada. No obstante, los casos de estudio revisados que sí contaban con toda la información dan una idea sobre la tendencia existente en la aplicación de la metodología en función del tamaño poblacional de la ciudad.

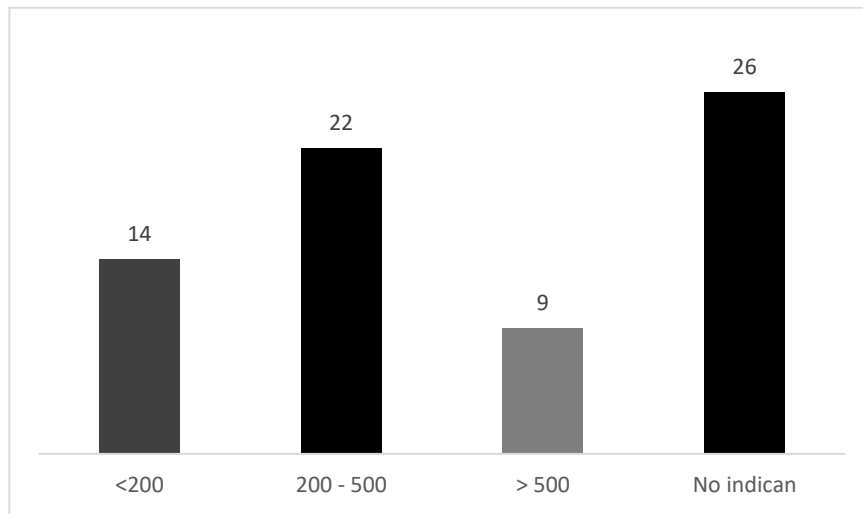
Figura 6: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores *Wasteaware* según tamaño poblacional de la ciudad.



Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

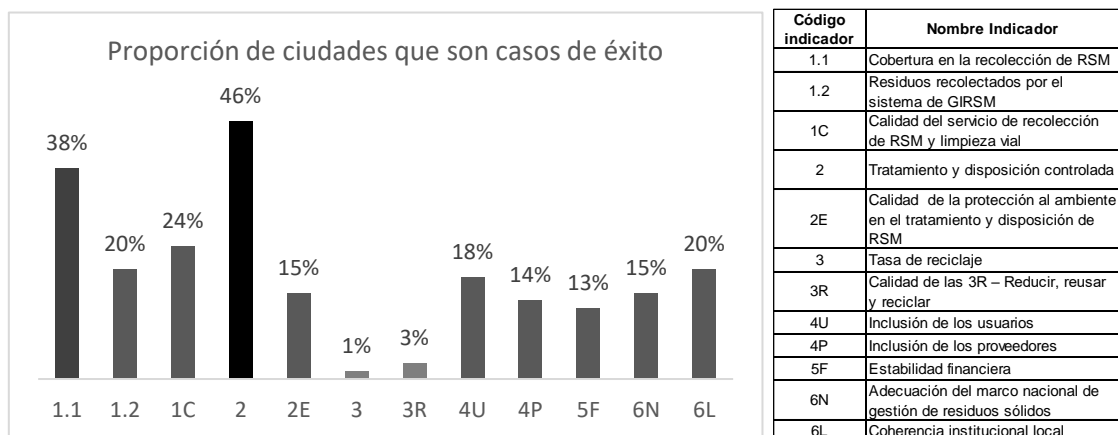
En la caracterización de los casos de estudio con la metodología *Wasteaware* para las ciudades evaluadas, se recopiló la información disponible sobre la generación de residuos anual por persona. Sin embargo, los casos de estudio recopilados en la plataforma de [Wasteaware indicators set](#) no permiten identificar el dato particular para cada ciudad por cuanto se desconocía la cantidad de habitantes en el año estudiado o la generación anual de RSM. La información disponible en las fuentes estudiadas permitió evidenciar que la metodología fue aplicada principalmente en ciudades con una generación de residuos intermedia por persona, seguida de ciudades con baja generación de residuos por persona (Figura 7). Lo anterior permitió determinar que en ciudades con una generación per cápita menor a 500 kg/hab-año, es más común aplicar herramientas para la mejora continua de su SGRSM.

Figura 7: Tendencia en la aplicación del conjunto de indicadores *Wasteaware* según generación de residuos per cápita (kg/hab*año).



Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

Varias ciudades en donde se ha aplicado la metodología han obtenido excelentes puntajes en algunos indicadores (Figura 8). En esta gráfica se relacionan los casos de estudio que se posicionaron en la mejor categoría de evaluación de cada indicador, significando que representaban un caso de éxito asociado a ese tema. De acuerdo con el análisis realizado, alrededor de la mitad de las ciudades han sido casos de éxito en relación con el tratamiento y disposición controlada de los RSM generados. Mientras que la tasa de reciclaje y la calidad del reciclaje son los indicadores más débiles en la GRSM. El análisis de las 71 experiencias permite concluir de manera general, que las ciudades tienen fortalezas (indicadores con excelentes puntajes) y debilidades (indicadores con bajos puntajes). Sin embargo, no fue posible encontrar un indicador con el 100% de cumplimiento en la GRSM.

Figura 8: Proporción de ciudades con casos de éxito por indicador.

Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en las fuentes reportadas en el Anexo B.

En Colombia, varios estudios se han enfocado en analizar los componentes del GRSM. El presente estudio se enfoca en las brechas y oportunidades para los recicladores informales en el marco de la normatividad nacional (Gómez-Maldonado et al., 2023). Colorado-Lopera et al. han identificado que las principales ciudades de Colombia cuentan con la logística esencial para garantizar una efectiva GRSM, mientras que otras ciudades enfrentan retos en la obtención de recursos (2019). Otro estudio ha identificado 15 factores que impactan la GRSM en Colombia, incluyendo la capacidad técnica, la implementación regulatoria y los costos de inversión, entre otros (Franceschi et al., 2022). Estos factores se relacionan con otras estrategias que se pueden utilizar en torno a la GRSM a nivel internacional. Wilson et al. diseñaron indicadores cualitativos y cuantitativos de referencia *Wasteaware* para evaluar el desempeño de los SGRSM en las ciudades (2014). El producto principal de esta investigación permite consolidar el análisis de todos los componentes de la GRSM desde una visión sistémica. Por lo cual todos los avances desarrollados en Colombia y en Santiago de Cali alimentan la información base requerida por el aplicativo web.

1.4 Área de estudio

1.4.1 Colombia

Colombia es un país de ALC que se encuentra en una categoría de bajos a medianos ingresos (World Bank, 2020). Está localizado al noroeste de Suramérica y tiene un área de 1.141.748 km² distribuidos en 32 regiones o departamentos (Banco de la República, 2017). Está subdividido en 1.123 ciudades (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017). Es el segundo país más biodiverso del mundo

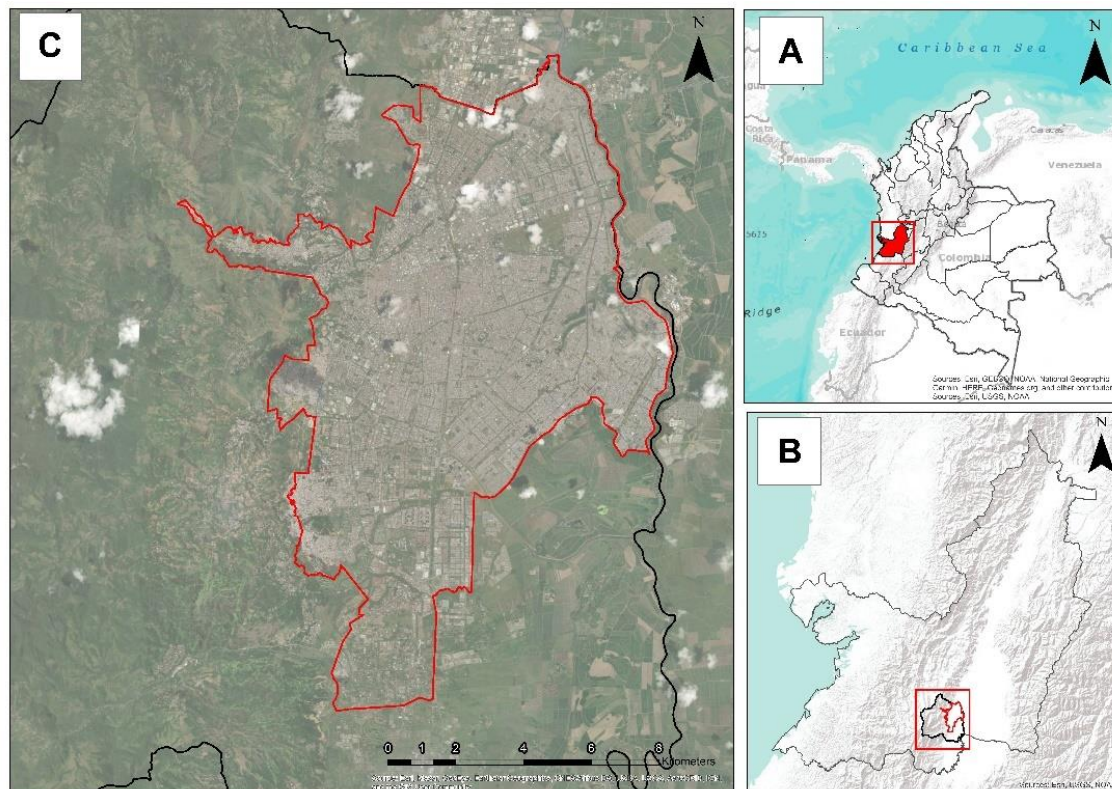
(Minciencias, 2016). Para el año 2019, se proyectó una población de 49.395.678 habitantes, de los cuales el 76% (37.425.856 habitantes) se ubican zonas urbanas y el 24% (11.969.822 habitantes) restante en zonas rurales (DANE, 2018b).

En el año 2019, se generaron aproximadamente 24.800.000 ton de residuos sólidos a nivel nacional. Se reporta una PPC de 515 kg/hab-año de residuos generados, de los cuales se aprovecharon alrededor del 11,82% (DNP, 2022, p. 6) y el resto fue llevado a sitios de disposición final. Del total de residuos sólidos que van a disposición final, el 45,23% corresponde a las 8 ciudades con mayor población en el país, Bogotá D.C., Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, San José de Cúcuta, Soacha y Soledad (Superservicios, 2020b, p. 18). De los 303 sitios de disposición final que se identificaron en 2019, el 38% son sitios no autorizados. Por otro lado, el 29% de los sitios autorizados tienen una vida útil inferior a 6 años (Superservicios, 2020b, p. 29 y 32). En esta investigación el área de estudio para la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada, corresponde a la zona urbana del municipio de Santiago de Cali, principal ciudad del suroccidente colombiano ubicada en el departamento del Valle del Cauca (Figura 9 - A).

1.4.2 Santiago de Cali

La zona urbana de Santiago de Cali tiene un área de 120,9 km² y está compuesta por 22 comunas. Se resalta que en un futuro cercano el distrito de Santiago de Cali se dividirá por localidades. De acuerdo con el Departamento Nacional de Estadística (DANE), para el año 2019 se proyectó una población de 2.470.852 habitantes para Santiago de Cali, de los cuales un 98.5% se ubicaban en el área urbana (DAPD, 2019a), por lo que la zona urbana estaría clasificada en el rango de 1.000.000 a 5.000.000 de habitantes según su tamaño poblacional (Figura 9). En la Tabla 3 se resumen aspectos relevantes de los componentes de la GRSM de Santiago de Cali.

Figura 9: Área de estudio – zona urbana Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.



Nota: Elaboración propia

Tabla 3: Aspectos relevantes de la GRSM de Santiago de Cali

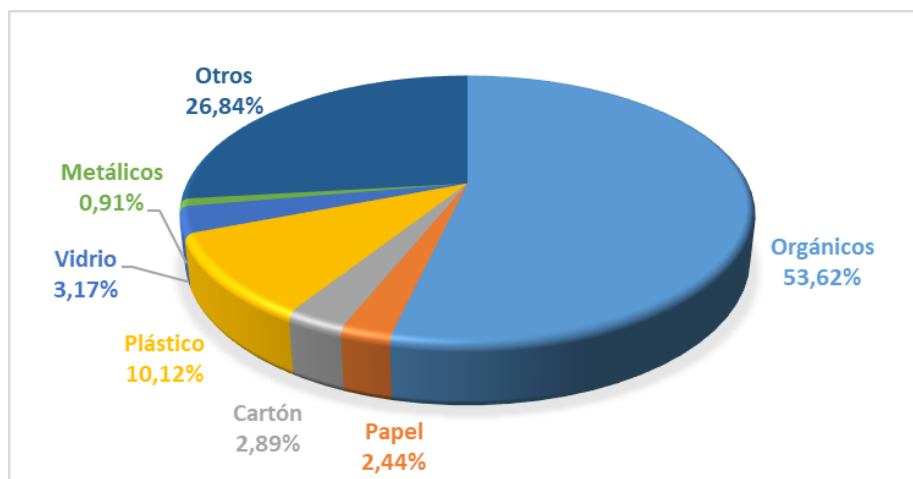
Componente de la GRSM de Cali	Aspectos relevantes
Generación	<ul style="list-style-type: none"> Se proyectó que en el 2019 se generarían 747.175 ton de RSM, tras haber aumentado en un 40% desde el año 2009. En el 2019 cada habitante de la zona urbana generó alrededor de 307 kg de residuos sólidos. La composición física promedio de los RSM generados en el distrito en el 2019 se evidencia en la Figura 10.
Presentación	<ul style="list-style-type: none"> Los usuarios residenciales presentan sus residuos en bolsas no retornables en el frente de la acera de su predio o en área pública previamente acordada con el prestador del servicio público de aseo. Los multiusuarios o grandes generadores cuentan con una unidad de almacenamiento provisional de sus residuos. Los generadores están obligados a realizar separación en la fuente de sus RSM clasificándolos en orgánicos, reciclables secos y otros no aprovechables. Sin embargo, esto no se realiza por parte de todos los generadores. Los generadores deben presentar los residuos con una anticipación no mayor de tres (3) horas previas a la recolección.
Recolección / Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Emsirva en Liquidación es la empresa encargada de recolectar los residuos generados en Cali y transportarlos hasta el punto de tratamiento, pero esta empresa está en proceso de liquidación, por lo que ha subcontratado a Veolia, PromoValle, PromoCali y Ciudad Limpia para que realicen la operación. Adicional a estas empresas de servicio público de aseo, hay otros pequeños operadores que están incursionando en esta operación, incluso con rutas selectivas.

Componente de la GRSM de Cali	Aspectos relevantes
Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> El área urbana está dividida en 4 zonas de prestación del servicio público de aseo. Debido a que el relleno sanitario se encuentra alejado del centro urbano, los residuos recolectados en Cali son llevados a la estación de transferencia ubicada en Palmaseca - Palmira. Son transferidos desde los vehículos de los operadores a vehículos de mayor capacidad, encargados de llevar los residuos hacia el relleno sanitario.
Aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> Para el 2019 se reportó un aprovechamiento solo del 4,32%, 396 bodegas, centros de acopio o estaciones de clasificación y almacenamiento y 3000 recicladores de oficio censados. Existen aún procesos de aprovechamiento informal de residuos, quienes no reportan al Sistema Único de información de servicios públicos domiciliarios (SUI) las cantidades de residuos aprovechados. Algunos operadores del servicio público de aseo y otras empresas están fomentando el aprovechamiento mediante la recolección con rutas selectivas. Se han desarrollado estrategias educativas para mejorar la tasa de aprovechamiento en la ciudad (por ejemplo: Cali circular, programa Activando la Economía Circular, etc).
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> Este es el método más empleado para el tratamiento de los residuos generados en el distrito. Los residuos son dispuestos en el relleno sanitario Colomba - El Guabal, ubicado en el municipio de Yotoco. El relleno sanitario cuenta con sistema de recolección de aguas lluvias, planta de tratamiento de lixiviados, chimeneas con quema de metano y hacen un manejo adecuado a los frentes de trabajo y a los vasos. La vida útil de este relleno se proyectó hasta el año 2039 según la licencia ambiental otorgada por la CVC, aunque la tasa de compactación es mayor que la planeada por lo que la vida útil podría extenderse.

Nota: Información tomada de (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015), (DAPD, 2020c), (Superservicios, 2019f).

A partir de la revisión de los componentes de la GRSM de Santiago de Cali y sus características económicas y poblacionales, se estableció la correlación con el estado del arte de la aplicación de la metodología *Wasteaware* en el mundo. El análisis permitió identificar que la ciudad de Santiago de Cali se encuentra en los mismos rangos modales típicos que las experiencias de aplicación encontradas en el mundo, específicamente en lo relacionado con el tamaño poblacional, el nivel de ingresos y la generación per cápita de residuos. Lo anterior sustenta la selección de esta ciudad como primer piloto para la aplicación de la metodología adaptada al contexto colombiano.

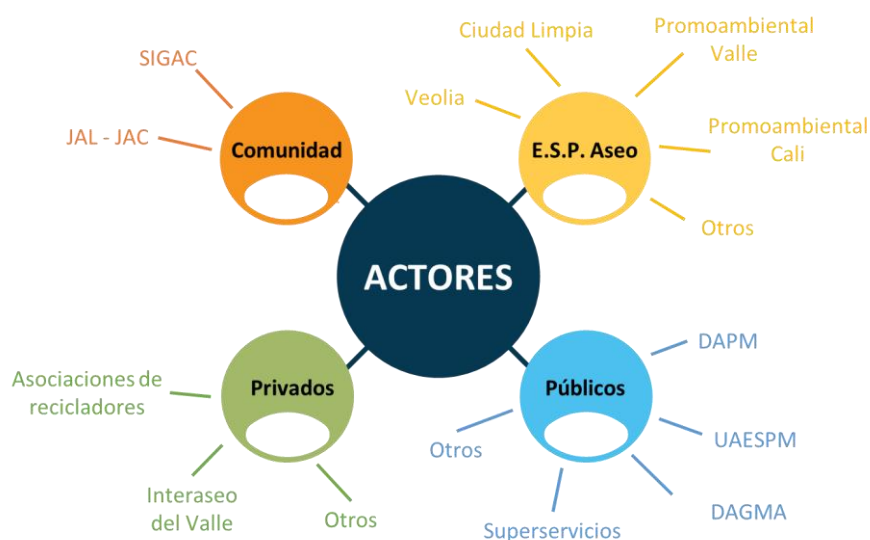
Figura 10: Composición de los RSM del distrito de Santiago de Cali.



Nota: La composición de los RSM de Santiago de Cali fue calculada a partir de la información reportada en la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de Santiago de Cali y asumiendo que la población en la zona urbana está distribuida equitativamente entre el sector unifamiliar y el sector multifamiliar. Información tomada de (DAPD, 2020c).

Adicionalmente, se han identificado los actores que contribuyen directamente en cada uno de los componentes de la GRSM. Algunos de estos se han involucrado durante la ejecución del proyecto (Figura 11). Estos actores pertenecen a la comunidad (generadores de RSM), a las empresas del servicio público de aseo, a instituciones públicas y a empresas privadas. Cabe resaltar que el sector académico aporta significativamente a la mejora continua del SGRSM, sin embargo, no se incluyen como actores directos por cuanto la administración municipal es la encargada de garantizar la calidad de la educación ambiental y la ejecución de proyectos de investigación aplicada.

Figura 11: Actores directos del SGRSM en Santiago de Cali.



1.5 Marco normativo

La GRSM en Colombia está ampliamente regulada por normas nacionales, en la ciudad de estudio también hay normas que regulan características específicas a nivel local (Tabla 4). La tendencia del marco normativo se orienta a garantizar una adecuada gestión los residuos sólidos generados en los municipios colombianos con un enfoque de economía circular. Lo que implica garantizar la cobertura, calidad y continuidad del servicio de aseo, incluir a los recicladores informales en la prestación del servicio y fomentar la valorización de los residuos sólidos generados en el municipio.

Es importante destacar el CONPES 3874 de 2016, que tiene como objetivo implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático. Uno de los conceptos claves que fungió como fuerza motriz para desarrollar conceptualmente esta política fue el “marco analítico de los dos triángulos”, enfoque basado en el conjunto de indicadores *Wasteaware*.

La tendencia de la normativa nacional en relación con la GRSM aparentemente es muy completa y avanzada. Sin embargo, con la aplicación de la metodología *Wasteaware*, se pone en evidencia que es posible que no se estén cumpliendo completamente las disposiciones establecidas en la normativa analizada o si esta normatividad es suficiente para garantizar un excelente desempeño del SGRSM en municipios colombianos.

Tabla 4: Normativa sobre GRSM en Colombia y normatividad específica para Santiago de Cali.

Políticas / Estrategias	Ley	Decreto	Resolución	Normas locales
CONPES 3530 de 2008	Ley 19 de 1958	Decreto 1842 de 1991	Resolución 0015021 de 2003	Decreto Municipal 280 de 2009
NTC 5167 de 2011	Ley 80 de 1993	Decreto 1510 de 2013	Resolución 754 de 2014	Decreto Municipal 531 de 2009
CONPES 3874 de 2016	Ley 99 de 1993	Decreto 1510 de 2013	Resolución CRA 720 de 2015	Decreto Municipal 0059 de 2009
PND 2018-2022	Ley 142 de 1994	Decreto 2981 de 2013	Resolución 288 de 2015	Decreto Municipal 133 de 2010
Estrategia nacional de Economía circular de 2019	Ley 689 de 2001	Decreto 1077 de 2015 Título 2	Resolución 276 de 2016	Acuerdo Municipal 335 de 2012

Políticas / Estrategias	Ley	Decreto	Resolución	Normas locales
	Ley 715 de 2001	Decreto 1076 de 2015	Resolución 330 de 2017	Decreto municipal 1147 de 2015
	Ley 1550 de 2007	Decreto 1083 de 2015	Resolución 650 de 2017	Decreto Municipal 673 de 2016
	Ley 1176 de 2007	Decreto 596 de 2016	Resolución 1407 de 2018	Decreto Municipal 507 de 2017
	Ley 1537 de 2012	Decreto 1784 de 2017	Resolución CRA 853 de 2018	PGIRS 2015-2027 actualizado a 2020
	Ley 1672 de 2013	Decreto 284 de 2018	Resolución 2184 de 2019	
	Ley 2232 de 2022	Decreto 176 de 2018	Resolución 1342 de 2020	
		Decreto 2412 de 2018	Resolución 0176 de 2020	

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali, mediante el uso de un aplicativo web con la metodología *Wasteaware* adaptada al marco normativo y política nacional de gestión de residuos sólidos de Colombia.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1. Realizar la adaptación de la metodología *Wasteaware* original al marco normativo y política de gestión de residuos sólidos en municipios colombianos.

2.2.2. Aplicar la metodología *Wasteaware* adaptada para la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali.

2.2.3. Diseñar y validar un aplicativo web como herramienta de seguimiento a la gestión integral de residuos sólidos municipales en el contexto colombiano.

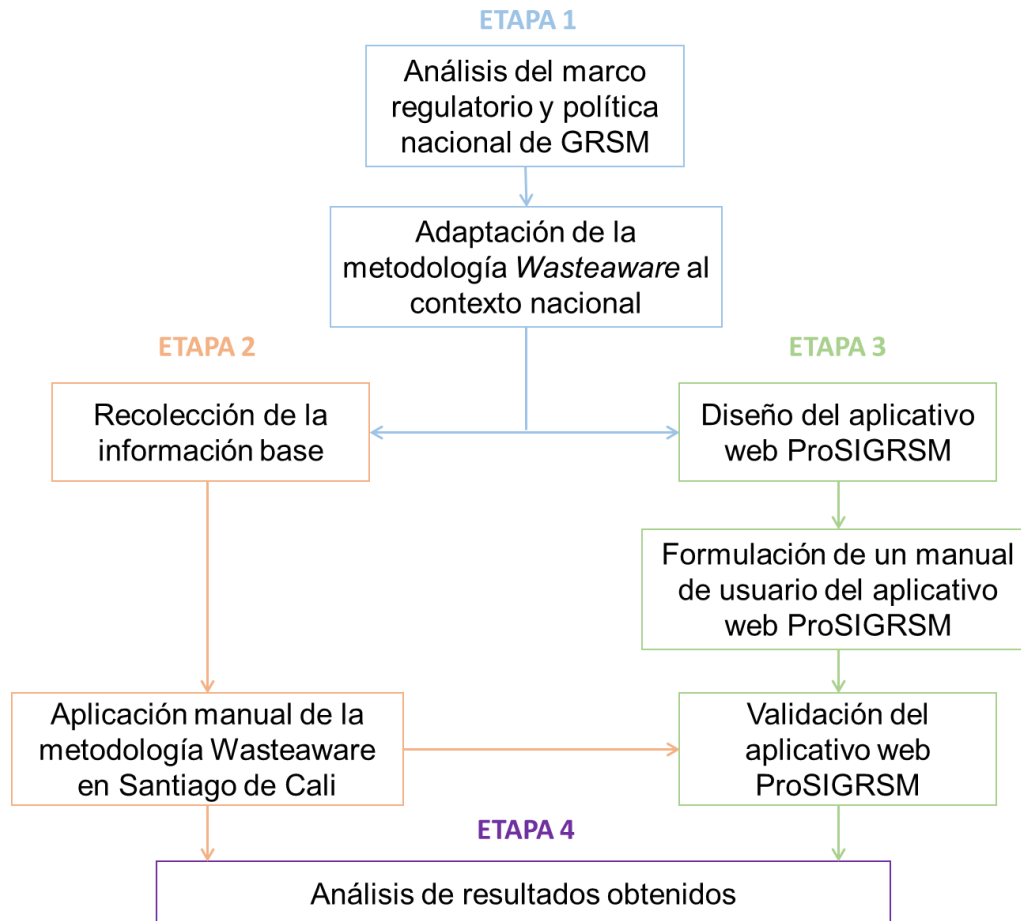
3. Metodología

Cada componente de la GRSM en Colombia es llevado a cabo por diferentes actores que buscan cumplir sus metas y obtener beneficios. Sin embargo, no tienen una visión global del desempeño de ese sistema de gestión a nivel local, regional ni nacional. Puntualmente en la ciudad de Santiago de Cali se han invertido recursos para la mejora continua del sistema sin conocer específicamente cuáles son sus necesidades prioritarias. Es por esto, que esta investigación se orientó a evaluar el desempeño del SGRSM de la zona urbana de Santiago de Cali para el año 2019. El año base del diagnóstico permitió evaluar y conocer el sistema antes de la pandemia de COVID-19, buscando tener una línea base promedio comparable en los siguientes años de evaluación.

Este estudio se desarrolló empleando una metodología mixta, por cuanto fue necesario realizar entrevistas, información cualitativa de informes publicados y datos cuantitativos de fuentes oficiales en los temas a revisar. Se utilizaron las fuentes oficiales de información correspondientes a los diferentes actores involucrados en el SGRSM. En algunos casos fueron los mismos actores quienes compartieron su experiencia en torno a cada criterio evaluado.

La evaluación del desempeño del SGRSM de Santiago de Cali se desarrolló en 4 etapas. En la primera etapa se analizó la normativa nacional y local y se adaptó la metodología *Wasteaware* a este contexto. En la segunda etapa se recolectó y analizó la información base requerida para aplicar la metodología *Wasteaware* adaptada en Santiago de Cali. En la tercera etapa se diseñó el aplicativo web ReSol Expert, se formuló un manual de usuario del aplicativo y se validó su funcionamiento a partir de los datos recopilados en la tercera etapa. Por último, en la cuarta etapa, se analizaron los resultados obtenidos durante todo el proyecto. En la Figura 12 se presenta un diagrama de la metodología utilizadas para el desarrollo de la investigación.

Figura 12: Esquema metodológico para la evaluación del SGRSM de Santiago de Cali utilizando *Wasteaware* adaptado.



Etapa 1:

Análisis de la normativa nacional y local: Se revisaron 18 normas y reglamentos relacionados con la GRSM en Colombia. Se investigó la articulación entre cada indicador y/o criterio de la metodología *Wasteaware*, con los requerimientos técnicos y ambientales de las normas colombianas. Lo anterior buscando que la adaptación se pudiera aplicar a cualquier ciudad ubicada en el territorio nacional. No se incluyó en la adaptación aspectos que no tengan carácter obligatorio en Colombia, o que representen altos estándares técnicos para la GRSM en el país. Se identificaron exigencias o requerimientos adicionales de normas representativas en Colombia o aspectos que no estaban siendo evaluados por ningún indicador y/o criterio en la metodología *Wasteaware* original. En este sentido, se pudo ajustar la definición o escala de medida de criterios existentes o se añadieron criterios adicionales. En todos los casos, cada indicador y criterio estaba soportado por una norma nacional, con el fin de que la adaptación se pudiera emplear para cualquier municipio colombiano.

Adaptación de la metodología Wasteaware al contexto nacional: La metodología original fue adaptada desde diferentes enfoques. Inicialmente se realizó la traducción de la metodología del idioma inglés al español con herramientas como DEEPL y los conocimientos técnicos de los investigadores. Se agregó la descripción de la escala de medida a cada indicador y/o criterio cualitativo, esto con el propósito de que la selección del puntaje fuera lo más estandarizado posible. También se ajustó la descripción de los indicadores y/o criterios para que fueran claros y fáciles de entender para evaluadores con cualquier nivel de estudio. A partir de los requerimientos de la normativa colombiana, se amplió el alcance de algunos criterios: presentación de RSM en los sitios de recolección, cumplimiento de las normas técnicas para el transporte de RSM y grado de control sobre el tratamiento y la disposición de RSM. Por último, se añadieron los criterios; calidad del trasbordo y estación de transferencia; erradicación de puntos críticos y efectividad en la post clausura de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios.

La primera versión de la metodología adaptada para Santiago de Cali se compartió con el DAPD. Un conjunto de funcionarios expertos en el tema revisó detalladamente la propuesta y sugirió algunos ajustes adicionales relacionados principalmente con la claridad de algunos criterios. En general hubo una aceptación importante por parte del equipo de trabajo experto.

Etapa 2:

Recolección de la información base: Se utilizaron fuentes de información oficial para la evaluación del SGRSM de la ciudad de Santiago de Cali. Esta información corresponde a los diferentes actores involucrados en el sistema (administración municipal, empresas de aseo privado, empresas de aprovechamiento). En algunos casos fueron los mismos actores quienes compartieron su experiencia en torno a cada criterio evaluado. La información se recolectó empleando una metodología mixta, con datos publicados en el SUI y otras fuentes oficiales. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a actores principales (empresas del servicio público de aseo, asociaciones de recicladores, expertos en salud y seguridad en el trabajo y expertos en planeación de la GRSM).

De igual forma, se recolectó información cualitativa y cuantitativa a partir de informes elaborados por: la Superintendencia de Servicios Públicos de Aseo (Superservicios), la UAESP Cali, el DAGMA, planes de GRSM, reportes de mesas de trabajo, páginas web de actores de la cadena, entre otros. Adicionalmente, se hizo una revisión exhaustiva

de la Política de GIRS, leyes, decretos y resoluciones expedidas en Colombia relacionadas con la GRSM.

Se tomó el año 2019 como base del estudio para la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada. Este análisis corresponde a la GRSM de Cali, antes de la pandemia de COVID-19. Por lo que, se considera que la información analizada fue representativa de un año típico para la ciudad de Cali. Adicionalmente, se constituye en el punto de partida para el seguimiento y control de los indicadores en los siguientes años.

Aplicación manual de la metodología *Wasteaware* adaptada: A partir de la información base obtenida, se organizó y analizó en función de cada uno de los indicadores establecidos en la metodología *Wasteaware* adaptada. En este punto se identificaron las limitaciones de la aplicación de la metodología relacionadas con la inconsistencia de la información obtenida, la percepción variable de los actores según sus intereses, la informalidad en algunos procesos que no estaba medida ni documentada, entre otras. A partir de la información se asignó una calificación a cada indicador cuantitativo y a los criterios que conforman los indicadores cualitativos. Esta calificación se reportó en el formato sugerido por Wilson et al. (2015) con su respectivo semáforo normalizado. Adicionalmente, se adaptó el método matricial sugerido por Rana (2017) y se aplicó a los resultados obtenidos para el SGRSM de Santiago de Cali, permitiendo la posterior comparación con otras ciudades del mundo.

Etapa 3:

Diseño del aplicativo web ReSol Expert: Se diseñó el aplicativo web ReSol Expert que permite a las administraciones municipales en Colombia aplicar la metodología *Wasteaware* adaptada para la evaluación del desempeño del SGRSM. Los resultados de la evaluación y seguimiento del desempeño del SGRSM permiten la comparación con otras ciudades del mundo. Adicionalmente, ReSol Expert permitirá a los colombianos conocer los resultados de la evaluación para incrementar su participación activa en el SGRSM de su municipio.

Formulación del manual de usuario del aplicativo web ReSol Expert: Se elaboró un manual del usuario, en el cual se indica el paso a paso para aplicar la metodología *Wasteaware* adaptada haciendo uso de ReSol Expert mediante un flujograma sencillo

asociado a cada una de las 5 funciones principales del aplicativo: a) evaluar, b) analizar, c) conocer, d) comparar y e) hacer seguimiento al desempeño del SGRSM.

Validación del aplicativo web ReSol Expert: Se empleó el aplicativo web para evaluar el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali y se verificó que los reportes generados fueron consistentes con los generados tras la aplicación manual de la metodología *Wasteaware* adaptada.

Etapa 4:

Análisis de los resultados: Teniendo en cuenta que los reportes del aplicativo web proveen un análisis inicial de la información introducida, en esta etapa se hizo un análisis más profundo. Inicialmente se consolidó y revisó en detalle el desempeño del SGRSM en los casos de estudio identificados alrededor del mundo. Con la información consolidada, se aplicó el método matricial adaptado a los resultados de todos los casos de estudio. Se identificó la tendencia de la aplicación de la metodología en el tiempo, según el tamaño de la población, la ubicación geográfica de la ciudad, el nivel de ingresos y el nivel de generación de residuos per cápita. Los resultados permitieron identificar las ciudades con las mayores fortalezas por cada indicador, reconociéndolos como casos de éxito potencialmente replicables en otros lugares del mundo. Así mismo, se identificó la tendencia del desempeño del SGRSM, es decir, la cantidad de casos de estudio con un alto desempeño, con medio/alto, con medio, medio/bajo y bajo desempeño.

A partir de la información obtenida se comparó el desempeño del SGRSM de Cali por cada indicador respecto al comportamiento de otras 4 ciudades del mundo que contaban con el mismo tamaño de la población y nivel de ingresos de Cali. Adicionalmente se identificaron las principales fortalezas del SGRSM de Cali (indicadores con desempeño alto) y las oportunidades de mejora del sistema (indicadores con desempeño medio). Se relacionaron estrategias empleadas por la ciudad de Cali que posiblemente eran el origen del excelente desempeño en los indicadores considerados como fortalezas; por otro lado, se asociaron estrategias de ciudades exitosas en el desempeño de los 2 indicadores considerados como oportunidades de mejora para el SGRSM de Santiago de Cali.

4. Adaptación de la metodología *Wasteaware*

Teniendo en cuenta que la metodología *Wasteaware* fue diseñada por la ONU Hábitat, para ser aplicada a nivel internacional, en este capítulo se presenta la adaptación a las características de Colombia y será validada para Santiago de Cali. La adaptación incluyó la revisión del CONPES 3874 de 2016, el Decreto 1077 de 2015, el PGIRS del Distrito de Santiago de Cali actualizado al año 2020 y otras normas nacionales que rigen diversos aspectos de la GRSM que requieren cumplimiento. De esta manera se soporta la relevancia de cada uno de los indicadores empleados en la metodología, se ajustan algunos criterios de los indicadores cualitativos y se adicionan otros por cuanto la normativa lo sugiere de forma directa o indirecta.

4.1 Análisis de la normativa nacional y local

Todos los indicadores y criterios que componen la metodología *Wasteaware* están contemplados en las normas identificadas en el marco normativo. Esto se sustenta en el análisis y verificación realizado, donde se garantiza que cada criterio está soportado en al menos una norma emitida por el gobierno nacional.

A continuación, se presenta el análisis detallado de la normativa nacional y/o local que reglamenta algunos requerimientos que deben cumplir diversos actores del SGRSM y que deberían estar siendo medidos para hacer seguimiento a su cumplimiento. En el Anexo A se reporta la relación particular entre las normativas revisadas y cada indicador o criterio.

4.1.1 Indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda) determina que todos los habitantes del territorio colombiano deben contar con la prestación continua y de calidad del servicio de aseo público (Santos Calderón, 2015, p. 368), propendiendo por mejorar y garantizar la recolección de RSM en zonas de difícil acceso (DAPD, 2020d). Para conocer si esas metas, directrices y proyectos se están cumpliendo a cabalidad, en relación a la cobertura de la recolección de RSM, es necesario identificar y hacer

seguimiento sobre la proporción de usuarios que sí están recibiendo el servicio de aseo público, con énfasis principal en la recolección de los residuos que generan.

4.1.2 Indicador 1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GIRSM

Este indicador engloba los aspectos de calidad, continuidad y cobertura de la recolección de los RSM generados, así como la existencia de posibles desvíos de residuos entre el momento de la presentación de estos y su recolección. En este sentido, diferentes artículos del decreto compilatorio del sector vivienda, ciudad y territorio, soportan la necesidad de este indicador para establecer la adecuada gestión de los residuos por parte de los prestadores del servicio público de aseo. Esto hace parte de los aspectos generales en la prestación del servicio de aseo, las actividades de dicho servicio, así como la recolección y transporte de los residuos generados (Santos Calderón, 2015). Es por lo anterior, que el PGIRS de Cali incluye el “Programa de Recolección, Transporte y Transferencia de Residuos Sólidos”, con el fin de cumplir lo establecido en la normativa nacional vigente en relación con los aspectos que componen el presente indicador. En general, esta es la fuente de información para el indicador 1.1 de la metodología *Wasteaware* (DAPD, 2020d).

4.1.3 Indicador 1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial

Este es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios, que en conjunto aportan objetividad al análisis de la calidad del servicio de recolección de residuos y limpieza vial. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, Decreto 1077 de 2015 y el PGIRS del Distrito de Santiago de Cali actualizado al año 2020.

La calidad del servicio de recolección inicia con la garantía de una adecuada presentación de los residuos por parte de los usuarios, lo que incluye el uso de recipientes apropiados, la presentación en el lugar en el horario acordado y la correcta separación en la fuente (DAPD, 2020d; Santos Calderón, 2015). Posteriormente continúa con la actividad de recolección de los residuos sólidos por parte de la empresa prestadora del servicio público de aseo, la cual debe ser continua, de calidad y debe cubrir a todos los usuarios (DNP, 2016; Santos Calderón, 2015). Una vez recolectados, los residuos son transportados hacia la estación de transferencia, relleno sanitario o lugar de tratamiento, según aplique. El transporte debe cumplir con diferentes características técnicas definidas en el Decreto 1077 de 2015, como emplear la menor

cantidad de tiempo en el desplazamiento y en la transferencia de los residuos a vehículos más grandes, así como garantizar que estas estaciones de transferencia tengan la capacidad instalada de almacenamiento provisional (DAPD, 2020d).

Por otro lado, las actividades de barrido, limpieza y lavado de áreas públicas, hacen parte de programas muy importantes en la planeación de la GRSM (Santos Calderón, 2015). Por lo que se debe evitar la presencia de residuos en esas zonas y la generación de botaderos ilegales o quemas a cielo abierto. En el municipio de Santiago de Cali, estas actividades se enfocan en los lugares más icónicos y representativos, que por su importancia y concurrencia requieren de garantizar las calles limpias de residuos y que las cestas públicas no superen su capacidad máxima (DAPD, 2020d). De manera transversal a estos componentes de la GIRS, la Política Nacional de GIRS determina que la Superservicios es la encargada de vigilar y controlar la prestación del servicio público de aseo. Además, define las responsabilidades de otros entes gubernamentales para velar por el monitoreo y planificación de ese servicio (DNP, 2016). A nivel local, también se establecen los organismos de la Administración responsables de hacer inspección, vigilancia y control en el municipio (DAPD, 2020d). En ese sentido, la salud y seguridad de los trabajadores involucrados en las actividades de recolección, transporte y transferencia tiene un rol importante en la normatividad colombiana, como lo indica el Artículo 2.3.2.2.2.3.36. del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio (Santos Calderón, 2015).

4.1.4 Indicador 2 - Tratamiento o disposición controlada de RSM

Este indicador permite cuantificar la proporción de residuos que están siendo tratados o dispuestos en instalaciones tecnificadas y que cuentan con controles ambientales, de seguridad y demás requerimientos que garanticen disminuir impactos sociales, económicos y ambientales. Lo anterior permite a las entidades y organismos responsables realizar el seguimiento a la operación de disposición final y a las de tratamiento de los residuos generados, en cumplimiento a lo estipulado en el PGIRS municipal (DAPD, 2020d). Este insumo permite verificar el cumplimiento en las responsabilidades de los prestadores del servicio público de aseo respecto a los impactos generados durante sus actividades (Santos Calderón, 2015).

4.1.5 Indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM

La preservación de la calidad del ambiente en las instalaciones de tratamiento y disposición final es un pilar importante en las normas colombianas, lo que se evidencia en varios de sus apartados. La recepción de los residuos, la calidad en la operación y el tratamiento o disposición final en las instalaciones donde se gestionan, deben ser lo suficientemente tecnificadas para reducir y mitigar los impactos ambientales asociados a sus actividades (DAPD, 2020d, p. 304 y 367). Los operadores de la disposición final deben cumplir con los permisos, licencias y demás autorizaciones estipuladas por la normatividad vigente. Además, la Superservicios realiza la veeduría externa de los procesos (DAPD, 2020d; Santos Calderón, 2015, p. 369). Otro aspecto a considerar, es la cantidad adecuada de personal idóneo para realizar las actividades, cumpliendo con normas de salud y seguridad en el trabajo (DAPD, 2020d; DNP, 2016).

4.1.6 Indicador 3 - Tasa de aprovechamiento

La Política Nacional para la GIRS tiene como uno de sus objetivos fomentar el aprovechamiento de los residuos generados a nivel nacional, incluyendo los reciclables secos y los biorresiduos (DNP, 2016; Santos Calderón, 2015). Adicionalmente, varios programas del PGIRS de Santiago de Cali se orientan a promover el aprovechamiento de los residuos sólidos que son susceptibles ser tratados con las tecnologías disponibles (DAPD, 2020d). Por lo tanto, es fundamental que la metodología permita visibilizar concretamente el avance hacia esas metas de aprovechamiento a nivel nacional y local.

4.1.7 Indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar

Este es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios, que en conjunto aportan objetividad al análisis de la calidad de la capacidad de un municipio para reducir, reusar y reciclar los residuos sólidos. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, Decreto 1077 de 2015, el PGIRS del Distrito de Santiago de Cali actualizado al año 2020 y el Decreto Municipal 4112010200507 de 2017.

El CONPES 3874 de 2016 establece un orden de prioridades para la gestión de los RSM generados en Colombia, acogiéndose al concepto internacional de la jerarquía de los residuos. En primera medida la comunidad debería disminuir la cantidad de residuos generados y lo que generen debería ser debidamente aprovechados cuando a ello haya

lugar. El excedente se debería disponer en rellenos sanitarios (enfoque en la reducción, el reuso, y el reciclaje). Para que este enfoque ocurra, la política se orienta a promover la cultura ciudadana, la educación y la investigación (DNP, 2016). De igual forma, el Minvivienda le apunta a la sensibilización y capacitación sobre separación en la fuente (Santos Calderón, 2015), lo cual es fortalecido a nivel local en el PGIRS de Santiago de Cali (DAPD, 2020d).

Para garantizar que los residuos separados en la fuente tengan una gestión adecuada, a nivel nacional y local se ha determinado que es imprescindible incluir a los recicladores de oficio en esta dinámica de recolección selectiva y aprovechamiento de reciclables secos (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017; DAPD, 2020d; DNP, 2016; Santos Calderón, 2015). Para el aprovechamiento de los biorresiduos, el CONPES 3874 de 2016 planteó una meta con un horizonte de 10 años, donde se plantean a nivel nacional al menos 3 experiencias exitosas para su tratamiento, en donde la calidad de la materia prima (biorresiduos) y la calidad del producto final (compost, digestato, alimento para animales, etc.) sea la adecuada.

El Gobierno Nacional también busca garantizar que esos procesos de aprovechamiento, tanto de residuos reciclables secos, como de biorresiduos, empleen procesos y tecnologías que cuiden el ambiente y generen la menor cantidad de impactos negativos. Esto se debe implementar desde la recolección hasta la creación de nuevos productos, de tal manera que la huella ecológica de su ciclo de vida sea sustancialmente reducida. En estos sentidos, los procesos se deben direccionar al cuidado de la salud y el bienestar de los trabajadores involucrados en cada uno de sus componentes (DAPD, 2020d; DNP, 2016; Santos Calderón, 2015).

4.1.8 Indicador 4U - Inclusión de los usuarios

La inclusión de los usuarios es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios que aportan objetividad al análisis del SGRSM. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, Decreto 1077 de 2015, y el PGIRS del Distrito de Santiago de Cali actualizado al año 2020.

Uno de los principios básicos de la prestación del servicio de aseo es que esta sea eficiente para toda la población con continuidad, calidad y cobertura. Buscando la equidad en la provisión de ese servicio de los usuarios y no usuarios (DNP, 2016, p. 44; Santos Calderón, 2015, p. 368). Otro principio es desarrollar una cultura de la no basura

o fomentar la educación y cultura en el manejo adecuado de los residuos. El cumplimiento del mismo es responsabilidad principalmente de las entidades públicas, aunque también pueden participar entidades privadas (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017; DAPD, 2020d; DNP, 2016; Santos Calderón, 2015). En este sentido, no solo es importante impartir el conocimiento o las campañas, sino identificar el impacto de las campañas en el comportamiento de los ciudadanos en torno a la reducción de residuos y la separación adecuada de los mismos.

Como parte de la inclusión de usuarios, el Minvivienda definió que cada región debe tener un Plan de Gestión Social, en donde se definan programas de orientación a la comunidad sobre los diferentes mecanismos y espacios de participación con los que cuentan en torno a la prestación del servicio público de aseo (Santos Calderón, 2015, p. 433). Para verificar el cumplimiento efectivo de estos planes, es necesario revisar si los mecanismos de escucha al ciudadano y de retroalimentación son suficientes y adecuados, así como la efectividad en el nivel de participación de la comunidad.

4.1.9 Indicador 4P - Inclusión de los proveedores

Este indicador de tipo cualitativo está compuesto por 5 criterios que aportan objetividad al análisis de la inclusión de los proveedores en el SGRSM. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, Decreto 1077 de 2015, el PGIRS del Distrito de Santiago de Cali actualizado al año 2020 y el Decreto Municipal 4112010200507 de 2017.

Para favorecer la calidad, eficiencia y continuidad en la prestación del servicio, el Minvivienda ha reconocido lo definido en la Ley 142 de 1994, en lo concerniente a las empresas que pueden prestar este servicio, así sean de carácter público o privado (Santos Calderón, 2015). En este sentido, varias normas nacionales y locales propenden por que el rol del sector de recicladores de oficio sea formalizado y nivelado adecuadamente (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017; DAPD, 2020d; DNP, 2016; Santos Calderón, 2015).

El Minvivienda designa como equipo coordinador de la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos a un conjunto de actores representativos del SGRSM. Se incluyen además de las empresas prestadoras del servicio público de aseo, los recicladores organizados, las agremiaciones del sector, autoridades ambientales y otros actores

(Minvivienda & Minambiente, 2014). Para la ejecución de los proyectos definidos en los PGIRS municipales, los entes gubernamentales encargados de dirigir los procesos de selección deben dar cumplimiento a la Ley 1550 de 2007, Ley 80 de 1993, Decreto 1510 de 2013 y al Decreto 1083 de 2015, y las que las modifiquen o sustituyan.

4.1.10 Indicador 5F - Estabilidad financiera

Este indicador de tipo cualitativo está compuesto por 6 criterios que aportan objetividad al análisis de la estabilidad financiera del SGRSM. La principal norma que soporta este indicador es el CONPES 3874 de 2016.

Las personas prestadoras del servicio público de aseo deben calcular sus tarifas de servicio mediante la aplicación de la Resolución 720 de 2015, de tal forma que se incluyan costos asociados a comercialización del servicio, limpieza urbana, barrido y limpieza, recolección y transporte, estación de transferencia, disposición final (incluyendo clausura y posclausura del relleno), tratamiento de lixiviados. Otros aspectos a incluir son la remuneración por aprovechamiento, descuentos por recolección sin servicio puerta a puerta, por vehículos antiguos y otros asociados a la calidad del servicio (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2015).

Estas tarifas del servicio público de aseo deberán ser asumidas por todos los usuarios del servicio, a quienes se les cobrará mediante factura transparente, detallada y explícita que les brinde toda la información requerida (Departamento Administrativo de la Función Pública, 1991). A su vez, la tarifa del servicio público de aseo para los usuarios de estratos 1, 2 y 3 es subsidiada por los estratos 4, 5 y 6 “de conformidad con la Ley 142 de 1994, la Ley 715 de 2001, la Ley 1176 de 2007 y la Ley 1537 de 2012, los decretos que las reglamenten y el régimen tarifario aplicable” (Santos Calderón, 2015). Esto garantiza la asequibilidad del costo para todos los usuarios de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas.

Adicional a los costos del servicio público de aseo, los municipios deben realizar inversiones adicionales en infraestructura, diseño e implementación de instrumentos gestión, administración, educación y otros componentes según hayan definido a nivel nacional en el CONPES 3874 de 2016 y a nivel local en sus planes de gestión integral de RSM (Minvivienda & Minambiente, 2014). Estos costos serán financiados de acuerdo

con lo definido en el Plan de Acción y Seguimiento de la Política Nacional de GIRS y ajustado al principio de suficiencia financiera (DNP, 2016).

4.1.11 Indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM

La adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM es un indicador cualitativo, está compuesto por 6 criterios que aportan objetividad al análisis. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, el Decreto 1077 de 2015 y otras normas adicionales.

Mediante la Ley 19 de 1958 se creó el Consejo Nacional de Política Económica y Planeación como un organismo de dirección de la política económica del Estado, esta norma fue modificada y reglamentada por otras hasta llegar al Decreto 1869 de 2017 mediante el cual se define el funcionamiento del Consejo de Política Económica y Social. Este Consejo tiene como función principal coordinar y señalar las orientaciones generales que deben seguir los distintos organismos especializados de la dirección económica y social del Gobierno Nacional (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2017), por cuanto ellos serían los responsables de diseñar políticas o estrategias para la gestión nacional de RSM.

En el CONPES 3874 de 2016 se ordenó la expedición de las reglamentaciones requeridas para dar cumplimiento a las metas priorizadas que regularan la GRSM a nivel nacional. En este documento se indican las instituciones responsables de cada una de las actividades y se incluyen las acciones encaminadas para que cada generador se haga cargo de los residuos que se derivan de la compra y uso de sus productos (DNP, 2016). A nivel local, se establecen los mecanismos para dar cumplimiento a lo estipulado en la normativa nacional, en lo que respecta a las obligaciones de cada municipio. Esto se hace mediante los PGIRS elaborados con la metodología apropiada (Minvivienda & Minambiente, 2014).

Los organismos responsables de la inspección, vigilancia y control del cumplimiento público y privado de las reglamentaciones emitidas en lo concerniente a la GRSM fueron definidos según la Ley 99 de 1993, facultando al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y a las Corporaciones Autónomas Regionales a hacer este seguimiento a nivel Nacional y local, respectivamente. Para el caso de Santiago de Cali

la autoridad ambiental local en el área urbana es el DAGMA (Congreso de Colombia, 1993).

4.1.12 Indicador 6L - Coherencia institucional local

El análisis de la coherencia institucional local es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios. Las normas que soportan este indicador son el CONPES 3874 de 2016, Decreto 1077 de 2015, y otras normas adicionales. El Decreto compilatorio del sector vivienda, ciudad y territorio establece que cada municipio deberá elaborar, implementar y mantener actualizado un PGIRS local el cual deberá ser revisado y ajustado en el tiempo (Santos Calderón, 2015, p. 387). Esta norma contempla de manera específica: *“al inicio del periodo constitucional del Alcalde municipal o distrital, lo cual podrá dar lugar a su actualización, siempre y cuando exista una justificación técnica que incluya entre otros aspectos, cambios sustanciales en las proyecciones de población o en la generación o composición de residuos sólidos.”* (Minvivienda & Minambiente, 2014, p. 46)

Para la revisión del PGIRS se deben contar con datos actualizados que permitan identificar si ha habido cambios sustanciales a nivel técnico que conlleven a la necesidad de actualizarlo. Así mismo, para el seguimiento a la implementación del PGIRS se deben tener datos actualizados del avance en el cumplimiento de las metas establecidas (DNP, 2016; Minvivienda & Minambiente, 2014).

En el PGIRS municipal o distrital se deben determinar las dependencias responsables de garantizar y verificar el cumplimiento de las metas establecidas para cada programa, ya sean secretarías, departamentos o unidades administrativas a cargo de cada actividad (Minvivienda & Minambiente, 2014, p. 33). En algunos casos, se establece la necesidad de formular e implementar PGIRS regionales con esquemas asociativos territoriales, o de incluir actores por fuera del municipio de injerencia del PGIRS debido a la necesidad de su participación (Minvivienda & Minambiente, 2014, p. 4). Cada organismo debe tener el personal calificado mínimo para cumplir con sus funciones, el cual debe ser definido en el Manual Específico de Funciones y de Competencias Laborales del municipio (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015).

Algunos organismos locales tienen actividades de vigilancia, gestión y control a otros actores de la GRSM del municipio. Específicamente, la autoridad ambiental en el área

de jurisdicción hace seguimiento a la ejecución de los programas definidos en el PGIRS (Minvivienda & Minambiente, 2014, p. 6). Sin embargo, el principal organismo encargado de la supervisión de las empresas que presten servicios públicos se encuentra a nivel nacional y es la Superservicios (Ministerio de Minas y Energía, 2001).

4.1.13 Otros indicadores

En la revisión de las normas estudiadas para analizar la viabilidad del uso de los indicadores propuestos por la metodología *Wasteaware*, se evidenciaron algunos requerimientos que debían ser susceptibles de seguimiento pero que no hacían parte de ninguno de los indicadores revisados. Por esta razón, en la Tabla 5 se describen algunos aspectos que podrían llegar a ser criterios que complementen algunos indicadores a nivel nacional y local:

Tabla 5: Criterios potenciales identificados en la normativa sobre GRSM en Colombia.

Norma	Criterio potencial	Descripción del criterio potencial	Indicador de la Metodología <i>Wasteaware</i> donde podría incluirse
CONPES 3874 de 2016 y PGIRS 2015-2027	Efectividad en la post clausura de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios	Evaluaría en qué medida se están controlando los impactos sociales, ambientales y de salud de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios en etapa de post clausura, incluyendo los pasivos ambientales que esta deja.	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM
CONPES 3874 de 2016	Tecnificación de los procesos de aprovechamiento de residuos (secos y orgánicos)	Evaluaría en qué nivel se están tecnificando los procesos de aprovechamiento de residuos. En lo relacionado a los reciclables secos evaluaría el avance en el proceso de formalización de los recicladores de oficio. Cuando haya procesos formales de tratamiento de residuos orgánicos, evaluaría que los procesos se estén dando con las tecnologías apropiadas y el personal mínimo requerido.	Este aspecto se podría emplear para ampliar el alcance de evaluación del criterio 2E2 "Grado de control sobre el tratamiento y la disposición de RSM" del indicador 2E "Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM"

Norma	Criterio potencial	Descripción del criterio potencial	Indicador de la Metodología Wasteaware donde podría incluirse
Decreto compilatorio 1077 de 2015	Presentación de los residuos sólidos por parte de los suscriptores del servicio público de aseo	Evaluaría si los suscriptores del servicio público de aseo presentan adecuadamente los residuos, es decir, en el lugar, horario y recipiente adecuado.	Este aspecto se podría emplear para ampliar el alcance de evaluación del criterio 1C1 "Presentación de RSM en los sitios de recolección" del indicador 1C "Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial "
Decreto compilatorio 1077 de 2015	Estado de los vehículos de recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos	Evalúa el nivel de cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos estipulados en el Decreto 1077 de 2015 y otras normas relacionadas.	Este aspecto se podría emplear para ampliar el alcance de evaluación del criterio 1C4: "Cumplimiento de las normas técnicas para el transporte de RSM" del indicador 1C "Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial "
Decreto compilatorio 1077 de 2015	Calidad del trasbordo y estación de transferencia	Evaluaría la eficiencia y calidad del proceso de trasbordo y el nivel de cumplimiento de las características técnicas y operativas requeridas para la estación de transferencia estipuladas en el Decreto 1077 de 2015.	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial

A partir de la revisión exhaustiva de los artículos 54 a 59 de la Resolución 720 de 2015, que ordenan el levantamiento periódico de unos indicadores de calidad del servicio público de aseo, se encontró lo siguiente:

- Indicador de calidad de la frecuencia en la recolección de ordinarios: El incumplimiento en la frecuencia de recolección de los RSM se podría evidenciar en el criterio 1C1 "*Presentación de los RSM en los sitios de recolección*" de la metodología Wasteaware. Por cuanto los residuos presentados quedarían en la vía pública por más tiempo del establecido. El aspecto realmente importante para el diagnóstico del desempeño del SGRSM, es la consecuencia de la ineficiencia de la recolección, y no la recolección per se. Este indicador de calidad del servicio no se adiciona a la metodología implementada en este estudio.

- Indicador de calidad del horario de recolección de ordinarios: Aplica el mismo análisis del indicador de calidad de la frecuencia en la recolección de ordinarios.
- Indicador de calidad técnica en la recolección de ordinarios: Este indicador corresponde a la operación de los indicadores anteriores, por cuanto no es tenido en cuenta en la revisión.
- Indicador de incumplimiento de reclamos comerciales por facturación: El incumplimiento de reclamos comerciales por facturación podría ser un desencadenante de una baja puntuación en el criterio 4U2 “*derecho a ser escuchado*” de la metodología *Wasteaware*. Este no permite el diagnóstico del desempeño del SGRSM, por esta razón, no se adiciona a la metodología implementada en este estudio.
- Indicador de incumplimiento en la compactación del relleno sanitario: Teniendo en cuenta que el indicador 2 de la metodología *Wasteaware* mide la cantidad de RSM dispuestos en instalaciones controladas, se considera que el nivel de compactación del relleno sanitario podría hacer parte de las características a tener en cuenta de una instalación controlada. Por esa razón, posiblemente la descripción del indicador cuantitativo No. 2 de la metodología *Wasteaware* sea adaptado para que incluya el aspecto de compactación.

En conclusión, cada uno de los indicadores propuestos por la metodología *Wasteaware* tiene un soporte normativo en Colombia a nivel nacional, lo que hace viable su aplicación en los diferentes municipios en el país. En las diferentes normas se evidencia que se tienen un conjunto de requerimientos dispersos, que los entes reguladores han definido como de obligatorio cumplimiento. Para realizar el seguimiento al cumplimiento de estos requerimientos por parte de los diversos actores del SGRSM, se requiere hacer uso periódico de los indicadores propuestos en la metodología *Wasteaware* y de otros sugeridos implícitamente por algunas normas revisadas.

4.2 Adaptación de la metodología *Wasteaware* al contexto nacional

Con el precedente de la adaptación del conjunto de indicadores *Wasteaware* originales al contexto específico de China, en la presente investigación, se adaptaron los indicadores originales al contexto de Colombia. Para la adaptación al contexto colombiano, se tuvo en cuenta el análisis reportado por Whiteman et al. (2019) para diferentes criterios e indicadores ajustados. Algunos de estos

ajustes se mantuvieron, mientras que se excluyó la adaptación relacionada el uso de la herramienta digital S.M.A.R.T. empleada en China.

El conjunto de indicadores originales *Wasteaware* fue adaptado al contexto colombiano buscando que todos los indicadores y/o criterios estuvieran soportados en el marco regulatorio nacional, que fueran entendibles, sencillos de evaluar, y que la asignación de los puntajes no fuera sujeta a interpretaciones subjetivas. En la Tabla 6 se presentan los indicadores y criterios empleados en la metodología *Wasteaware* adaptada para Colombia. Se incluyeron criterios nuevos en algunos indicadores y otros criterios se ajustaron de acuerdo con la normativa vigente. Se incluyen las ecuaciones y la descripción para determinar el indicador. Para cada uno de los indicadores se mantuvo la escala de medición original o la adaptada para China y se añadió una descripción concreta para cada rango establecido en la escala de medida de todos los criterios cualitativos. En el Anexo C, se encuentra la versión final de la metodología *Wasteaware* adaptada a nivel de indicadores y criterios.

Tabla 6: Ecuaciones asociadas al conjunto de indicadores *Wasteaware*.

Código	Indicador	Ecuación
		$1.1 = \left(\frac{USR}{VZA} \right) * 100$
1.1	Cobertura en la recolección de RSM	1.1 = Cobertura en la recolección de RSM (%) USR = Cantidad de usuarios con servicio de recolección (#) VZA = Total de viviendas en la zona de aplicación (#)
		$1.2 = \left(\frac{RE + RA}{(PPC * HZA) * \left(\frac{365 * 100}{1000 * FR} \right)} \right) * 100$
1.2	Residuos captados por el sistema de GRSM	1.2 = Residuos captados por el sistema de GRSM RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año) RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año) PPC = Producción per cápita teórica (Kg/hab*día) HZA = Número de habitantes en la zona de aplicación (#) FR = Factor de relación entre RSR y RSM (#)
		$1C = \left(\frac{P1C1 + P1C2 + P1C3 + P1C4 + P1C5 + P1C6 + P1C7 + P1Cn}{20 * n} \right) * 100$
1C	Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	1C = Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial (%) P1Cn = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)
		$2 = \left(\frac{RTDFC}{RE + RA} \right) * 100$
2	Tratamiento y disposición controlada de RSM	2 = Tratamiento y disposición controlada de RSM RTDFC = Cantidad de RSM dispuestos o aprovechados en instalaciones controladas (ton/año) RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año)

Código	Indicador	Ecuación
		RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)
2E	Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	$2E = \left(\frac{P2E1 + P2E2 + P2E3 + P2E4 + P2E5 + P2E6 + P2En}{20 * n} \right) * 100$ <p>2E = Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM (%) P2En = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
3	Tasa de aprovechamiento	$3 = \left(\frac{RA}{(RE + RA) * \%RR} \right) * 100$ <p>3 = Tasa de aprovechamiento (%) RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año) RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año) %RR = Proporción de residuos reciclables secos (%)</p>
3R	Calidad de las 3Rs – Reducir, reusar, reciclar	$3R = \left(\frac{P3R1 + P3R2 + P3R3 + P3R4 + P3R5 + P3Rn}{20 * n} \right) * 100$ <p>3R = Calidad de las 3Rs – Reducir, reusar, reciclar (%) P3Rn = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
4U	Inclusión de los usuarios	$4U = \left(\frac{P4U1 + P4U2 + P4U3 + P4U4 + P4U5 + P4Un}{20 * n} \right) * 100$ <p>4U = Inclusión de los usuarios (%) P4Un = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
4P	Inclusión de los proveedores	$4P = \left(\frac{P4P1 + P4P2 + P4P3 + P4P4 + P4Pn}{20 * n} \right) * 100$

Código	Indicador	Ecuación
		<p>4P = Inclusión de los proveedores (%) P4Pn = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
		$5F = \left(\frac{P5F1 + P5F2 + P5F3 + P5F4 + P5Fn}{20 * n} \right) * 100$
5F	Estabilidad financiera	<p>5F = Estabilidad financiera (%) P5Fn = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
		$6N = \left(\frac{P6N1 + P6N2 + P6N3 + P6N4 + P6N5 + P6Nn}{20 * n} \right) * 100$
6N	Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM	<p>6N = Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM (%) P6Nn = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>
		$6L = \left(\frac{P6L1 + P6L2 + P6L3 + P6L4 + P6L5 + P6Ln}{20 * n} \right) * 100$
6L	Coherencia institucional local	<p>6L = Coherencia institucional local (%) P6Ln = Puntaje asignado a cada criterio asociado al indicador y que sea aplicable (#) n = cantidad de criterios aplicables (#)</p>

Con el fin de que la asignación del puntaje se realizara de manera objetiva y lo más estandarizada posible, se agregó la descripción de la escala de medida para cada indicador y/o criterio cualitativo. De igual forma, se ajustó la descripción de los indicadores y/o criterios, con el fin de que fuera fácil de entender por parte de los funcionarios municipales, independiente del nivel de formación.

En el esquema de cálculo de los indicadores cualitativos, se incluyó la opción no aplica – N/A, para aquellos criterios que no son viables, o que representan un nivel muy avanzado para municipios pequeños con enfoques o prioridades más simples en torno a la GRSM, o que incluso no tienen reglamentado a nivel local algún requerimiento deseable a nivel nacional. Para estos casos, el cálculo del indicador se realizó únicamente con los criterios a los cuales se les asignó el puntaje.

Se destaca que la adaptación de la metodología *Wasteaware* se hizo sólo a nivel de criterios. Esto permite que los resultados de la evaluación para ciudades en Colombia sean comparables entre sí, y con otras ciudades del mundo donde hayan aplicado la metodología original.

Para el cálculo del puntaje global (0 a 100%) de la evaluación *Wasteaware*, diferentes autores han empleado el método matricial, esto ha permitido la comparación del desempeño del SGRSM entre dos o más ciudades, así como establecer actividades que se deben fortalecer en la GRSM (Rana, 2017; Sharma et al., 2018; Thakur et al., 2020). La adaptación realizada para el cálculo del puntaje global buscó clasificar los indicadores de acuerdo con su nivel de importancia y relevancia. Se agruparon los indicadores en tres conjuntos. Indicadores tipo I, que podrían llevar a una emergencia sanitaria por la inadecuada GRSM, estos se consideran vitales y se les asignó un peso relativo mayor (12,5%). Indicadores tipo II de importancia media, que contribuyen a fortalecer y mejorar la GRSM (8,3%). Finalmente, los indicadores tipo III deseables (4,2%). La clasificación de los indicadores y pesos relativos propuestos para la evaluación del SGRSM en Colombia se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Ponderación de indicadores para la evaluación del SGRSM.

Indicadores Tipo I Peso relativo: 12,5%	Indicadores Tipo II Peso relativo: 8,3%	Indicadores Tipo III Peso relativo: 4,2%
1.1. Cobertura en la recolección de RSM	1C. Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	3. Tasa de Reciclaje
1.2. Residuos captados por el sistema de GRSM	2E. Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	3R. Calidad de las 3Rs - Reducir, reusar, reciclar
2. Tratamiento y disposición controlada de RSM	6N. Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM	4U. Inclusión de los usuarios
5F. Estabilidad Financiera	6L. Coherencia institucional local	4P. Inclusión de los proveedores

La aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada para Colombia, arroja un puntaje (%) para cada indicador en una de las 5 categorías definidas: 1 es bajo, 2 es medio/bajo, 3 es medio, 4 es medio/alto y 5 es alto. Los pasos para obtener el puntaje global en una ciudad son: i) De acuerdo con la calificación porcentual se le asigna a cada uno de los indicadores un valor entre 1 a 5; ii) se multiplica el valor asignado a cada indicador por el peso relativo del indicador (12,5%, 8,3% o 4,2%); iii) y se suman los valores obtenidos (Sharma et al., 2018, p. 3). El análisis consolidado de los resultados de la evaluación de los indicadores *Wasteaware* adaptados para Colombia, se hará mediante el cálculo del puntaje global (Ecuación 2).

$$PG = \frac{\sum(PRI * PI)}{5} \quad (2)$$

Donde:

PG = Puntaje global del desempeño en la ciudad evaluada (%)

PRI = Peso relativo del indicador (%)

PI = Puntaje del indicador obtenido por el método matricial (valor entre 1 y 5)

5. Aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada para Colombia – Caso de estudio Santiago de Cali

5.1 Resultados de la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada a Colombia en Santiago de Cali

Con el propósito de validar el uso de esta herramienta, se aplicó la metodología *Wasteaware* adaptada al contexto colombiano en el área urbana del municipio de Santiago de Cali. El año base de la información para la evaluación del SGRSM de Santiago de Cali fue el 2019. En este año se levantó la línea base para la actualización del PGIRS municipal y fue el último año típico antes de la Pandemia del Covid – 19. En el Anexo E se relaciona el puntaje asignado a cada criterio o los datos empleados para calcular el puntaje de los indicadores cualitativos y cuantitativos respectivamente.

En la Tabla 8 y Figura 13 se consolidan los resultados obtenidos para los indicadores en el municipio de Santiago de Cali para el año de estudio. Los resultados del puntaje global a partir de la aplicación del método matricial se reportan en la Tabla 9. Los resultados para Santiago de Cali indican que el desempeño del SGRSM en el año 2019 es alto, con un puntaje global del 91%. Todos los indicadores analizados estuvieron por encima del nivel medio. La principal oportunidad de mejora en Santiago de Cali se relaciona con el aprovechamiento de RSM (incrementar la tasa y la calidad del reciclaje).

Tabla 8: Resultados indicadores consolidados de la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada y evaluada en Santiago de Cali.

Información de base sobre el municipio					
Municipio	Santiago de Cali - Zona urbana				
País	Colombia				
Año de evaluación	2019				
Fecha de aplicación de la metodología:				2022	
B1	Categoría de ingresos del país	Categoría de ingresos del Banco Mundial		Ingreso Nacional Bruto per cápita	
		Medio alto		6398	
B2	Población de la ciudad/municipio	Población total del municipio		2.190.363	
B3	Generación de residuos	Generación total de RSM (ton /año)		704.450	
No	Categoría	Datos / indicador de referencia		Resultados	Código
Datos clave relacionados con los residuos		Datos		-	
W1	Residuos per cápita	RSM per cápita	kg por año	322	-
			kg por día	0,44	-
W2	Composición de los residuos	Resumen de la composición de los RSM para 3 fracciones principales - todo como % en peso del total de residuos generados		-	
W2.1	Biorresiduos	Residuos de comida y jardín %		52,25	-
W2.2	Reciclables	Papel, cartón, plástico, vidrio, metal, multimaterial %		18,07	-
W2.3	No aprovechables	Otros %		29,21	-
W2.5	Densidad de los residuos sólidos	Densidad de los residuos sólidos		N/A	-
W2.6	Contenido de humedad	Contenido de humedad		N/A	-
Componentes Físicos		Indicador de referencia		-	
1	Salud pública - recolección de residuos	Cobertura en la recolección de RSM		97	
		Residuos captados por el sistema de GRSM		100	
1C		Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial		72	
2	Control del ambiente - tratamiento y disposición de residuos	Tratamiento y disposición controlada de RSM		100	
2E		Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM		88	
3	Gestión de Recursos - Reducir, Reutilizar, Reciclar	Tasa de aprovechamiento		24	
3R		Calidad de las 3Rs – Reducir, reusar, reciclar		56	
Factores de gobernanza		Indicador de referencia		-	-
4U	Inclusión	Inclusión de los usuarios		100	
4P		Inclusión de los proveedores		95	
5F	Estabilidad Financiera	Estabilidad financiera		85	
6N	Instituciones sólidas, políticas proactivas	Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM		79	
6L		Coherencia institucional local		88	



Figura 13: Evaluación del desempeño del SGRSM Cali Colombia utilizando *Wasteaware* adaptado.

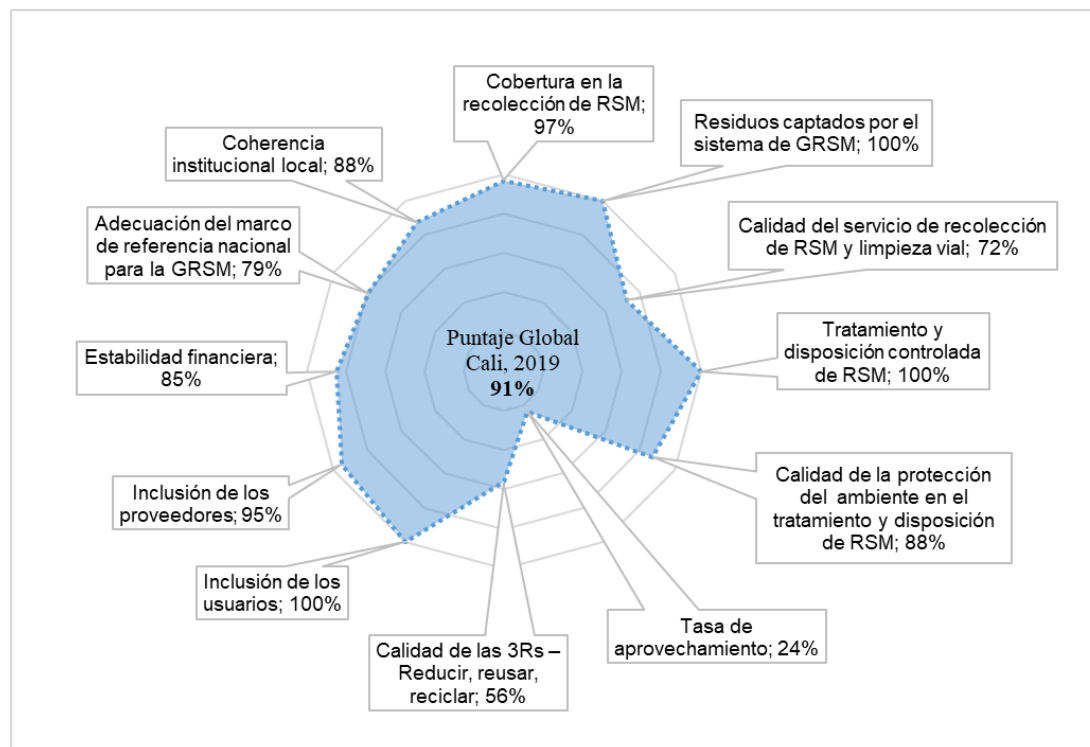


Tabla 9: Aplicación del método matricial en la ciudad de Cali.

Indicador	Código	Peso relativo	Calificación <i>Wasteaware</i> adaptado	Análisis Cualitativo	Calificación método matricial	Puntaje ponderado (%)
Cobertura en la recolección de RSM	1.1	12,5%	97	Medio/Alto	4	10,00
Residuos captados por el sistema de GRSM	1.2	12,5%	100	Alto	5	12,50
Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	1C	8,3%	72	Medio/Alto	4	6,67
Tratamiento y disposición controlada de RSM	2	12,5%	100	Alto	5	12,50
Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	2E	8,3%	88	Alto	5	8,33
Tasa de aprovechamiento	3	4,2%	24	Medio	3	2,50
Calidad de las 3Rs – Reducir, reusar, reciclar	3R	4,2%	56	Medio	3	2,50
Inclusión de los usuarios	4U	4,2%	100	Alto	5	4,17

Indicador	Código	Peso relativo	Calificación <i>Wasteaware</i> adaptado	Análisis Cualitativo	Calificación método matricial	Puntaje ponderado (%)
Inclusión de los proveedores	4P	4,2%	95	Alto	5	4,17
Estabilidad financiera	5F	12,5%	85	Alto	5	12,5
Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM	6N	8,3%	79	Medio/Alto	4	6,67
Coherencia institucional local	6L	8,3%	88	Alto	5	8,33
Puntaje Global						91%

A continuación, se presenta el análisis detallado del puntaje obtenido para cada indicador y el análisis realizado a partir de los criterios para los indicadores cualitativos. La descripción del SGRSM de la zona urbana de Santiago de Cali se realiza a la luz de cada indicador. Para cada uno de los indicadores se presenta la metodología de cálculo que permite obtener el puntaje correspondiente.

5.1.1 Indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM

Con relación a la cobertura en la recolección, en el área urbana de Cali se encuentran 669.315 viviendas, de las cuales el 97% son usuarios del servicio de aseo municipal (DAPD, 2019a, p. 107). Esto indica que la mayoría de las viviendas cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos ordinarios. En la Ecuación 3 se presenta el cálculo para obtener el puntaje del indicador. Sin embargo, existen 3 limitaciones que pueden afectar su estimación: fuentes de información diferentes, existencia de asentamientos subnormales que no son contabilizados y que los suscriptores del servicio de aseo no necesariamente tienen disponible ruta selectiva para los RSM aprovechables. La Tabla 8 incluye la escala de medición del indicador 1.1.

$$1.1 = \left(\frac{USR}{VZA} \right) * 100 = \left(\frac{648.384}{669.315} \right) * 100 = 97\% \quad (3)$$

1.1 = Cobertura en la recolección de RSM (%)

USR = Cantidad de usuarios con servicio de recolección (#)

VZA = Total de viviendas en la zona de aplicación (#)

Tabla 10: Escala de medida indicador 1.1 - Cobertura en la recolección de RSM.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 49%	Bajo	Rojo
50 – 69%	Bajo/Medio	Naranja
70 – 89%	Medio	Amarillo
90 – 98%	Medio/Alto	Verde claro
99 - 100%	Alto	Verde oscuro

La primera limitación es que en el PGIRS de Santiago de Cali se encuentra un número de suscriptores menor al reportado en el archivo de Cali en Cifras (DAPD, 2020d), lo que afectaría el puntaje obtenido en este indicador. Si se tomara ese valor, la cobertura en la recolección de RSM del área urbana de Cali habría sido del 80%, arrojando un desempeño medio y no medio/alto como se define con los datos del DAPD. Por lo tanto, una oportunidad de mejora es la homogeneidad de la información disponible y reportada por las fuentes oficiales.

Adicionalmente, el número de viviendas y de suscriptores registrado por el DAPD no incluye los asentamientos subnormales, en donde también se generan RSM. En el caso de que los RSM generados en los asentamientos subnormales no se asocien a un suscriptor del servicio público de aseo, estos terminarían siendo presentados en áreas públicas y las empresas prestadoras del servicio tienen la obligación de mantener limpia la ciudad. Por lo anterior, la existencia de asentamientos subnormales que no son contabilizados como viviendas ni suscriptores, no alteran sustancialmente el puntaje asociado a este indicador.

Por último, la tercera limitación relacionada se debe a que este indicador, evalúa la proporción de viviendas que cuentan con el servicio público de recolección de residuos ordinarios, reciclables y orgánicos. Mientras que la información reportada por el DANE corresponde a las viviendas que reciben el servicio de recolección de ordinarios. No obstante, los usuarios que presentan sus RSM clasificados entre aprovechables y ordinarios, pero que no cuentan con ruta selectiva de residuos aprovechables, el operador de aseo recolecta todo mezclado por cuanto no se afecta el puntaje de este indicador.

Finalmente, a partir de la evaluación se pudo establecer que el desempeño en la cobertura de recolección de RSM en Santiago de Cali se clasificó como medio alta. Este puntaje indica que no se presentaron emergencias sanitarias en el año de evaluación relacionadas con la recolección de RSM.

5.1.2 Indicador 1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GIRSM

Los operadores del servicio de aseo público y las asociaciones de recicladores formales reportan al SUI las cantidades de RSM recolectados y gestionados. Los reportes de los operadores de aseo a la plataforma del SUI incluyen todos los residuos sólidos que recolectan en la ciudad, viviendas, post industriales y otros de naturaleza similar. El PGIRS de Santiago de Cali registra la proporción de esos residuos sólidos clasificados como municipales. Para el año 2019 se reportaron 648.891 toneladas de RSM captados (DAPD, 2020c), con un alto grado de cumplimiento del indicador (100%). Para la zona residencial urbana de Cali, en el año 2019 la administración municipal reporta una PPC teórica de 0,44 kg/hab-día. Adicionalmente se establece que el 55% de los RSM se recogen en las viviendas (RSR) (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019a, p. 23). A partir de esta información y teniendo en cuenta que la población del área urbana en Cali para el año 2019 fue de 2.190.363 habitantes (DAPD, 2020d, p. 55), se determinó que la generación teórica de RSM fue de 639.586 toneladas. Ver Ecuación 4. La Tabla 11 incluye la escala de medición del indicador 1.2.

$$1.2 = \left(\frac{RE+RA}{(PPC*HZA)*\left(\frac{365*100}{1000*FR}\right)} \right) * 100 = \left(\frac{648.891+27.976}{(0,44*2.190.363)*\left(\frac{365*100}{1000*55}\right)} \right) * 100 = 101\% \quad (4)$$

- 1.2 = Residuos captados por el sistema de GRSM (%)
- RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año)
- RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)
- PPC = Producción per cápita teórica (Kg/hab-día)
- HZA = Número de habitantes en la zona de aplicación (#)
- FR = Factor de relación entre RSR y RSM (#)

Tabla 11: Escala de medida indicador 1.2 - Residuos captados por el sistema de GRSM.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 49%	Bajo	Red
50 – 69%	Bajo/Medio	Orange
70 – 89%	Medio	Yellow
90 – 98%	Medio/Alto	Light Green
99 - 100%	Alto	Green

El análisis realizado permite evidenciar que se recolectaron más residuos de los que se generaron teóricamente, con un puntaje del indicador mayor al 100%. Esta situación se pudo presentar por las consideraciones empleadas durante el cálculo ($RSM=RSR/55\%$) y por la variabilidad en la información disponible para un mismo dato. Es importante resaltar que hay una limitación en los soportes disponibles para la evaluación del indicador, debido a que algunos RSM reciclables son recolectados por actores que no están obligados a reportar su gestión al SUI. Estas pueden ser empresas privadas de recolección, recicladores informales o incluso habitantes de calle.

Adicionalmente, desde la experiencia se reconoce que existe un porcentaje de residuos aprovechables que son recolectados por habitantes de calle y arrojados inadecuadamente en áreas públicas o incluso quemados. Esos residuos son contabilizados durante el cálculo teórico de generación de RSM utilizando la PPC promedio, pero en la práctica no hay registro de la gestión realizada para su disposición o aprovechamiento.

5.1.3 Indicador 1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial

Este indicador de tipo cualitativo está compuesto por 8 criterios que permiten realizar el análisis con objetividad de la calidad del servicio de recolección de residuos y limpieza vial en municipios de Colombia. La evaluación del indicador permitió establecer que la calidad del servicio de recolección de residuos y limpieza vial en Santiago de Cali está en el rango medio/alto con un puntaje de 72%. Como se mencionó anteriormente, a cada uno de los criterios se le asigna una calificación entre 0 y 20, siendo cero (0) una evaluación negativa del criterio, 5 cumplimiento bajo, 10 cumplimiento medio, 15 cumplimiento medio alto y 20 alto grado de cumplimiento. En la Ecuación 5 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 12 incluye la escala de medición del indicador 1C.

$$1C = \left(\frac{1C1+1C2+1C3+1C4+1C5+1C6+1C7+1C8}{20 \cdot n} \right) * 100 \quad (5)$$

$$1C = \left(\frac{10+20+15+10+15+20+5+20}{20 \cdot 8} \right) * 100 = 72\% \quad (5)$$

1C = Calidad del servicio de aseo urbano (%)

1C1 = Presentación de los RSM en los sitios de recolección

1C2 = Presencia de RSM en vías y áreas públicas

- 1C3 = Presencia de botaderos ilegales o quemas a cielo abierto
- 1C4 = Cumplimiento de normas técnicas para el transporte de RSM
- 1C5 = Planificación y supervisión del servicio de aseo
- 1C6 = Salud y seguridad en el trabajo durante la recolección
- 1C7 = Erradicación de puntos críticos
- 1C8 = Calidad del transbordo y estación de transferencia
- n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 12: Escala de medida indicador 1C - Calidad del servicio de aseo urbano.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	
21 – 40%	Bajo/Medio	
41 – 60%	Medio	
61 – 80%	Medio/Alto	
81 - 100%	Alto	

El comportamiento de los ciudadanos en la presentación de los RSM varía significativamente según la zona de Cali. La calidad en la presentación de los RSM es más baja en barrios de menor estrato socioeconómico, o donde la infraestructura vial/geográfica es más compleja. En estos lugares se observa que en mayor medida se presentan los residuos en lugares inadecuados o en frecuencias y horarios diferentes a las definidas. De igual forma, en ocasiones la comunidad presenta los RSM en vías principales, en horarios y frecuencias inadecuadas para sus hogares o comercios, con la certeza de que los operadores de aseo tienen frecuencias diarias de recolección en esas áreas concurridas y más visibles. Por otro lado, en otras zonas del municipio, la presentación de los RSM cumple con todos los requisitos definidos por la Alcaldía, incluso hacen buen uso de los recipientes asignados cuando el tipo de recolección no es puerta a puerta (Zamorano Bonilla et al., 2022).

A partir de la presentación inadecuada de RSM en algunos sectores de Cali, la situación con los habitantes de calle, los asentamientos subnormales y la alta generación de RSM en plazas de mercado, es muy común encontrar residuos acumulados inadecuadamente en cestas o vías públicas. No obstante, en la medida en que la Alcaldía reconozca el valor económico de su gestión, los operadores de aseo tienen la capacidad de darle manejo a la situación y mantener limpias las vías y áreas públicas. Particularmente, en el año de estudio (2019) se presentaron manifestaciones masivas que dificultaron la movilidad de los vehículos de recolección de RSM, sin embargo, los operadores lograron mantener la adecuada prestación del servicio de aseo y de limpieza vial (Zamorano Bonilla et al., 2022).

En Cali no se identificaron botaderos a cielo abierto durante el año 2019, pero sí se identificaron quemados a cielo abierto en sectores como: Av 2N con calle 44, Calle 70 con Cra 7, Galería Santa Elena, Laguna el Pondaje, separador vial de la calle 25 entre carrera 15 y 23, barrio la casona, entre otros (Zamorano Bonilla et al., 2022). Esta situación, posiblemente está ligada al comportamiento de los habitantes de calle y de los asentamientos subnormales. En sitios donde la acumulación de RSM es recurrente, la administración municipal los trata como puntos críticos. Para lo cual se implementan estrategias como la sensibilización a la comunidad aledaña y la recolección permanente de los RSM en estos puntos críticos para su erradicación. A pesar de estas medidas, el en el año 2019 solo se logró erradicar el 28% de los puntos críticos reportados por la UAESP en el 2018 (UAESP, 2019b).

Los RSM presentados por los caleños en el 2019 fueron recolectados principalmente por 4 operadores de aseo, Veolia, PromoValle, PromoCali y Ciudad Limpia. La prestación del servicio por parte de estos operadores de aseo fue vigilada por la Superservicios. Esta entidad revisó el estado de los vehículos empleados para hacer la recolección de RSM, identificando que cumplían con la mayoría de los requisitos técnicos definidos en el Artículo 2.3.2.2.2.3.36. del Decreto 1077 de 2015. Adicionalmente, se estableció que en el año 2019, la mayoría de los vehículos usados para la recolección tenían menos de 10 años (Superservicios, 2019d, 2019c, 2019b, 2020a).

Además, la Superservicios verificó que el personal encargado de la recolección empleara los elementos de protección personal requeridos y cumpliera con los procedimientos de apoyo para la gestión de la salud y seguridad en el trabajo (Superservicios, 2019d, 2019c, 2019b, 2020a). También se realizó auditoría a la estación de transferencia en donde se hace el trasbordo de los RSM recolectados en la zona urbana de Santiago de Cali. En este sentido, se encontró que la transferencia de residuos sólidos a vehículos de mayor capacidad se realiza cumpliendo los requerimientos del Decreto 1077 de 2015 con eficiencia y eficacia (Superservicios, 2019f).

Finalmente, se resalta que las empresas de recolección de RSM ordinarios en Santiago de Cali, cuentan con contratos de condiciones uniformes. En estos contratos se especifican sus planes, servicios, procesos y supervisor. Los contratos para cada

operador de aseo fueron verificados por la Superservicios. Encontrado que el cumplimiento de dichas condiciones no fue total (Ciudad limpia, 2019; PROMOCALI S.A E.S.P, 2019; PROMOVALLE S.A E.S.P, 2019; VEOLIA, 2019). En contraste parcial, las empresas o asociaciones de recicladores que recolectan RSM reciclables, cuentan con contratos de condiciones uniformes debidamente realizados, pero no se encontraron informes públicos de la supervisión de Superservicios por cada empresa (ARAC 22, 2019; ASOBOCE, 2019; BIO GREEN S.A.S. E.S.P., 2019; GERT S.A., 2019).

5.1.4 Indicador 2 - Tratamiento o disposición controlada de RSM

Para el año 2019 se llevaron a disposición final en relleno sanitario controlado 616.963 toneladas de RSM generados en la ciudad de Santiago de Cali. Con relación al aprovechamiento, se reportan 27.976 toneladas de RSM aprovechados (DAPD, 2020c). La información registrada en el SUI corresponde únicamente a empresas o asociaciones que cumplan o estén en proceso de cumplimiento de requisitos técnicos, administrativos y operacionales que salvaguarden el ambiente. Por lo tanto, se establece que, para Santiago de Cali, el 100% del tratamiento y disposición se realizó en instalaciones controladas. Ver Ecuación 6. La Tabla 13 incluye la escala de medición del indicador 2.

$$2 = \left(\frac{RTDFC}{RE+RA} \right) * 100 = \left(\frac{644.939}{616.963+27.976} \right) * 100 = 100\% \quad (6)$$

2 = Tratamiento y disposición controlada de RSM

RTDFC = Cantidad de RSM dispuestos o aprovechados en instalaciones controladas (ton/año)

RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año)

RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)

Tabla 13: Escala de medida indicador 2 - Tratamiento y disposición controlada de RSM.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 - 24%	Bajo	Rojo
25 - 49%	Bajo/Medio	Naranja
50 - 74%	Medio	Amarillo
75 - 94%	Medio/Alto	Verde claro
95 - 100%	Alto	Verde oscuro

Es importante reconocer una limitación sobre la información empleada y las consideraciones en lo que respecta al aprovechamiento de residuos reciclables. Las asociaciones, gestores privados o habitantes de calle que no cumplen con los requisitos mínimos técnicos, administrativos y operacionales, no pueden reportar el aprovechamiento al SUI, por lo que no hay manera de medir la cantidad de RSM que se están gestionando en esas instalaciones no controladas. Sumado a esto, el hecho de que los gestores que reportan en el SUI cuenten con instalaciones controladas no asegura que vendan los residuos a empresas transformadoras con instalaciones controladas. Sin embargo, entendiendo que la proporción de RSM reciclados en el 2019 es mínima respecto a la totalidad de RSM generados en Cali, la limitación identificada no afecta significativamente el resultado.

5.1.5 Indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM

Este es un indicador cualitativo compuesto por 7 criterios que permiten evaluar la calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM en municipios de Colombia. La evaluación del indicador permitió establecer que la calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM en Santiago de Cali está en el rango alto con un puntaje de 88%. Para el cálculo de este puntaje, no se tuvo en cuenta la calidad de la protección al medio ambiente del sector del reciclaje, ya que no cuenta con información oficial y para la ciudad no representa una cantidad de residuos significativa en el año de estudio. Tampoco se incluyó el criterio de eficiencia en la generación y uso de energía, teniendo en cuenta que no se emplea ese método de tratamiento en Santiago de Cali. En la Ecuación 7 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 14 incluye la escala de medición del indicador 2E.

$$2E = \left(\frac{2E1+2E2+2E3+2E4+2E5+2E6+2E7}{2*n} \right) * 100 \quad (7)$$

$$2E = \left(\frac{20+20+20+N/A+20+15+10}{20*6} \right) * 100 = 88\% \quad (7)$$

2E = Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM (%)

2E1 = Grado de control sobre la recepción de RSM en el sitio de tratamiento y/o disposición

2E2 = Grado de control sobre el tratamiento y la disposición de residuos

2E3 = Grado de monitoreo y verificación de los controles ambientales

2E4 = Eficiencia en la generación y uso de energía
 2E5 = Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación del tratamiento y disposición
 2E6 = Salud y seguridad ocupacional
 2E7 = Efectividad en la post clausura de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios
 n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 14: Escala de medida indicador 2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

Los RSM generados en Santiago de Cali fueron principalmente dispuestos en el Relleno Sanitario Colomba – El Guabal (DAPD, 2020d). La recepción de los RSM se realiza con acceso controlado de los vehículos, en donde se gestiona el tráfico adecuadamente hasta la descarga de estos. El proceso es documentado y los impactos o molestias son gestionados según el sistema de calidad implementado. Los residuos son descargados en la celda diaria habilitada, posteriormente son compactados y cubiertos. El relleno sanitario cuenta con chimeneas para la quema del metano generado y con un sistema de tratamiento de lixiviados (Interaseo, 2019; Superservicios, 2019f). Todo lo anterior le permite cumplir con los requerimientos y permisos ambientales definidos en la licencia. Tal y como se mencionó anteriormente, la Superservicios es la entidad que vigila la operación y gestión del relleno sanitario.

El personal del relleno sanitario Colomba - El Guabal es capacitado continuamente y conocen el modelo de gestión. Los colaboradores del relleno emplean los elementos de protección personal requeridos (botas de seguridad, guantes y chalecos). En el relleno cuentan con todos los procedimientos de apoyo, menos con el programa de seguridad industrial a aplicar en la construcción y operación (Interaseo, 2019).

Para el año 2019, Santiago de Cali reporta un botadero a cielo abierto en etapa de post clausura, llamado Navarro. La UAESP de Santiago de Cali está a cargo de las actividades en la etapa de post clausura de ese botadero. En los informes de gestión de esta unidad administrativa, solo reportan que cumplieron con su meta de tratamiento de lixiviados estipulada para el año de estudio. Sin embargo, no se están compensando o

mitigando los demás impactos ambientales negativos generados por el clausurado botadero a cielo abierto (UAESP, 2019a, 2019e).

5.1.6 Indicador 3 - Tasa de aprovechamiento

Para el año 2019, se tiene registro del aprovechamiento de RSM secos en el área urbana de Santiago de Cali. De acuerdo con los reportes del SUI se reciclaron 27.976 ton de residuos en el año 2019, mientras que el potencial de RSM reciclables fue de 116.089 ton/año aproximadamente (SUI, 2023). Siendo así, la tasa de reciclaje para Cali fue del 24%, respecto al total de residuos con potencial de aprovechamiento, esto representa un desempeño medio (Ecuación 8). La Tabla 15 incluye la escala de medición del indicador 3. La tasa real de aprovechamiento podría ser más alta, teniendo en cuenta que no se contabiliza el aprovechamiento de RSM que realiza el sector informal. Adicionalmente, algunos gestores de RSM están constituidos jurídicamente como sociedades anónimas, sociedades limitadas y sociedades por acciones simplificadas, empresas que no son supervisadas y no reportan su gestión en el SUI. La gestión de esas empresas privadas empezó a ser documentada y contabilizada mediante la prueba piloto de la implementación de “*Planes de Gestión de Residuos de Envases y Empaques posconsumo*”, cuyos resultados permitirán conocer el desempeño de este indicador para los siguientes años de evaluación.

Este indicador muestra una tasa de reciclaje cuya calificación cualitativa es media, la cual es la menor calificación que obtuvo Cali en el año de estudio. Aun siendo el indicador de menor desempeño, muestra un avance en el camino de la economía circular. Si se incluyera la gestión de las empresas privadas y el sector informal, la tasa de reciclaje podría incluso llegar a un rango medio/alto.

$$3 = \left(\frac{RA}{(RE+RA)*\%RR} \right) * 100 = \left(\frac{27.976}{(616.963+27.976)*18\%} \right) * 100 = 24\% \quad (8)$$

3 = Tasa de aprovechamiento (%)

RE = Cantidad de RSM eliminados (ton/año)

RA = Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)

%RR = Proporción de residuos reciclables secos (%)

Tabla 15: Escala de medida indicador 3 – Tasa de aprovechamiento.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0	Bajo	Rojo
1 - 19%	Bajo/Medio	Naranja
20 - 29%	Medio	Amarillo
30 - 49%	Medio/Alto	Verde claro
50 - 100%	Alto	Verde oscuro

5.1.7 Indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar

Es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios que permiten evaluar la calidad de la reducción, reúso y reciclaje en municipios de Colombia. Este indicador se encontró en el rango medio con un puntaje de 56%. En el cálculo de este indicador no se tuvieron en cuenta los impactos ambientales asociados al reciclaje, por cuanto los residuos reciclados representan solamente el 4% de los generados en Cali para el año de estudio. Tampoco se incluyó el criterio de separación en la fuente de biorresiduos teniendo en cuenta que la ciudad no tenía definido un tratamiento diferenciado para esa fracción. En la Ecuación 9 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 16 incluye la escala de medición del indicador 3R.

$$3R = \left(\frac{3R1+3R2+3R3+3R4+3R5+3R6}{20*n} \right) * 100 \quad (9)$$

$$3R = \left(\frac{15+N/A+15+15+N/A+0}{20*4} \right) * 100 = 56\% \quad (9)$$

- 3R = Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar
- 3R1 = Separación en la fuente de 'reciclables secos'
- 3R2 = Separación en la fuente de biorresiduos
- 3R3 = Enfoque institucional para la promoción de las 3R (reducir, reusar y reciclar)
- 3R4 = Integración del sector de reciclaje (formal o informal) con el operador del servicio de aseo municipal
- 3R5 = Impacto ambiental de las actividades de reciclaje
- 3R6 = Salud y seguridad ocupacional
- n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 16: Escala de medida indicador 3R - Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

La calidad de la separación en la fuente de reciclables secos es buena, pero varía según diferentes factores. En los estratos más bajos no es común que la comunidad clasifique los residuos. El desempeño es mejor en los sectores donde se han realizado campañas de sensibilización sobre separación en la fuente. En los sectores que no cuentan con ruta selectiva de residuos reciclables secos, es común que presenten los residuos ordinarios mezclados. En las unidades residenciales con Unidad Técnica de Almacenamiento de RSM, es común encontrar una separación en la fuente de buena calidad (Zamorano Bonilla et al., 2022). En promedio, el municipio de Santiago de Cali la mayoría de los residuos reciclables secos son clasificados adecuadamente.

Diferentes actores del SGRSM se encargan de promover la reducción, el reúso y el reciclaje de RSM. Los gestores de RSM reciclables realizan campañas de sensibilización sobre separación en la fuente a ciudadanos de Cali, acción clave para incrementar las tasas de recuperación (Zamorano Bonilla et al., 2022). Por otro lado, la Alcaldía promovió la implementación de la Resolución 2184 de 2019 sobre separación en la fuente, donde contrataron la consultoría para definir alternativas de aprovechamiento de biorresiduos y acompañaron campañas de educación ambiental a la comunidad (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019c).

A partir de lo definido en el Decreto 507 de 2017 (Política para la inclusión de recicladores de oficio), la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali ha implementado estrategias de inclusión de las asociaciones de recicladores y recicladores de oficio para su proceso de formalización. Estas iniciativas incluyen, "diseñar e implementar la ruta selectiva en Santiago de Cali", "nivelación conceptual" y otras. Un problema de estas iniciativas es que no se reconoce a los recicladores de calles que no están asociados (UAESP, 2019d, 2019a, 2019e).

Otro aspecto de gran importancia es el fortalecimiento requerido del uso de elementos de protección personal por parte de los gestores de residuos reciclables. Esto debido a que el personal que realiza labores de reciclaje no tiene cultura de autocuidado en donde identifique los riesgos asociados a las funciones que realiza. Adicionalmente, estas personas no cuentan con un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo ajustado a la Resolución 0312 del 2019 y el Decreto 1072 del 2015, en donde se levanten procedimientos enfocados a las actividades que representan el mayor número de accidentes laborales (Reyes, 2022).

5.1.8 Indicador 4U - Inclusión de los usuarios

Indicador cualitativo compuesto por 6 criterios que permiten el análisis y evaluación de la inclusión de los usuarios en el SGRSM en municipios de Colombia. En general la evaluación de este indicador arrojó un puntaje del 100% que está en el rango alto. En el análisis no se incluyó el criterio de cambio de hábitos de los usuarios para mejorar la gestión de residuos, debido a que esta es la primera aplicación de la metodología y no hay un diagnóstico previo que permita calificar este criterio. En la Ecuación 10 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 17 incluye la escala de medición del indicador 4U.

$$4U = \left(\frac{4U1+4U2+4U3+4U4+4U5+4U6}{20*n} \right) * 100 \quad (10)$$

$$4U = \left(\frac{20+20+20+20+20+N/A}{20*5} \right) * 100 = 100\% \quad (10)$$

- 4U = Inclusión de los usuarios
- 4U1 = Equidad en la prestación del servicio de aseo
- 4U2 = El derecho a ser escuchado
- 4U3 = Nivel de participación pública en la GRSM
- 4U4 = Mecanismos de retroalimentación pública
- 4U5 = Implementación del programa de educación en GRSM
- 4U6 = Cambios en los hábitos de los usuarios para mejorar la gestión de residuos
- n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 17: Escala de medida indicador 4U - Inclusión de los usuarios.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

En general todos los habitantes de Santiago de Cali cuentan con un servicio de recolección de RSM continuo, de calidad y que protege la salud pública y el ambiente (DAPD, 2020d). Incluso en el caso de usuarios que no cuentan con servicios públicos y no pagan la tarifa de aseo, se considera que son atendidos indirectamente, esto se explica porque para el año 2019 no se generó ninguna emergencia sanitaria en el área urbana de Cali. Para este indicador se considera que todos los usuarios y usuarios potenciales del servicio de aseo fueron atendidos equitativamente.

En Colombia se tienen leyes, decretos y resoluciones que regulan el derecho de los ciudadanos a ser escuchados por las empresas públicas o privadas que presten servicios públicos esenciales, como es el de aseo. Estas normas determinan los medios de participación ciudadana desde la etapa de planeación hasta la de ejecución de la prestación del servicio de aseo y la gestión general del SGRSM. Adicionalmente, la Superservicios lleva a cabo actividades para promover el control social. Estas pueden ser rendición de cuentas, Superservicios al barrio, capacitar para empoderar, ferias de servicio al ciudadano y talleres para comités de Desarrollo y Control Social (Superservicios, 2023) (Ver relación de soportes en el Anexo E). A nivel municipal, en Santiago de Cali se expide el Decreto 411.0.20.0210 del 2010 “*Por medio del cual se establecen mecanismos para la creación de Grupos de Auditorías Visibles en la Administración Central Municipal de Santiago de Cali*” (Alcaldía de Santiago de Cali, 2010).

Durante la actualización del PGIRS de Santiago de Cali participaron diferentes actores de la cadena de gestión, personas de la comunidad, empresas del servicio de aseo, del relleno sanitario, de asociaciones de recicladores y de la administración municipal (DAPD, 2020b). Esto demuestra la participación pública de los diferentes actores del SGRSM. Las instancias de la administración municipal, las empresas prestadoras del

servicio público de aseo y asociaciones de recicladores cuentan con los mecanismos suficientes para recibir la retroalimentación de la ciudadanía en las diferentes etapas de su gestión (Alcaldía de Santiago de Cali, 2023a, 2023b; ARCO 20, 2023; Asodecores, 2023; Ciudad Limpia E.S.P., 2022; Promovalle S.A. E.S.P., 2022; Veolia Colombia, 2022). Durante la etapa de planeación de los proyectos ejecutados por la Alcaldía existieron mecanismos para escuchar a la comunidad.

La Alcaldía Municipal de Santiago de Cali desarrolló actividades relacionadas con información, educación y comunicación sobre temas relacionados con la gestión de RSM. Algunos medios usados fueron las redes sociales, el desarrollo de proyectos ciudadanos de educación ambiental, proyectos ambientales de educación ambiental y visitas en viviendas. Todas las actividades realizadas hacían parte de la planeación presupuestal definida en el Plan Anual de Adquisiciones (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019c; DAPD, 2019b; Departamento administrativo de gestión del medio ambiente, 2019; UAESP, 2019c).

5.1.9 Indicador 4P - Inclusión de los proveedores

La inclusión de los proveedores es un indicador cualitativo compuesto por 5 criterios. Los resultados de la evaluación del indicador indican que estuvo en el rango alto con un puntaje del 95%. En la Ecuación 11 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 18 incluye la escala de medición del indicador 4P.

$$4P = \left(\frac{4P1+4P2+4P3+4P4+4P5}{20*n} \right) * 100 \quad (11)$$

$$4P = \left(\frac{20+20+15+20+20}{20*5} \right) * 100 = 95\% \quad (11)$$

4P = Inclusión de los proveedores

4P1 = Marco legal

4P2 = Representación del sector privado

4P3 = Reconocimiento del sector informal en la GRSM

4P4 = Libre competencia de los sectores público y privado para la prestación del servicio de aseo

4P5 = Procesos de selección pública

n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 18: Escala de medida indicador 4P - Inclusión de los proveedores.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

En el Anexo E se identifica que la normativa nacional establece de forma clara las características, condiciones y obligaciones para los diferentes actores del servicio público de aseo. La Ley 142 de 1994, establece las responsabilidades del Estado en la prestación de los servicios públicos, además determina los actores que podrían prestar el servicio público de aseo con sus respectivas características jurídico-administrativas (Congreso de Colombia, 1994).

La Resolución CRA 151 de 2001 define las características que deben tener los contratos de los operadores de aseo, esta norma estaba vigente en el año de estudio (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2001). Estas características las deben cumplir los actores públicos y privados que presten el servicio de aseo y están sujetos a las implicaciones jurídicas por el incumplimiento. Esto indica que existe libre competencia entre el sector público y el sector privado para ser operadores de aseo en Santiago de Cali y en cualquier municipio de Colombia.

El Decreto 596 de 2016 y la Sentencia T291 de 2009, fomenta el proceso de formalización de organizaciones de recicladores mediante estrategias progresivas para incluirlos en el SGRSM (Corte Constitucional de Colombia, 2009; Presidente de la República de Colombia, 2016). Al respecto, no se reconoce, ni se brindan herramientas a recicladores informales que no fueron censados oportunamente por parte de la Alcaldía de Cali.

A nivel general, los procesos de selección realizados por la Alcaldía de Santiago de Cali en la ejecución de los proyectos, programas y servicios requeridos en la GRSM, fueron abiertos, responsables y transparentes. Se utiliza la herramienta SECOP I para elegir a los contratistas que ejecutan las diferentes actividades de cada contrato, con el fin de

dar cumplimiento a los objetivos planteados para esa vigencia (Agencia Nacional de Contratación Pública, 2023).

Por último, se resalta que todos los proveedores de servicios, o sus representantes, fueron incluidos en procesos de decisión del SGRSM de Santiago de Cali (Minvivienda & Minambiente, 2014). Durante la actualización del PGIRS municipal participaron diferentes actores de la cadena de gestión, tales como hombres y mujeres de la comunidad, empresas del servicio de aseo, del relleno sanitario, de asociaciones de recicladores y de la administración municipal (DAPD, 2020b). Se considera que el sector privado estuvo bien representado.

5.1.10 Indicador 5F - Estabilidad financiera

La estabilidad financiera es un indicador cualitativo compuesto por 5 criterios. La evaluación del indicador permitió establecer que la estabilidad financiera del SGRSM de Cali está en el rango alto con un puntaje del 85%. En la Ecuación 12 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 19 incluye la escala de medición del indicador 5F.

$$5F = \left(\frac{5F1+5F2+5F3+5F4+5F5}{20*n} \right) * 100\% \quad (12)$$

$$5F = \left(\frac{20+15+20+10+20}{20*5} \right) * 100 = 85\% \quad (12)$$

5F = Estabilidad financiera

5F1 = Contabilización de costos

5F2 = Cobertura del presupuesto disponible

5F3 = Recuperación de los costos locales en los hogares

5F4 = Asequibilidad en la tarifa del servicio de aseo municipal

5F5 = Destinación de recursos para la innovación y mejora continua

n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

La Resolución CRA 720 de 2015 vigente en el año base de la investigación (2019), define los componentes de la GRSM que se deben tener en cuenta para el cálculo de la tarifa que cobran las empresas que prestan el servicio público de aseo en Colombia. Esta tarifa incluye costos de limpieza urbana, barrido y limpieza de áreas públicas, recolección y transporte, transferencia, disposición final, tratamiento de lixiviados, clausura y post clausura de relleno sanitario, y aprovechamiento según se requiera (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2015).

Tabla 19: Escala de medida indicador 5F - Estabilidad financiera.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

El presupuesto invertido durante la vigencia permitió prestar a cabalidad el servicio con el nivel de calidad presentado. Sin embargo, algunos criterios del indicador de calidad en el servicio de recolección y limpieza vial y calidad en el tratamiento y disposición final no tienen una buena evaluación, por lo que se deduce que el servicio que se prestó en el 2019 no era de la mejor calidad posible.

El origen de los recursos económicos para garantizar el presupuesto proviene de diferentes fuentes, una de ellas es la comunidad. El Artículo 125 de la Ley 1450 del 2011 determina que el 100% de los suscriptores del servicio de aseo deben aportar (en mayor o menor medida) al pago de dicho servicio. La totalidad de los suscriptores de estratos 1, 2 y 3 están subsidiados parcialmente en su tarifa de aseo. Los estratos 5 y 6 subsidian a los estratos más bajos (Congreso de Colombia, 2011).

Durante el año 2019 se ejecutaron 4 proyectos relacionados con mejora continua del SGRSM. Teniendo en cuenta las diferentes inversiones, se determinó una ejecución cercana al 85% del presupuesto disponible para el cumplimiento de esas metas (DAPD, 2020a). A continuación, se relacionan los 4 proyectos y su nivel de cumplimiento:

- Evaluación de alternativas para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (Cumplimiento al 50%).
- El 70% de las organizaciones de recicladores cuentan con una estrategia de fortalecimiento organizacional, administrativo y financiero en marcha (Cumplimiento al 100%).
- Evaluación y ajuste a la implementación de la ruta selectiva (Cumplimiento al 100%).

- Determinar el área de aislamiento y la alternativa de manejo y aprovechamiento de los lodos subproductos de la lixiviación en el marco de la etapa de pos-clausura del antiguo vertedero de Navarro –AVN (Cumplimiento al 80%)

5.1.11 Indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM

Este es un indicador cualitativo compuesto por 6 criterios que permiten realizar el análisis del marco de referencia nacional de la GRSM en Colombia. La evaluación del indicador permitió establecer que este indicador se encuentra en el rango medio/alto con un puntaje del 79%. En la Ecuación 13 se presenta el análisis desagregado para este indicador que incluye los criterios específicos para su evaluación. La Tabla 20 incluye la escala de medición del indicador 6N.

$$6N = \left(\frac{6N1+6N2+6N3+6N4+6N5+6N6}{20 \cdot n} \right) * 100 \quad (13)$$

$$6N = \left(\frac{20+20+20+10+20+5}{20 \cdot 6} \right) * 100 = 79\% \quad (13)$$

6N = Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM

6N1 = Legislación y reglamentos

6N2 = Estrategias / política para la GRSM

6N3 = Directrices y lineamientos para la implementación de normas relacionadas con la GRSM






6N4 = Institución nacional responsable de la aplicación de la política de GIRS

6N5 = Recursos disponibles para el control y seguimiento a la GRSM

6N6 = Responsabilidad extendida del productor

n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 20: Escala de medida indicador 6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	
21 – 40%	Bajo/Medio	
41 – 60%	Medio	
61 – 80%	Medio/Alto	
81 - 100%	Alto	

La Ley 142 de 1994 establece el régimen de servicios públicos domiciliarios, el Decreto 1077 de 2015 mediante el cual se determinan las características del servicio público de aseo y la Resolución 938 de 2019 por la cual se reglamenta el Decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017, en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo. La política nacional sobre GRSM está definida en el CONPES 3874 (DNP, 2016).

Existen múltiples normas colombianas con explicaciones claras sobre los objetivos o metas del país sobre la GRSM (Ver relación de soportes en el Anexo E). El reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico establece claramente los criterios que deben cumplir las instalaciones de GRSM (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017). Adicionalmente, la Resolución 1407 de 2018 define obligaciones para los productores que usan envases o empaques al poner en el mercado colombiano sus productos (Minambiente, 2018). En el año 2019, en Colombia se inició un piloto para planes de gestión de residuos de envases y empaques individuales o colectivos, sin embargo, menos del 1% de las empresas colombianas hacen parte de esta iniciativa.

En Colombia, las funciones relacionadas con el SGRSM están distribuidas entre varios ministerios y el departamento de planeación nacional. Las responsabilidades de cada uno están definidas y supervisadas mediante el plan de acción y seguimiento al CONPES 3874 de 2016. En Cali, las funciones de inspección, vigilancia y control, así como la de concesión de permisos ambientales para el funcionamiento de los actores del SGRSM están establecidas y son responsabilidad de organismos como el DAGMA, seguridad y justicia y Superservicios (Alcaldía de Santiago de Cali, 2016; Superservicios, 2018). En los informes de gestión de cada entidad, se reconoce una ejecución de actividades programadas mayor al 90% (Departamento administrativo de gestión del medio ambiente, 2019; Secretaría de Seguridad y Justicia, 2019; Superservicios, 2019e).

5.1.12 Indicador 6L - Coherencia institucional local

Siendo este indicador cualitativo, está compuesto por 6 criterios que aportan objetividad al análisis de la coherencia institucional local en municipios de Colombia. A nivel global para este indicador, se encontró que la coherencia institucional local en Cali está en el rango alto con un puntaje del 88%. En la Ecuación 14 se relaciona el cálculo asociado a cada indicador, el cual se surte a partir del puntaje asignado a cada criterio. La Tabla

21 incluye la escala de medición del indicador 6L. A continuación, se desagrega el análisis realizado para cada criterio.

$$6L = \left(\frac{6L1+6L2+6L3+6L4+6L5+6L6}{20*n} \right) * 100 \quad (14)$$

$$6L = \left(\frac{15+20+20+10+20+20}{20*6} \right) * 100 = 88\% \quad (14)$$

6L = Coherencia institucional local

6L1 = Estructura organizacional en torno a la GRSM

6L2 = Capacidad institucional del municipio para la GRSM

6L3 = PGIRS municipal

6L4 = Disponibilidad y calidad de datos de GRSM

6L5 = Gestión, control y supervisión de la prestación del servicio de aseo municipal

6L6 = Cooperación intermunicipal (o regional)

n = Número de criterios con calificación diferente a N/A

Tabla 21: Escala de medida indicador 6L - Coherencia institucional local.

Escala de medida	Criterio de evaluación	Color
0 – 20%	Bajo	Rojo
21 – 40%	Bajo/Medio	Naranja
41 – 60%	Medio	Amarillo
61 – 80%	Medio/Alto	Verde claro
81 - 100%	Alto	Verde oscuro

Santiago de Cali cuenta con un PGIRS desde el año 2004, el cual es actualizado periódicamente cuando hay cambio de gobierno local o cuando las características del SGRSM cambian significativamente. En el año 2019 (año base de esta investigación) se llevó a cabo la actualización del PGIRS de Santiago de Cali. Se levantaron datos actualizados de la GRSM, se ajustaron los programas de cada uno de sus componentes y se definieron los organismos responsables (DAPD, 2020d).

El DAPD tiene bajo su responsabilidad aproximadamente el 60% de las actividades definidas en el PGIRS de Santiago de Cali. Las demás responsabilidades están distribuidas entre la UAESP, el DAGMA, la Secretaría de Desarrollo Económico y Emsirva en liquidación (DAPD, 2020d). El DAPD y la UAESP se encargan de aproximadamente el 96% de las responsabilidades que tiene la administración municipal sobre la GRSM. Las responsabilidades de cada organismo son definidas en el manual de funciones de la administración municipal (Alcaldía de Santiago de Cali, 2016). DAPD

y UAESP reportan un cumplimiento alto de los proyectos definidos en el plan anual de adquisiciones, por cuanto se considera que lograron cumplir debido a que contaron con los recursos suficientes, incluido el de personal (DAPD, 2019b; UAESP, 2019c). La Superservicios se encargó de supervisar a las empresas del servicio público de aseo y a las asociaciones de recicladores (Superservicios, 2019d, 2019c, 2019b, 2019f, 2019e, 2020a).

En términos de cooperación intermunicipal, está asociada principalmente a la construcción y uso del Relleno Sanitario Colomba - El Guabal. A este relleno sanitario llegan residuos provenientes de otros municipios del Valle del Cauca y Cauca. Esto se soporta jurídicamente, porque el primer objetivo específico del CONPES 3574 de 2009 es promover la construcción de rellenos sanitarios regionales operados bajo criterios de eficiencia y calidad para la disposición final de residuos sólidos, así como la promoción de estaciones de transferencia en los casos que sean complemento de los rellenos sanitarios y permitan generar economías de escala (DNP, 2009).

En el año de evaluación se levantó información suficiente y de calidad debido a que se realizó la actualización del PGIRS de Santiago de Cali (DAPD, 2020d), sin embargo, no se contaba con otra información requerida para la aplicación de esta metodología, incluso, en algunos casos, los datos variaban según la fuente.

5.2 Análisis de los resultados de la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada a Colombia en Santiago de Cali

5.2.1 Análisis de casos de estudio reportados sobre la aplicación de la metodología *Wasteaware*

La metodología *Wasteaware* ha sido probada en más de 70 ciudades con diferentes niveles de ingresos y distribuidas en 6 continentes (

Tabla 22). Los principales resultados de algunas experiencias fueron reportados en la página web de [Wasteaware indicators set](#) (University of Leeds, 2023). Adicionalmente, se han publicado estudios relacionados en Mina - Arabia Saudita (Alsebaei, 2014), Bangkok - Tailandia (Chanhthamixay et al., 2017), Acra - Gana (Oduro-Appiah et al., 2017), Chandigarh, Mohali, Panchkula (Rana, 2017), Jalandhar, Solan, Mandi, Sundernagar, Baddi, Chandigarh (Sharma et al., 2018), Una Town (Thakur et al., 2020) en India, Palermo – Italia (Lupo & Cusumano, 2018), El Cairo - Egipto (Rui, 2018), Pekín y Zhengzhou en China (Yang, 2018).

En el continente americano se ha aplicado la metodología *Wasteaware* desde el año 2008. Las ciudades analizadas con mayor profundidad en este estudio han sido Nueva York, Hilo (Rui, 2018) y Palm Beach en Estados Unidos (Yang, 2018), Cachi y Payogasta en Argentina (Villafañe & Manrique, 2018) y en La Paz – Bolivia (Ferronato et al., 2018). Particularmente, en Ciudad de México – México se ha aplicado este conjunto de indicadores para evaluar el desempeño del SGRSM desde el 2011 hasta el 2017, con el fin de hacer un exhaustivo seguimiento a los resultados (Gutiérrez et al., 2019).

Se destacan 6 experiencias de aplicación de la metodología *Wasteaware* entre los años 2015 y 2018, de las cuales, cuatro (4) son ciudades ubicadas en el continente americano. Dos (2) ciudades tienen un nivel de ingresos medio-bajo (Pekín y La Paz), 3 medio-alto (Bangkok, Cachi y Ciudad de México) y 1 alto (Palm Beach). El tamaño poblacional va desde los 2.655 hasta 21.730.000 habitantes. Los RSM generados están principalmente compuestos por residuos orgánicos (comida y jardín).

Para esos casos de estudio, los indicadores de la metodología *Wasteaware* fueron calificados a partir de información de fuentes primarias y secundarias. La información de fuentes primarias incluyó entrevistas a la administración, el concepto de un experto en el SGRSM de la ciudad, observación en campo con registro fotográfico, entrevistas con actores clave y/o encuestas a la población. La información de fuentes secundarias constó de reportes gubernamentales y artículos científicos. En los estudios se reportaron diversas limitaciones relacionadas con la poca información disponible, la publicidad engañosa y los datos contradictorios, desactualizados o incoherentes reportados por diferentes fuentes.

Tabla 22: Tendencia geográfica en el desempeño del SGRSM en ciudades del mundo utilizando la metodología *Wasteaware*.

		África	Asia	Europa	Oceanía	ALC	Norteamérica
Número de ciudades evaluadas		14	30	9	30	13	4
Código	Indicador	Puntaje promedio					
1.1	Cobertura en la recolección de RSM	72	81	100	100	88	100
1.2	Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	42	61	87	0	57	50
1C	Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	39	60	69	83	51	48
2	Tratamiento y disposición controlada	55	51	100	0	75	100
2E	Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	26	27	68	67	53	50
3	Tasa de reciclaje	11	16	30	54	11	57
3R	Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	18	21	56	71	26	35
4U	Inclusión de los usuarios	43	59	74	75	58	98
4P	Inclusión de los proveedores	49	55	73	70	50	58
5F	Estabilidad financiera	34	48	70	75	37	50
6N	Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	31	46	66	96	43	50
6L	Coherencia institucional local	35	57	69	83	50	49
Puntaje global		49%	55%	82%	73%	61%	73%

Alto
 Medio/alto
 Medio
 Medio/bajo
 Bajo

Fuente: Construcción propia basada en (Abdulredha et al., 2018), (Ali et al., 2019), (Alsebaei, 2014), (Byamba & Ishikawa, 2017), (Chanhthamixay et al., 2017), (Duarte et al., 2020), (Ferronato et al., 2018), (Gutiérrez et al., 2019), (Kabera & Nishimwe, 2019), (Khan et al., 2019), (Milutinovic et al., 2016), (Oduro-Appiah et al., 2019), (Rana, 2017), (Sharma et al., 2018), (Sharma et al., 2019), (Thakur et al., 2020), (University of Leeds, 2023), (Villafañe & Manrique, 2018), (Wilson et al., 2014) y (Yang, 2018).

En la Tabla 23 se muestra el desempeño del SGRSM de los 6 casos de estudio que aplicaron la metodología *Wasteaware*. En este análisis se evidencia que los municipios cuentan con un sistema de recolección que garantiza la salud pública de la mayoría de los habitantes. Sin embargo, los municipios ubicados en Latinoamérica no obtuvieron resultados tan favorables para esos indicadores. A pesar que estos municipios de ALC han enfocado la mayoría de sus esfuerzos en la recolección de los RSM, aún deben implementar mecanismos que garanticen una cobertura total (100%) a los usuarios con una excelente calidad del servicio.

Adicionalmente, es evidente que todos los municipios analizados con excepción de Cachi, tratan o disponen los RSM recolectados en instalaciones controladas. Estas instalaciones van desde rellenos sanitarios, composteras, plantas de reciclaje a incineradoras. No obstante, en Cachi los RSM son inadecuadamente dispuestos en botaderos a cielo abierto sin ninguna medida de control.

Un indicador crítico para todas las ciudades analizadas es el de la tasa de reciclaje y la calidad de la operación. Las bajas calificaciones a estos indicadores se relacionan con una inadecuada o incipiente separación en la fuente. Adicionalmente, no se ha avanzado lo suficiente en la integración de los recicladores informales al SGRSM y en esta actividad generalmente no utilizan los elementos de protección personal mínimos para el riesgo al que se exponen en su trabajo. Esto probablemente se relacione con los hábitos del actor más importante en dicha actividad, la comunidad; pero también se debe a las acciones que no se han tomado desde las administraciones municipales.

Otro aspecto crítico en los municipios corresponde a la no inclusión de usuarios y proveedores en todas las etapas de la GRSM. Esto se debe a que en los procesos de planificación del SGRSM no se incluyen a todos los actores relacionados, no se tiene una base jurídica para asociaciones público – privadas y no se cuenta con el presupuesto adecuado para lograr un cambio en sus hábitos de separación en la fuente y generación de RSM y adicionalmente, se considera que el mecanismo de recolección no siempre es equitativo para todos los usuarios.

Tabla 23: Desempeño del SGRSM de 6 municipios en el mundo según la metodología *Wasteaware*

Código	Indicador	Bangkok ¹	Pekín ²	Palm Beach ²	La Paz ³	Cachi ⁴	Ciudad de México ⁵
		Tailandia	China	Estados Unidos	Bolivia	Argentina	México
1.1	Cobertura en la recolección de RSM	90	90	100	89	70	82
1.2	Residuos recolectados por el sistema de GRSM	100	95	100	95	66	93
1C	Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	50	92	99	58	65	67
2	Tratamiento y disposición controlada	100	100	100	98	0	91
2E	Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	75	80	100	67	45	65
3	Tasa de reciclaje	23	45	72	8	0	33
3R	Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	42	35	80	25	25	50
4U	Inclusión de los usuarios	42	50	95	50	25	54
4P	Inclusión de los proveedores	45	10	95	55	0	30
5F	Estabilidad financiera	71	95	100	54	35	50
6N	Adecuación del marco nacional de GRSM	50	93	100	50	55	33
6L	Coherencia institucional local	50	90	100	63	50	58

Alto
 Medio/alto
 Medio
 Medio/bajo
 Bajo

Nota: Elaborado con información de ¹(Chanhthamixay et al., 2017), ²(Yang, 2018), ³(Ferronato et al., 2018), ⁴(Villafañe & Manrique, 2018), ⁵(Gutiérrez et al., 2019).

Los demás indicadores se encuentran en términos intermedios. Esto implica que, en el corto y mediano plazo sea necesario que las administraciones de esos municipios inviertan recursos y esfuerzos para mejorar sus calificaciones. De esa manera puedan brindarles a todos los actores el mejor escenario posible, compuesto por medidas sostenibles e integrales. Para el caso particular de Ciudad de México, se ha hecho un seguimiento entre el 2011 y el 2017, el cual ha demostrado una mejoría en todos los indicadores año tras año (Gutiérrez et al., 2019, p. 18).

Algunas de las mejoras sugeridas por los investigadores de los casos de estudio analizados fueron:

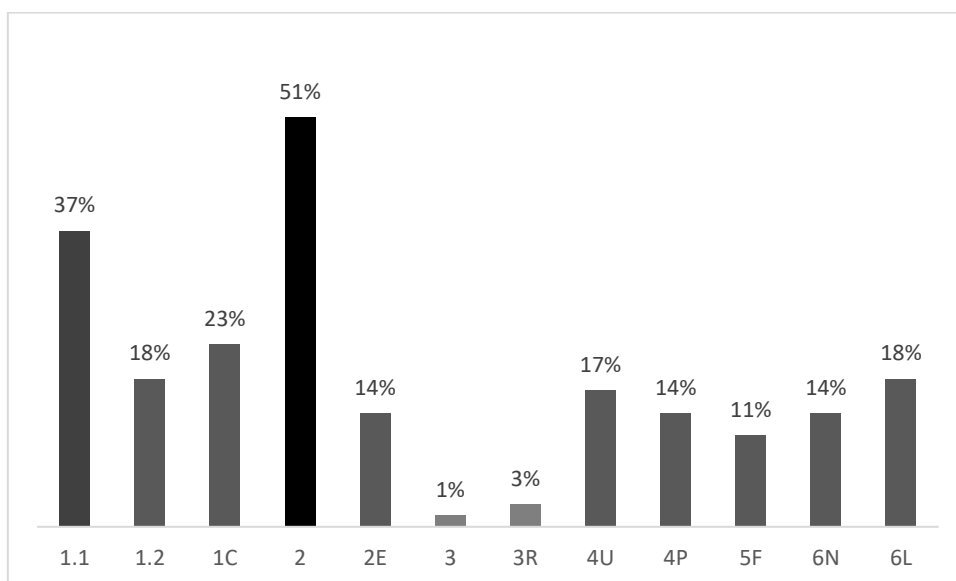
- Implementar programas de educación ambiental en escuelas y a través de los medios de comunicación.
- Definir y aplicar un marco normativo claro en relación con la función, los derechos y las obligaciones de los recicladores informales y del sector privado.
- Facultar a una sola institución nacional para supervisar todos los aspectos relacionados con la gestión de RSM.
- Asignar presupuesto adicional para mejorar la calidad de la recolección en zonas con alta densidad poblacional y de bajos ingresos. Ya sea aumentando el número de contenedores a corta distancia o aumentando la frecuencia de recolección.
- Adoptar políticas relacionadas con la transformación de residuos en energía.
- Introducir empresas privadas de valorización de residuos en las ciudades.
- Elaborar estudios de viabilidad e incentivos para la GRSM que aumenten las oportunidades económicas.
- Consolidar bases de datos en el tiempo que permitan la planificación y evaluación de la GRSM.
- Diseñar estrategias para reducir costos del servicio de aseo.
- Mejorar la calidad de las carreteras y el acceso a los lugares de disposición final.
- Realizar estudios y encuestas específicas para comprender la voluntad de pago de los ciudadanos, sus hábitos y las diferencias económicas dentro de los distritos de la ciudad.
- Imponer restricciones a las empresas prestadoras del servicio público de aseo para que solo reciban RSM separados en la fuente.

De los 71 casos de estudio revisados en esta investigación, se identificaron las ciudades en donde se obtuvo el máximo puntaje (100%) para cada indicador. Esto permitió tener al menos un caso de éxito asociado a cada indicador y las estrategias aplicadas para alcanzar el nivel alto de evaluación. En la Figura 14 se presenta el análisis consolidado de las ciudades que presentaron al menos un caso de éxito para cada indicador en la GRSM. En el Anexo D se reporta el nombre de las ciudades con el máximo puntaje para cada indicador.

Se puede observar que el desempeño en la tasa de reciclaje y la calidad de la reducción, reciclaje y reutilización fue alto solo en el 1% y 3% respectivamente de las ciudades que han aplicado la metodología *Wasteaware*. Esto indica que es un componente que requiere especial atención en el mundo, que demanda la elaboración de políticas

públicas rigurosas y acuerdos de cooperación internacional entre los países. En contraste, se resalta que los componentes donde más esfuerzos se han invertido son la disposición final y tratamiento de RSM en sitios controlados, seguido de la mejora en la cobertura del servicio público de aseo. La baja proporción de casos de éxito identificada para los demás indicadores evidencia un reto importante para la humanidad, y un largo camino hacia garantizar un SGRSM con enfoque hacia la economía circular.

Figura 14: Proporción de ciudades que son casos de éxito para cada indicador.



Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en fuentes confiables. 1.1.: Cobertura de recolección de residuos, 1.2.: Los residuos captados por el sistema, 1C: Calidad del servicio de recolección de residuos, 2: Tratamiento y disposición controlada, 2E: Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de residuos, 3: Tasa de Reciclaje, 3R: Calidad de las 3Rs – Reducir, reusar, reciclar, 4U: Inclusión de los usuarios, 4P: Inclusión de los proveedores, 5F: Estabilidad Financiera, 6N: Idoneidad del marco nacional de gestión de residuos sólidos, 6L: Coherencia institucional local.

El análisis comparativo de los casos de estudio a nivel global se realizó aplicando el método matricial adaptado a todas las ciudades estudiadas. Se obtuvo el puntaje global para cada ciudad logrando establecer las ciudades en el mundo con el mejor y peor desempeño en la GRSM. El máximo puntaje global lo obtuvo Palm Beach en Estados Unidos, en donde el único indicador con oportunidades de mejora fue el de calidad de la reducción, reuso y reciclaje de residuos. Las siguientes 3 ciudades que con el mejor puntaje se ubican en Europa, continente conocido por su ejemplar gestión de sus RSM (Tabla 24).

Tabla 24: Ciudades con mejor puntaje global del desempeño de su SGRSM.

Ciudad	Puntaje global cuantitativo	Puntaje global cualitativo	Continente
Palm Beach	99%	Alto	Norteamérica
Róterdam	98%	Alto	Europa
Leeds	97%	Alto	Europa
Vitoria	97%	Alto	Europa

Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en fuentes confiables.

En contraste, las ciudades con menor desempeño en la SGRSM se encuentran dispersas en diferentes continentes y su puntaje se encuentra en un punto intermedio de la clasificación “Bajo/Medio” (Tabla 25). En estos 4 casos de estudio se encontró como denominador común que tienen una cobertura representativa en la recolección de sus residuos sólidos, lo que les permite cumplir con mínimos vitales. Aunque en la mayoría de esos casos de estudio no cuentan con legislación suficiente nacional ni local que reglamente su sistema, tampoco tienen estabilidad financiera ni realizan la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final con la calidad deseada.

Tabla 25: Ciudades con peor puntaje global del desempeño de su SGRSM.

Ciudad	Puntaje global cuantitativo	Puntaje global cualitativo	Continente
Ghorahi	31%	Bajo/Medio	Asia
Payogasta	31%	Bajo/Medio	Suramérica
Cañete	30%	Bajo/Medio	Suramérica
Lusaka	28%	Bajo/Medio	África

Nota: Elaboración propia a partir de las experiencias de aplicación encontradas en fuentes confiables.

Los resultados permiten inferir que en Centroamérica y Europa se encuentran las ciudades con mejor desempeño en sus SGRSM, mientras que en África están los de menor desempeño. Ninguna de las experiencias revisadas presentó un desempeño bajo, lo que soporta que es imprescindible mantener alto el desempeño de algunos indicadores vitales para evitar situaciones de emergencia sanitaria. Así mismo, la ausencia de ciudades con bajo desempeño, puede indicar que han invertido sus esfuerzos principalmente en atender las necesidades básicas antes de buscar estrategias de mejora.

5.2.2 Comparación de los resultados para el SGRSM de Santiago de Cali con el de otras ciudades similares del mundo

Según la evaluación aplicada, la ciudad de Santiago de Cali tiene un muy buen desempeño de su SGRSM, sin embargo, algunos indicadores representan una oportunidad de mejora. Así mismo, múltiples autores reportan un desempeño variable de ese sistema según cada ciudad. Por lo tanto, se realizó el comparativo del desempeño de Santiago de Cali con ciudades del mundo con oportunidades socioeconómicas similares a ella para validar a qué nivel se encuentra el SGRSM de Cali.

De todas las experiencias de implementación *Wasteaware* a nivel mundial, se seleccionaron ciudades con tamaño de población y nivel de ingresos similares a Santiago de Cali, de tal forma que se pudieran comparar. Esta selección permite garantizar que las ciudades cuentan con un rubro similar de presupuesto general para invertir en los diferentes procesos y proyectos de su administración. La selección de acuerdo con el tamaño de población permite asociar que la carga de la administración municipal o distrital es similar, y que esos ingresos se deben repartir entre un número similar de personas.

En la Tabla 26 se presentan los resultados de la aplicación de la metodología para las ciudades de Santiago de Cali - Colombia, Belo Horizonte - Brasil, Guadalajara - México, Kerbala - Iraq y Sofía – Bulgaria. Las 5 ciudades tienen una categoría de ingreso medio-alta y una población de entre 1.000.000 y 5.000.000 habitantes, Kerbala tiene una generación per cápita de 42 kg/hab-año, y en las otras 4 ciudades es de entre 200 y 500 kg/hab-año. Las 3 primeras ciudades hacen parte del continente de Latinoamérica, Kerbala de Asia y Sofía de Europa.

El SGRSM de Santiago de Cali guarda mayor similitud con el de Sofía en Bulgaria. Tienen en común oportunidades de mejora como la calidad en el servicio de recolección de RSM y limpieza vial, la tasa de reciclaje y la calidad de las 3R. Sin embargo, la evaluación reportada para Sofía es del año 2011 y Santiago de Cali ha tenido considerables avances en torno al SGRSM hasta el 2019. Es por esto que, las acciones implementadas en Sofía para mejorar su desempeño pueden ser un ejemplo efectivo para la ciudad de Cali.

Tabla 26: Semáforo de resultados para Cali y otras ciudades del mundo.

Código	Indicador	Santiago de Cali	Belo Horizonte ¹	Guadalajara ²	Kerbala ³	Sofía ⁴
		Colombia	Brasil	México	Irak	Bulgaria
1.1	Cobertura en la recolección de RSM	97	90	95	89	100
1.2	Residuos recolectados por el sistema de GRSM	100	0	95	100	99
1C	Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	72	0	50	38	79
2	Tratamiento y disposición controlada	100	95	95	0	100
2E	Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	88	0	60	17	83
3	Tasa de reciclaje	23	1	12	5	11
3R	Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	56	0	13	8	63
4U	Inclusión de los usuarios	100	79	46	29	92
4P	Inclusión de los proveedores	95	65	40	45	95
5F	Estabilidad financiera	85	0	40	30	100
6N	Adecuación del marco nacional de GRSM	79	0	67	33	100
6L	Coherencia institucional local	88	0	46	46	92
Puntaje Global		91%	43%	66%	48%	95%

Alto
 Medio/alto
 Medio
 Medio/bajo
 Bajo

Nota: Elaborado con información de ¹(University of Leeds, 2023), ²(Wilson et al., 2014), ³(Abdulredha et al., 2018), ⁴(Milutinovic et al., 2016).

En relación con la calidad del servicio de recolección y limpieza vial de Bulgaria no se encontró suficiente información disponible para identificar las estrategias de mejora. Sin embargo, en torno a los indicadores de tasa de reciclaje y calidad de las 3R se encontró

lo siguiente sobre Sofía para el año 2016 (European Bank, 2020; Milutinovic et al., 2016):

- La composición de sus RSM era de 29% orgánicos, 55% reciclables, 16% residuos no aprovechables.
- Realizan tratamiento mecánico biológico compuesto por reciclado, compostaje y producción de Combustible Derivado de Residuos para generación de calor, su capacidad instalada les permite tratar todos los RSM aprovechables generados.
- Entre los años 2015 y 2016 se redujo del 45% al 16% la cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario. Tasa consecuente con la proporción de residuos que no son aprovechables.
- Se ejecutan campañas de sensibilización que promueven las 3R aunque consideran que no son suficientes campañas.
- La comunidad ha incrementado su nivel de conciencia sobre las 3R y han tomado acciones que se reflejan en el incremento de la tasa de reciclaje.

Sofía logró mejorar sustancialmente el desempeño de 2 de sus indicadores con menor puntaje en 5 años. Teniendo en cuenta el análisis de los indicadores de Sofía, se concluye que en Santiago de Cali se podría explorar la posibilidad de implementar tratamiento mecánico biológico para los RSM aprovechables que se generan. Adicionalmente, la continuidad en las campañas de sensibilización podría tener éxito en los cambios de hábitos de la comunidad Caleña.

Por otro lado, como se relaciona en la Tabla 26, el desempeño del SGRSM de Cali es mejor que el de Belo Horizonte, Guadalajara y Kerbala desde una visión global o específica por indicador. A nivel mundial, el desempeño del SGRSM de Cali se encuentra por encima del 79% de los casos estudiados, obteniendo el mejor puntaje global de Latinoamérica. Adicionalmente, Cali representa un caso de éxito a nivel mundial para el 58% de los indicadores de la metodología. Todo esto deja muy bien posicionada a la Ciudad de Santiago de Cali como un SGRSM ejemplar para otras ciudades del mundo, en especial para ciudades con características socioeconómicas similares.

5.2.3 Comparación de los resultados para el SGRSM de Santiago de Cali con el de otras ciudades de ALC

A nivel global, el SGRSM de Cali con un puntaje de 91% presenta un alto desempeño para el año de estudio (2019). El análisis del conjunto de indicadores *Wasteaware* adaptados para Cali, ubican a esta ciudad como ejemplo de manejo y gestión de RSM en ALC. En la Tabla 27 se presenta el análisis comparativo de la evaluación del desempeño de los sistemas de GRSM reportados para diferentes ciudades de ALC.

En el análisis de los SGRSM en ciudades latinoamericanas se destacan los siguientes aspectos: el desempeño medio, medio/bajo y bajo de la tasa de reciclaje y la calidad de las 3R, es un factor común entre ciudades de ALC. Esto indica que existen oportunidades de mejora para incrementar el nivel de circularidad de los RSM. En general la cobertura de recolección de RSM tiene desempeño medio/alto a alto, esto debido a que este es un componente vital para evitar emergencias sanitarias. Se destaca que varias ciudades calificaron con un puntaje de cero algunos indicadores, esto posiblemente debido a la falta de datos formales o información oficial en ciudades latinoamericanas, lo cual representa un reto para la aplicación de metodologías de evaluación usando el conjunto de indicadores *Wasteaware*.

Tabla 27: Análisis comparativo de la evaluación del desempeño de los sistemas de GRSM reportados para ciudades de ALC.

Código	Indicador	Cali	Santa Lucía ¹	Castries ¹	Cigres ¹	Buenos Aires ¹	La Paz ²	Ciudad de México ³	Guadalajara ⁴	Macaé ⁵	Cachi ⁶	Belo Horizonte ¹	Managua ¹	Payogasta ⁶	Cañete ¹
		Colombia	Santa Lucía	Santa Lucía	Brasil	Argentina	Bolivia	México	México	Brasil	Argentina	Brasil	Nicaragua	Argentina	Chile
1.1	Cobertura en la recolección de RSM	97	100	100	95	96	89	82	95	100	70	90	85	64	71
1.2	Residuos recolectados por el sistema de GRSM	100	100	100	0	93	95	93	95	N/A	66	0	0	0	0
1C	Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	72	88	88	79	67	58	67	50	50	65	0	0	30	0
2	Tratamiento y disposición controlada	100	100	100	100	97	98	91	95	95	0	95	80	0	0
2E	Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	88	75	75	79	71	67	65	60	90	45	0	0	25	0
3	Tasa de reciclaje	23	20	20	15	8	8	33	12	5	0	1	3	0	12
3R	Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	56	50	50	50	29	25	50	13	4	25	0	0	5	0
4U	Inclusión de los usuarios	100	83	83	63	54	50	54	46	45	25	79	58	20	58
4P	Inclusión de los proveedores	95	85	85	70	65	55	30	40	30	0	65	15	0	65
5F	Estabilidad financiera	85	33	33	75	58	54	50	40	N/A	35	0	0	20	0
6N	Adecuación del marco nacional de GRSM	79	50	50	83	50	50	33	67	40	55	0	0	50	0
6L	Coherencia institucional local	88	79	79	88	63	63	58	46	54	50	0	0	35	0
Puntaje Global		91%	83%	83%	76%	74%	69%	67%	66%	64%	47%	43%	35%	31%	30%

Alto Medio/alto Medio Medio/bajo Bajo

Nota: Elaborado con información de ¹(University of Leeds, 2023), ²(Ferronato et al., 2018), ³(Gutiérrez et al., 2019), ⁴(Wilson et al., 2014), ⁵(Duarte et al., 2020), ⁶(Villafañe & Manrique, 2018).

5.2.4 Análisis de las fortalezas y oportunidades de mejora del SGRSM en Santiago de Cali

A partir de la evaluación del SGRSM de Santiago de Cali se encontró que su desempeño global es alto, siendo excelente en varios temas y teniendo oportunidades de mejora en otros. Recapitulando, de los 12 indicadores evaluados en el SGRSM de Santiago de Cali, 7 indicadores se posicionaron en la categoría de desempeño alto, 3 en la de medio alto y 2 en la de desempeño medio. Inicialmente se analizan los indicadores con mejor desempeño y posteriormente los indicadores que representan las mayores oportunidades de mejora para el sistema.

El SGRSM de Santiago de Cali logró obtener siete (7) indicadores con la máxima clasificación de puntaje. Sin embargo, tres (3) de esos indicadores tienen un nivel de incertidumbre importante que podría disminuir significativamente el puntaje obtenido con los cálculos definidos en la metodología. Los cuatro (4) indicadores restantes presentaron excelente desempeño y bajo nivel de incertidumbre, por lo que podrían ser ejemplo para otros municipios de Colombia y del mundo para aplicar las estrategias como lo hicieron en Cali, y así obtener una mejora en su sistema. A continuación, se analizan los 7 indicadores que obtuvieron la máxima categoría de desempeño. Se revisan las estrategias empleadas por la administración municipal y el nivel de incertidumbre.

- Residuos captados por el sistema de GRSM (Indicador 1.2): A partir del flujo de residuos generados, se logró identificar que el 100% de los RSM no es recolectado por los operadores del servicio de aseo ni por gestores de residuos reciclables. Un porcentaje de los RSM se dispone inadecuadamente en canales de aguas lluvias, separadores viales, humedales u otros lugares indebidos. Por lo tanto, es probable que el dato teórico de generación de RSM sea inferior al real, y por eso matemáticamente el indicador haya tenido un alto puntaje. Debido a la naturaleza informal de la disposición inadecuada de RSM generados en Cali, es probable que este indicador arroje una alta calificación pero que el nivel de incertidumbre sea alto hasta no medir esos procesos informales.

-
- Tratamiento y disposición controlada de RSM (Indicador 2) y Calidad de la protección del ambiente en el tratamiento y disposición de RSM (Indicador 2E): El análisis y calificación de los indicadores de tratamiento y disposición controlada de RSM, así como el de calidad de protección al ambiente durante esas actividades tienen como común denominador el uso de información asociada al sector formal que gestiona los residuos. Es decir, se tuvieron en cuenta los registros y reportes de gestores u operadores del servicio de aseo que se rigen bajo normas claras y son auditados periódicamente por la Superservicios. En ese sentido, es lógico que el nivel de control y protección al ambiente en las instalaciones de tratamiento y disposición final de esos actores formales tenga un alto desempeño.

Sin embargo, existen actores informales como habitantes de calle y empresas de transformación de residuos no registradas ante la autoridad ambiental que no son auditadas nunca ni se mide el impacto de sus actividades. Durante el cálculo de estos indicadores no se tuvo en cuenta este tipo de actores informales por cuanto no hay datos oficiales de ellos. Siendo así, es importante que se fortalezca la formalización de todos los actores o que se identifiquen estrategias para registrar oficialmente su comportamiento. De esa manera el puntaje de estos indicadores podría acercarse más a la realidad del control y protección al ambiente en instalaciones de tratamiento y disposición final en Santiago de Cali.

- Inclusión de los usuarios (Indicador 4U): Se tiene el marco jurídico que permite la inclusión de los usuarios de los usuarios del servicio de aseo. Estos cuentan con las herramientas para participar de las decisiones, planeación y auditoría requerida para un óptimo funcionamiento de sistema. Algunas estrategias empleadas por la administración distrital fueron las siguientes:
 - Implementación de normas nacionales y locales en donde se definen los derechos de los ciudadanos como usuarios del servicio de aseo y como acreedores de un ambiente sano.
 - Apertura de espacios virtuales y presenciales en donde la comunidad puede presentar sus felicitaciones, quejas, sugerencias o reclamos. Esto ha sido aplicado por actores públicos y privados del SGRSM.

- Participación activa de representantes de los tipos de actores del SGRSM durante la actualización del PGIRS.
- Inversión en programas de educación enfocados a los ciudadanos que actúan como generadores de RSM. Uno de ellos fue la ejecución de campañas de sensibilización en casa, otro fue el uso de una plataforma digital para facilitar la recolección de residuos aprovechables, etc.
- Inclusión de los proveedores (Indicador 4P): En el distrito de Cali están definidos claramente los derechos y deberes de los proveedores del servicio de aseo y de los proyectos que financia la administración distrital. Lo anterior está reglamentado mediante normas nacionales que se han aplicado a nivel local, permitiendo y acotando la libre competencia de los sectores público y privado, así como brindando herramientas para la formalización gradual del gremio del reciclaje. En relación con la inclusión de los gestores de residuos aprovechables secos, la alcaldía municipal de Santiago de Cali realizó un censo de los recicladores informales existentes, a quienes cobijó con normas especiales que les daban beneficios importantes en la progresividad de su formalización. Adicionalmente, la administración municipal empleó la plataforma de SECOP I para sus procesos de selección de proponentes en la ejecución de proyectos de atención y mejora continua del SGRSM, incrementando el nivel de confiabilidad y transparencia de las selecciones.
- Estabilidad financiera (Indicador 5F): A nivel nacional se garantizó la contabilización de todos los costos del SGRSM mediante la implementación de la Resolución CRA 720 de 2015. A nivel local, la administración y los prestadores del servicio de aseo destinaron y ejecutaron un presupuesto que cubría con todos los componentes de la GRSM definidos en la resolución. El presupuesto requerido fue financiado por todos los usuarios del servicio de aseo directa o indirectamente, según el estrato socioeconómico se definían tarifas más asequibles para quienes tuvieran menos recursos. Incluso se destinaron y ejecutaron recursos para proyectos de mejora continua como fortalecimiento de las rutas selectivas, tratamiento de residuos orgánicos, tratamiento de lodos de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario usado, entre otros.

-
- Coherencia institucional local (Indicador 6L): La Alcaldía de Santiago de Cali ha distribuido las funciones relacionadas con el SGRSM principalmente entre 3 organismos: Departamento Administrativo de Gestión Ambiental, de Planeación Distrital y la UAESP. La primera se encarga de la inspección, vigilancia y control principalmente, la segunda actualiza y hace seguimiento al PGIRS y la tercera audita y lidera los proyectos de mejora continua. Cada organismo con responsabilidades sobre el SGRSM tiene definidas sus funciones en el manual de la Alcaldía, y contaron con el personal mínimo necesario para cumplir con la ejecución de los procesos y proyectos planeados para esa vigencia. Adicionalmente, actualizaron el PGIRS según la información levantada en la fase de diagnóstico, lo que le permite a la administración un mayor control sobre las variables cambiantes del sistema. En el año estudiado se encontró gran cantidad de datos sobre ese año por cuanto se realizó el diagnóstico de varios componentes de la GRSM, varios datos fueron proporcionados directamente por empresas prestadoras del servicio de aseo o aprovechamiento, así como por otros actores relevantes del sistema. Por otro lado, al distrito le ha sido muy útil disponer sus residuos no aprovechables en un relleno sanitario regional, sumando esfuerzo con otros municipios del Valle del Cauca para disminuir el impacto del síndrome "*Not in my back yard*".
 - *.

Por otro lado, el SGRSM debe enfocar sus esfuerzos en mejorar la tasa de aprovechamiento de sus residuos y la calidad de las 3Rs - Reducir, reusar, reciclar. A continuación, se presentan estrategias empleadas por otras ciudades del mundo que han demostrado tener un excelente desempeño en ambos aspectos. Con el propósito de proporcionar opciones a la administración distrital para mejorar el desempeño de esos indicadores en la medida en que considere aplicables algunas estrategias internacionales.

- Tasa de reciclaje (Indicador 3): El puntaje obtenido por este indicador tiene un nivel de incertidumbre asociado a la disponibilidad de información de fuentes oficiales. Si todo

* Reacción generada en un grupo de personas que se oponen a una instalación que produce bienes o servicios a la comunidad por cuanto la ubicación de la instalación es cercana a la zona de residencia de ese grupo de personas. Sin embargo, no se oponen al bien o servicio prestado por la instalación (Eguchi, 2020).

el aprovechamiento realizado en Cali estuviera contabilizado, posiblemente los resultados serían mejores. Siendo así, la primera oportunidad de mejora identificada en torno a este indicador es que se deben levantar datos más fidedignos de la realidad del reciclaje en Cali, incluyendo al menos el aprovechamiento realizado por parte de gestores privados que no tienen que reportar su gestión al SUI, e ideando estrategias para monitorear el reciclaje informal que todavía se da en la ciudad.

Con el propósito de incrementar la tasa de aprovechamiento, es importante revisar el caso de éxito sobre este indicador encontrado durante la revisión bibliográfica. Palm Beach fue el único caso que obtuvo el máximo puntaje en este indicador. A continuación se relacionan estrategias que emplearon en el condado y que resultaron en un incremento de su tasa de aprovechamiento en 19 puntos porcentuales entre el año 2012 y 2019 (Solid Waste Authority of Palm Beach Country, 2006, 2013, 2014, 2023):

- La recolección y aprovechamiento de residuos reciclables está centralizada en una autoridad regional.
- En Palm Beach son entregados contenedores para residuos reciclables de manera gratuita para todo ciudadano que lo solicite, y hay varios puntos en el condado donde se pueden entregar estos residuos en caso de no poder clasificarlos en el trabajo debido a factores externos.
- Tienen una base de datos con todos los tipos de residuos que usualmente son generados a nivel residencial para que la comunidad pueda identificar si tienen potencial de aprovechamiento o no según el SGRSM específico.
- Los residuos reciclables los clasifican en 2 recipientes, uno para los secos y otros para los potencialmente húmedos o con residuos de alimentos.
- En su página web tienen una sección tipo test para que los ciudadanos puedan practicar la clasificación de los residuos, incluso hay actividades para instruir a niños.
- Los residuos reciclables los recolectan solo 1 vez por semana.
- La recolección de los residuos reciclables la hacen mecánicamente cuando los recipientes son grandes, y de forma manual cuando estos son pequeños.

- Cuentan con 7 estaciones de transferencia en el condado y 1 planta de procesamiento de materiales recuperados.
- El principal factor de éxito para incrementar la tasa de aprovechamiento es que en Palm Beach emplean normas donde definen el tipo de residuos que debe ser aprovechado con su respectivo porcentaje objetivo de recuperación. Los tipos de materiales son definidos en la medida en que cuenten con un mercado estable y confiable (idealmente local o regional).
- Calidad de las 3Rs – reducir, reusar, reciclar (Indicador 3R): El principal potencial de mejora del desempeño de este indicador se enfoca en la implementación de un sistema de salud y seguridad en el trabajo en las empresas o asociaciones que realizan la recolección, clasificación y venta de residuos sólidos reciclables. Sin embargo, en los casos de éxito revisados no reportan información sobre estrategias de mejora de ese aspecto, por lo que se considera importante profundizar en este tema desde una investigación enfocada a ello.

Por otro lado, en los casos de éxito revisado se encontraron estrategias muy valiosas para potencializar el resultado de otros criterios asociados a este indicador. A continuación se reportan estrategias aplicadas en Münster (ciudad premiada como campeona del reciclaje) (Duarte et al., 2020) y Palm Beach por tener la mayor tasa de reciclaje de entre los casos de estudio (Solid Waste Authority of Palm Beach Country, 2006, 2013, 2014, 2023).

Caso de éxito: Münster – Alemania

- Desde el año 1991 implementaron una ordenanza donde toda empresa que vende productos envasados o empacados debe hacerse responsable de los residuos de esos envases y empaques empleados. Estas empresas se unieron y financian parcialmente un gran gestor que se encarga de la recolección y aprovechamiento de ese tipo de residuos en la ciudad.
- Tienen 3 mecanismos principales de recolección: En recipientes ubicados fuera de las viviendas, en 11 centros de reciclaje o en grandes superficies como supermercados. En cada caso se le cobra al generador una tarifa por el

aprovechamiento de los residuos entregados, con lo que se termina de financiar el sistema de reciclaje.

- La separación en la fuente la promueven mediante la ejecución de programas educativos.
- Los tres pilares para el éxito de la estabilidad del sistema de gestión de residuos reciclables son leyes claras, campañas públicas periódicas y la metodología de tarifas que emplean.

Caso de éxito: Palm Beach – Estados Unidos

- Se basan en la jerarquía de residuos para promover las acciones correctas en torno a la gestión de RSM
- Los esfuerzos de la autoridad regional para la reducción de RSM se basan en programas de educación y publicación de información a la comunidad, aunque la autoridad no tiene mucho control sobre este punto pues sale de su área de injerencia. Miden cuantitativamente la efectividad de las actividades ejecutadas para promover la reducción de RSM.
- El principal factor de éxito para incrementar la tasa de aprovechamiento es que en Palm Beach emplean normas donde definen el tipo de residuos que debe ser aprovechado con su respectivo porcentaje objetivo de recuperación. Los tipos de materiales son definidos en la medida en que cuenten con un mercado estable y confiable (idealmente local o regional).
- Estimulan los mercados para que empleen como materias primas residuos recuperados. Lo hacen buscando acuerdos a largo plazo con consumidores del residuo o intermediarios, ampliando su gama de clientes entre privados y públicos, y vendiendo los residuos al máximo precio posible.
- Fomentan la compra de productos cuyas materias primas hayan sido de origen reciclado.
- El uso de estaciones de transferencia permite disminuir los impactos ambientales generados durante las actividades de recolección y transporte de los residuos reciclables.
- En los centros de reciclaje emplean tecnología y procesos que cuiden el ambiente en la máxima magnitud posible.

6. Aplicativo web ReSol Expert para la GRSM

En esta investigación se desarrolló un aplicativo web que permite emplear la metodología *Wasteaware* adaptada al contexto colombiano de manera automatizada y consolidada. En este sentido, las entidades encargadas del seguimiento al desempeño del SGRSM en municipios colombianos podrán usarlo para la evaluación y seguimiento en el tiempo de la GRSM. Adicionalmente, el aplicativo web permite comparar el desempeño con años anteriores o con otras ciudades de Colombia y el mundo. A partir del ingreso de datos para los indicadores cuantitativos y de la asignación de calificación de criterios en los indicadores cualitativos, el aplicativo entrega información cuantitativa y gráfica que puede ser visualizada por la administración municipal, empresas, academia y por ciudadanos interesados.

Los resultados que genera ReSol Expert podrán ser empleados por la administración municipal interesada para establecer estratégicamente el camino hacia la mejora continua e integralidad del SGRSM. Empresas privadas principalmente prestadoras u operadoras del servicio de aseo podrán visualizar el desempeño de las actividades que realizan con indicadores concretos, empleando esa información para fortalecer sus auditorías internas. La academia podrá encontrar los enfoques en donde aún se encuentren brechas que puedan ser mitigadas a través de proyectos de investigación. La comunidad colombiana podrá hacer veeduría sobre la gestión de los actores del SGRSM y usar los mecanismos existentes para promover la mejora continua.

El aplicativo web se diseñó en un entorno HTML con la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones, usando lenguajes Javascript y PHP, y bases de datos MySQL. ReSol Expert se encuentra alojado en un servidor de aplicaciones y disponible en la página web https://www.sisolucion.com/scriptcase9123/app/wasteaware/app_Login/ para todo público. El aplicativo cuenta con cuatro (4) tipos de usuarios que se describen en la Figura 15, cada uno tiene habilitados los módulos que requieren para cumplir su rol como se

muestra en la Figura 16. Para cada tipo de usuario, en la pantalla principal del aplicativo, se cuenta con un botón que lo dirige el manual de usuario correspondiente a su rol.

El manual de usuario a su vez está enlazado con videos del canal de YouTube ReSol Expert Colombia (<https://youtube.com/@resolexpertColombia>) en donde se explica la usabilidad de cada módulo y el paso a paso para lograr obtener todos los resultados que puede generar el aplicativo.

Figura 15: Tipos de usuario aplicativo ReSol Expert.

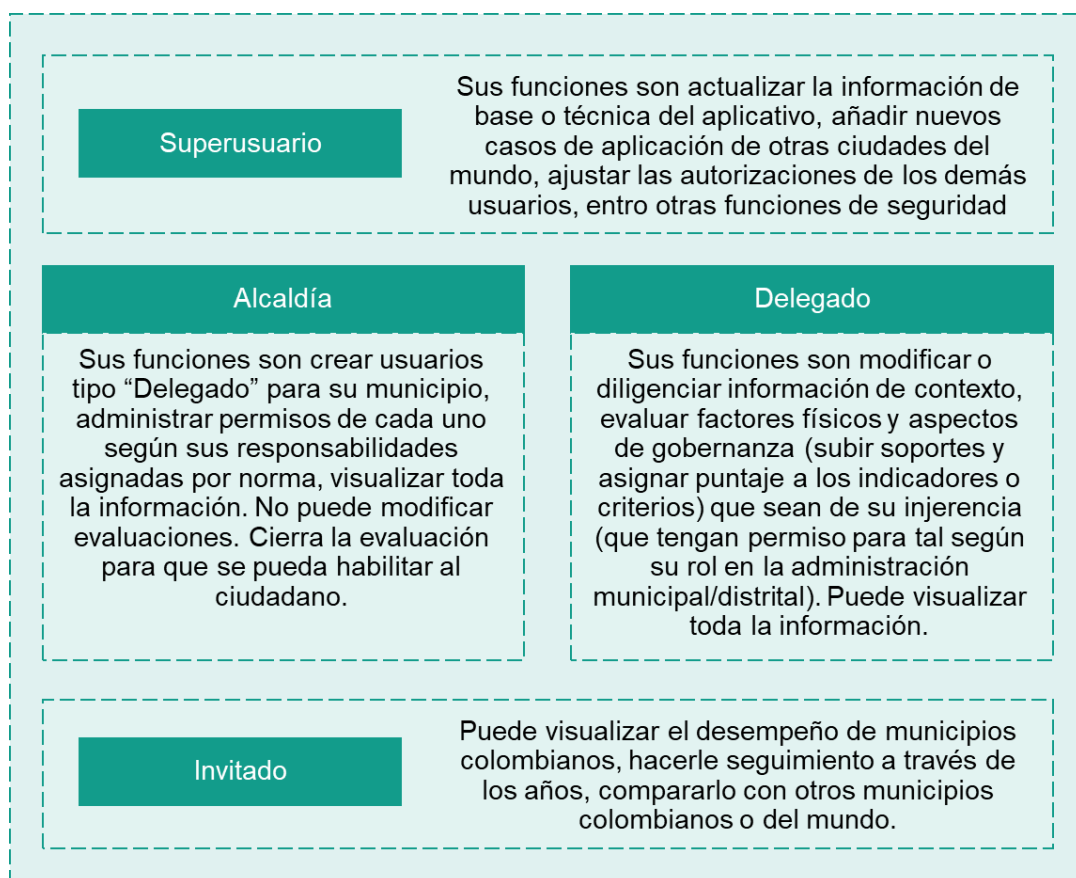
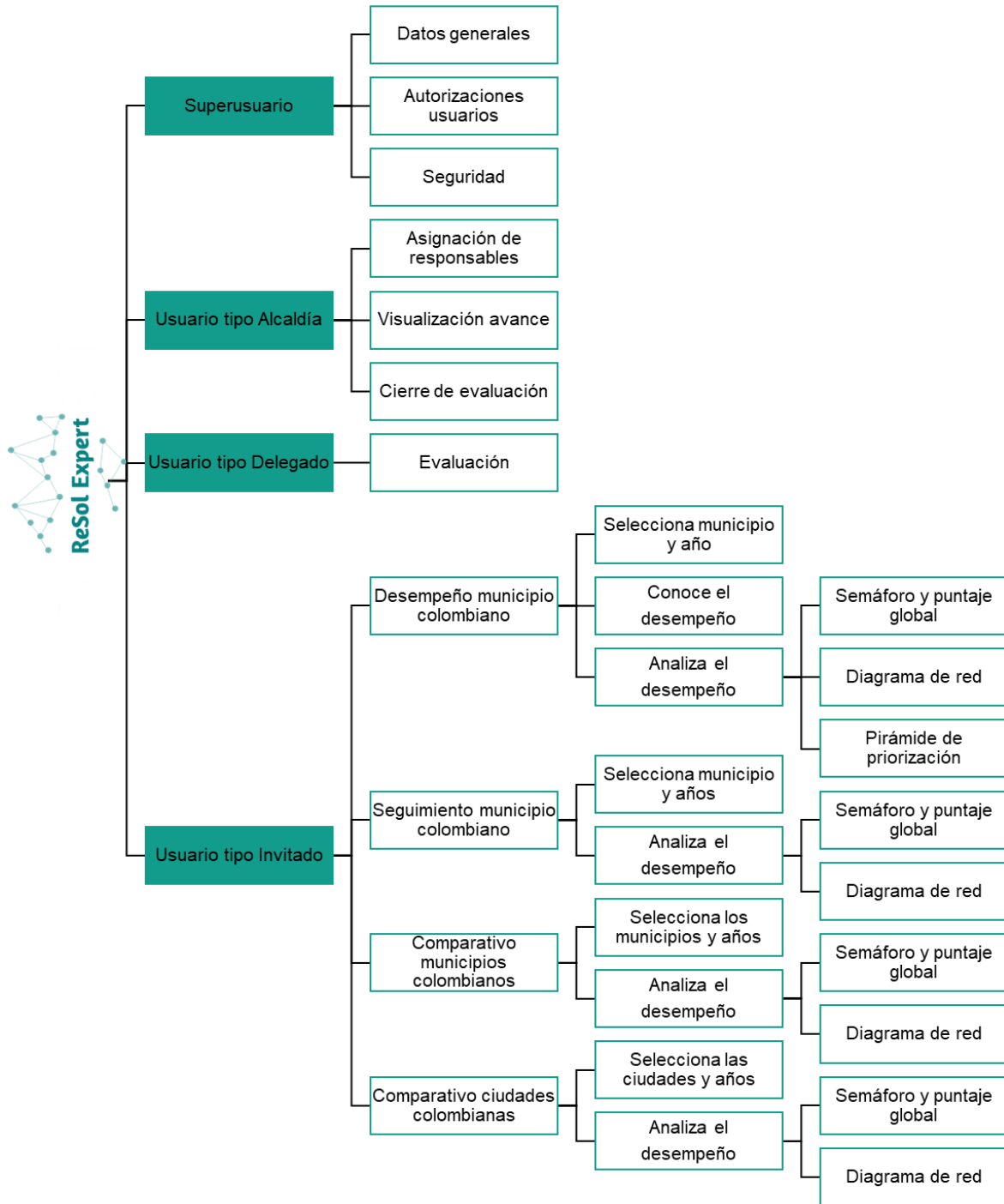


Figura 16: Esquema de las funciones asociadas a cada tipo de usuario del aplicativo ReSol Expert.



6.1 Módulos habilitados por tipo de usuario

El aplicativo web ReSol Expert contiene once (11) módulos en total. El Superusuario tiene habilitados 3 módulos, enfocados en administrar la información de base y permisos de los demás usuarios. El usuario tipo Alcaldía tiene habilitados tres (3) módulos enfocados en administrar el proceso de evaluación del municipio donde tiene injerencia. El usuario tipo Delegado tiene disponible un solo módulo enfocado a ingresar la información correspondiente a la GRSM del municipio de injerencia y asignar los puntajes a los criterios asociados, con todos los soportes requeridos. Por último, el usuario tipo invitado tiene habilitados cuatro (4) módulos enfocados en visualizar y analizar los resultados de las evaluaciones del SGRSM de municipios colombianos. A continuación, se describen las funciones disponibles en cada módulo según los tipos de usuarios.

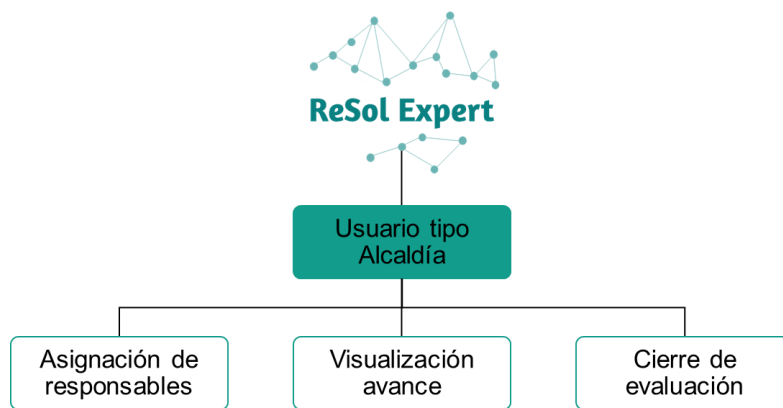
6.1.1 Superusuario

El Superusuario tiene acceso a tres (3) módulos específicos del aplicativo (Figura 17). En el módulo de Datos generales se mantendrían actualizadas las experiencias de aplicación de la metodología *Wasteaware* original en ciudades del mundo y se podrán actualizar las características de la metodología adaptada según se cambie el marco normativo nacional. En el módulo de autorizaciones usuarios se podrán crear los usuarios tipo Alcaldía y Delegado según sea necesario por parte del municipio colombiano que desee utilizar el aplicativo. En el módulo de seguridad es posible actualizar las características de cada tipo de usuario creado, editar los tipos de usuario si se requiere, definir los privilegios que tendrá cada usuario creado, sincronizar aplicaciones y editar las configuraciones que se requieran.

Figura 17: Módulos habilitados para el Superusuario.

6.1.2 Usuarios principales - Alcaldías

El usuario tipo alcaldía es único por cada municipio que utilice el aplicativo ReSol Expert y tiene habilitados tres (3) módulos (Figura 18). En el módulo de Asignación de responsables debe asignar un delegado responsable de calificar cada indicador o criterio según se requiera entre los usuarios tipo Delegado que tenga disponibles el municipio. En el módulo Visualización de avance se hace seguimiento al avance en la evaluación por parte de todos los delegados asignados con funciones en el SGRSM. En el último módulo se cierra oficialmente la evaluación cuando esta es terminada de manera satisfactoria por los delegados y aprobada por parte de la Alcaldía.

Figura 18: Módulos habilitados para el usuario tipo Alcaldía.

6.1.3 Usuarios secundarios - Delegados

El módulo del aplicativo más importante en esta etapa de desarrollo es el de evaluación, al cual tienen acceso solo los usuarios tipo delegado (Figura 19). Es de vital importancia que las administraciones municipales empleen el aplicativo para consolidar una base de datos robusta que permita tener un panorama nacional amplio y que la comunidad pueda visualizar el desempeño del SGRSM de cada municipio. En esa sección, el usuario tipo delegado, ingresa datos cuantitativos del contexto de la GRSM del municipio y también selecciona la descripción que considera más acertada para calificar cada criterio cualitativo. Para soportar la información reportada, el aplicativo cuenta con un espacio para que el usuario escriba la justificación de su decisión y cargue los documentos o enlaces usados. Durante el diligenciamiento de la información requerida por cada indicador, el aplicativo muestra la calificación individual para cada uno.

Figura 19: Módulos habilitados para el usuario tipo Delegado.

6.1.4 Usuarios invitados

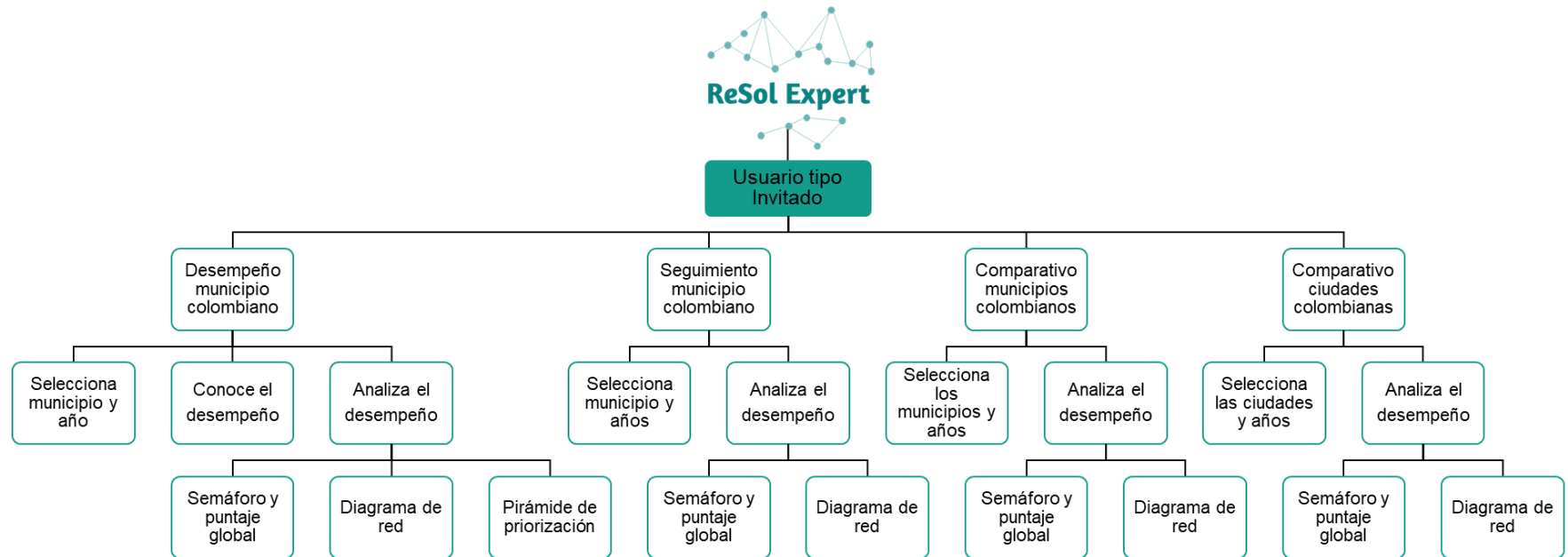
Para que cualquier usuario pueda visualizar los resultados de la evaluación del desempeño del SGRSM de los municipios colombianos evaluados por completo, podrá acceder como invitado. Este tipo de usuario accede sin contraseña al aplicativo y tiene habilitados cuatro (4) módulos (Figura 20). El módulo de Desempeño municipio colombiano permite visualizar y analizar el desempeño del municipio y año seleccionado. Para ello primero se ingresa a la sección de Selecciona municipio y año, en la siguiente sección se puede conocer el desempeño a nivel de indicadores y criterios, así como la información de contexto del municipio de interés. En la sección de Analiza el desempeño se pueden visualizar los resultados a manera de semáforo (cada indicador con el color que le corresponde según su rango de desempeño), diagrama de red y pirámide con la priorización de indicadores que requieren mayor atención.

El módulo de Seguimiento municipio colombiano permite visualizar y analizar para un municipio colombiano los mismos resultados que en el módulo de Desempeño municipio colombiano, pero a través varios años. De esa manera es posible identificar si ha habido mejoría en el desempeño de cada indicador. Para ello se accede a la sección de Selecciona municipio y años, en donde se pueden seleccionar entre 2 y 5 años disponibles para el municipio de interés. Luego se ingresa a la sección de Analiza el desempeño en donde se pueden visualizar los resultados a manera de semáforo (cada indicador con el

color que le corresponde según su rango de desempeño) y diagrama de red para todos los años seleccionados.

Por último, en el tercer y cuarto módulo del aplicativo web (Comparativo municipios colombianos y Comparativo ciudades del mundo respectivamente), se podrá comparar el desempeño del SGRSM de un municipio colombiano con otro colombiano o del mundo que haya aplicado previamente la metodología *Wasteaware* respectivamente. Esto permitirá identificar el posicionamiento del SGRSM de un municipio colombiano en el mundo, e identificar fácilmente casos de éxito en indicadores que representen una oportunidad de mejora local.

Figura 20: Módulos habilitados para el usuario tipo Invitado.

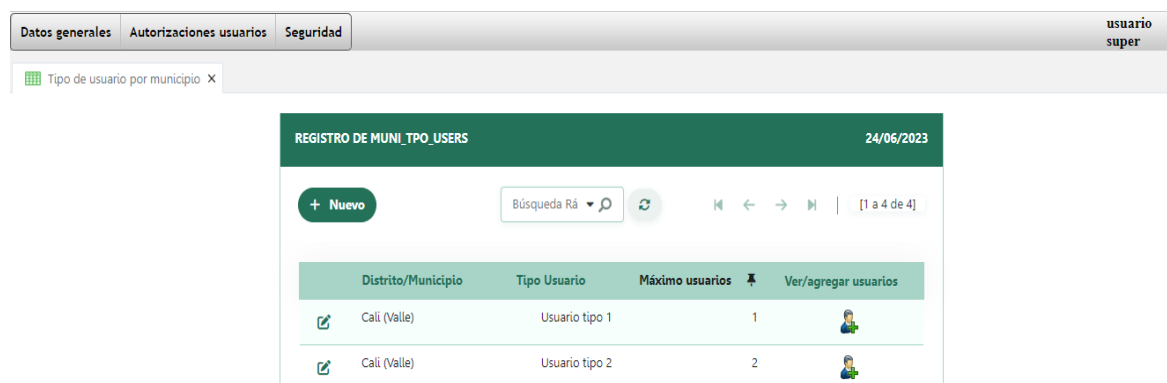


6.2 Validación aplicativo web: Caso de estudio zona urbana de Santiago de Cali año 2019

ReSol Expert fue validado en cuanto a su usabilidad, calidad, completitud y coherencia. Esta validación se llevó a cabo corriéndolo para el caso de estudio de la ciudad de Santiago de Cali en el año 2019 y comparando los resultados con los obtenidos durante la aplicación manual de la metodología *Wasteaware* adaptada. A partir de la validación se identificó la necesidad de ajustar los nombres de algunas pestañas del aplicativo, se distribuyeron diferente las listas desplegables y se añadió la sección que enlaza el aplicativo con el manual de usuario y canal de YouTube. A continuación, se describen las acciones adelantadas para evaluar el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali para el año 2019 con el aplicativo web ReSol Expert.

Desde el Superusuario se creó un usuario tipo Alcaldía y dos (2) usuarios tipo Delegado para la ciudad de Santiago de Cali (**Figura 21**). A pesar de que en este caso solo se necesitaba un usuario tipo Delegado, se crearon dos (2) para validar que la distribución de responsabilidades tuviera un óptimo funcionamiento.

Figura 21: Creación de usuarios para Santiago de Cali.



The screenshot shows a web application interface for user management. At the top, there are tabs for 'Datos generales', 'Autorizaciones usuarios', and 'Seguridad'. The current view is 'Tipo de usuario por municipio'. The main content area is titled 'REGISTRO DE MUNI_TPO_USERS' and shows a table with two rows of user types for 'Cali (Valle)'. The table has columns for 'Distrito/Municipio', 'Tipo Usuario', 'Máximo usuarios', and 'Ver/agregar usuarios'. The first row shows 'Usuario tipo 1' with a maximum of 1 user. The second row shows 'Usuario tipo 2' with a maximum of 2 users. There is a '+ Nuevo' button and a search bar at the top of the table.

Distrito/Municipio	Tipo Usuario	Máximo usuarios	Ver/agregar usuarios
Cali (Valle)	Usuario tipo 1	1	
Cali (Valle)	Usuario tipo 2	2	

Desde el usuario tipo Alcaldía creado para la ciudad de Santiago de Cali, se realizó una primera prueba en donde se distribuían las responsabilidades de evaluación entre los dos

(2) usuarios tipo Delegado para validar que funcionara adecuadamente. Posteriormente se cambió la asignación para que un solo usuario tipo Delegado tuviera la responsabilidad de ingresar toda la información requerida para evaluar el desempeño del SGRSM de la ciudad (Figura 22 y Figura 23).

Figura 22: Asignación de responsabilidades para los usuarios Delegados.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'Responsables por indicadores', 'Avance de la evaluación', 'Cierre del año vigente', and 'Seguridad'. The user 'isabela' is logged in. The main content area is titled 'REGISTRO DE SEC_USERS_INDI' and dated '24/06/2023'. It features a search bar and a table with the following data:

Indi	Responsables por criterios
1.1 - Cobertura en la recolección de RSM	[Icono de asignación]
1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	[Icono de asignación]
1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	[Icono de asignación]
2 - Disposición controlada	[Icono de asignación]
2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición	[Icono de asignación]
3 - Tasa de reciclaje	[Icono de asignación]
3R - Calidad de las 3R - Reducir, reusar y reciclar	[Icono de asignación]

Figura 23: Asignación de responsabilidades para los usuarios Delegados para los criterios que componen el indicador 4U – Inclusión de usuarios.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'Responsables por indicadores', 'Avance de la evaluación', 'Cierre del año vigente', and 'Seguridad'. The user 'isabela' is logged in. The main content area is titled 'ACTUALIZACIÓN DE SEC_USERS_INDI_CRIT' and dated '24/06/2023'. It features a 'Volver' button, a 'Guardar' button, and a table with the following data:

Criterio *	Responsable
1 <input type="checkbox"/> 4U - 1. Equidad en la prestación del servicio de aseo	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001
2 <input type="checkbox"/> 4U - 2. El derecho a ser escuchado	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001
3 <input type="checkbox"/> 4U - 3. Nivel de participación pública en la GRSM	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001
4 <input type="checkbox"/> 4U - 4. Mecanismos de retroalimentación pública	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001
5 <input type="checkbox"/> 4U - 5. Implementación del programa de educación en GRSM	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001
6 <input type="checkbox"/> 4U - 6. Cambios en los hábitos de los usuarios para mejorar la gestión de residuos	Isabela Giraldo - Evaluadora - 76001

* Campos obligatorios

Desde el usuario tipo Delegado al que se le asignó la responsabilidad de hacer todo el proceso de evaluación para la ciudad de Santiago de Cali, se ingresan los datos requeridos en las pestañas Datos básicos y RSM (Figura 24 y Figura 25).

Figura 24: Reporte de datos requeridos en la pestaña Datos básicos.

ACTUALIZACIÓN DE CONTEXTO 25/06/2023

usuario: isabela2
Muni: 76001.
Año: 2019

Evalúa el desempeño Seguridad

Evalúa X

Guardar

Datos básicos | RSM | Indicadores cualitativos_resumen

Territorio * Cali (Valle - Colombia)	Distrito/Municipio Distrito	Año * 2019	Fecha evaluación * 2022/10/25	Área de aplicación Urbana	Área (km ²) 121
Número de comunas 22	Población Urbana * 2,190,363	Usuarios con serv recolección * 648,384	Total vivienda zona aplicación * 669,315		
Categoría Ingreso país BM * Medio-alto	Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita US * 6,398.50	Habitantes 2,190,363			

Relación del territorio con la región
Zona urbana de la capital del departamento del Valle d

Relación del territorio con el país
Principal ciudad del suroccidente colombiano

Tipo de fuente
dirección url

Url
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.MKTP.CD?view=map> visitar

Figura 25: Reporte de datos requeridos en la pestaña RSM.

ACTUALIZACIÓN DE CONTEXTO 25/06/2023

usuario: isabela2
Muni: 76001.
Año: 2019

Evalúa el desempeño Seguridad

Evalúa X

Guardar

Datos básicos | RSM | Indicadores cualitativos_resumen

RSM eliminados (ton/año) * 616,963	RSM aprovechados (ton/año) * 27,976	Densidad * 0.00	PPC (Kg/hab*día) * 0.44	% humedad 0.00
---------------------------------------	--	--------------------	----------------------------	-------------------

Composición porcentual RSM

% orgánicos (Biorresiduos) * 52.50	% reciclables * 18.15	% otros * 29.35
---------------------------------------	--------------------------	--------------------

* Campos obligatorios

Desde el mismo usuario tipo Delegado se continúa a la evaluación de los indicadores cualitativos ingresando a la pestaña Indicadores cualitativos resumen (Figura 26). En esa pestaña se visualizan todos los indicadores cualitativos, y en la medida en que se va asignando puntaje a los criterios asociados, el resumen se va actualizando con el puntaje

del indicador en general. Se ingresó a cada indicador para evaluar los criterios asociados (Figura 27).

Figura 26: Visualización pestaña Indicadores cualitativos resumen.

usuario: isabela2
Muni: 76001.
Año: 2019

Evalúa el desempeño Seguridad

Evalúa X

Valoración indicadores cualitativos

REGISTRO DE CONTEXTO_INDICADORES 25/06/2023

Búsqueda Rá [icon] [icon] Exportar [icon] [1 a 8 de 8]

Indicador	Valoración	Descripción	Criterios
1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	72	Medio/Alto	[icon]
2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición	0	Bajo	[icon]
3R - Calidad de las 3R - Reducir, reusar y reciclar	0	Bajo	[icon]
4P - Inclusión de los proveedores	10	Bajo	[icon]
4U - Inclusión de los usuarios	0	Bajo	[icon]
5F - Sostenibilidad financiera	0	Bajo	[icon]

Figura 27: Visualización de los criterios asociados al indicador 5F – Estabilidad financiera para su evaluación.

usuario: isabela2
Muni: 76001.
Año: 2019

Evalúa el desempeño Seguridad

Evalúa X

Valoración indicadores cualitativos

REGISTRO DE MUNI_CONTEXTO_INDI_CRIT 25/06/2023

Búsqueda Rá [icon] [icon] Volver [icon] [1 a 5 de 5]

Criterio	Escala Sel	Valorac	Observ	Fuente
5F - 1. Contabilización de costos	0			
5F - 2. Cobertura del presupuesto disponible	0			
5F - 3. Recuperación de los costos locales en los hogares	0			
5F - 4. Asequibilidad en la tarifa del servicio de aseo municipal	0			
5F - 5. Destinación de recursos para la innovación y mejora continua	0			

Desde el mismo usuario tipo Delegado se ingresó a cada criterio. Allí se seleccionó la descripción de la escala de medida más acercada a la realidad que evidenciaban los soportes reportados y se asoció esta evaluación a un comentario en donde se explica de

manera resumida la razón por la cual se tomó cada decisión (Figura 28). Este proceso se repitió para todos los criterios de cada indicador cualitativo.

Figura 28: Evaluación del criterio 1C1 - Presentación de los RSM en los sitios de recolección.

Al finalizar la evaluación de todos los indicadores cualitativos e ingresar todos los datos requeridos por el aplicativo, desde el usuario tipo Alcaldía se cierra la evaluación del año 2019 (Figura 29). De esa manera se habilita la visualización de los resultados para los usuarios tipo Invitado y ya no se permite modificar nada de la evaluación realizada.

Figura 29: Cierre del año 2019.

Desde el usuario tipo Invitado se pueden visualizar todos los resultados que genera el aplicativo web ReSol Expert. En la Figura 30 se visualiza el puntaje asignado a cada

indicador y la categoría del puntaje correspondiente (Color rojo para Bajo, naranja para Medio/Bajo, amarillo para Medio, verde claro para Medio/Alto y verde oscuro para Alto). Ese resultado que genera el aplicativo web es similar al reportado en la Tabla 8 cuando se realizó la aplicación manual de la metodología *Wasteaware* adaptada. En la Figura 31 se evidencia el puntaje de cada indicador y de manera visual es posible identificar los que están más cercanos al centro del diagrama indicando que requieren mayor atención.

Por último, en la Figura 32 se muestra claramente la prioridad que se le debe dar a cada indicador. En la cima de la pirámide se muestran los indicadores que requieren mayor atención, mientras que en la base se encuentran los indicadores más robustos o que representan una fortaleza del SGRSM de Santiago de Cali. En este caso de estudio los indicadores que se encuentran en la cima son la tasa de aprovechamiento de RSM y la calidad de las 3Rs - reducir, reusar, reciclar. Mientras que en la base de la pirámide se encuentran indicadores como residuos captados por el sistema de GRSM, tratamiento y disposición controlada de RSM e inclusión de los usuarios, los cuales obtuvieron el máximo puntaje.

Figura 30: Semáforo de indicadores con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.

MUNICIPIO CALI (VALLE), AÑO 2019					01/07/2023
Indicador	# criterios	Valoración	Descripción	Ver criterios	
1.1 - Cobertura en la recolección de RSM	1	97	Medio/Alto		
1.2 - Residuos recolectados por el sistema de GRSM	1	100	Alto		
1C - Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	8	72	Medio/Alto		
2 - Tratamiento o disposición controlada de RSM	1	100	Alto		
2E - Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición d	7	88	Alto		
3 - Tasa de aprovechamiento	1	24	Medio		
3R - Calidad de las 3R - Reducir, reusar y reciclar	6	56	Medio		
4P - Inclusión de los proveedores	5	95	Alto		
4U - Inclusión de los usuarios	6	100	Alto		
5F - Estabilidad financiera	5	85	Alto		
6L - Coherencia institucional local	6	88	Alto		
6N - Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM	6	79	Medio/Alto		
99 - Puntaje global	12	0	Bajo		

Figura 31: Diagrama de red con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.

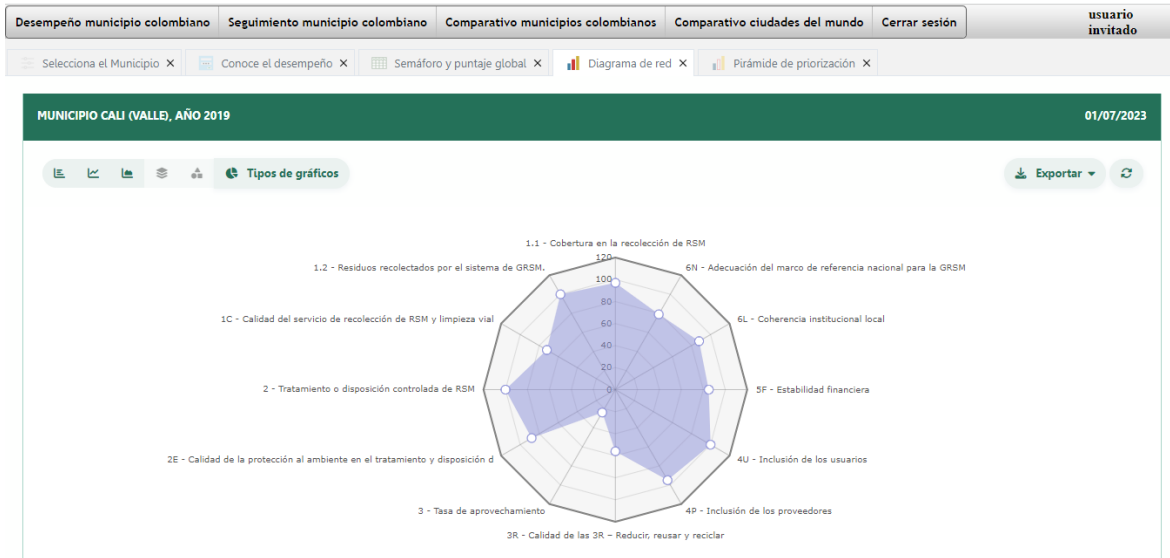
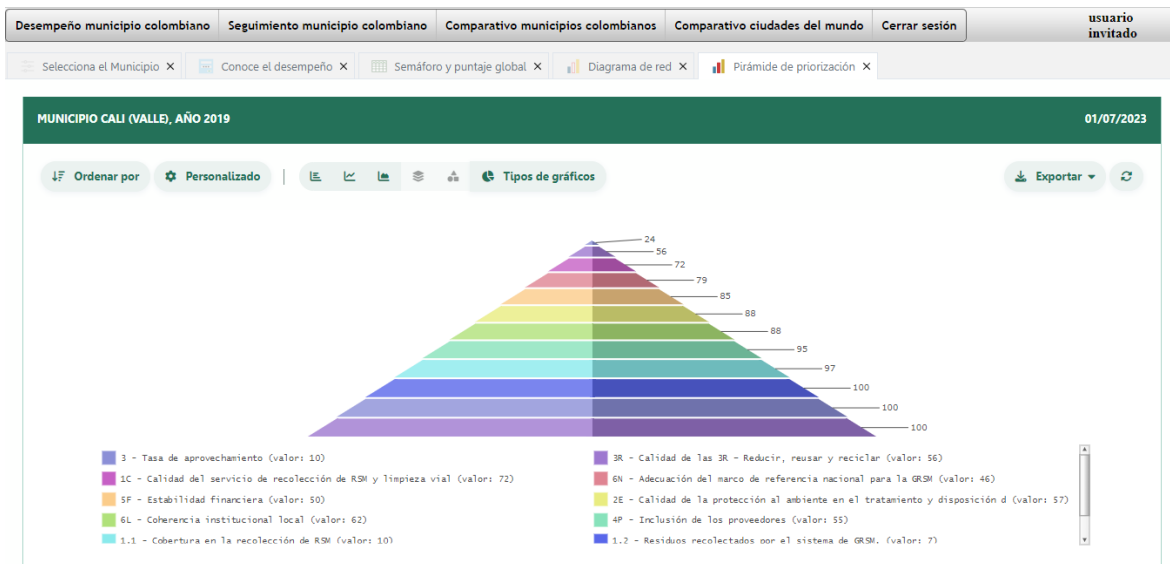


Figura 32: Pirámide de priorización de indicadores con el desempeño del SGRSM de Santiago de Cali en el año 2019.



7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

La metodología *Wasteaware* original para la evaluación de la GRSM fue diseñada para aplicarse en cualquier ciudad del mundo independiente de sus características socioeconómicas. En esta investigación se realizó la adaptación de *Wasteaware* al contexto nacional. Este desarrollo incorpora la normativa nacional y la política de GIRS, y entrega una herramienta útil para el seguimiento a la GRSM aplicable a todos los municipios colombianos.

La adaptación de *Wasteaware* amplió el alcance de evaluación de algunos criterios para calificar los indicadores y se incluyeron algunos criterios nuevos. Se destaca que los resultados de la metodología *Wasteaware* adaptada para Colombia son totalmente comparables con la versión original por cuanto esta se realiza a nivel de indicadores. Para el caso de Santiago de Cali, la aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada para evaluar el desempeño del SGRSM arrojó un puntaje global de 91%, situándolo en el rango alto de la escala de calificación (año 2019). Santiago de Cali es la ciudad con mejor desempeño en torno a la GRSM en las ciudades de ALC que han aplicado esta metodología (13 ciudades de la región).

A partir de la evaluación *Wasteaware* se encontró que las principales fortalezas del SGRSM de Santiago de Cali fueron, el nivel de control en el tratamiento y disposición de los RSM, la presencia de los actores formales del sistema en la recolección de los RSM y la inclusión de los usuarios. Las oportunidades de mejora identificadas fueron la tasa y calidad del reciclaje. Los demás indicadores mostraron desempeños entre alto y medio/alto. Es necesario fortalecer el SGRSM de Cali, específicamente en el componente de aprovechamiento.

Una calificación del 91% para el SGRM de Cali refleja un excelente desempeño a escala global para el año 2019. La evaluación de los indicadores de referencia de *Wasteaware* destaca a Cali como un modelo de prácticas eficientes de gestión y reducción de residuos. Sin embargo, se identificaron ciertas limitaciones en la puntuación de algunos criterios de la evaluación del SGRSM de Cali. Esto se atribuye a la necesidad de diversas fuentes de información, en particular para los criterios en los que son esenciales diferentes flujos de datos. La existencia de asentamientos subnormales, que no se tienen en cuenta en la evaluación, contribuye a la falta de comprensión formal de la dinámica de gestión de residuos en estas zonas. Además, una parte notable de la población de Cali carece de acceso a una ruta designada para la eliminación adecuada de RSM. Adicionalmente, algunos RSM son manejados por entidades no obligadas a reportar al SUI, incluyendo empresas privadas no categorizadas como prestadores de servicios públicos de aseo, recicladores informales e indigentes.

El desarrollo de la herramienta web ReSol Expert, permitirá consolidar la evaluación del SGRSM en ciudades de Colombia, así como conectar la GRSM que realizan las administraciones municipales con los demás ciudadanos. Esta herramienta web es fundamental para lograr que la metodología *Wasteaware* adaptada sea fácil de aplicar y tenga continuidad en el tiempo. El aplicativo web cuenta con 3 tipos de usuarios, el primero es para uso de las alcaldías municipales, el segundo para uso de los organismos de la alcaldía con relación a cada indicador de la metodología, y el tercero es para los ciudadanos colombianos o empresas privadas que accedan como invitados.

El aplicativo web ReSol Expert permitirá consolidar en un solo lugar la evaluación del desempeño del SGRSM de todos los municipios de Colombia para todos los años en que decidan aplicarla. Potencializará la sinergia entre actores de diferentes municipios que busquen estrategias aplicadas por otras administraciones para la mejora de sus indicadores. Así que no solo mostrará la prioridad con la que se deberían invertir los recursos de un municipio, sino que también mostrará el camino recorrido por otros municipios y la efectividad de sus estrategias.

7.2 Recomendaciones

Debido a la naturaleza informal de muchos servicios que se prestan en municipios colombianos, es común que no se midan indicadores. Un mecanismo para fortalecer la investigación realizada y potencializar las futuras aplicaciones de la metodología *Wasteaware* adaptada en ciudades de ALC, es mejorar la calidad y cantidad de información disponible relacionada con la GRSM. Se recomienda generar una política de generación de bases de datos de la GRSM en ciudades. También se propone el desarrollo de una herramienta donde se reporte de manera obligatoria la información de los diferentes actores. Esta responsabilidad será de la administración municipal o entidad delegada. La iniciativa permitirá optimizar el manejo y consolidación de la información y proponer medidas tendientes a mejorar la prestación del servicio. Una futura investigación podría ser desarrollar esta herramienta, donde todos los actores del SGRSM reporten la información que les corresponda (semestral) y esta se consolide de manera automática por ciudad a nivel nacional.

A. Anexo A

Análisis de las normas nacionales y locales en el marco de los indicadores de la metodología *Wasteaware*

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
CONPES 3874 de 2016	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de seguimiento y verificación de los controles ambientales	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Salud y seguridad ocupacional	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Protección ambiental en el reciclaje	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Salud y seguridad en el trabajo	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4U Inclusión de los usuarios	Equidad en la provisión de servicios	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4U Inclusión de los usuarios	Efectividad para lograr un cambio de comportamiento	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4P Inclusión de los proveedores	Rol del sector 'informal'	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Contabilidad de costos	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Cobertura del presupuesto disponible	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Recuperación local de costos de los hogares	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Precios de disposición	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	5F Sostenibilidad financiera	Acceso al capital para inversión	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Responsabilidad extendida del productor (EPR) o Administración del producto (PS)	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6L Coherencia institucional local	Cooperación intermunicipal (o regional)	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4U Inclusión de los usuarios	Efectividad para lograr un cambio de comportamiento	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4P Inclusión de los proveedores	Procesos de licitación	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
CONPES 3874 de 2016	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Institución nacional responsable de implementar la política de GIRS	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6L Coherencia institucional local	Estructura organizacional / coherencia	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6L Coherencia institucional local	Capacidad institucional	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6L Coherencia institucional local	Disponibilidad y calidad de datos de GIRS	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Efectividad de la recolección en barrios de bajos ingresos	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Institución nacional responsable de implementar la política de GIRS	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6L Coherencia institucional local	Disponibilidad y calidad de datos de GIRS	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	4P Inclusión de los proveedores	Rol del sector 'informal'	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Calidad de los productos generados al aprovechar bioresiduos	SÍ	SÍ
CONPES 3874 de 2016	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Legislación y regulaciones	SÍ	SÍ
Decreto 1083 de 2015	4P Inclusión de los proveedores	Procesos de licitación	SÍ	SÍ
Decreto 1083 de 2015	6L Coherencia institucional local	Capacidad institucional	SÍ	SÍ
Decreto 1510 de 2013	4P Inclusión de los proveedores	Procesos de licitación	SÍ	SÍ
Decreto 1842 de 1991	5F Sostenibilidad financiera	Recuperación local de costos de los hogares	SÍ	SÍ
Decreto 1842 de 1991	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
Decreto 1842 de 1991	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Estrategia / política	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4P Inclusión de los proveedores	El equilibrio del público vs. intereses del sector privado en la prestación de servicios	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4P Inclusión de los proveedores	Marco legal	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1.1 Cobertura en la recolección de RSM	# usuarios con servicio de recolección / total de usuarios	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1.2 Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	RSM recolectados / Total de RSM generados	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Efectividad de la recolección en barrios de bajos ingresos	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficiencia y efectividad del transporte de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2 Disposición controlada	RSM dispuestos o tratados en instalaciones controladas / (Total de RSM generados - RSM aprovechados in-situ por generadores)	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre la recepción de residuos y la gestión general del sitio	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre el tratamiento y la eliminación de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de seguimiento y verificación de los controles ambientales	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación de tratamiento y eliminación	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Protección ambiental en el reciclaje	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	Equidad en la provisión de servicios	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	Efectividad para lograr un cambio de comportamiento	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	El derecho a ser escuchado	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	Nivel de participación pública	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4U Inclusión de los usuarios	Mecanismos de retroalimentación pública	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Institución nacional responsable de implementar la política de GIRS	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Aspecto de los puntos de recolección de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Aspecto de los puntos de recolección de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Efectividad de la recolección en barrios de bajos ingresos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficiencia y efectividad del transporte de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Salud y seguridad de los trabajadores de recolección	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficacia de la limpieza de calles	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficacia de la limpieza de calles	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficiencia y efectividad del transporte de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Efectividad de la recolección en barrios de bajos ingresos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficiencia y efectividad del transporte de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre el tratamiento y la eliminación de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	4P Inclusión de los proveedores	Rol del sector 'informal'	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre el tratamiento y la eliminación de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de seguimiento y verificación de los controles ambientales	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Salud y seguridad ocupacional	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Protección ambiental en el reciclaje	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Salud y seguridad en el trabajo	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Decreto compilatorio 1077 de 2015	6L Coherencia institucional local	Estrategia y plan de GIRS en toda la ciudad	SÍ	SÍ
Decreto compilatorio 1077 de 2015	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
Decreto municipal 4112010200507 de 2017	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	NO	SÍ
Decreto municipal 4112010200507 de 2017	4P Inclusión de los proveedores	Rol del sector 'informal'	NO	SÍ
Decreto municipal 4112010200507 de 2017	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	NO	SÍ
Decreto municipal 4112010200507 de 2017	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	NO	SÍ
Decreto municipal 4112010200507 de 2017	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	NO	SÍ
Ley 1176 de 2007	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Ley 142 de 1994	4P Inclusión de los proveedores	Marco legal	SÍ	SÍ
Ley 142 de 1994	4P Inclusión de los proveedores	El equilibrio del público vs. intereses del sector privado en la prestación de servicios	SÍ	SÍ
Ley 142 de 1994	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
Ley 1537 de 2012	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
Ley 1550 de 2007	4P Inclusión de los proveedores	Procesos de licitación	SÍ	SÍ
Ley 19 de 1958	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Estrategia / política	SÍ	SÍ
Ley 689 de 2001	6L Coherencia institucional local	Gestión, control y supervisión de la prestación de servicios	SÍ	SÍ
Ley 715 de 2001	5F Sostenibilidad financiera	Asequibilidad de los cargos de los usuarios	SÍ	SÍ
Ley 80 de 1993	4P Inclusión de los proveedores	Procesos de licitación	SÍ	SÍ
Ley 99 de 1993	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Control / cumplimiento regulatorio	SÍ	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	NO	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación de tratamiento y eliminación	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	4U Inclusión de los usuarios	Efectividad para lograr un cambio de comportamiento	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1.1 Cobertura en la recolección de RSM	# usuarios con servicio de recolección / total de usuarios	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1.2 Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	RSM recolectados / Total de RSM generados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Aspecto de los puntos de recolección de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Efectividad de la recolección en barrios de bajos ingresos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	NO	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficiencia y efectividad del transporte de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre la recepción de residuos y la gestión general del sitio	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Aspecto de los puntos de recolección de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Eficacia de la limpieza de calles	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Protección ambiental en el reciclaje	NO	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
PGIRS 2015-2027	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Protección ambiental en el reciclaje	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	1C Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Planificación y monitoreo de servicios apropiados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3 Tasa de reciclaje	RSM aprovechados adecuadamente / Total de RSM generados	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Enfoque en los niveles más altos de la jerarquía de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	3R Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Integración del sector de reciclaje comunitario y / o informal con el sistema formal de RSM	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	4U Inclusión de los usuarios	Educación y conciencia pública	NO	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
PGIRS 2015-2027	4P Inclusión de los proveedores	Rol del sector 'informal'	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2 Disposición controlada	RSM dispuestos o tratados en instalaciones controladas / (Total de RSM generados - RSM aprovechados in-situ por generadores)	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre la recepción de residuos y la gestión general del sitio	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de control sobre el tratamiento y la eliminación de residuos	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de seguimiento y verificación de los controles ambientales	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación de tratamiento y eliminación	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	2E Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	Salud y seguridad ocupacional	NO	SÍ
PGIRS 2015-2027	5F Sostenibilidad financiera	Precios de disposición	NO	SÍ
Resolución 720 de 2015	5F Sostenibilidad financiera	Precios de disposición	SÍ	SÍ

Norma	Indicador <i>Wasteaware</i> relacionado	Criterio <i>Wasteaware</i> relacionado	¿Aplica a nivel nacional?	¿Aplica a nivel local?
Resolución 720 de 2015	5F Sostenibilidad financiera	Contabilidad de costos	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6L Coherencia institucional local	Estrategia y plan de GIRS en toda la ciudad	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	4P Inclusión de los proveedores	Representación del sector privado	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	5F Sostenibilidad financiera	Acceso al capital para inversión	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	5F Sostenibilidad financiera	Cobertura del presupuesto disponible	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6L Coherencia institucional local	Disponibilidad y calidad de datos de GIRS	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6L Coherencia institucional local	Estructura organizacional / coherencia	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6L Coherencia institucional local	Cooperación intermunicipal (o regional)	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6L Coherencia institucional local	Gestión, control y supervisión de la prestación de servicios	SÍ	SÍ
Resolución 754 de 2014	6N Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	Directrices y procedimientos de implementación	SÍ	SÍ

B. Anexo B

Base de datos con información de los casos de estudio revisados

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Accra	90	90	63	87	65	18	46	46	75	50	54	42	Oduro-Appiah, K., Afful, A., Kotey, V. N., & de Vries, N. (2019). Working with the informal service chain as a locally appropriate strategy for sustainable modernization of municipal solid waste management systems in lower-middle income cities: Lessons from Accra, Ghana. Resources, 8(1). https://doi.org/10.3390/resources8010012
	4	4	4	4	4	2	3	3	4	3	3	3	71%
Adelaida	100	0	83	0	67	54	71	75	70	75	96	83	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	5	1	4	5	4	4	4	4	5	5	73%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Atenas	100	100	0	100	0	24	0	38	15	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	1	5	1	3	1	2	1	1	1	1	53%
Baddi	60	N/A	74	17	0	0	10	52	61	N/A	52	58	Thakur, D., Ganguly, R., Gupta, A. K., & Ghali, V. (2020). Evaluation of Existing Solid Waste Management System in Una Town, India Disha. In Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_33
	2	N/A	4	1	1	1	1	3	4	N/A	3	3	Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2019). Matrix Method for Evaluation of Existing Solid Waste Management Processes in Jalandhar City, Punjab, India. Pollutants from Energy Sources, 253–268. https://doi.org/DOI: 10.1007/978-981-13-3281-4_12
Bangalore	75	85	54	73	42	32	46	54	70	71	50	54	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	64%
Bangkok	90	100	50	100	75	23	42	42	45	71	50	50	Chanhthamixay, B., Vassanadumrongdee, S., & Kittipongvises, S. (2017). Assessing the Sustainability Level of Municipal Solid Waste Management in Bangkok, Thailand by Wasteaware Benchmarking Indicators. Applied Environmental Research, 39(3), 49–61. https://doi.org/10.35762/aer.2017.39.3.6
	4	5	3	5	4	3	3	3	3	4	3	3	77%
Baréin	100	100	88	100	46	8	50	54	45	79	46	63	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	3	2	3	3	3	4	3	4	82%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Beijing	90	95	92	100	80	45	35	50	10	95	93	90	Yang, Y. (2018). Assessment of the Wasteaware Indicator for Selected Cities in the US and China. December, 20.
	4	4	5	5	4	4	2	3	1	5	5	5	85%
Belfast	100	98	100	98	100	35	83	79	80	100	66	100	Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2014). "Wasteaware" benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. Waste Management, 35, 329–342. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006
	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	93%
Belo Horizonte	90	0	0	95	0	1	0	79	65	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	4	1	1	5	1	2	1	4	4	1	1	1	43%
Biskek	83	92	67	0	17	18	29	58	15	54	29	38	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	4	4	1	1	2	2	3	1	3	2	2	49%
Buenos Aires	96	93	67	97	71	8	29	54	65	58	50	63	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	4	4	4	5	4	2	2	3	4	3	3	4	74%
Cachi	70	66	65	0	45	0	25	25	0	35	55	50	Villafañe, F. ., & Manrique, S. M. (2018). Aplicación de los indicadores de referencia "Wasteaware" para el diagnóstico del rendimiento de la gestión de residuos sólidos urbanos en el consorcio Cachi-Payogasta (Salta). Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente, 22, 13–23.
	3	2	4	1	3	1	2	2	1	2	3	3	47%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Cañete	71	0	0	0	0	12	0	58	65	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports 30%
	3	1	1	1	1	2	1	3	4	1	1	1	
Castries	100	100	88	100	75	20	50	83	85	33	50	79	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports 83%
	5	5	5	5	4	3	3	5	5	2	3	4	
Chandigarh	90	N/A	90	30	0	0	17	75	78	N/A	60	75	Thakur, D., Ganguly, R., Gupta, A. K., & Ghali, V. (2020). Evaluation of Existing Solid Waste Management System in Una Town, India Disha. In Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_33 Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2018). Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. Journal of Material Cycles and Waste Management, 20(3), 1813–1831. https://doi.org/10.1007/s10163-018-0703-z Rana, R. (2017). Municipal Solid Waste Characterization and Analysis in Tricity. Jaypee University of Information Technology.
	4	N/A	5	2	1	1	1	4	4	N/A	3	4	
Cigres	95	0	79	100	79	15	50	63	70	75	83	88	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports 76%
	4	1	4	5	4	2	3	4	4	4	5	5	

Municipio	1.1 12,5 %	1.2 12,5 %	1C 8,3 %	2 12,5 %	2E 8,3 %	3 4,2 %	3R 4,2 %	4U 4,2 %	4P 4,2 %	5F 12,5 %	6N 8,3 %	6L 8,3 %	Referencia / Puntaje global
Ciudad de México	82	93	67	91	65	33	50	54	30	50	33	58	Gutiérrez, F., Coria, A. L., & Tejeida, R. (2019). A study and factor identification of municipal solid waste management in Mexico City. Sustainability (Switzerland), 11(22). https://doi.org/10.3390/su11226305
	3	4	4	4	4	4	3	3	2	3	2	3	
Ciudad Quezón	99	0	0	98	0	39	0	58	50	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	4	1	3	3	1	1	1	
Cluj-Napoca	100	95	79	100	42	13	38	75	55	75	63	50	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	4	4	5	3	2	2	4	3	4	4	3	
Condado de Tompkins	100	0	0	100	0	60	0	100	50	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	5	1	5	3	1	1	1	
Curepipe	100	0	0	100	0	0	0	21	35	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	1	1	2	2	1	1	1	
Daca	55	0	33	55	13	15	33	25	25	33	13	46	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	1	2	3	1	2	2	2	2	2	1	3	
Dar es-Salam	40	37	42	0	25	18	8	17	45	17	21	46	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	1	1	3	1	2	2	1	1	3	1	2	3	
Ghorahi	46	0	0	81	0	11	0	58	35	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	1	1	1	4	1	2	1	3	2	1	1	1	

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Guadalajara	95	95	50	95	60	12	13	46	40	40	67	46	Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2014). "Wasteaware" benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. <i>Waste Management</i> , 35, 329–342. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006
	4	4	3	5	3	2	1	3	2	2	4	3	66%
Gujranwala	54	34	33	0	20	15	4	50	70	31	58	75	Ali, M., Geng, Y., Robins, D., Cooper, D., Roberts, W., & Vogtländer, J. (2019). Improvement of waste management practices in a fast expanding sub-megacity in Pakistan, on the basis of qualitative and quantitative indicators. <i>Waste Management</i> , 85, 253–263. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.030
	2	1	2	1	1	2	1	3	4	2	3	4	40%
Jalandhar	70	N/A	70	10	0	0	5	68	65	N/A	60	70	Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2019). Matrix Method for Evaluation of Existing Solid Waste Management Processes in Jalandhar City, Punjab, India. <i>Pollutants from Energy Sources</i> , 253–268. https://doi.org/DOI: 10.1007/978-981-13-3281-4_12
	3	N/A	4	1	1	1	1	4	4	N/A	3	4	42%
Kampala	50	50	54	50	38	5	8	33	50	38	42	50	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	2	3	3	2	2	1	2	3	2	3	3	48%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Kerbala	89	100	38	0	17	5	8	29	45	30	33	46	Abdulredha, M., Kot, P., Al Khaddar, R., Jordan, D., & Abdulridha, A. (2018). Investigating municipal solid waste management system performance during the Arba'een event in the city of Kerbala, Iraq. <i>Environment, Development and Sustainability</i> , 22(2), 1431–1454. https://doi.org/10.1007/s10668-018-0256-2
	3	5	2	1	1	2	1	2	3	2	2	3	48%
Kigali	88	88	63	79	30	10	33	71	55	50	58	50	Kabera, T., & Nishimwe, H. (2019). Systems analysis of municipal solid waste management and recycling system in east Africa: Benchmarking performance in Kigali city, Rwanda. <i>E3S Web of Conferences</i> , 80(January). https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198003004
	3	3	4	4	2	2	2	4	3	3	3	3	62%
Kosovo	71	74	63	66	46	3	21	50	50	71	58	54	University of Leeds. (2023). <i>Wasteaware Toolkit</i> . Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	3	4	3	3	2	2	3	3	4	3	3	63%
Kunming	100	0	0	100	0	0	0	58	50	0	0	0	University of Leeds. (2023). <i>Wasteaware Toolkit</i> . Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	1	1	3	3	1	1	1	43%
La Paz	89	95	58	98	67	8	25	50	55	54	50	63	Ferronato, N., Gorrity Portillo, M. A., Guisbert Lizarazu, E. G., Torretta, V., Bezzi, M., & Ragazzi, M. (2018). The municipal solid waste management of La Paz (Bolivia): Challenges and opportunities for a sustainable development. <i>Waste Management and Research</i> , 36(3), 288–299. https://doi.org/10.1177/0734242X18755893
	3	4	3	5	4	2	2	3	3	3	3	4	69%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Lahore	Media	75	63	8	37	35	17	37	50	54	29	62	Khan, I. U., Waseer, W. A., Ullah, S., & Khan, S. A. (2018). 'Wasteaware' Indicators: an Assessment of the Current Solid Waste Management System in Lahore, Pakistan. Asia Pacific Journal of Energy and Environment, 5(2), 49–58. https://doi.org/10.18034/apjee.v5i2.525
	N/A	3	4	1	2	4	1	2	3	3	2	4	52%
Lanzhou	100	100	92	100	83	10	54	75	70	88	71	67	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	5	2	3	4	4	5	4	4	91%
Leeds	100	100	92	100	83	37	75	92	95	92	75	88	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	97%
Lusaka	63	0	0	45	0	14	0	38	50	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	1	1	2	1	2	1	2	3	1	1	1	28%
Macao	100	N/A	50	95	90	5	4	45	30	N/A	40	54	Duarte, B., Scavarda, L. F., Gusmão, R. G., & Fuss, M. (2020). Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. Waste Management, 120, 772–783. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001
	5	N/A	3	5	5	2	1	3	2	N/A	2	3	64%
Managua	85	0	0	80	0	3	0	58	15	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	1	1	4	1	2	1	3	1	1	1	1	35%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Mandi	60	N/A	79	30	0	0	15	70	66	N/A	58	65	Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2018). Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. <i>Journal of Material Cycles and Waste Management</i> , 20(3), 1813–1831. https://doi.org/10.1007/s10163-018-0703-z
	2	N/A	4	2	1	1	1	4	4	N/A	3	4	42%
Maputo	82	75	63	0	21	5	29	46	60	67	29	58	Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2014). "Wasteaware" benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. <i>Waste Management</i> , 35, 329–342. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006
	3	3	4	1	2	2	2	3	3	4	2	3	54%
Mina	100	36	46	20	33	0	0	38	40	55	25	71	Alsebaei, A. F. (2014). Solid Waste Management and Recycling During Hajj Pilgrimage in Mina. 1–123.
	5	1	3	1	2	1	1	2	2	3	2	4	48%
Mohali	90	N/A	75	30	0	0	10	75	76	N/A	60	75	Rana, R. (2017). Municipal Solid Waste Characterization and Analysis in Tricity. Jaypee University of Information Technology.
	4	N/A	4	2	1	1	1	4	4	N/A	3	4	49%
Monrovia	33	30	58	70	45	8	33	67	60	46	17	46	Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2014). "Wasteaware" benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. <i>Waste Management</i> , 35, 329–342. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
	1	1	3	3	3	2	2	4	3	3	1	3	46%
Moshi	60	0	0	87	0	18	0	58	30	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	1	1	4	1	2	1	3	2	1	1	1	33%
Münster	100	N/A	100	100	100	62	96	95	100	N/A	95	100	Duarte, B., Scavarda, L. F., Gusmão, R. G., & Fuss, M. (2020). Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. Waste Management, 120, 772–783. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001
	5	N/A	5	5	5	5	5	5	5	N/A	5	5	89%
Nairobi	52	60	29	0	0	30	21	42	55	50	46	42	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	2	2	1	1	4	2	3	3	3	3	3	45%
New York City	100	100	91	100	100	47	60	95	50	100	100	95	Yang, Y. (2018). Assessment of the Wasteaware Indicator for Selected Cities in the US and China. December, 20.
	5	5	5	5	5	4	3	5	3	5	5	5	96%
Nueva Delhi	75	0	0	0	0	33	0	100	50	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	1	1	1	1	4	1	5	3	1	1	1	33%
Palm Beach	100	100	99	100	100	72	80	95	95	100	100	100	Yang, Y. (2018). Assessment of the Wasteaware Indicator for Selected Cities in the US and China. December, 20.
	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	99%
Panchkula	60	N/A	60	30	0	0	12	74	75	N/A	60	75	Rana, R. (2017). Municipal Solid Waste Characterization and Analysis in Tricity. Jaypee University of Information Technology.

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
	2	N/A	3	2	1	1	1	4	4	N/A	3	4	40%
Payogasta	64	0	30	0	25	0	5	20	0	20	50	35	Villafañe, F. ., & Manrique, S. M. (2018). Aplicación de los indicadores de referencia "Wasteaware" para el diagnóstico del rendimiento de la gestión de residuos sólidos urbanos en el consorcio Cachi-Payogasta (Salta). Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente, 22, 13–23.
	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	2	31%
Qena	100	0	63	0	21	5	25	33	35	42	29	38	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	4	1	2	2	2	2	2	3	2	2	48%
Róterdam	100	100	92	100	100	23	71	88	90	100	92	96	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	98%
San Francisco	100	0	0	100	0	48	0	100	35	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	4	1	5	2	1	1	1	47%
Santa Lucía	100	100	88	100	75	20	50	83	85	33	50	79	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	4	3	3	5	5	2	3	4	83%
Singapur	100	0	75	100	54	59	29	54	60	79	83	83	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	4	5	3	5	2	3	3	4	5	5	77%
Sofía	100	99	79	100	83	11	63	92	95	100	100	92	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	4	5	5	2	4	5	5	5	5	5	95%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Solán	60	N/A	81	30	0	0	10	69	65	N/A	55	62	Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2018). Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. Journal of Material Cycles and Waste Management, 20(3), 1813–1831. https://doi.org/10.1007/s10163-018-0703-z
	2	N/A	5	2	1	1	1	4	4	N/A	3	4	44%
Steve Tshwete Local Municipality	85	85	50	85	71	7	25	58	50	50	75	63	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	4	4	66%
Sundernagar	60	N/A	77	20	0	0	10	55	60	N/A	55	72	Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2018). Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. Journal of Material Cycles and Waste Management, 20(3), 1813–1831. https://doi.org/10.1007/s10163-018-0703-z
	2	N/A	4	1	1	1	1	3	3	N/A	3	4	37%
Surat	95	N/A	95	55	37	30	29	80	82	N/A	60	77	Rana, R. (2017). Municipal Solid Waste Characterization and Analysis in Tricity. Jaypee University of Information Technology.
	4	N/A	5	3	2	4	2	4	5	N/A	3	4	62%
Susa	100	0	0	100	0	6	0	21	35	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	2	1	2	2	1	1	1	43%
Suzhou	100	100	100	100	83	26	46	75	90	79	71	83	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	5	5	5	3	3	4	5	4	4	5	92%

Municipio	1.1	1.2	1C	2	2E	3	3R	4U	4P	5F	6N	6L	Referencia / Puntaje global
	12,5 %	12,5 %	8,3 %	12,5 %	8,3 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	4,2 %	12,5 %	8,3 %	8,3 %	
Ulaanbaatar	93	85	50	100	50	5,5	21	54	55	46	46	58	Byamba, B., & Ishikawa, M. (2017). Municipal solid waste management in Ulaanbaatar, Mongolia: Systems Analysis. Sustainability (Switzerland), 9(6).
	4	3	3	5	3	2	2	3	3	3	3	3	66%
Una town	90	N/A	89	10	0	0	10	51	59	N/A	52	55	Thakur, D., Ganguly, R., Gupta, A. K., & Ghali, V. (2020). Evaluation of Existing Solid Waste Management System in Una Town, India Disha. In Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_33
	4	N/A	5	1	1	1	1	3	3	N/A	3	3	46%
Varna	100	0	0	99	0	27	0	21	35	0	0	0	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	1	1	5	1	3	1	2	2	1	1	1	43%
Vitoria	100	100	75	100	100	39	79	83	90	92	100	96	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	97%
Warangal	95	95	71	12	50	40	58	71	60	50	46	63	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	4	4	4	1	3	4	3	4	3	3	3	4	65%
Yakarta	64	81	50	84	33	10	25	29	55	42	33	50	University of Leeds. (2023). Wasteaware Toolkit. Recuperado de http://benchmark.wasteaware.org/reports
	2	3	3	4	2	2	2	2	3	3	2	3	54%
Zhenghou	95	95	65	95	70	35	40	90	30	50	88	85	Yang, Y. (2018). Assessment of the Wasteaware Indicator for Selected Cities in the US and China. December, 20.
	4	4	4	5	4	4	2	5	2	3	5	5	81%

C. Anexo C

Metodología *Wasteaware* adaptada al contexto colombiano

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Cobertura en la recolección de RSM	OPERACIÓN: Cantidad de usuarios con servicio de recolección / Total de viviendas en la zona de aplicación	Porcentaje de viviendas en donde se recolectan residuos sólidos reciclables, orgánicos y ordinarios en la frecuencia técnicamente definida. La recolección puede ser en la acera, en la esquina o en centros de acopio.	Bajo	0 – 49%	Rojo
			Bajo/Medio	50 – 69%	Naranja
			Medio	70 – 89%	Amarillo
			Medio/Alto	90 – 98%	Verde claro
			Alto	99 - 100%	Verde oscuro
			No aplica	N/A	N/A
Residuos recolectados por el sistema de GRSM	OPERACIÓN: RSM recolectados / Total de RSM generados teóricamente	Porcentaje de residuos generados que son recolectados por el sector formal o informal para su disposición final controlada o aprovechamiento. No se deben incluir los RSM que se llevan a botaderos a cielo abierto, ni los que son quemados o enterrados ilegalmente.	Bajo	0 – 49%	Rojo
			Bajo/Medio	50 – 69%	Naranja
			Medio	70 – 89%	Amarillo

15 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Medio/Alto	90 – 98%	Verde claro
			Alto	99 - 100%	Verde oscuro
			No aplica	N/A	N/A
Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	Presentación de RSM en los sitios de recolección	Presencia de residuos acumulados alrededor de los sitios de presentación de RSM. Evalúa si la comunidad está sacando los residuos con la anticipación debida y empleando los recipientes adecuados.	No cumple	0	Las cuadrillas siempre encuentran los puntos de recolección con residuos acumulados por mucho tiempo. Utilizan recipientes inadecuados o no los utilizan.
			Cumplimiento bajo	5	Algunos puntos de recolección se encuentran con residuos acumulados. Utilizan recipientes inadecuados o no los utilizan.
			Cumplimiento medio	10	Algunos puntos de recolección se encuentran con residuos acumulados. Utilizan los recipientes adecuados.
			Cumplimiento medio alto	15	Los puntos de recolección generalmente se encuentran ordenados y limpios antes de la recogida. Utilizan los recipientes adecuados.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Alto cumplimiento	20	Los puntos de recolección siempre se encuentran ordenados y limpios antes de la recogida. Utilizan los recipientes adecuados.
			No aplica	N/A	N/A
			Muy alta incidencia	0	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles es inferior al 50%. Hay muchas quejas de la comunidad sobre este tema.
			Alta incidencia	5	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles está entre el 51% y 60%. Hay muchas quejas de la comunidad sobre este tema.
			Incidencia media	10	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles está entre el 61% y 70%. Hay quejas de la comunidad sobre este tema.
			Baja incidencia	15	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles está entre el 71% y 90. No hay quejas de la
Presencia de RSM en vías y áreas públicas		Presencia de residuos en las calles, áreas públicas sucias y cestas desbordadas debido a la ineficiencia de las empresas prestadoras del servicio. Priorizar lugares como el centro de la ciudad, las carreteras principales y los lugares populares donde se reúne la comunidad.			

15 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					comunidad sobre este tema.
			Muy baja incidencia	20	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles es suficiente. No hay quejas de la comunidad sobre este tema.
			No aplica	N/A	N/A
			Muy alta incidencia	0	Muy alta presencia de quemas a cielo abierto o botaderos ilegales
			Alta incidencia	5	Alta presencia de quemas a cielo abiertos o botaderos ilegales
			Incidencia media	10	Presencia media de quemas a cielo abierto o botaderos ilegales
			Baja incidencia	15	Baja presencia de quemas a cielo abierto o botaderos ilegales
			Muy baja incidencia	20	Muy baja presencia de quemas a cielo abiertos o botaderos ilegales
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Ningún vehículo de transporte de residuos sólidos cumple con los requisitos técnicos y operativos. Residuos sólidos sin compactación y no se
	Presencia de botaderos ilegales o quemas a cielo abierto	Presencia de residuos acumulados o botaderos ilegales. Incluye el vertimiento de residuos sólidos en cuerpos de agua, desagües, separadores viales, andenes y otros elementos constitutivos del espacio público.			
	Cumplimiento de las normas técnicas para el transporte de RSM	Cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos de los vehículos de recolección y transferencia (si aplica). Los requisitos técnicos y operativos son los estipulados en el Artículo 2.3.2.2.2.3.36. del Decreto 1077 de 2015.			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida	Descripción escala de medida
				cubren volquetas/otros vehículos
			Cumplimiento bajo	5
				Los vehículos de transporte de residuos sólidos cumplen con al menos algunos criterios técnicos y operativos. Y tienen un modelo promedio de los vehículos ≥ 10 años
			Cumplimiento medio	10
				Los vehículos de transporte de residuos sólidos cumplen con al menos algunos requisitos técnicos y operativos. Y tienen un modelo promedio de los vehículos < 10 años
			Cumplimiento medio alto	15
				Todos los vehículos de transporte de residuos sólidos cumplen con todos los requisitos técnicos y operativos. Y tienen un modelo promedio de los vehículos > 5 años
			Alto cumplimiento	20
				Todos los vehículos de transporte de residuos sólidos cumplen con todos los requisitos técnicos y operativos. Y tienen un modelo promedio de los vehículos ≤ 5 años

15 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			No aplica	N/A	N/A
Planificación y supervisión del servicio de aseo		<p>(a) Si el sector privado participa en la recolección de RSM: Existen contratos adecuados con especificaciones detalladas del servicio, procedimientos y herramientas de seguimiento</p> <p>(b) Si el sector público se encarga de la recolección de RSM: Existen pruebas documentales de la planificación adecuada del servicio, las especificaciones del servicio, la prestación del servicio y el procedimiento y las herramientas de supervisión</p>	No cumple	0	No cuentan con mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo
			Cumplimiento bajo	5	Cuentan con algunos mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo, pero no los aplican
			Cumplimiento medio	10	Cuentan con algunos mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo, y los aplican parcialmente
			Medio alto cumplimiento	15	Cuentan con todos los mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo, y los aplican parcialmente
			Alto cumplimiento	20	Cuentan con todos los mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo, y los aplican adecuadamente
			No aplica	N/A	N/A
Salud y seguridad en el trabajo durante la recolección		Utilización de elementos de protección personal (EPPs) adecuados y procedimientos de apoyo. Se aplica tanto a los operadores públicos como a los privados. Los requisitos de referencia son los controles	No cumple	0	Los operadores no emplean EPPs ni tienen procedimientos de apoyo.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
		sanitarios periódicos, las vacunas, las botas de seguridad, los guantes, y los chalecos reflectores.	Cumplimiento bajo	5	Los operadores emplean algunos EPPs y no tienen implementados procedimientos de apoyo.
			Cumplimiento medio	10	Los operadores emplean algunos EPPs y tienen implementados algunos procedimientos de apoyo.
			Medio alto cumplimiento	15	Los operadores emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados algunos procedimientos de apoyo.
			Alto cumplimiento	20	Los operadores emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados procedimientos de apoyo.
			No aplica	N/A	N/A
			Bajo	0	No se erradicaron ninguno de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.
Erradicación de puntos críticos		Intervención de los puntos críticos reportados por los prestadores del servicio de aseo y autorizados por el comité del sector público hasta el punto de erradicarlos. Lo cual no solo implica retirar los residuos presentes sino adelantar campañas de educación y aplicar multas según se requiera.	Bajo/Medio	1% - 29%	Se erradicaron entre el 1% y 29% de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.
			Medio	30% - 49%	Se erradicaron entre el 30% y 49% de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.

15 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Calidad del trasbordo y estación de transferencia	Evalúa la eficiencia y calidad del proceso de trasbordo y el nivel de cumplimiento de las características técnicas y operativas requeridas para la estación de transferencia estipuladas en el Decreto 1077 de 2015. La frecuencia del trasbordo debe ser suficiente para que no se acumulen en la estación por encima de su capacidad.		Medio/Alto	50% - 69%	Se erradicaron entre el 50% y 69% de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.
			Alto	>70%	Se erradicaron más del 70% de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.
			No aplica	No aplica	N/A
			No cumple	0	En la estación se acumulan más residuos de lo planeado y no cumplen con las características técnicas y operativas requeridas.
			Cumplimiento bajo	5	El proceso de trasbordo es poco eficiente generalmente y la estación cumple con algunas características técnicas y operativas requeridas. Generalmente se acumulan más residuos de lo esperado porque no se tiene plan de contingencia.
			Cumplimiento medio	10	El proceso de trasbordo es algo eficiente y la estación cumple con algunas características técnicas y operativas requeridas. .

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Tratamiento o disposición controlada de RSM	OPERACIÓN: RSM dispuestos o tratados en instalaciones controladas / RSM recolectados	Porcentaje del total de los RSM destinados para tratamiento o disposición final en una instalación controlada. Incluir la cantidad de RSM que se traten o dispongan en las instalaciones que hayan obtenido un puntaje igual o mayor a 10 en los criterios 1, 2, 3, 5 y 6 del indicador 2E. Si la instalación obtiene un puntaje menor a 10 en cualquiera de esos criterios, no debe ser incluida aquí.	Medio alto cumplimiento	15	El proceso de trasbordo es eficiente generalmente y la estación cumple con las características técnicas y operativas requeridas. En algunas ocasiones se acumulan más residuos de lo esperado porque no se tiene plan de contingencia.
			Alto cumplimiento	20	El proceso de trasbordo es eficiente y la estación cumple con las características técnicas y operativas requeridas.
			No aplica	N/A	N/A
			Bajo	0 - 24%	Rojo
			Bajo/Medio	25 - 49%	Naranja
			Medio	50 - 74%	Amarillo
			Medio/Alto	75 - 94%	Verde claro
			Alto	95 - 100%	Verde oscuro
			No aplica	N/A	N/A
			Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y	Grado de control sobre la recepción de RSM en el sitio	Grado de control y seguimiento a la recepción y manejo de los residuos en el sitio de tratamiento y/o disposición. Incluye aspectos como acceso de los vehículos, gestión del tráfico, seguridad física, trazabilidad, descarga de residuos, gestión de molestias e implementación de sistema de calidad.
Bajo control	5	Cumple con entre el 30% y 69% de los aspectos.			

1€ Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida	
disposición de RSM	de tratamiento y/o disposición	Implementación de tecnologías y procedimientos para el tratamiento y/o disposición final adecuada de RSM. En lo relacionado a los materiales reciclables secos evalúa el avance en el proceso de formalización de los recicladores de oficio y el cumplimiento de los requisitos para los gestores privados. Sobre el tratamiento de residuos orgánicos, evalúa que los procesos se estén dando con las tecnologías apropiadas. Sobre la disposición final evalúa el nivel de tecnificación del sitio, buscando que se cumplan todos los requisitos de un sitio de disposición final controlada tipo relleno sanitario.	Control medio	10	Cumple con entre el 70% y 79% de los aspectos.	
			Control medio alto	15	Cumple con entre el 80% y 89% de los aspectos.	
			Alto control	20	Cumple con más del 90% de los aspectos.	
			No aplica	N/A	N/A	
	Sin control		0	Instalación sin las tecnologías ni procedimientos necesarios para tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.		
	Bajo control		5	Instalación con pocas tecnologías y sin procedimientos necesarios para tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.		
	Control medio		10	Instalación con pocas tecnologías y procedimientos necesarios para tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.		
	Control medio alto		15	Instalación con varias tecnologías y procedimientos necesarios para tratamiento o		
	Grado de control sobre el tratamiento y la disposición de RSM					

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					disposición final de los residuos sólidos.
			Alto control	20	Instalación con todas las tecnologías y procedimientos necesarios para tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Instalación sin los permisos ambientales requeridos y sin trazabilidad del seguimiento a sus compromisos ambientales
	Grado de monitoreo y verificación de los controles ambientales	Grado de seguimiento y control al cumplimiento de los requisitos y controles ambientales en el tratamiento y/o disposición final. La instalación cuenta con los permisos ambientales para su funcionamiento y realizan seguimiento al cumplimiento de los compromisos adquiridos para cuidar el ambiente.	Cumplimiento bajo	5	Instalación con algunos permisos ambientales vigentes y sin trazabilidad del seguimiento a sus compromisos ambientales
			Cumplimiento medio	10	Instalación con algunos permisos ambientales vigentes y trazabilidad del cumplimiento de algunos compromisos ambientales
			Medio alto cumplimiento	15	Instalación con todos los permisos ambientales vigentes y trazabilidad del

16 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					cumplimiento de algunos compromisos ambientales
			Alto cumplimiento	20	Instalación con todos los permisos ambientales vigentes y trazabilidad del cumplimiento de todos sus compromisos ambientales
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	La instalación requiere de combustible externo para su funcionamiento
			Cumplimiento bajo	5	En la instalación se genera algo de energía que se emplea para el proceso interno.
			Cumplimiento medio	10	En la instalación se genera energía para suplir todo el proceso interno y vender algo de ella.
			Medio alto cumplimiento	15	En la instalación se genera energía con una eficiencia media que se utiliza algunos meses del año o se genera suficiente energía como para vender una cantidad importante.
	Eficiencia en la generación y uso de energía	Evalúa la eficiencia energética de aquellas instalaciones cuya finalidad principal es (o podría ser) la recuperación de energía. Si en el municipio no se encuentran instalaciones de este tipo, este criterio no se debe contabilizar.			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Alto cumplimiento	20	En la instalación se genera energía con una eficiencia alta que se utiliza todo el año y se genera suficiente energía como para vender una cantidad importante. O la instalación cuenta con el estándar europeo R1 o uno similar.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Ningún empleado tiene el grado de competencia técnica requerido
			Cumplimiento bajo	5	Los empleados del nivel directivo/administrativo tienen algunas competencias técnicas, pero los operarios no
			Cumplimiento medio	10	Los empleados del nivel directivo/administrativo y los operarios tienen algunas competencias técnicas
			Medio alto cumplimiento	15	Los empleados del nivel directivo/administrativo tienen todas las competencias técnicas y los operarios algunas competencias técnicas
			Alto cumplimiento	20	Todos los empleados tienen las competencias técnicas requeridas
			No aplica	N/A	N/A
	Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación del tratamiento y disposición	Evalúa la competencia técnica y administrativa del personal de la instalación de tratamiento. Incluye al personal operativo y al personal directivo/administrativo que planifica y hace seguimiento a la operación.			

16 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Salud y seguridad ocupacional	Utilización de equipos de protección personal adecuados y procedimientos de apoyo. Los requisitos de referencia son los controles sanitarios periódicos, las vacunas, las botas de seguridad, los guantes, y los chalecos reflectores.		No cumple	0	Los operarios no emplean EPPs ni tienen procedimientos de apoyo.
			Cumplimiento bajo	5	Los operarios emplean algunos EPPs y no tienen implementados procedimientos de apoyo.
			Cumplimiento medio	10	Los operarios emplean algunos EPPs y tienen implementados algunos procedimientos de apoyo.
			Medio alto cumplimiento	15	Los operarios emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados algunos procedimientos de apoyo.
			Alto cumplimiento	20	Los operarios emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados todos los procedimientos de apoyo.
			No aplica	N/A	N/A
Efectividad en la post clausura de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios	Evalúa en qué medida se están controlando los aspectos que generan impactos negativos a nivel social, ambiental y de salud en los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios en etapa de postclausura, incluyendo los pasivos ambientales que estos dejan. Tiene en cuenta la disponibilidad de recursos económicos y de personal para garantizar el control de los impactos negativos.		No cumple	0	No se están controlando los aspectos que causan impactos negativos durante la post clausura
			Cumplimiento bajo	5	Se están controlando parcialmente algunos aspectos que causan impactos negativos

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					durante la post clausura.
			Cumplimiento medio	10	Se están controlando parcialmente todos los aspectos que causan impactos negativos durante la post clausura.
			Medio alto cumplimiento	15	Se están controlando totalmente los aspectos significativos que causan impactos negativos durante la post clausura.
			Alto cumplimiento	20	Se están controlando totalmente todos los aspectos que causan impactos negativos durante la post clausura.
			No aplica	N/A	N/A
			Bajo	0%	Rojo
			Bajo/Medio	1 - 19%	Naranja
			Medio	20 - 29%	Amarillo
			Medio/Alto	30 - 49%	Verde claro
			Alto	>50%	Verde oscuro
			No aplica	No aplica	N/A
Tasa de aprovechamiento	OPERACIÓN: RSM reciclables aprovechados / Total de RSM generados con potencial de aprovechamiento	Porcentaje del total de residuos sólidos municipales generados que se aprovechan. Incluye el aprovechamiento formal e informal de residuos reciclables secos.			
Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	Porcentaje de la cantidad total de RSM secos, separados en el origen para el reciclaje por recuperadores formales o informales. Incluye solo los residuos que son separados en la presentación de RSM para recolección.	Sin enfoque	0	Los residuos reciclables no son separados en la fuente.

16 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Separación en la fuente de biorresiduos	Evalúa la calidad potencial que podrían tener los productos generados con el aprovechamiento de biorresiduos a partir de la calidad de la separación de los biorresiduos previa a su tratamiento. Un ejemplo de los productos generados con el aprovechamiento de biorresiduos es el compost, enmiendas orgánicas, digestato, alimento para animales, etc.		Bajo enfoque	5	Entre el 1% y el 25% de los residuos reciclables son separados en la fuente.
			Enfoque medio	10	Entre el 26% y el 65% de los residuos reciclables son separados en la fuente.
			Enfoque medio alto	15	Entre el 66% y el 95% de los residuos reciclables son separados en la fuente.
			Enfoque alto	20	Más del 95% de los residuos reciclables son separados en la fuente.
			No aplica	N/A	N/A
			Ninguna separación	0	Poca o ninguna separación o control de calidad.
			Separados completamente en instalación de tratamiento	5	Biorresiduos completamente separados de otros residuos mezclados en una instalación de tratamiento.
			Con algo de separación en la fuente	10	Cierta separación para reducir la contaminación
			Separados completamente en la fuente	15	Todo el material de entrada separado en la fuente

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Separación en la fuente cuidando calidad de los residuos	20	Todo el material de entrada separado en la fuente y el producto cumple una norma de calidad formal.
			No aplica	N/A	N/A
			Sin enfoque	0	El municipio no tiene políticas ni programas encaminados a la promoción de las 3R, los residuos son dispuestos
			Bajo enfoque	5	El municipio no tiene políticas ni programas encaminados a la promoción de las 3R, se realiza algo de reciclaje informal
			Enfoque medio	10	El municipio promueve el reciclaje, se realiza reciclaje formal
			Enfoque medio alto	15	El municipio tiene políticas y programas encaminados a la promoción de las 3R, se realiza reciclaje formal y se promueve el aprovechamiento de biorresiduos
			Enfoque alto	20	El municipio tiene políticas y programas encaminados a la promoción de las 3R, se realiza reciclaje y reúso formal y
	Enfoque institucional para la promoción de las 3R (reducir, reusar y reciclar)	Evalúa el compromiso y enfoque institucional a nivel de políticas y programas orientados a la reducción, reúso y reciclaje de materiales en los RSM. La jerarquía prioriza la reducción de residuos, seguido de la reutilización, reciclaje o compostaje, tratamiento térmico y por último la disposición final.			

16 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					aprovechamiento de biorresiduos
			No aplica	N/A	N/A
			Sin enfoque	0	El sector es totalmente informal y no se realizaron acciones para su integración
			Bajo enfoque	5	Se han implementado acciones, pero el sector continúa totalmente informal
	Integración del sector de reciclaje (formal o informal) con el operador del servicio de aseo municipal	<p>Nivel de inclusión de la población recicladora de oficio al sistema formal de gestión, o a empresas que prestan servicios en torno a residuos, pero no están catalogadas como gestores. Incluye la población que gestiona residuos reciclables secos y biorresiduos. El nivel de inclusión se reconoce teniendo en cuenta la organización y desarrollo de capacidades del gestor, así como los mecanismos de relacionamiento con el sector formal, con los mercados y con la comunidad. En el siguiente enlace se pueden encontrar herramientas para la integración.</p> <p>https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X12454934</p>	Enfoque medio	10	Se implementaron algunas acciones para su integración, pero no se ha logrado formalizar todo el sector
			Enfoque medio alto	15	Existen normas que fomentan la formalización del sector, además se han implementado acciones para su integración, pero no se ha logrado formalizar todo el sector
			Enfoque alto	20	El sector está totalmente formalizado e integrado al servicio de aseo municipal
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	N/A

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
	Impacto ambiental de las actividades de reciclaje	Analiza el impacto ambiental generado durante la cadena de reciclaje. Se promediarán los puntajes establecidos para los criterios 1, 2, 3 y 5 del indicador 2E para las instalaciones de aprovechamiento de residuos secos.	Cumplimiento bajo	5	N/A
			Cumplimiento medio	10	
			Medio alto cumplimiento	15	
			Alto cumplimiento	20	
			No aplica	N/A	
	Salud y seguridad ocupacional	Utilización de equipos de protección personal adecuados y procedimientos de apoyo. Se promediarán los puntajes establecidos para el criterio 6 del indicador 2E para las instalaciones de aprovechamiento de residuos secos.	No cumple	0	
			Cumplimiento bajo	5	
			Cumplimiento medio	10	
			Medio alto cumplimiento	15	
			Alto cumplimiento	20	
Inclusión de los usuarios	Equidad en la prestación del servicio de aseo	Grado en que todos los usuarios y usuarios potenciales, independientemente del nivel de ingresos, reciben un buen servicio de recolección de RSM. Los usuarios potenciales corresponden a los que se encuentran en asentamientos informales. Un buen servicio de aseo incluye calidad y continuidad y que además cumpla con los requisitos técnicos para proteger la salud pública y el ambiente.	No cumple	0	Ningún usuario cuenta con un servicio continuo, de calidad y que proteja la salud pública y el ambiente.
			Cumplimiento bajo	5	No se presta el servicio de aseo a los usuarios potenciales. Los estratos 1 y 2 tienen un servicio de aseo deficiente. Los demás usuarios tienen un buen servicio.

17 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Cumplimiento medio	10	Los usuarios potenciales y los usuarios de estratos 1 y 2 tienen un servicio de aseo deficiente. Los demás estratos cuentan con un buen servicio.
			Medio alto cumplimiento	15	La mayoría de los ciudadanos (usuarios independientemente del estrato y usuarios potenciales) tienen un servicio de mediana o alta calidad.
			Alto cumplimiento	20	Todos los ciudadanos cuentan con un servicio continuo, de calidad y que protege la salud pública y el ambiente.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Las autoridades no tienen la obligación ni recomendación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos
El derecho a ser escuchado		Evalúa si las autoridades tienen la obligación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos en las decisiones que les afectan directamente durante las etapas de planificación y seguimiento.	Cumplimiento bajo	5	Las autoridades tienen la recomendación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos solo en la etapa de planeación o solo en la de seguimiento.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Nivel de participación pública en la GRSM	Mide el nivel de participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones durante las etapas de planificación y seguimiento de la GRSM. La participación incluye mujeres, hombres, jóvenes, líderes, sindicalistas, y otros ciudadanos en comités regulares y presenten PQRS cuando se requiera.		Cumplimiento medio	10	Las autoridades tienen la recomendación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos en todas las etapas
			Medio alto cumplimiento	15	Las autoridades tienen la obligación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos solo en la etapa de planeación o solo en la de seguimiento.
			Alto cumplimiento	20	Las autoridades tienen la obligación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos en todas las etapas
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Los ciudadanos no participan de la toma de decisiones sobre la GRSM
			Cumplimiento bajo	5	Todo tipo de actores ciudadanos participan muy poco de la toma de decisiones sobre la GRSM y su seguimiento.
			Cumplimiento medio	10	Solo algunos tipos de actores ciudadanos participan muy poco de la toma de decisiones sobre la GRSM y su seguimiento.

17 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Mecanismos de retroalimentación pública	Existencia y accesibilidad de mecanismos de retroalimentación pública sobre los servicios de GRSM. Estos podrían usar la comunicación directa, telefónica, postal y/o página web, incluye redes sociales		Medio alto cumplimiento	15	Solo algunos tipos de actores ciudadanos participan activamente de la toma de decisiones sobre la GRSM y su seguimiento.
			Alto cumplimiento	20	Todo tipo de actores ciudadanos participan activamente de la toma de decisiones sobre la GRSM y su seguimiento.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No existen mecanismos de retroalimentación pública
			Cumplimiento bajo	5	Existen mecanismos de retroalimentación pública, pero algunos no son accesibles
			Cumplimiento medio	10	Existen mecanismos de retroalimentación pública, pero son poco accesibles
			Medio alto cumplimiento	15	Existen mecanismos de retroalimentación pública y son muy accesibles
			Alto cumplimiento	20	Existen mecanismos de retroalimentación pública y son accesibles. Adicionalmente existen herramientas que facilitan la participación de la comunidad en la etapa de planeación.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No se han desarrollado programas al respecto en la vigencia.
			Cumplimiento bajo	5	Existe un presupuesto asignado, pero no es claro el responsable de ejecutar el programa. O se han ejecutado muy pocas actividades en la vigencia.
			Cumplimiento medio	10	Existe un presupuesto asignado, uno o más equipos son los encargados de la ejecución del programa. Se han ejecutado algunas actividades en la vigencia.
	implementación del programa de educación en GRSM	Implementación de un programa de educación ambiental orientada a la concientización y sensibilización de la comunidad sobre sus derechos y deberes en torno a la GRSM. Incluye el uso de prensa escrita, redes sociales, televisión, radio, reuniones comunitarias y programas escolares. Las estrategias pueden ser desarrolladas directamente por la administración pública o mediante un proveedor externo.	Medio alto cumplimiento	15	Existe un presupuesto asignado, el equipo encargado ha desarrollado todas las actividades planeadas para la vigencia. Pero los programas ejecutados no se actualizan
			Alto cumplimiento	20	Existe un presupuesto asignado, el equipo encargado ha desarrollado todas las actividades planeadas para la vigencia. Se actualizan las actividades ajustadas a

17 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			No aplica	N/A	N/A
			No aplica	N/A	un plan de mejoramiento
			No cumple	0	Los usuarios presentan los residuos sólidos inadecuadamente, arrojan a las vías o realizan quemas ilegales
			Cumplimiento bajo	5	Los usuarios presentan adecuadamente los residuos para recolección, pero mezclados.
			Cumplimiento medio	10	Alrededor del 50% de los usuarios presentan los residuos sólidos separados para recolección (reciclables y otros)
			Medio alto cumplimiento	15	Entre el 50% al 75% de los usuarios presentan los residuos sólidos separados para recolección (reciclables y otros)
			Alto cumplimiento	20	Se implementó un programa de separación en la fuente eficiente y eficaz y los usuarios presentan los residuos sólidos separados para
	Cambio en los hábitos de los usuarios para mejorar la GRSM	<p>Cambio en los hábitos y comportamientos de la comunidad en cuanto a sus prácticas de gestión de residuos en los primeros componentes de esta. Para asignar esta calificación, se debe tener en cuenta el cambio entre la vigencia evaluada y la inmediatamente anterior en la calificación de los criterios:</p> <p>1.2 para la reducción en la generación 1C3 para la presentación de los residuos 3R1 para la adecuada separación en la fuente de reciclables secos 3R2 para la adecuada separación en la fuente de los biorresiduos</p>			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Inclusión de los proveedores (operadores del servicio de aseo, contratistas que ejecuten proyectos y otros actores que presten sus servicios a la administración municipal en temas relacionados con la GRSM)	Marco legal	Grado en el que las leyes, decretos, resoluciones y/u otros instrumentos legales vigentes nacionales se aplican y permite a los proveedores prestar el servicio de aseo de forma estable. Se busca que establezcan condiciones claras para las asociaciones público-privadas, actores públicos, actores privados y asociaciones de recicladores.	No aplica	N/A	recolección (reciclables y otros)
			No cumple	0	Las normas vigentes no establecen claramente todas las condiciones para ningún prestador del servicio de aseo
			Cumplimiento bajo	5	Las normas vigentes establecen vagamente las condiciones para algunos prestadores del servicio de aseo
			Cumplimiento medio	10	Las normas vigentes establecen claramente todas las condiciones para algunos prestadores del servicio de aseo
			Medio alto cumplimiento	15	Las normas vigentes establecen vagamente las condiciones para los prestadores del servicio de aseo
			Alto cumplimiento	20	Las normas vigentes establecen claramente todas las condiciones para los prestadores del servicio de aseo
			No aplica	N/A	N/A

17 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Representación del sector privado	Organizaciones o estructuras establecidas para garantizar la representación del sector privado (formal e informal) de residuos y facilitar su participación activa en los foros de planificación de la gestión de residuos sólidos, grupos de trabajo, comités y/o grupos directivos.		No cumple	0	No hay planificadas ni implementadas estructuras para la representación del sector privado
			Cumplimiento bajo	5	Hay planificadas estructuras para la representación del sector privado, pero estas no son implementadas
			Cumplimiento medio	10	No hay planificadas estructuras para la representación del sector privado, sin embargo, este año el sector privado participó en algunos foros de planeación.
			Medio alto cumplimiento	15	Hay planificadas e implementadas algunas estructuras para la representación mínima del sector privado
			Alto cumplimiento	20	Hay planificadas e implementadas estructuras para la representación frecuente y activa del sector privado
			No aplica	N/A	N/A
Reconocimiento del sector informal en la GRSM	Evidencia del reconocimiento del papel de los sectores organizados "informales" de GRSM por parte de la administración municipal y empresas de aseo.		No cumple	0	La administración local no reconoce el rol del sector informal.
			Cumplimiento bajo	5	La administración local reconoce parcialmente

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					el rol del sector informal.
			Cumplimiento medio	10	La administración local reconoce el rol del sector informal pero no define mecanismos para su inclusión al sistema.
			Medio alto cumplimiento	15	La administración local reconoce el rol únicamente de las organizaciones en proceso de formalización y define mecanismos para su inclusión al sistema.
			Alto cumplimiento	20	La administración local reconoce el rol del sector informal y define mecanismos para su inclusión al sistema.
			No aplica	N/A	N/A
	Libre competencia de los sectores público y privado para la prestación del servicio de aseo	Grado en el que existen controles y equilibrios apropiados a nivel local, para que los servicios de residuos sean prestados por el sector público o el privado, de manera que sean mutuamente beneficiosos y no perjudiquen sustancialmente a ninguna de las partes. Se busca que los proveedores de servicios del sector público y privado se combinen en un SGRSM sólido y confiable, de manera que se combinen los puntos fuertes de cada sector para el máximo beneficio de la comunidad	No cumple	0	No existen contratos entre las partes ni incentivos o sanciones para los operadores.
			Cumplimiento bajo	5	Existen contratos entre las partes, pero no tienen las características adecuadas. No existen incentivos o sanciones para los operadores

17 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Procesos de selección pública	Grado de apertura, transparencia y responsabilidad de los procesos de selección de los proveedores del SGRSM. Las modalidades de selección pueden ser contratación directa, de mínima cuantía, selección abreviada, concurso de méritos o licitación.		Cumplimiento medio	10	Existen contratos entre las partes, pero no tienen las características adecuadas. Existen incentivos o sanciones para los operadores
			Medio alto cumplimiento	15	Los contratos entre las partes son equilibrados, garantes, flexibles, con objetivos claros y duración suficiente. No existen incentivos y sanciones para los operadores
			Alto cumplimiento	20	Los contratos entre las partes son equilibrados, garantes, flexibles, con objetivos claros y duración suficiente. Existen incentivos y sanciones para los operadores.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	La selección es completamente subjetiva y según intereses particulares
			Cumplimiento bajo	5	Los procesos de selección tienen bajo grado de apertura, transparencia y responsabilidad.
			Cumplimiento medio	10	Los procesos de selección tienen grado medio de apertura,

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					transparencia y responsabilidad.
			Medio alto cumplimiento	15	Los procesos de selección tienen medio alto grado de apertura, transparencia y responsabilidad.
			Alto cumplimiento	20	Los procesos de selección tienen alto grado de apertura, transparencia y responsabilidad.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No se tienen contabilizados los costos totales y reales del servicio de aseo
			Cumplimiento bajo	5	La metodología tarifaria refleja costos parciales del servicio de aseo. Las cuentas no están abiertas al escrutinio público.
			Cumplimiento medio	10	La metodología tarifaria refleja costos parciales del servicio de aseo. Las cuentas están abiertas al escrutinio público.
			Medio alto cumplimiento	15	La metodología tarifaria refleja los costos totales y reales del servicio de aseo. Las cuentas están abiertas al escrutinio público.
Estabilidad financiera	Contabilización de costos	Grado en que la metodología tarifaria aplicada a nivel local refleja con exactitud los costos totales reales del servicio de aseo público y si las cuentas están abiertas al escrutinio público. Los costos totales y reales van desde la recolección hasta la post clausura del relleno y/o el pago de la tarifa de aprovechamiento según aplique.			

18 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Cobertura del presupuesto disponible		<p>Grado en que el presupuesto anual es suficiente para cubrir todos los costos de la GRSM. Este criterio se califica independientemente de las fuentes de financiación.</p> <p>Se deben incluir los costos asociados a la prestación del servicio de aseo de calidad, con cobertura y continuidad, y que protejan el ambiente.</p>	Alto cumplimiento	20	La metodología tarifaria refleja los costos totales y reales del servicio de aseo. Las cuentas están abiertas al escrutinio público y se hace rendición pública de cuentas anual.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No se asignó un presupuesto que cubriera los costos de la GRSM
			Cumplimiento bajo	5	El presupuesto anual cubrió los costos de algunos componentes de la GRSM (ej: solo recolección y transporte y no incluyó barrido y limpieza de áreas públicas) y el servicio prestado no fue de la mejor calidad
			Cumplimiento medio	10	El presupuesto anual cubrió parcialmente los costos de la GRSM y el servicio prestado no fue de la mejor calidad
Medio alto cumplimiento	15	El presupuesto anual cubrió todos los costos de la GRSM, pero el servicio prestado no fue de la mejor calidad			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Recuperación de los costos locales en los hogares		Porcentaje del número total de hogares que utilizan y pagan, directa o indirectamente, los "servicios primarios de recogida de residuos". La atención se centra aquí en el número de hogares, no en el porcentaje de los costos totales que pagan. El pago lo pueden realizar mediante cobro directo o impuestos, o facturas de servicios públicos, etc.	Alto cumplimiento	20	El presupuesto anual cubrió todos los costos de la GRSM para que se prestara un servicio de la mejor calidad
			No aplica	N/A	N/A
			Ninguna	0	La comunidad no aporta al pago de la recolección primaria de RSM
			Cumplimiento bajo	5	Entre el 1% y el 24% de los hogares aporta al pago de la recolección primaria de RSM
			Cumplimiento medio	10	Entre el 25% y el 49% de los hogares aporta al pago de la recolección primaria de RSM
			Medio alto cumplimiento	15	Entre el 50% y el 74% de los hogares aporta al pago de la recolección primaria de RSM
			Alto cumplimiento	20	Más del 75% de los hogares aporta al pago de la recolección primaria de RSM
Asequibilidad en la tarifa del servicio de aseo municipal		Existencia de prácticas o procedimientos para subsidiar a los que menos pueden pagar los "servicios primarios de recogida de residuos". Si la comunidad no aporta a este pago, este criterio no aplica.	No cumple	0	A todos los usuarios del servicio de recolección de residuos se les cobra por igual tasas altas.
			Cumplimiento bajo	5	A todos los usuarios del servicio de recolección de residuos se les cobra por igual tasas muy bajas.

18 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Cumplimiento medio	10	La totalidad de los habitantes del estrato 1 están subsidiados o los estratos más bajos están parcialmente subsidiados
			Medio alto cumplimiento	15	La totalidad de los habitantes de estratos 1 y 2 están subsidiados
			Alto cumplimiento	20	La totalidad de los habitantes de estratos 1, 2 y 3 están subsidiados
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Ejecución entre el 0% y 39% del presupuesto disponible para proyectos de innovación y/o MC
			Cumplimiento bajo	5	Ejecución entre el 40% y 59% del presupuesto disponible para proyectos de innovación y/o MC
			Cumplimiento medio	10	Ejecución entre el 60% y 69% del presupuesto disponible para proyectos de innovación y/o MC
			Medio alto cumplimiento	15	Ejecución entre el 70% y 79% del presupuesto disponible para
Destinación de recursos para la innovación y mejora continua		Ejecución de proyectos de innovación y mejora continua del SGRSM con el presupuesto disponible en la vigencia. Estos proyectos podrían ser para fortalecer las cadenas de aprovechamiento, para investigar sobre mecanismos de mejora en procesos ineficientes del sistema, etc.			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida proyectos de innovación y/o MC
Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM	Legislación y reglamentos	Existencia de leyes que reglamenten y regulen la GRSM	Alto cumplimiento	20	Ejecución entre el 80% y 100% del presupuesto disponible para proyectos de innovación y/o MC
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No existen leyes que regulen el SGRSM.
			Cumplimiento bajo	5	Existen leyes que regulan parcialmente el SGRSM, mas no normas que las reglamenten.
			Cumplimiento medio	10	Existen leyes que regulan completamente el SGRSM, mas no normas que las reglamenten.
			Medio alto cumplimiento	15	Existen leyes que regulan parcialmente el SGRSM y normas que las reglamentan.
	Estrategias / política para la GRSM	Existencia de una estrategia nacional aprobada y reciente para la GRSM, así como políticas claras establecidas y aplicadas	Alto cumplimiento	20	Existen leyes que regulan completamente el SGRSM y normas que las reglamentan.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No existen estrategias ni políticas sobre GRSM
			Cumplimiento bajo	5	Existe una política nacional sobre la GRSM que no se ha aplicado, y

18 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					no existe una estrategia.
			Cumplimiento medio	10	Existen una estrategia y una política nacional recientes sobre la GRSM pero no se han aplicado, o estas no son recientes.
			Medio alto cumplimiento	15	Existe y se ha aplicado una política nacional reciente sobre la GRSM, pero no existe una estrategia.
			Alto cumplimiento	20	Existen y se han aplicado una estrategia y una política nacional recientes sobre la GRSM
			No aplica	N/A	N/A
	Directrices y lineamientos para la implementación de normas relacionadas con la GRSM	Existencia de directrices claras para las autoridades locales sobre cómo aplicar la normativa nacional (estrategias, políticas, leyes, decretos, resoluciones) y mecanismos eficaces para la ubicación de las instalaciones para la gestión de RSM	No cumple	0	No existen directrices sobre cómo aplicar la normativa, ni mecanismos para la ubicación de instalaciones
			Cumplimiento bajo	5	Existen algunas directrices sobre cómo aplicar la normativa, pero no mecanismos para la ubicación de instalaciones.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Cumplimiento medio	10	Existen directrices claras sobre cómo aplicar la normativa, pero no mecanismos para la ubicación de instalaciones.
			Medio alto cumplimiento	15	Existen directrices claras sobre cómo aplicar la normativa, así como mecanismos para la ubicación de instalaciones que no son eficaces
			Alto cumplimiento	20	Existen directrices claras sobre cómo aplicar la normativa, así como mecanismos eficaces para la ubicación de instalaciones
			No aplica	N/A	N/A
	Institución nacional responsable de la aplicación de la política de GIRS	Existencia de una única institución a nivel nacional que tenga la responsabilidad de aplicar o coordinar la aplicación de la estrategia/política de GRSM. La institución cuenta con el personal capacitado requerido para cumplir sus funciones.	Cumplimiento bajo	0	La responsabilidad institucional de la aplicación de la estrategia/política no está clara y/o no está definida
			Cumplimiento bajo medio	5	Varios departamentos tienen cierta responsabilidad y cierto nivel de personal

18 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Recursos disponibles para el control y seguimiento a la GRSM	Existencia de un organismo bien organizado y con los recursos adecuados quien, en la práctica, conceda permisos ambientales y haga inspección, vigilancia y control (IVC) a los lugares de tratamiento y disposición de RSM. El organismo puede ser de base nacional, departamental o local. Pueden ser 1 o más organismos si estos tienen las funciones distribuidas.		Cumplimiento medio	10	Existe un mecanismo institucional para coordinar la aplicación de la estrategia con la participación de todos los ministerios pertinentes, o el departamento de residuos cuenta con poco personal dentro del organismo regulador del ambiente
			Medio alto cumplimiento	15	Una sola entidad nacional, con personal profesional pero dentro del regulador ambiental nacional, o sin personal completo y fuera del regulador ambiental
			Alto cumplimiento	20	Una sola entidad nacional, con personal adecuado y profesional y separada del regulador ambiental
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No existen organismos que conceda permisos ambientales y haga IVC
			Cumplimiento bajo	5	Existen organismos que deberían conceder permisos ambientales y hacer IVC; pero este no realiza esas actividades
			Cumplimiento medio	10	Existen organismos bien organizados y con los recursos adecuados

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					solo para conceder permisos o solo para hacer IVC.
			Medio alto cumplimiento	15	Existen organismos bien organizados para conceder permisos y hacer IVC, pero sin los recursos adecuados.
			Alto cumplimiento	20	Existen organismos bien organizados y con los recursos adecuados para conceder permisos y hacer IVC.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	Las empresas productoras no tienen un compromiso con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.
Responsabilidad extendida del productor (REP)		Compromiso de las empresas nacionales e internacionales que producen los envases y empaques, los artículos y otros productos que acaban siendo RSM. El compromiso incluye compartir parte de los costos del servicio de GRSM. Estos compromisos pueden surgir de obligaciones legales o de acciones voluntarias.	Cumplimiento bajo	5	Las empresas productoras tienen un bajo compromiso con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.
			Cumplimiento medio	10	Las empresas productoras tienen un compromiso medio con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.

18 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Coherencia institucional local	Estructura organizacional en torno a la GRSM	El grado en que todas las responsabilidades de la GRSM se concentran en un solo organismo que puede rendir cuentas de su desempeño, o si se trata de múltiples organismos, la presencia de una concentración significativa de responsabilidades en un solo organismo nombrado. Los organismos con responsabilidades deben tener el presupuesto asignado para dar cumplimiento a las mismas.	Medio alto cumplimiento	15	Las empresas productoras tienen un medio alto compromiso con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.
			Alto cumplimiento	20	Las empresas productoras tienen un alto compromiso con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No se tienen establecidas las responsabilidades de los organismos, o estos no tienen presupuesto alguno para cumplirlas.
			Cumplimiento bajo	5	Las responsabilidades de la GRSM están totalmente dispersas entre organismos de la administración municipal. El presupuesto les alcanza total o parcialmente para cumplirlas.

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Cumplimiento medio	10	Varios organismos de la administración municipal tienen responsabilidades sobre la GRSM, pero principalmente 1 de ellos tiene la mayoría y solo este cuenta con el presupuesto para desarrollarlas. O los organismos cuentan con un presupuesto parcial que no les alcanza para todas las actividades del tema.
			Medio alto cumplimiento	15	Varios organismos de la administración municipal tienen responsabilidades sobre la GRSM, pero principalmente 1 de ellos tiene la mayoría. Todos cuentan con presupuesto para desarrollarlas.
			Alto cumplimiento	20	Un solo organismo de la administración municipal tiene todas las responsabilidades de la GRSM y cuenta con el presupuesto para desarrollarlas.
			No aplica	N/A	N/A

19 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Capacidad institucional del municipio para la GRSM	Evalúa la fuerza organizacional y la capacidad del organismo (s) responsables de la GRSM. En este criterio no interesa si las responsabilidades están concentradas en uno o varios organismos, sino que evalúa que existan un organigrama con sus funciones claras, que tengan suficiente personal capacitado tanto en oficina como en campo.		No cumple	0	No tienen un organigrama con la distribución de responsabilidades, ni tienen suficiente personal capacitado tanto en oficina como en campo
			Cumplimiento bajo	5	Solamente tienen un organigrama con la distribución de responsabilidades, pero no tienen suficiente personal capacitado.
			Cumplimiento medio	10	Tienen suficiente personal capacitado tanto en oficina como en campo, pero no tienen definida la distribución de responsabilidades
			Medio alto cumplimiento	15	Existe un organigrama con la distribución de responsabilidades, tienen suficiente personal capacitado en oficina o en campo
			Alto cumplimiento	20	Existe un organigrama con la distribución de responsabilidades, tienen suficiente personal capacitado tanto en oficina como en campo
			No aplica	N/A	N/A

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			No cumple	0	No han elaborado PGIRS o este no está vigente.
			Cumplimiento bajo	5	El PGIRS está ajustado a la normatividad nacional, está vigente, actualizado hace varios años o reciente. Pero no tiene recursos para la financiación de sus programas.
			Cumplimiento medio	10	El PGIRS está ajustado a la normatividad nacional, está vigente, actualizado hace varios años o reciente. Pero tiene recursos para la financiación solo de algunos programas.
			Medio alto cumplimiento	15	El PGIRS está ajustado a la normatividad nacional, está vigente, actualizado hace varios años y tiene recursos para la financiación de sus programas.
			Alto cumplimiento	20	El PGIRS está ajustado a la normatividad nacional, está vigente, recientemente actualizado y tiene recursos para la financiación de sus programas.
			No aplica	N/A	N/A
	PGIRS municipal	Existencia de un plan reciente que se esté aplicando en el municipio (o en la región) para la GRSM. El plan debe estar ajustado a la normatividad nacional, debe estar vigente y tener recursos para la financiación de sus programas.			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
Disponibilidad y calidad de datos de GRSM		Existencia de un sistema de información de gestión donde se miden, recogen y controlan los datos con regularidad. Datos de composición de los residuos, de cantidad de generación, recolección, aprovechamiento de reciclables y biorresiduos, de disposición y de otros datos requeridos para la aplicación de la presente metodología.	No cumple	0	Recientemente no se han levantado los datos requeridos.
			Cumplimiento bajo	5	En los últimos 5 años se levantaron los datos requeridos. Las cantidades se midieron según volumen.
			Cumplimiento medio	10	En los últimos 5 años se levantaron los datos requeridos. Las cantidades se midieron según peso. O recientemente se levantaron solo algunos datos de los requeridos.
			Medio alto cumplimiento	15	En el año de evaluación se levantaron los datos requeridos. Las cantidades se midieron según volumen.
			Alto cumplimiento	20	En el año de evaluación se levantaron los datos requeridos. Las cantidades se midieron según peso.
			No aplica	N/A	N/A
Gestión, control y supervisión de la prestación del servicio de aseo municipal		<p>a) Si el prestador es privado: El sector público supervisa con personal capacitado y con medios suficientes para hacer visitas en campo.</p> <p>b) Si el prestador es público: Existencia de separación en las funciones del prestador y de la supervisión del mismo, con pruebas documentales de los procedimientos de supervisión y con personal capacitado y con medios suficientes para hacer visitas en campo.</p>	No cumple	0	La supervisión no cumple ninguna de las características requeridas
			Cumplimiento bajo	5	La supervisión tiene un bajo cumplimiento de las características requeridas

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
			Cumplimiento medio	10	La supervisión tiene un cumplimiento medio de las características requeridas
			Medio alto cumplimiento	15	La supervisión tiene un cumplimiento medio alto de las características requeridas
			Alto cumplimiento	20	La supervisión tiene un alto cumplimiento de las características requeridas
			No aplica	N/A	N/A
			No cumple	0	No hay relacionamiento entre los actores municipales o regionales a pesar de requerirse.
			Cumplimiento bajo	5	Los roles de los actores están parcialmente definidos y articulados. Los recursos son aportados solo por algunos actores.
			Cumplimiento medio	10	Los roles de los actores están definidos y articulados. Los recursos son aportados solo por algunos actores o son aportados parcialmente.
			Medio alto cumplimiento	15	Los roles de los actores están definidos y articulados. Los recursos son aportados
	Cooperación intermunicipal (o regional)	Medida en que funciona la cooperación entre municipios o a nivel regional, teniendo en cuenta la aplicación de las normas locales en otros municipios. Esto por cuanto la recogida de residuos suele realizarse a nivel local, mientras que el tratamiento y la disposición pueden requerir la cooperación del municipio o a nivel regional. Si toda la GRSM se desarrolla en la misma área de evaluación, se debe omitir este criterio.			

Indicador	Criterio u Operación	Descripción	Escala de medida		Descripción escala de medida
					parcialmente por todos los actores.
			Alto cumplimiento	20	Los roles de los actores están definidos y articulados. Los actores que deben aportar recursos lo hacen.
			No aplica	N/A	N/A

D. Anexo D

Casos de éxito por cada indicador

Indicador	Rango para puntaje máximo	Ciudades que han sido un caso de éxito
Cobertura en la recolección de RSM	99% - 100%	Baréin, Beijing, Condado de Tompkins, Curepipe, Gujranwala, Kampala, Kerbala, Lanzhou, Leeds, Lusaka, Managua, Monrovia, Moshi, Münster, Nairobi, Qena, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Surat, Susa, Suzhou, Ulaanbaatar, Una town, Vitoria, Warangal.
Residuos recolectados por el sistema de GIRSM	99% - 100%	Atenas, Beijing, Chandigarh, Condado de Tompkins, Leeds, Lusaka, Nairobi, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Suzhou, Una town, Warangal.
Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	81% - 100%	Baddi, Baréin, Beijing, Belfast, Condado de Tompkins, Gujranwala, Kigali, Kosovo, Lahore, Lanzhou, Lusaka, Nairobi, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Una town.
Tratamiento y disposición controlada	95% - 100%	Accra, Atenas, Baddi, Baréin, Beijing, Belo Horizonte, Biskek, Buenos Aires, Ciudad de México, Condado de Tompkins, Curepipe, Gujranwala, Kunming, La Paz, Leeds, Lusaka, Managua, Mandi, Mina, Monrovia, Moshi, Münster, Nairobi, Qena, Róterdam, Singapur, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Surat, Susa, Suzhou, Ulaanbaatar, Una town, Varna, Vitoria, Warangal.
Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	81% - 100%	Baréin, Condado de Tompkins, Curepipe, Gujranwala, Nairobi, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Suzhou, Una town, Warangal.
Tasa de reciclaje	> 65%	Condado de Tompkins

Indicador	Rango para puntaje máximo	Ciudades que han sido un caso de éxito
Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	81% - 100%	Baréin, Gujranwala.
Inclusión de los usuarios	81% - 100%	Beijing, Condado de Tompkins, Gujranwala, Kunming, Münster, Róterdam, Sofía, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Susa, Suzhou, Warangal.
Inclusión de los proveedores	81% - 100%	Beijing, Condado de Tompkins, Gujranwala, Kosovo, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Sundernagar, Suzhou, Una town, Warangal.
Estabilidad financiera	81% - 100%	Baddi, Baréin, Condado de Tompkins, Nairobi, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Suzhou, Warangal.
Adecuación del marco nacional de gestión de residuos sólidos	81% - 100%	Baddi, Belo Horizonte, Condado de Tompkins, Gujranwala, Kunming, Lanzhou, Steve Tshwete Local Municipality, Surat, Suzhou, Warangal.
Coherencia institucional local	81% - 100%	Baddi, Baréin, Belo Horizonte, Condado de Tompkins, Gujranwala, Kunming, Lanzhou, Róterdam, Steve Tshwete Local Municipality, Surat, Suzhou, Una town, Warangal.

E. Anexo E

Aplicación de la metodología *Wasteaware* adaptada a Colombia en la ciudad de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
Cobertura en la recolección de RSM	97%	Cantidad de usuarios con servicio de recolección	648384	Medio/alto	Departamento Administrativo de Planeación de Cali. (2019). Cali en cifras por comunas y corregimientos. http://www.cali.gov.co/publicaciones/107143/cali_en_cifras_planeacion/
		Total de viviendas en la zona de aplicación	669315		Departamento Administrativo de Planeación de Cali. (2019). Cali en cifras por comunas y corregimientos. http://www.cali.gov.co/publicaciones/107143/cali_en_cifras_planeacion/
Residuos recolectados por el sistema de GRSM	100%	Cantidad de RSM eliminados (ton/año)	616963	Alto	DAPD. (2020). Revisión, Ajuste y Actualización. Plan de Gestión Integral del Residuos Sólidos - PGIRS 2015 - 2027 - Documento Técnico de Soporte. https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/157990/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs/

19 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)	27976		Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (2023). Indicadores sobre el servicio, reportes comerciales, financieros, administrativos y técnico operativos, acceso a la bodega de datos y cadena de prestación del servicio de aseo. https://sui.superservicios.gov.co/Reportes-del-Sector/Aseo
		PPC teórica (Kg/hab*día)	0,44		Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). <i>Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana y rural de Santiago de Cali.</i>
		Número de habitantes en la zona de aplicación	2190363		Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali - Versión 1. https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/
Calidad del servicio de recolección de RSM y limpieza vial	72%	Presentación de los RSM en los sitios de recolección	10	Algunos puntos de recolección se encuentran con residuos acumulados. Utilizan los recipientes adecuados.	Reyes, D. (2022). Entrevista realizada a experto en salud y seguridad en el trabajo de gestores de residuos aprovechables. Zamorano Bonilla, P., García Serna, R., Maturana, J. V., & Giraldo, S. (2022). Entrevista realizada a expertos en en servicio público de aseo.
		Presencia de RSM en vías y áreas públicas	20	La capacidad operacional del prestador del servicio de limpieza de calles es suficiente. No hay quejas de la comunidad sobre este tema.	Reyes, D. (2022). Entrevista realizada a experto en salud y seguridad en el trabajo de gestores de residuos aprovechables. Zamorano Bonilla, P., García Serna, R., Maturana, J. V., & Giraldo, S. (2022). Entrevista realizada a expertos en en servicio público de aseo.

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Presencia de botaderos ilegales o quemas a cielo abierto	15	Baja presencia de quemas a cielo abierto o botaderos ilegales	Reyes, D. (2022). Entrevista realizada a experto en salud y seguridad en el trabajo de gestores de residuos aprovechables. Zamorano Bonilla, P., García Serna, R., Maturana, J. V., & Giraldo, S. (2022). Entrevista realizada a expertos en en servicio público de aseo.
		Cumplimiento de las normas técnicas para el transporte de residuos sólidos	10	Los vehículos de transporte de residuos sólidos cumplen con al menos algunos requisitos técnicos y operativos. Y tienen un modelo promedio de los vehículos < 10 años	Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Veolia Aseo de Cali S.A E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/ Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promovalle S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/ Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promocali S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/ Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores ciudad limpia Bogotá S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/ Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C alcantarillado y aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1

2C Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Planificación y supervisión del servicio de aseo	15	Cuentan con todos los mecanismos de planeación y seguimiento del servicio de aseo, y los aplican parcialmente	<p>ARAC 22. (2019). Contrato de servicios públicos para personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento.</p> <p>ASOBOCE. (2019). Contrato de condiciones uniformes de La actividad de aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>BIO GREEN S.A.S. E.S.P. (2019). Contrato de condiciones uniformes de la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>Ciudad limpia. (2019). Contrato para la prestación del servicio público domiciliario de aseo.</p> <p>GERT S.A. (2019). Contrato de condiciones uniformes servicio público de aseo actividad complementaria de aprovechamiento.</p> <p>PROMOCALI S.A E.S.P. (2019). Contrato de condiciones uniformes Promocali S.A E.S.P.</p> <p>PROMOVALLE S.A E.S.P. (2019). Contrato de condiciones uniformes Promovalle S.A E.S.P.</p> <p>http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2015.1044943http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.581https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-enhttp://europa.eu/http://www.leg.st</p> <p>VEOLIA. (2019). Contrato de condiciones uniformes para la prestación del servicio de aseo en el municipio de Santiago de Cali - Zona de operación Veolia Cali.</p> <p>Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Veolia Aseo de Cali S.A E.S.P.</p> <p>http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/</p> <p>Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promovalle S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/</p> <p>Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promocali S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/</p> <p>Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores ciudad limpia Bogotá S.A. E.S.P.</p> <p>http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/</p>
--	----	---	---

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Salud y seguridad en el trabajo durante la recolección	20	Los operadores emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados procedimientos de apoyo.	Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Veolia Aseo de Cali S.A E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promovalle S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores Promocali S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/Superservicios. (2020). Evaluación integral de prestadores ciudad limpia Bogotá S.A. E.S.P. http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/
		Erradicación de puntos críticos	5	Se erradicaron entre el 1% y 29% de los puntos críticos existentes la vigencia anterior.	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Municipales. (2020). Puntos críticos de arrojo clandestino de residuos en la ciudad de Santiago de Cali. http://datos.cali.gov.co/es/dataset/arrojo-clandestino-cali
		Calidad del trasbordo y estación de transferencia	20	El proceso de trasbordo es eficiente y la estación cumple con las características técnicas y operativas requeridas.	Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C alcantarillado y aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1
Tratamiento o disposición controlada de RSM	100%	Cantidad de RSM dispuestos o aprovechados en instalaciones controladas (ton/año)	644939	Alto	Resultados indicador 2E

20 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Cantidad de RSM eliminados (ton/año)	616963		DAPD. (2020). Revisión, Ajuste y Actualización. Plan de Gestión Integral del Residuos Sólidos - PGIRS 2015 - 2027 - Documento Técnico de Soporte. https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/157990/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs/
		Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)	27976		Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (2023). <i>Indicadores sobre el servicio, reportes comerciales, financieros, administrativos y técnico operativos, acceso a la bodega de datos y cadena de prestación del servicio de aseo.</i> https://sui.superservicios.gov.co/Reportes-del-Sector/Aseo
Calidad de la protección al ambiente en el tratamiento y disposición de RSM	88%	Grado de control sobre la recepción de RSM en el sitio de tratamiento y/o disposición	20	Cumple con más del 90% de los aspectos.	INTERASEO. (2019). Informe de gestión - grupo interaseo 2019. Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C%20alcantarillado%20y%20aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_segguimiento-.pdf?download=1
		Grado de control sobre el tratamiento y la disposición de residuos	20	Instalación con todas las tecnologías y procedimientos necesarios para tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.	Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C%20alcantarillado%20y%20aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_segguimiento-.pdf?download=1

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Grado de monitoreo y verificación de los controles ambientales	20	Instalación con todos los permisos ambientales vigentes y trazabilidad del cumplimiento de todos sus compromisos ambientales	INTERASEO. (2019). Informe de gestión - grupo interaseo 2019. Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C alcantarillado y aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1
		Eficiencia en la generación y uso de energía	N/A	N/A	N/A
		Grado de competencia técnica en la planificación, gestión y operación del tratamiento y disposición	20	Todos los empleados tienen las competencias técnicas requeridas	INTERASEO. (2019). Informe de gestión - grupo interaseo 2019. Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final.
		Salud y seguridad ocupacional	15	Los operarios emplean todos los EPPs requeridos y tienen implementados algunos procedimientos de apoyo.	INTERASEO. (2019). Informe de gestión - grupo interaseo 2019. Superservicios. (2019). Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final. https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C alcantarillado y aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1
		Efectividad en la post clausura de los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios	10	Se están controlando parcialmente todos los aspectos que causan impactos	UAESPM. (2019). <i>Acta de Reunión ndición de Cuentas.</i>

20 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
				negativos durante la post clausura.	
Tasa de aprovechamiento	24%	Cantidad de RSM aprovechados (ton/año)	27976		Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (2023). Indicadores sobre el servicio, reportes comerciales, financieros, administrativos y técnico operativos, acceso a la bodega de datos y cadena de prestación del servicio de aseo. https://sui.superservicios.gov.co/Reportes-del-Sector/Aseo
		Cantidad de RSM eliminados (ton/año)	616963	Medio	DAPD. (2020). Revisión, Ajuste y Actualización. Plan de Gestión Integral del Residuos Sólidos - PGIRS 2015 - 2027 - Documento Técnico de Soporte. https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/157990/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs/
		% de residuos reciclables secos	18		Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali - Versión 1. https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/
Calidad de las 3R – Reducir, reusar y reciclar	56%	Separación en la fuente de 'reciclables secos'	15	Entre el 66% y el 95% de los residuos reciclables son separados en la fuente.	Zamorano Bonilla, P., García Serna, R., Maturana, J. V., & Giraldo, S. (2022). Entrevista realizada a expertos en en servicio público de aseo.
		Separación en la fuente de biorresiduos	N/A	N/A	N/A

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Enfoque institucional para la promoción de las 3R (reducir, reusar y reciclar)	15	El municipio tiene políticas y programas encaminados a la promoción de las 3R, se realiza reciclaje formal y se promueve el aprovechamiento de biorresiduos	Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Plan Anual de Aquisiciones - PAA 2019. https://www.cali.gov.co/documentos/1358/plan-anual-de-adquisiciones/
		Integración del sector de reciclaje (formal o informal) con el operador del servicio de aseo municipal	15	Existen normas que fomentan la formalización del sector, además se han implementado acciones para su integración, pero no se ha logrado formalizar todo el sector	UAESP. (2019). Acta de Rendición de Cuentas Uaesp 2019. UAESP. (2019). Informe final ruta selectiva Cali. UAESP. (2019). Segunda Rendición de Cuentas Uaesp 2019.
		Impacto ambiental de las actividades de reciclaje	N/A	N/A	N/A
		Salud y seguridad ocupacional	0	La mayoría de los gestores de residuos reciclables no tienen implementado un sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo	Reyes, D. (2022). Entrevista realizada a experto en salud y seguridad en el trabajo de gestores de residuos aprovechables.

20 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
Inclusión de los usuarios	100%	Equidad en la prestación del servicio de aseo	20	Todos los ciudadanos cuentan con un servicio continuo, de calidad y que protege la salud pública y el ambiente.	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/

El derecho a ser escuchado	20	Las autoridades tienen la obligación legal de consultar y hacer participar a los ciudadanos en todas las etapas	<p>Asamblea Constituyente de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html</p> <p>Congreso de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994 "Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana". https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752</p> <p>Congreso de Colombia. (1995). Ley 190 de 1995 "Por la cual se dictan normas tendientes a preservar la moralidad en la Administración Pública y se fijan disposiciones con el fin de erradicar la corrupción administrativa." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=321</p> <p>Congreso de Colombia. (2003). Ley 850 de 2003 "Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas". https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=10570</p> <p>Alcaldía de Santiago de Cali. (2010). Decreto 411.0.20.0210 de 2010 por medio del cual se establecen mecanismos para la creación de grupos de auditorías visibles en la administración central municipal de Santiago de Cali. https://www.cali.gov.co/infraestructura/publicaciones/44545/decreto_4110200210_de_2010/</p> <p>Congreso de Colombia. (2011). Ley 1474 de 2011 "Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43292</p> <p>Congreso de Colombia. (2014). Ley 712 de 2014 "Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882</p> <p>Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). Resolución Número 0754 del 25 de Noviembre de 2014 "Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos". https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf</p> <p>Congreso de Colombia. (2015). Ley 1755 de 2015 "Por medio de la cual se regula el Derecho Fundamental de Petición y se sustituye un título del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo". https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65334</p> <p>Congreso de Colombia. (2015). Ley 1757 de 2015 "Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la</p>
----------------------------	----	---	---

participación democrática”.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65335#](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65335#:~:text=La presente ley regula la, democrática de las organizaciones civiles.)

Congreso de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.”

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Superservicios. (2019). Superintendencia Servicios Públicos Domiciliarios.

<http://www.superservicios.gov.co/>

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Nivel de participación pública en la GRSM	20	Todo tipo de actores ciudadanos participan activamente de la toma de decisiones sobre la GRSM y su seguimiento.	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Mesas técnicas de revisión, ajuste y actualización PGIRS.
		Mecanismos de retroalimentación pública	20	Existen mecanismos de retroalimentación pública y son accesibles. Adicionalmente existen herramientas que facilitan la participación de la comunidad en la etapa de planeación.	Alcaldía de Santiago de Cali. (2023a). Espacios e Instancias de Participación Ciudadana de Santiago de Cali Distrito Especial. https://www.cali.gov.co/participacion/publicaciones/133015/espacios-e-instancias-de-participacion-ciudadana-de-santiago-de-cali-distrito-especial/ Alcaldía de Santiago de Cali. (2023b). Formulario para la radicación de Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Denuncias. https://www.cali.gov.co/participacion/publicaciones/43/oficina_de_atencion_al_ciudadano/ ARCO 20. (2023). PQRS ARCO 20. http://www.arco20.com.co/pqrs/ Asodecores. (2023). PQRS Asodecores. https://www.asodecores.com/pqrs Ciudad Limpia E.S.P. (2023). Atención y servicios a la ciudadanía – Cali. https://www.ciudadlimpiacali.com.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/ Promovalle S.A. E.S.P. (2023). Servicio al cliente. https://www.promocali.com/servicio-al-cliente/ Veolia Colombia. (2023). Oficina de Servicio al Cliente. https://www.veolia.com.co/cali/servicio-al-cliente/atencion-al-cliente

21 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		implementación del programa de educación en GRSM	20	Existe un presupuesto asignado, el equipo encargado ha desarrollado todas las actividades planeadas para la vigencia. Se actualizan las actividades ajustadas a un plan de mejoramiento	Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Plan Anual de Aquisiciones - PAA 2019. https://www.cali.gov.co/documentos/1358/plan-anual-de-adquisiciones/ UAESP. (2019). Informe de gestión 2019. Departamento administrativo de planeación municipal. (2019). Informe de Gestión 2019.
		Cambios en los hábitos de los usuarios para mejorar la gestión de residuos	N/A	N/A	N/A

Inclusión de los proveedores	95%	Marco legal	20	Las normas vigentes establecen claramente todas las condiciones para los prestadores del servicio de aseo	<p>Congreso de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752</p> <p>Congreso de Colombia. (2001). Ley 689 de 2001 "Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4633</p> <p>Minambiente, & Minvivienda. (2013). Decreto 2981 de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035</p> <p>Congreso de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216</p> <p>Presidente de la República de Colombia. (2016). Decreto 596 de 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. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038</p> <p>Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). Resolución 151 de 2001 Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm</p> <p>Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). Resolución 0288 - 2015 "Por la cual se asigna Tres Cientos Sesenta y Uno (361) Subsidios Familiares de Vivienda en Especie a hogares por sorteo, en el marco del Programa de Vivienda Gratuita en el proyecto Plaza de la Hoja de la ciudad de Bogotá D.C." https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0288-2015</p> <p>Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2016). Resolución 0276 - 2016 "Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio acorde con lo establecido en el Capítulo 5 del Título 2 de la parte 3 del Decreto 1077 de 2015 adicionado por el Decreto 596 del 11 de abril de 2016". https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0276-2016</p> <p>Superservicios. (2017). Resolución N° SSPD 20174000237705 Por la cual se solicita el reporte de información al Sistema Único de Información - SUI por parte de los prestadores del servicio público de aseo, se modifica la Resolución SSPD 20101300048765 del 14 de diciembre de 2010 y la Resolución SSPD</p>
-------------------------------------	-----	-------------	----	---	---

20161300037055 del 31 de agosto de 2016 y se deroga la Resolución SSPD 20161300013835 del 23 de mayo de 2016.

<https://sui.superservicios.gov.co/normativa/resoluciones-y-circulares/Aseo/Resolucion-N-SSPD-20174000237705-del-05-de-diciembre-de-2017>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2019). Resolución número 0938 - 2019 "Por la cual se reglamenta el decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo".

<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0938-2019#:~:text=Por la cual se reglamenta,el servicio público de aseo.>

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2021). Resolución 943 de 2021. Por la cual se compila la regulación general de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo y se derogan algunas disposiciones.

https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0943_2021.htm

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2021). Resolución CRA 949 de 2021. Por la cual se adiciona la Parte 11 al Libro 5 y el TÍTULO 6 a la PARTE 3 del LIBRO 6 de la Resolución CRA 943 de 2021 en relación con los esquemas diferenciales de prestación del servicio público de aseo en áreas urbanas, se modifica el artículo 5.3.5.5.1.1. y se adiciona el 5.3.5.5.1.1.1. a la Resolución CRA 943 de 2021.

<https://www.cra.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad-entidad-autoridad/resolucion-cra-949-2021>

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Representación del sector privado	20	Hay planificadas e implementadas estructuras para la representación frecuente y activa del sector privado	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). Resolución Número 0754 del 25 de Noviembre de 2014 "Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos". https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Mesas técnicas de revisión, ajuste y actualización PGIRS.
		Reconocimiento del sector informal en la GRSM	15	La administración local reconoce el rol únicamente de las organizaciones en proceso de formalización y define mecanismos para su inclusión al sistema.	Presidente de la República de Colombia. (2016). Decreto 596 de 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". https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038 Corte Constitucional de Colombia. (2009). Sentencia T-291-09. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2009/t-291-09.htm
		Libre competencia de los sectores público y privado para la prestación del servicio de aseo	20	Los contratos entre las partes son equilibrados, garantes, flexibles, con objetivos claros y duración suficiente. Existen incentivos y sanciones para los operadores.	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). Resolución 151 de 2001 Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm

21 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Procesos de selección pública	20	Los procesos de selección tienen alto grado de apertura, transparencia y responsabilidad.	Agencia Nacional de Contratación Pública. (2023). SECOP I. https://www.colombiacompra.gov.co/secop/secop-i
		Contabilización de costos	20	La metodología tarifaria refleja los costos totales y reales del servicio de aseo. Las cuentas están abiertas al escrutinio público y se hace rendición pública de cuentas anual.	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2015). Resolución CRA 720 de 2015 (p. 64). https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0720_2015.htm
Estabilidad financiera	85%	Cobertura del presupuesto disponible	15	El presupuesto anual cubrió todos los costos de la GRSM pero el servicio prestado no fue de la mejor calidad	Calificación criterios 1C4, 1C5, 1C6, 1C7, 1C8, 2E1, 2E2, 2E3, 2E5, 2E6, 2E7
		Recuperación de los costos locales en los hogares	20	Más del 75% de los hogares aporta al pago de la recolección primaria de RSM	Congreso de Colombia. (2011). Ley 1450 de 2011 "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101
		Asequibilidad en la tarifa del servicio de aseo municipal	10	La totalidad de los habitantes del estrato 1 están subsidiados o los estratos más bajos están	Congreso de Colombia. (2011). Ley 1450 de 2011 "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
				parcialmente subsidiados	
		Destinación de recursos para la innovación y mejora continua	20	Ejecución entre el 80% y 100% del presupuesto disponible para proyectos de innovación y/o MC	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Informe de seguimiento y evaluación al PGIRS 2019.

21 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

<p>Adecuación del marco de referencia nacional para la GRSM</p>	<p>79</p>	<p>Legislación y reglamentos</p>	<p>20</p>	<p>Existen leyes que regulan completamente el SGRSM y normas que las reglamentan.</p>	<p>Congreso de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752 Congreso de Colombia. (1999). Ley 505 de 1999 "por medio de la cual se fijan términos y competencias para la realización, adopción y aplicación de la estratificación a que se refiere las Leyes 142 y 177 de 1994, 188 de 1995 y 383 de 1997 y los Decretos Presidenciales 1538 y 2034 de 1996." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=185 Congreso de Colombia. (2000). Ley 632 de 2000 "por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4632 Congreso de Colombia. (2001). Ley 689 de 2001 "Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4633 Congreso de Colombia. (2002). Ley 732 de 2002 "Por la cual se establecen nuevos plazos para realizar, adoptar y aplicar las estratificaciones socioeconómicas urbanas y rurales en el territorio nacional y se precisan los mecanismos de ejecución, control y atención de reclamos por el estrato asignado." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4736 Congreso de Colombia. (2008). Ley 1259 de 2008 "por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34388 Minambiente, & Minvivienda. (2013). Decreto 2981 de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035 Congreso de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216 Presidente de la República de Colombia. (2016). Decreto 596 de 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". https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038</p>
--	-----------	----------------------------------	-----------	---	---

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). Resolución 151 de 2001 Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm
Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). Resolución Número 0754 del 25 de Noviembre de 2014 “Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos”.
<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2016). Resolución 0276 - 2016 "Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio acorde con lo estableci.

<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0276-2016>

Información al Sistema Único de Información - SUI por parte de los prestadores del servicio público de aseo, se modifica la Resolución SSPD 20101300048765 del 14 de diciembre de 2010 .

<https://sui.superservicios.gov.co/normativa/resoluciones-y-circulares/Aseo/Resolucion-N-SSPD-20174000237705-del-05-de-diciembre-de-2017>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2019). Resolución número 0938 - 2019 “Por la cual se reglamenta el decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo”.

<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0938-2019#:~:text=Por la cual se reglamenta,el servicio público de aseo.>

21 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Estrategias / política para la GRSM	20	Existen y se han aplicado una estrategia y una política nacional recientes sobre la GRSM	Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). CONPES 3874. In Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Solidos (p. 73). https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3874.pdf

Directrices y lineamientos para la implementación de normas relacionadas con la GRSM	20	Existen directrices claras sobre cómo aplicar la normativa, así como mecanismos eficaces para la ubicación de instalaciones	<p>Congreso de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752</p> <p>Congreso de Colombia. (1999). Ley 505 de 1999 "por medio de la cual se fijan términos y competencias para la realización, adopción y aplicación de la estratificación a que se refiere las Leyes 142 y 177 de 1994, 188 de 1995 y 383 de 1997 y los Decretos Presidenciales 1538 y 2034 de 1996." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=185</p> <p>Congreso de Colombia. (2000). Ley 632 de 2000 "por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4632</p> <p>Congreso de Colombia. (2001). Ley 689 de 2001 "Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4633</p> <p>Congreso de Colombia. (2002). Ley 732 de 2002 "Por la cual se establecen nuevos plazos para realizar, adoptar y aplicar las estratificaciones socioeconómicas urbanas y rurales en el territorio nacional y se precisan los mecanismos de ejecución, control y atención de reclamos por el estrato asignado." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4736</p> <p>Congreso de Colombia. (2008). Ley 1259 de 2008 "por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34388</p> <p>Minambiente, & Minvivienda. (2013). Decreto 2981 de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56035</p> <p>Congreso de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216</p> <p>Presidente de la República de Colombia. (2016). Decreto 596 de 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." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038</p>
--	----	---	--

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). Resolución 151 de 2001 Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm
Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). Resolución Número 0754 del 25 de Noviembre de 2014 "Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos".
<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). Resolución 0288 - 2015 "Por la cual se asigna Tres Cientos Sesenta y Uno (361) Subsidios Familiares de Vivienda en Especie a hogares por sorteo, en el marco del Programa de Vivienda Gratuita en el proyecto Plaza de la Hoja de la ciudad de Bogotá D.C."
<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0288-2015>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2016). Resolución 0276 - 2016 "Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio acorde con lo establecido.
<https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0276-2016>

Información al Sistema Único de Información - SUI por parte de los prestadores del servicio público de aseo, se modifica la Resolución SSPD 20101300048765 del 14 de diciembre de 2010 .
<https://sui.superservicios.gov.co/normativa/resoluciones-y-circulares/Aseo/Resolucion-N-SSPD-20174000237705-del-05-de-diciembre-de-2017>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2019). Resolución número 0938 - 2019 "Por la cual se reglamenta el decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo".
[https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0938-2019#:~:text=Por la cual se reglamenta,el servicio público de aseo.](https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0938-2019#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20reglamenta,%20el%20servicio%20p%C3%BAblico%20de%20aseo.)

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2021). Resolución 943 de 2021. Por la cual se compila la regulación general de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo y se derogan algunas disposiciones.

https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0943_2021.htm

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2021). Resolución CRA 949 de 2021. Por la cual se adiciona la Parte 11 al Libro 5 y el

TÍTULO 6 a la PARTE 3 del LIBRO 6 de la Resolución CRA 943 de 2021 en relación con los esquemas diferenciales de prestación del servicio público de aseo en áreas urbanas, se modifica el artículo 5.3.5.5.1.1. y se adiciona el 5.3.5.5.1.1.1. a la Resolución CRA 943 de 2021.

<https://www.cra.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad-entidad-autoridad/resolucion-cra-949-2021>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2017). Resolución 0330 de 2017.
<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330-2017.pdf>

22 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Institución nacional responsable de la aplicación de la política de GIRS	10	Existen organismos bien organizados y con los recursos adecuados solo para conceder permisos o solo para hacer IVC.	Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). CONPES 3874. In Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Solidos (p. 73). https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf
		Recursos disponibles para el control y seguimiento a la GRSM	20	Existen organismos bien organizados y con los recursos adecuados para conceder permisos y hacer IVC.	Superservicios. (2018). Manual específico de funciones y competencias laborales. Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Manual de proceso gestion contractual. Departamento administrativo de gestión del medio ambiente. (2019). Informe de Gestión 2016-2019. https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results Superservicios. (2019). Informe de gestión superservicios. Secretaría de Seguridad y Justicia. (2019). Informe de gestión Secretaría de Seguridad y Justicia.
		Responsabilidad extendida del productor (REP)	5	Las empresas productoras tienen un bajo compromiso con la gestión de los RSM que genera la comunidad debido al consumo de sus productos.	Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). CONPES 3874. In Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Solidos (p. 73). https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
Coherencia institucional local	88	Estructura organizacional en torno a la GRSM	15	Varios organismos de la administración municipal tienen responsabilidades sobre la GRSM, pero principalmente 1 de ellos tiene la mayoría. Todos cuentan con presupuesto para desarrollarlas.	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/ Departamento administrativo de planeación municipal. (2019). Informe de Gestión 2019. UAESP. (2019). Informe de gestión 2019.
		Capacidad institucional del municipio para la GRSM	20	Existe un organigrama con la distribución de responsabilidades, tienen suficiente personal capacitado tanto en oficina como en campo	Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Manual de proceso gestion contractual. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/ Departamento administrativo de planeación municipal. (2019). Informe de Gestión 2019. UAESP. (2019). Informe de gestión 2019.
		PGIRS municipal	20	El PGIRS está ajustado a la normatividad nacional, está vigente, recientemente actualizado y tiene recursos para la financiación de sus programas.	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/

22 Evaluación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos municipales de Santiago de Cali

Indicador	Puntuación normalizada del indicador	Criterio/dato	Puntaje criterio	Descripción del puntaje	Referencia
		Disponibilidad y calidad de datos de GRSM	10	En los últimos 5 años se levantaron los datos requeridos. Las cantidades se midieron según peso. O recientemente se levantaron solo algunos datos de los requeridos.	Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2020). Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/ Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana y rural de Santiago de Cali.
		Gestión, control y supervisión de la prestación del servicio de aseo municipal	20	La supervisión tiene un alto cumplimiento de las características requeridas	Superservicios. (2018). Manual específico de funciones y competencias laborales. Superservicios. (2019). Informe de gestión superservicios.
		Cooperación intermunicipal (o regional)	20	Los roles de los actores están definidos y articulados. Los actores que deben aportar recursos lo hacen.	Departamento Nacional de Planeación. (2009). CONPES 3574 de 2009 (p. 30). https://minvivienda.gov.co/normativa/conpes-3574-2009

Bibliografía

- Abdulredha, M., Kot, P., Al Khaddar, R., Jordan, D., & Abdulridha, A. (2018). Investigating municipal solid waste management system performance during the Arba'een event in the city of Kerbala, Iraq. *Environment, Development and Sustainability*, 22(2), 1431–1454. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0256-2>
- Agencia Brasil. (2019). *Brasil genera 79 millones de toneladas de residuos sólidos al año* | Agência Brasil. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/es/geral/noticia/2019-11/brasil-genera-79-millones-de-toneladas-de-residuos-solidos-al-ano>
- Agencia Nacional de Contratación Pública. (2023). *SECOP I*. <https://www.colombiacompra.gov.co/secop/secop-i>
- Alcaldía de Medellín. (2016). *Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Medellín 2016-2027*. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-gestion-y-control-territorial/subsecretaria-de-servicios-publicos/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs-2016-2027/>
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2010). *Decreto 411.0.20.0210 del 2010*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2015). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos de Santiago De Cali*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2016). *Decreto No.411.0.20.0673 de 2016*. https://www.cali.gov.co/aplicaciones/boletin_publicaciones/imagenes_documentos_decretos/WcpEkxObG11482847546.pdf
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2017). *Decreto municipal 4112010200507*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019a). *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana y rural de Santiago de Cali*. <https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/publicaciones/138699/gestion-de-residuos-solidos---aprovechamiento/>
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019b). *Manual de proceso gestion contractual*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019c). *Plan Anual de Aquisiciones - PAA 2019*.

- <https://www.cali.gov.co/documentos/1358/plan-anual-de-adquisiciones/>
Alcaldía de Santiago de Cali. (2023a). *Espacios e Instancias de Participación Ciudadana de Santiago de Cali Distrito Especial*.
- <https://www.cali.gov.co/participacion/publicaciones/133015/espacios-e-instancias-de-participacion-ciudadana-de-santiago-de-cali-distrito-especial/>
Alcaldía de Santiago de Cali. (2023b). *Formulario para la radicación de Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Denuncias*.
- https://www.cali.gov.co/participacion/publicaciones/43/oficina_de_atencion_al_ciudadano/
Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2015). *Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Bogotá 2016*.
- https://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf
Ali, M., Geng, Y., Robins, D., Cooper, D., Roberts, W., & Vogtländer, J. (2019). Improvement of waste management practices in a fast expanding sub-megacity in Pakistan, on the basis of qualitative and quantitative indicators. *Waste Management*, 85, 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.030>
- Alsebaei, A. F. (2014). *Solid Waste Management and Recycling During Hajj Pilgrimage in Mina*. The University of Leeds.
- ARAC 22. (2019). *Contrato de servicios públicos para personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento que atiendan en Municipios de mas de 5.000 suscriptores en el área urbana , de expansión urbana*.
- ARCO 20. (2023). *PQRS ARCO 20*. <http://www.arco20.com.co/pqrs/>
- ASOBOCE. (2019). *Contrato de condiciones uniformes de La actividad de aprovechamiento de residuos sólidos*.
- Asodecores. (2023). *PQRS Asodecores*. <https://www.asodecores.com/pqrs>
- Banco de la República. (2017). *Posición astronómica y geográfica de Colombia*. https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Posición_astronómica_y_geográfica_de_Colombia
- BIO GREEN S.A.S. E.S.P. (2019). *Contrato de condiciones uniformes de la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos (Número 2)*.
- Byamba, B., & Ishikawa, M. (2017). Municipal solid waste management in Ulaanbaatar, Mongolia: Systems Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 9(6).

- <https://doi.org/10.3390/su9060896>
- Chanhthamixay, B., Vassanadumrongdee, S., & Kittipongvises, S. (2017). Assessing the Sustainability Level of Municipal Solid Waste Management in Bangkok, Thailand by Wasteaware Benchmarking Indicators. *Applied Environmental Research*, 39(3), 49–61. <https://doi.org/10.35762/aer.2017.39.3.6>
- Ciudad limpia. (2019). *Contrato para la prestación del servicio público domiciliario de aseo*.
- Ciudad Limpia E.S.P. (2022). *Atención y servicios a la ciudadanía – Cali*.
<https://www.ciudadlimpiacali.com.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/>
- Colorado-Lopera, D., Echeverry-Lopera, G. I., & Colorado-Lopera, H. (2019). Logistics As an Essential Area for the Development of the Solid Waste Management in Colombia. *Informador Técnico*, 83(2), 131–154.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23850/22565035.2065>
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). *Resolución CRA 151 de 2001. Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo*.
https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0151_2001.htm
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2015). *Resolución CRA 720 de 2015*.
https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_cra_0720_2015.htm
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de Colombia. (1994, junio 11). *Ley 142 de 1994*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- Congreso de Colombia. (2011). *Ley 1450 de 2011. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101>
- Corte Constitucional de Colombia. (2009). *Sentencia T-291-09*.
<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2009/t-291-09.htm>
- DANE. (2018a). *Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales – Residuos Sólidos*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2016p.pdf

DANE. (2018b). *Proyecciones de población*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

DANE. (2020). *Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales – Residuos Sólidos*.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2019p.pdf

DANE. (2021). *Patrones y tendencias de la transición urbana en Colombia*.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/informes-estadisticas-sociodemograficas/2022-06-13-principales_ciudades_y_sus_conurbaciones_en_colombia.pdf

DAPD. (2018). *Informe de seguimiento y evaluación PGIRS vigencia 2018*. Alcaldía de Santiago de Cali. <https://www.cali.gov.co/documentos/2799/informe-de-seguimiento-y-evaluacion-pgirs-vigencia-2018/>

DAPD. (2019a). *Cali en Cifras 2018-2019*. Cali en cifras 2018 - 2019.

<https://www.cali.gov.co/planeacion/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=41162>

DAPD. (2019b). *Informe de Gestión 2019*.

https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/103303/informes_gestion_dapm/

DAPD. (2020a). *Informe de seguimiento y evaluación al PGIRS 2019*.

<https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/155310/informe-de-seguimiento-y-evaluacion-pgirs-vigencia-2019/>

DAPD. (2020b). *Mesas técnicas de revisión, ajuste y actualización PGIRS*.

DAPD. (2020c). *Revisión, Ajuste y Actualización. Plan de Gestión Integral del Residuos Sólidos - PGIRS 2015 - 2027 - Documento Técnico de Soporte*.

<https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/157990/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs/>

DAPD. (2020d). *Revisión, ajuste y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali*.

https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32970/plan_de_gestin_integral_de_residuos_slidos_pgirs/

Departamento administrativo de gestión del medio ambiente. (2019). *Informe de Gestión 2016-2019*. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1991). *Decreto 1842*.
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3357>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2015). *Decreto 1083*.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2017). *Decreto 1869*.
- DNP. (2009). *CONPES 3574 de 2009*. <https://minvivienda.gov.co/normativa/conpes-3574-2009>
- DNP. (2016). *CONPES 3874*. Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf>
- DNP. (2022). *Guía nacional para la adecuada separación de residuos sólidos*.
- Duarte, B., Scavarda, L. F., Gusmão, R. G., & Fuss, M. (2020). Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. *Waste Management*, *120*, 772–783.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001>
- Eguchi, S. (2020). NIMBY (not in my backyard) conflicts: a simple game-theoretic analysis. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, *4*(3), 821–833.
<https://doi.org/10.1007/s41685-020-00166-4>
- Environmental Protection Agency. (2002). What Is Integrated Solid Waste Management? *Journal of personality and social psychology*, *6*.
<https://doi.org/10.1002/9780470999677>
- Environmental Protection Agency. (2019). Waste Definitions. *Waste Guidelines*, *June*, 1–18. <https://www.avma.org/PracticeManagement/Administration/Pages/Definitions-What-is-Waste.aspx>
- European Bank. (2020). *Green City Action Plan*. January.
<https://sofiaplan.bg/en/2019/08/13/green-city-action-plan/>
- Ferronato, N., Gorrity Portillo, M. A., Guisbert Lizarazu, E. G., Torretta, V., Bezzi, M., & Ragazzi, M. (2018). The municipal solid waste management of La Paz (Bolivia): Challenges and opportunities for a sustainable development. *Waste Management and Research*, *36*(3), 288–299. <https://doi.org/10.1177/0734242X18755893>
- Ferronato, N., Preziosi, G., Gorrity Portillo, M. A., Guisbert Lizarazu, E. G., & Torretta, V. (2020). Assessment of municipal solid waste selective collection scenarios with geographic information systems in Bolivia. *Waste Management*, *102*, 919–931.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.010>
- FICEM. (2012). *Presentación: Política Brasileña de Residuos Sólidos Ministerio de Medio*

Ambiente-Brasil. http://www.ficem.org/forocoprocesamiento/2012_bogota/4-FORO-FICEM.pdf

- Franceschi, F. F., Vega, L. T., Sanches-Pereira, A., Cherni, J. A., & Gómez, M. F. (2022). A combined approach to improve municipal solid waste management in upper-middle-income countries: the case of Sabana Centro, Colombia. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(8), 2547–2562. <https://doi.org/10.1007/s10098-022-02333-x>
- GERT S.A. (2019). *Contrato de condiciones uniformes servicio público de aseo actividad complementaria de aprovechamiento*.
- Gobierno de México. (2017). *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu#:~:text=Información sobre residuos sólidos urbanos.&text=En México se generan diariamente,9.63%25 de los residuos generados.>
- Gómez-Maldonado, A., Ospina-Espita, L. C., Rodríguez-Lesmes, P., & Rodríguez-Rodríguez, M. A. (2023). Barriers and opportunities for waste pickers within solid waste management policy in Colombia. *Waste Management*, 163(July 2022), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.03.020>
- Gutiérrez, F., Coria, A. L., & Tejeida, R. (2019). A study and factor identification of municipal solid waste management in Mexico City. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su11226305>
- Interaseo. (2019). *Informe de gestión - grupo interaseo 2019*. <https://interaseo.com.co/wp-content/uploads/2020/08/INFORME-DE-GESTIÓN-2019.pdf>
- Kabera, T., & Nishimwe, H. (2019). Systems analysis of municipal solid waste management and recycling system in east Africa: Benchmarking performance in Kigali city, Rwanda. *E3S Web of Conferences*, 80(January). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198003004>
- Khan, I. U., Waseer, W. A., Ullah, S., & Khan, S. A. (2019). 'Wasteaware' Indicators: an Assessment of the Current Solid Waste Management System in Lahore, Pakistan. *Asia Pacific Journal of Energy and Environment*, 5(2), 49–58. <https://doi.org/10.18034/apjee.v5i2.525>
- Lupo, T., & Cusumano, M. (2018). Towards more equity concerning quality of Urban Waste Management services in the context of cities. *Journal of Cleaner Production*,

- 171, 1324–1341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.194>
- Milutinovic, B., Stefanovic, G., Kyoseva, V., Yordanova, D., & Dombalov, I. (2016). Sustainability assessment and comparison of waste management systems: The Cities of Sofia and Niš case studies. *Waste Management and Research*, 34(9), 896–904. <https://doi.org/10.1177/0734242X16654755>
- Minambiente. (2018). *Resolución 1407 DE 2018*. http://www.andi.com.co/Uploads/RES_1407_DE_2018.pdf
- Minciencias. (2016). *Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo*. Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo
- Ministerio de Minas y Energía. (2001). *Ley 689*. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0685_2001.html
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2017). *Departamentos y municipios de Colombia*. <https://www.datos.gov.co>. <https://www.datos.gov.co/Mapas-Nacionales/Departamentos-y-municipios-de-Colombia/xdk5-pm3f>
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2017). *Resolución 0330 de 2017*. <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330 - 2017.pdf>
- Minvivienda, & Minambiente. (2014). *Resolución 754 de 2014. Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, ocntrrol y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos*. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>
- Oduro-Appiah, K., Afful, A., Kotey, V. N., & de Vries, N. (2019). Working with the informal service chain as a locally appropriate strategy for sustainable modernization of municipal solid waste management systems in lower-middle income cities: Lessons from Accra, Ghana. *Resources*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/resources8010012>
- Oduro-Appiah, K., Scheinberg, A., Mensah, A., Afful, A., Boadu, H. K., & de Vries, N. (2017). Assessment of the municipal solid waste management system in Accra, Ghana: A 'Wasteaware' benchmark indicator approach. *Waste Management and Research*, 35(11), 1149–1158. <https://doi.org/10.1177/0734242X17727066>
- PNUMA. (2013). *Guía Elaboración De Estrategias Nacionales De Gestión De Residuos*

Avanzar desde los Desafíos hacia las Oportunidades.

http://cwm.unitar.org/publications/publications/cw/wm/UNEP_UNITAR_NWMS_Spanish.pdf

Presidente de la República de Colombia. (2016). *Decreto 596 de 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.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69038>

PROMOCALI S.A E.S.P. (2019). *Contrato de condiciones uniformes Promocali S.A E.S.P.*

Promovalle S.A. E.S.P. (2022). *Servicio al cliente.* <https://www.promocali.com/servicio-al-cliente/>

PROMOVALLE S.A E.S.P. (2019). *Contrato de condiciones uniformes para personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más 5.000 suscriptores en el área urbana y expansión urbana Promovalle S.A E.S.P.*
<http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2015.1044943>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.581>
<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2547ebf4-bd21-46e8-88e9-f53c1b3b927f/language-en>
<http://europa.eu/>
<http://www.leg.st>

Rana, R. (2017). *Municipal Solid Waste Characterization and Analysis in Tricity* [Jaypee University of Information Technology].
http://shodh.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/7544/1/rishi_rana_146601_ce_2014.pdf

Reyes, D. (2022). *Entrevista realizada a experto en salud y seguridad en el trabajo de gestores de residuos aprovechables.*

Rui, Y. (2018). Assessment of “ Wasteaware ” indicator and its application in New York City , Hilo (HI), and Cairo. *Earth Engineering Center.*

Santos Calderón, J. M. (2015). *Decreto 1077.* Diario Oficial.

Scheinberg, A., Rodric, L., & Wilson, D. C. (2011). *Value Added : Modes of Sustainable Recycling in the Modernisation of Waste Management Systems.*
<https://core.ac.uk/download/pdf/29233737.pdf>

Secretaría de Seguridad y Justicia. (2019). *Informe de gestión Secretaría de Seguridad y Justicia.* <https://www.cali.gov.co/seguridad/publicaciones/171774/informes-de->

- gestion-secretaria-de-seguridad-y-justicia/
Semarnat. (2016). Capítulo 7 - Residuos. En *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México* (pp. 429–470).
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjkyoqW0dD6AhW-ZTABHfkXBPCQFnoECAo>
- Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2018). Matrix method for evaluation of existing solid waste management system in Himachal Pradesh, India. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(3), 1813–1831. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0703-z>
- Sharma, A., Ganguly, R., & Gupta, A. K. (2019). Matrix Method for Evaluation of Existing Solid Waste Management Processes in Jalandhar City, Punjab, India. *Pollutants from Energy Sources*, 253–268. https://doi.org/DOI: 10.1007/978-981-13-3281-4_12
- Solid Waste Authority of Palm Beach County. (2006). *County Integrated Solid Waste Management Plan*. <https://www.swa.org/>
- Solid Waste Authority of Palm Beach County. (2013). *Component Cost Summary*. <https://www.swa.org/>
- Solid Waste Authority of Palm Beach County. (2014). *Solid Waste Authority Transfer Station Policies and Procedures*. <https://www.swa.org/>
- Solid Waste Authority of Palm Beach County. (2023). *Solid Waste Authority of Palm Beach County, FL*. <https://www.swa.org/648/Government>
- SUI. (2023). *Indicadores sobre el servicio, reportes comerciales, financieros, administrativos y técnico operativos, acceso a la bodega de datos y cadena de prestación del servicio de aseo*. <https://sui.superservicios.gov.co/Reportes-del-Sector/Aseo>
- Superservicios. (2018). *Manual específico de funciones y competencias laborales Superservicios*. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/manual_de_funciones_y_competencias_laborales_sspdpd_18_dic_18.pdf
- Superservicios. (2019a). *Disposición Final de Residuos Sólidos. Informe Nacional - 2018*. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_nacional_disposicion_final_2019.pdf
- Superservicios. (2019b). *Evaluación integral de prestadores ciudad limpia Bogotá S.A. E.S.P.* <http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/>
- Superservicios. (2019c). *Evaluación integral de prestadores Promocali S.A. E.S.P.*

- <http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/>
Superservicios. (2019d). *Evaluación integral de prestadores Promovalle S.A. E.S.P.*
<http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/>
- Superservicios. (2019e). *Informe de gestión superservicios.*
[https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe de gestión SSPD 2019 -03032020 %281%29.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe%20de%20gesti%C3%B3n%20SSPD%202019-03032020%20%281%29.pdf)
- Superservicios. (2019f). *Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final.*
[https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C alcantarillado y aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1](https://www.superservicios.gov.co/system/files_force/Acueducto%2C%20alcantarillado%20y%20aseo/Aseo/2020/Ene/informe_de_seguimiento-.pdf?download=1)
- Superservicios. (2019g). *Informe De Seguimiento a Sitios De Disposición Final P. 1, 1–33.*
- Superservicios. (2020a). *Evaluación integral de prestadores Veolia Aseo de Cali S.A E.S.P.* <http://www.superservicios.gov.co/content/download/6365/>
- Superservicios. (2020b). *Informe nacional de disposición final de Residuos Sólidos.* Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Superservicios. (2023). *Control social.*
<https://www.superservicios.gov.co/Participa/Control-social>
- Thakur, D., Ganguly, R., Gupta, A. K., & Ghali, V. (2020). Evaluation of Existing Solid Waste Management System in Una Town, India Disha. *Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies*, 367–381. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_33
- UAESP. (2019a). *Acta de Rendición de Cuentas Uaesp 2019.*
<https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/publicaciones/147555/rendicion-de-cuentas/>
- UAESP. (2019b). *Estadísticas de la erradicación de puntos críticos.*
http://datos.cali.gov.co/dataset?_organization_limit=0&organization=unidad-administrativa-especial-de-servicios-publicos-municipales
- UAESP. (2019c). *Informe de gestión 2019.*
<https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/publicaciones/141378/informes-de-gestion/>
- UAESP. (2019d). *Informe final ruta selectiva Cali.*
<https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=43080>
- UAESP. (2019e). *Segunda Rendición de Cuentas Uaesp 2019.*

- <https://www.cali.gov.co/serviciospublicos/publicaciones/147555/rendicion-de-cuentas/>
- UNEP. (2011). Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. En *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd>
- UNEP. (2016). Global Waste Management Outlook. En *Global Waste Management Outlook*. <https://doi.org/10.18356/765baec0-en>
- University of Leeds. (2023). *Wasteaware Benchmark indicators Toolkit*. <http://benchmark.wasteaware.org/>
- VEOLIA. (2019). *Contrato de condiciones uniformes para la prestación del servicio de aseo en el municipio de Santiago de Cali - Zona de operación Veolia Cali*.
- Veolia Colombia. (2022). *Oficina de Servicio al Cliente*. <https://www.veolia.com.co/cali/servicio-al-cliente/atencion-al-cliente>
- Villafañe, F. ., & Manrique, S. M. (2018). Aplicación de los indicadores de referencia “Wasteaware” para el diagnóstico del rendimiento de la gestión de residuos sólidos urbanos en el consorcio Cachi- Payogasta (Salta). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 22, 13–23.
- Whiteman, A. (2022). *Comunicación peronal*.
- Whiteman, A., Wilson, D. C., Mingyu, Q., Mitiaieva, N., Xiao, L., & Xinrui, L. (2019). *Wasteaware Benchmark Indicators for Integrated Sustainable Waste Management in Chinese Cities*. China Integrated WasteManagement NAMA. <https://rwm.global/utilities/documents/wabi.pdf>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2014). “Wasteaware” benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., Vilches, R., Masterson, D., Stretz, J., & Oelz, B. (2015). User Manual for Wasteaware ISWM Benchmark Indicators. *Waste Management*, 35, 329–342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>
- World Bank. (2020). *World Bank Country and Lending Groups – World Bank Data Help Desk*. The World Bank.

<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

Yang, Y. (2018). *Assessment of the Wasteaware Indicator for Selected Cities in the US and China* (Número December). Columbia University.

Zamorano Bonilla, P., García Serna, R., Maturana, J. V., & Giraldo, S. (2022). *Entrevista realizada a expertos en en servicio público de aseo.*