

SISTEMA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL Y CONTROL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES



UC

UNIVERSIDAD
DE CANTABRIA



eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

DOLORES ELIZABETH TURCOTT CERVANTES

DIRECTORA: AMAYA LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR

Programa de Doctorado en Ingeniería Ambiental
Santander, Octubre 2018

Diseño de portada: Luis Armando Lozoya Márquez. México, 2018.

Fotografía de portada: Jocelyn Szantó Carranza. GRS Chile, 2017.



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO

PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS DOCTORAL

**Sistema de indicadores para la evaluación integral y control de
la gestión de residuos municipales**

PHD THESIS

**Indicator system for an integral assessment and control of
municipal solid waste management**

DOLORES ELIZABETH TURCOTT CERVANTES

Directora:

AMAYA LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR

Escuela de Doctorado de la Universidad de Cantabria
Santander, octubre de 2018

What is the ideal number of indicators for any one outcome? The minimum number that answers the question: "Has the outcome been achieved?"

Kusek, J. Z., & Rist, R. C. (2004). *Ten steps to a results- based monitoring and evaluation system. A handbook for development practitioners*. Washington D.C., USA: The World Bank.

Agradecimientos

Este ha sido un largo camino...a veces pienso que comenzó en 2006 cuando me volví *Promotora ambiental para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos* gracias al impulso de mi amigo Luis Lozoya. Otras veces creo que inició en 2003 al elegir mi tesis en *gestión de residuos peligrosos*, impulsada por mi maestro Daniel Hernández. Independientemente de la serie de acciones y decisiones que me han llevado a llegar hasta aquí, siempre he tenido la suerte de encontrarme con excelentes personas a las que quiero agradecer:

Primero a Amaya Lobo, mi directora de tesis. Estoy completamente segura que sin su paciencia, inteligencia y gran liderazgo no hubiera podido culminar este trabajo. Cuando nos conocimos en México la primera vez, con un bolígrafo rápidamente corregiste el documento que te había entregado. Desde ese instante supe que aprendería mucho contigo, y no me equivoqué. Gracias por enseñarme tantas cosas.

Gracias a todos aquellos compañeros *basurólogos* que han caminado a la par en su formación doctoral y han aportado a la mía de manera invaluable: Joan, Estefani, Elvira y Bety. Hago especial mención a Ana (*jefa suprema de esclavos*), que al tener siempre tanta fe en mí, mis dudas y temor desaparecían, haciendo que lograra cosas que creí imposibles, pero que a fin de cuentas no hubiera podido hacerlas sin su apoyo incondicional y sincero.

A todos los *basurólogos* de diversos países que tuve oportunidad de conocer, y que muchos de ellos han aportado directa o indirectamente a este trabajo: miembros de REDISA y el grupo de ISWA-SWIS Winter School 2018. Mención especial a todos los colegas del Instituto Tecnológico de Toluca y del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Occidente, que han hecho grandes aportaciones con sus estudios de caso. También quiero dar un especial agradecimiento a todos los trabajadores de los diversos vertederos e instalaciones que tuve la oportunidad de visitar, que me ayudaron a entender y aprender muchas cosas en campo, derivadas de su invaluable experiencia.

A Miguel por sus aportaciones (y soporte) de informática y estadística. A los alumnos que invirtieron su tiempo y gran esfuerzo para contribuir a este proyecto (y algunos aún continúan en ello): Jone, Frida, Selene y Carlos.

A todos los miembros del *Research Center of Waste and Resource Management*, de la Universidad Tecnológica de Viena: por recibirme para realizar mi estancia doctoral y por todo lo aprendido. Una especial mención a Johann Fellner, mi asesor durante la estancia, por su amabilidad, sencillez y grandes conocimientos. A mis compañeros de despacho durante la estancia: Oumaima y Alexej, también en proceso de formación doctoral y cada uno trabajando en temas diametralmente opuestos de la gestión de residuos y recursos: me ayudaron a aprender más sobre este tema y sobre diferentes culturas; además de hacer muy agradable mi estancia al compartir tantos momentos juntos.

A todos los queridos compañeros del grupo de investigación que han ido y venido, pero al final compartido el despacho (las penas, las alegrías y hasta la comida): María Fernanda, Ana María, Gloria, María y Mónica.

Especial agradecimiento a Ricardo ya que nos soportarnos mutuamente durante largas horas, todos los días, citando sus propias palabras: *“aunque había días que no decíamos una sola palabra, el saber que el otro estaba a un lado, hacía menos pesado el trabajo”*. Al resto de profesores y compañeros del GIA (temporales o permanentes): Iñaki, Lorena, Rubén, Martuca, Tatiana, Ángela, Ana, Nuria, Jose, Chus.

A Germán por recibirme para realizar mi primera estancia doctoral en México, además de sus recomendaciones y regaños al inicio de mi trabajo que fueron muy valiosos. A los *basurólogos* que han sido impulsores e inspiradores en las diversas etapas de este camino, así como grandes maestros de los que he aprendido mucho (y aún lo sigo haciendo): Daniel, Mayte y Marcel. Una especial mención a Mayte, cuya integridad, valentía, inteligencia y capacidad autodidacta la convirtieron en una de las mejores *basurólogas* que he conocido. A los que alguna vez fueron mis alumnos y que ahora son *basurólogos* de todo corazón: Melissa e Israel.

A los que se convirtieron en mi familia temporal desde que salí de casa: Carlos Javier y Javi. A todos mis amigos en México, España y otras partes del mundo que con sus buenos deseos y energía me ayudaron a pasar momentos difíciles. A todos aquellos que olvidé mencionar pero que han aportado en mayor o menor medida a este largo camino.

Y por último, a mi familia. A mi tía Olga, cuyas palabras de aliento y apoyo en momentos difíciles me hacen estar hoy aquí. Gracias a mis hermanos: Esme y Enrique porque siempre creyeron en mí y me apoyaron desde el primer día que se metió una *“loca idea”* en mi cabeza de renunciar al trabajo y estudiar el doctorado. Gracias por estar siempre ahí, aunque estemos lejos. Gracias a mi padre, Enrique; que aunque la mayor parte del tiempo lo hago enojar, sé que es porque está preocupado por mí y quiere que esté bien. A mi madre Isabel (alias Chabela) por no haber estado a su lado en todo este tiempo, y aunque siempre quiso que alguno de sus hijos estudiara medicina, por lo menos ahora tendrá a una Doctora.

Este ha sido un largo camino... por alguna razón siento que termina aquí, y comienza uno nuevo.

*Dolores Elizabeth Turcott Cervantes
Santander, 23 de octubre de 2018.*

Resumen

La creciente generación de residuos municipales da lugar a problemas comunes a nivel internacional. Los gobiernos locales son los responsables de lograr una Gestión de Residuos Municipales (GRM) sostenible, pero muchos carecen de información en cantidad y calidad suficientes para guiar la toma de decisiones. Necesitan herramientas que sistematicen la recopilación y análisis de información, para después evaluar y mejorar todos los aspectos, tanto técnicos (recolección, vertido, etc.) como de gobernanza (legislación y políticas, económicos, organizacionales, sociales, entre otros) del sistema y contribuir a solventar los problemas generados por una gestión ineficiente de los residuos.

Desde hace varias décadas se utilizan indicadores como herramienta para evaluar la GRM. Sin embargo, existen diversas problemáticas (inexistencia o escasez de información, falta de transparencia y homogeneidad, entre otras) que han impedido la estandarización y aplicación a un nivel más global de los métodos propuestos hasta el momento.

Como respuesta a estas problemáticas, este trabajo de investigación presenta la propuesta de un sistema de indicadores, diseñado para realizar una evaluación integral de todos los aspectos de la gestión municipal de residuos que permita detectar tendencias y/o aspectos a mejorar, ayudando así en la toma de decisiones.

En el **Capítulo 1** se presenta una breve introducción sobre la generación de residuos municipales, así como los atributos que deben atenderse para lograr una gestión de residuos sostenible (salud pública y técnicos, sociales, económicos, ambientales) y los diversos problemas a resolver para alcanzarla. En este Capítulo también se describen los objetivos del trabajo: desarrollar un sistema de indicadores para la evaluación integral de los atributos que conforman la gestión de residuos sostenible, aplicable a cualquier sistema y que permita controlar la fiabilidad de la información; así como comprobar la utilidad de la metodología propuesta y optimizarla a través de su aplicación a casos de estudio y aporte de expertos. Por último se define la metodología general planteada para el desarrollo de todo el trabajo, a través de cuatro etapas: 1) desarrollo del marco conceptual de la gestión de residuos sostenible y revisión detallada de diversos grupos de indicadores existentes, 2) diseño de las herramientas que integran el sistema de indicadores, 3) mejoras al sistema a través de consultas con expertos y la aplicación a casos de estudio, y 4) propuesta final del sistema de indicadores diseñado.

Como punto de partida, en el **Capítulo 2** se muestra la revisión de los principales grupos de indicadores utilizados para evaluar la GRM. En esta fase se documentaron 40 grupos de indicadores, analizando sus principales características, ventajas y limitaciones. Para su análisis se propone un nuevo marco que incluye todos los aspectos de la GRM, basado en las propuestas publicadas por diversos autores y en el concepto de Gestión de Residuos Integrada y Sostenible (GRIS). Este marco considera los atributos: aspectos técnicos, salud pública, sociales, ambientales y económicos; así como los diversos componentes que pueden existir en un sistema de gestión de residuos: prevención (incluyendo reúso), generación, limpieza viaria, recolección,

estaciones de transferencia, valorización y tratamiento (reciclaje, compostaje, recuperación, preparación para la reutilización, valorización energética y otros tratamientos), y eliminación (vertido final, depósito controlado e incontrolado, incineración sin recuperación de energía).

Todos los indicadores documentados fueron clasificados de acuerdo con este marco y se compararon para detectar repeticiones hasta llegar a un listado único. Los grupos analizados incluían indicadores con distintas características, como la tipología (cualitativos, cuantitativos o ambos) o su nivel de aplicabilidad (municipal, regional, nacional, internacional o varios niveles), entre otras. Para cada grupo se recogió el número de casos en que se ha aplicado, así como posibles inconvenientes que dificultan su uso. Como resultado, se obtuvo un listado de 377 indicadores diferentes, donde la mayoría (un 49%) se centra en aspectos técnicos del manejo de residuos. El componente para el que se encontraron más indicadores fue valorización y tratamiento. A partir del análisis se identificaron los principales atributos que debe reunir un sistema de indicadores para su posible estandarización: ser útil en distintos niveles geográficos y económicos, incluir indicadores de distintos tipos, claridad metodológica y abarcar todos los aspectos de posible interés.

El **Capítulo 3** aborda la gestión de residuos desde la perspectiva de gobernanza. Este concepto surge en los años ochenta, y a lo largo de los años ha evolucionado hasta *“la forma de gobernar deseable para un desarrollo económico, social e institucional duradero con la intervención de todos los grupos de interés”*. De aquí deriva el concepto de gobernanza ambiental, que tiene gran relevancia a nivel local, donde la participación ciudadana es protagonista en la toma de decisiones. Esto toma especial importancia en la GRM al ser uno de los principales servicios públicos realizados por los gobiernos locales.

En este Capítulo se propone una nueva metodología que permite evaluar la gobernanza de un sistema de gestión de residuos a nivel local, como herramienta para la toma de decisiones y la investigación comparativa. La propuesta se basa en un sistema de indicadores categorizados en niveles sucesivos de gobernanza: 1) marco institucional, 2) efectividad gubernamental, 3) transparencia y rendición de cuentas, 4) participación, 5) existencia de redes, y 6) control de la corrupción. Se presenta un sistema principal de indicadores adaptado a este marco y además se considera la mayor o menor disponibilidad de información como dato principal en el sistema de evaluación. Para cada indicador se establecen valores de referencia que permiten clasificar el desempeño mediante semaforización (verde, amarillo y rojo) y un protocolo para valorar la calidad de la información aportada en cada caso, que incluye cuatro niveles: alta, aceptable, baja y de calidad desconocida.

Para probar la propuesta, los indicadores así como el marco conceptual propuesto se aplicaron a dos municipios mexicanos. Los resultados confirman la coherencia del marco desarrollado, y la calidad de la información recopilada mediante los indicadores propuestos. No obstante, al derivar esta herramienta de una diseñada para evaluación más general, se pone de manifiesto la predominancia de indicadores cuantitativos, enfocados a aspectos técnicos, y la necesidad de completar la propuesta con nuevos indicadores para las categorías más avanzadas, en particular control de la corrupción.

En los casos estudiados, el municipio que mayor cantidad de información aporta es el que obtiene una mejor valoración. Esto remarca la importancia de mejorar el seguimiento y control del GRM como paso principal en la consecución de una gobernanza adecuada, logrando así alcanzar el paradigma de la GRIS.

En el **Capítulo 4** se presenta la aplicación de un conjunto básico de indicadores, seleccionado del grupo general propuesto, para evaluar aspectos de gobernanza de la GRM en un área que abarca 66 municipios mexicanos. El sistema de evaluación utilizado incluye un grupo de trece indicadores distribuidos en tres categorías: legislación y políticas, desarrollo de personal y economía. También se hizo uso de valores de referencia para la semaforización de los indicadores y del protocolo para valorar la calidad de la información.

La categoría de economía y los aspectos relacionados con la disposición final, son los que obtuvieron menor proporción de respuestas en el área estudiada, debido a la falta de separación y control del presupuesto por un lado, y a la gran proporción de tiraderos a cielo abierto en la zona.

Se detecta una fuerte correlación entre el desarrollo e implantación de legislación y políticas sobre gestión de residuos y el correcto funcionamiento del servicio, además de una extendida presencia del sector informal en todas las etapas operativas del sistema. Por otro lado, se comprueba la inexistencia de tarifas oficiales por el servicio, lo que dificulta la recuperación directa de los gastos, y por tanto una gestión sostenible del mismo.

Los resultados obtenidos pueden servir como línea base para el seguimiento y planificación de los sistemas de GRM en los municipios estudiados, y como referencia para lugares similares. Además, han permitido identificar la información accesible en el área analizada, sobre la cual configurar un grupo básico de indicadores para el diagnóstico, seguimiento y mejora del servicio en municipios en los que la implantación de los sistemas de GRM es incipiente, como los estudiados.

En el **Capítulo 5** se presenta la descripción del sistema avanzado de gestión de residuos municipales de la ciudad de Viena, así como su evaluación a través de los indicadores perfeccionados en los estudios de caso descritos en los Capítulos anteriores. Se evaluó la sostenibilidad del sistema de GRM a partir de los atributos definidos previamente (salud pública y técnicos, sociales, económicos, ambientales). Al tratarse de uno de los sistemas más avanzados a nivel mundial, el estudio permitió a la vez obtener valores de referencia para otros sistemas. Además se comparó el sistema con el de dos municipios mexicanos, uno avanzado y otro con gestión incipiente, para detectar coincidencias de información disponible en busca de la definición de un grupo básico de indicadores cuya aplicación sea posible en cualquier tipo de servicio de GRM.

Para abordar la complejidad del sistema, con gran número de componentes y de distintos flujos de residuos manejados, se usó el software STAN para realizar un análisis de flujo de materiales (AFM) y proveer de datos base consistentes para el cálculo de indicadores. El AFM arrojó una entrada de 1.195.645 toneladas/año de residuos al sistema municipal de los cuales 87% se convierten en salidas del sistema hacia valorización,

reciclaje, eliminación o emisiones de la valorización energética, y el 13% restante se dispone en el relleno sanitario municipal Rautenweg.

En el caso de los indicadores, se obtuvo información para calcular 72 de 90 aplicables, lo que refleja la madurez en la transparencia y rendición de cuentas del caso. Se obtuvieron 128 valores de referencia, ya que se han obtenido algunos indicadores desglosados por componentes. De los indicadores evaluados, 77% han obtenido un desempeño bueno, destacando la alta proporción de estos valores en el atributo ambiental. Los resultados en su conjunto ayudan a corroborar la hipótesis sobre el avance del sistema vienes hacia una gestión sostenible de residuos, aún con la existencia de algunas áreas de mejora.

Finalmente, en la comparación con los municipios mexicanos, se contrastaron un total de 61 indicadores con la misma métrica de comparación: aplicados a los mismos componentes y evaluados con los mismos valores de referencia. En el resultado destacó Viena con 78% de sus valoraciones con desempeño bueno, y ayudó a corroborar la utilidad de los indicadores para su aplicación a diferentes sistemas municipales y detectar, por comparación, áreas de oportunidad para su mejora, por ejemplo en indicadores de *prevención y reúso*: a pesar del marco legal y planeación específica, de la infraestructura para reúso de diversos flujos de residuos, inversión en proyectos de I+D+i y diversas estrategias de comunicación y educación, no se ha podido comprobar consistentemente el avance en esta jerarquía de residuos.

Como resultado final del trabajo realizado se presenta en el **Capítulo 6** el sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales. Aquí se describe de manera sintética todo el proceso que implicó la construcción del sistema de indicadores: la propuesta del marco conceptual, el desarrollo de los indicadores individualizados, el diseño de las diversas herramientas del sistema (para valoración, normalización y evaluación de calidad), así como la intervención de expertos y la aplicación a estudios de caso, para llegar a la versión final presentada.

También se incluye una guía metodológica para los usuarios (sean gobiernos locales, regionales u otros) y facilitar el proceso de aplicación del sistema de indicadores a través de cuatro etapas: 1) preparar la evaluación recopilando datos generales, de los componentes así como la selección del marco y objetivo de la evaluación, 2) compilar y procesar datos base, calcular y validar indicadores para finalmente realizar su valoración-normalización, 3) agregar y analizar los resultados para detectar áreas de oportunidad, y 4) evaluar la calidad de datos base e indicadores.

En el **Capítulo 7** se muestran las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación. Destacan las principales características del sistema construido, que cumplen con los requisitos necesarios establecidos en el *Capítulo 2*:

- Permite evaluar todos los aspectos necesarios para lograr una gestión sostenible de residuos: a través del marco conceptual que incluye cuatro atributos (técnicos y de salud, sociales, ambientales,

económicos) para analizar los distintos componentes que pueden conformar un sistema de gestión de residuos (temas transversales, generación, prevención, limpieza viaria, recolección, estaciones de transferencia, valorización y eliminación).

- Es adaptable a la aparición de distintos componentes en el sistema de gestión de residuos y además flexible, pues permite seleccionar de forma personalizada los indicadores a utilizar.
- El sistema incluye valores de referencia para contextualizar el desempeño obtenido para cada indicador, que también pueden ser adaptados de acuerdo al contexto local.
- Incluye indicadores cualitativos y cuantitativos. Esto permite evaluar aspectos de distinto carácter, como la gobernanza, por un lado, para la cual la información es mayoritariamente cualitativa, y aspectos operativos por otro, que habitualmente se cuantifican numéricamente.
- Es una metodología consistente, pues incluye: el desarrollo de fichas individualizadas de indicadores con el detallado desglose de la información base para su cálculo y la descripción de instrucciones para el uso del sistema de indicadores y las herramientas que lo componen.
- Permite diferentes formas de agregación de la información: es posible analizar los indicadores desglosados por cada componente, o en conjunto, a través del marco conceptual, para evaluar los diferentes atributos.

Summary

The growing generation of municipal waste leads to common problems at the international level. Local governments are responsible for achieving sustainable Municipal Solid Waste Management (MSWM), but many of them do not have enough quantity and quality of information to guide decision-making. They need tools that systematize the collection and analysis of data, to then assess and improve all aspects, both technical features (collection, disposal, etc.) and governance (legislation and policies, economic, organizational, social, among others) of the system and contribute to solving the problems generated by inefficient waste management.

Indicators have been used as a tool to evaluate MSWM for several decades. However, there are several problems (non-existent or scarce information, lack of transparency and homogeneity, among others) that prevent the methods proposed so far from being standardized and applied on a more global level.

In response to these problems, this research presents the proposal of an indicator system designed to perform a comprehensive assessment of all aspects of MSWM that allows detecting trends and / or aspects to be improved, thus helping in the decision making.

Chapter 1 presents a brief introduction on the generation of municipal waste, as well as the attributes that must be addressed to achieve sustainable waste management (public health and technical, social, economic, environmental) and the various problems to be solved to reach it. This chapter also describes the objectives of the work: developing an indicator system for the integral assessment of the attributes that make up sustainable waste management, which is applicable to any system and allows to control the reliability of the information, and verifying the usefulness of the proposed methodology and optimizing it through its application to case studies and input from experts. Finally, the general methodology proposed for the development the research is defined, through four stages: 1) development of the conceptual framework of sustainable waste management and detailed review of various groups of indicators already existing, 2) design of the tools that integrate the indicator system, 3) improvement of the system through consultations with experts and the development of case studies, and 4) final design of the indicator system proposed.

As a starting point, **Chapter 2** shows the revision of the main groups of indicators used nowadays to evaluate MSWM. In this phase, 40 groups of indicators were documented, and their main characteristics, strengths, and weaknesses were analyzed. A new framework is proposed for the analysis of MSWM that includes all aspects, based on the proposals published by various authors and on the concept of Integrated Sustainable Waste Management (ISWM). This framework includes the following attributes: technical aspects, public health, social, environmental and economic. At the same time, it considers the various components that may exist in a waste management system: prevention (including reuse), generation, street cleaning, collection, transfer station, recovery and treatment (recycling, composting, recovery, preparation for reuse, energy recovery and others

treatments), and elimination (landfilling, controlled and uncontrolled disposal, incineration without energy recovery).

All the documented indicators were classified according to this framework and compared in order to detect repetitions until a single list was reached. The groups analyzed contained indicators with a variety of characteristics, such as the typology (qualitative, quantitative or both) and the geographical scope at which they are applicable (municipal, regional, national, international or various levels), among others. An analysis was also performed to determine how many cases each group has been applied to, as well as possible shortcomings that make them difficult to use. As a result, a list of 377 different indicators was obtained where the majority (49%) focuses on technical aspects of waste management. The component with a greater number of indicators was recovery and treatment. From the analysis, the main qualities that an indicator set must accomplish were identified to allow their possible standardization, which are: it must be useful at different geographical and economic levels, include indicators of different types, follow a clear methodology, and cover all aspects of possible interest.

Chapter 3 deals with waste management from the perspective of governance. This concept emerged in the 1980s, and has evolved over the years as *"the desirable way of governing for lasting economic, social and institutional development with the intervention of all stakeholders"*. This derives into the concept of environmental governance, which has great relevance at the local level, where citizen participation is the protagonist in decision-making. This is especially important in MSWM, since it is one of the main public services carried out by local governments.

In this Chapter a new methodology is proposed that allows the evaluation of the governance of a waste management system at the local level, as a tool for use in decision-making and comparative research. The proposal is based on an indicator set categorized into successive levels of governance: 1) institutional framework, 2) government effectiveness, 3) transparency and accountability, 4) participation, 5) networking creation, and 6) corruption control. A main indicator set is adapted to this framework, and the greater or lesser availability of information is considered as the main data in the evaluation system. For each indicator, reference values are established to classify the performance by means of traffic lights (green, yellow and red) and a protocol to assess the quality of the information provided in each case, which includes four levels: high, acceptable, low and unknown quality.

To test the proposal, the indicators as well as the conceptual framework were applied to two Mexican municipalities. The results confirm the coherence of the framework and the quality of the data collected through the proposed indicators. However, because this tool was designed from another one developed for a more general evaluation, quantitative indicators, focused on technical aspects, predominate, and a need to complete the proposal with new indicators for the most advanced categories, particularly corruption control is identified.

In the cases studied, the municipality with the greatest amount of information is the one that obtains the best evaluation. This highlights the importance of improving the monitoring and control of MSWM as the main step to achieving adequate governance, thus achieving the paradigm of ISWM.

Chapter 4 presents the application of a basic set of indicators, selected from the general group proposed, to evaluate governance aspects of MSWM in an area that includes 66 Mexican municipalities. The evaluation system used includes a group of thirteen indicators divided into three categories: legislation and policies, employee development and economy. Reference values were also used in this case to classify the performance of indicators through traffic lights as well as the protocol to assess the quality of the information.

The category of economy and the aspects related to disposal, are those that obtained lower proportion of answers in the studied area, due to the lack of separation and control of the budget on the one hand, and to the large proportion of open dumps in the area.

There is a strong correlation between the development and implementation of WM legislation and policies and the proper functioning of the service, and a widespread presence of the informal sector in all the operational stages of the system is detected. On the other hand, the absence of official fee for the service is verified, which makes direct recovery of expenses difficult.

The results obtained can serve as a baseline for the monitoring and planning of MSWM systems in the municipalities studied, and as a reference for similar places. In addition, they have made it possible to identify the information accessible in the analyzed area, on which to configure a basic set of indicators for the diagnosis, monitoring and improvement of the service in municipalities where the implementation of MSWM systems is incipient, such as those studied.

Chapter 5 presents the description of the advanced MSWM system of the city of Vienna, as well as its evaluation through the indicators described in the previous Chapters. The sustainability of MSWM system was assessed based on the previously defined attributes (public health and technical, social, economic, environmental). Being one of the most advanced systems worldwide, the study allowed to obtain reference values for other systems. In addition, the system was compared with two Mexican municipalities, one advanced and the other with incipient management, to detect matches of available information in search of the definition of a basic set of indicators whose application is possible in any type of MSWM service.

To address the complexity of the system, which includes a large number of components and different waste streams handled, the STAN software was used to perform a Material Flow Analysis (MFA) and provide consistent base data for the calculation of indicators. The MFA showed an entry of 1,195,645 tons/year of waste to the municipal system, of which 87% are converted into outputs from the system towards recovery, recycling, elimination or as emissions from energy recovery, and the remaining 13% is disposed in the municipal landfill of Rautenweg.

Information was obtained to calculate 72 out of 90 applicable indicators, which reflects the maturity of the transparency and accountability of the case. 128 reference values were obtained, since some indicators have been to be broken down by component. Of the indicators assessed, 77% have obtained a good performance, with a high proportion of these values in the environmental attribute. The results as a whole help corroborate the hypothesis about the advance of the Viennese system towards a sustainable waste management, even with the existence of some room for improvement.

Finally, in the assessment with Mexican municipalities, a total of 61 indicators were calculated with the same comparison metric: applied to the equal components and assessed with the same reference values. Vienna stands out with 78% of its ratings with good performance. Results helped detect areas of opportunity for improvement, i.e. in indicators for *prevention and reuse*: despite the legal framework and specific planning, the infrastructure for reuse of various waste streams, investment in R+D+I projects and various communication and education strategies, progress in this waste hierarchy has not been consistently verified.

As a final result of the work carried out, the indicator system for the integral assessment and control of MSWM is presented in detail in **Chapter 6**. Here the whole process that involved the construction of the indicator system is synthetically described: the proposal of the conceptual framework, the development of the individualized indicators, the design of the various system tools (for assessment, standardization and quality evaluation), as well as the intervention of experts and the application to case studies, to reach the final version presented.

It also includes a methodological guide for users (be they local or regional governments, or others) and facilitate the process of applying the indicator system through four stages: 1) collecting general data of the components and selecting the framework and objective of the assessment, 2) compiling and processing the base data, calculating and validating indicators to finally perform their assessment-normalization, 3) aggregating and analyzing the results to detect areas of opportunity, and 4) evaluating the quality of base data and indicators.

Chapter 7 shows the conclusions and recommendations derived from the investigation. The main characteristics of the proposed system stand out, which comply with the necessary requirements established in *Chapter 2*:

- It allows to assess all the necessary aspects to achieve sustainable waste management: through the conceptual framework that includes four attributes (technical and health, social, environmental, economic) to analyze the different components that may exist in a waste management system (transversal aspects, generation, prevention, street cleaning, collection, transfer stations, recovery and treatment, elimination).
- It is adaptable to the appearance of different components in the waste management system and also flexible, since it allows selecting in a personalized way the indicators to be used.
- The system includes reference values to contextualize the performance obtained for each indicator, which can also be adapted according to the local context.

-
- Includes qualitative and quantitative indicators. This allows assessing aspects of a different nature, such as governance, for which the information is mostly qualitative, and operational aspects, which are usually quantified numerically.
 - It is a consistent methodology, since it includes the development of individualized indicator sheets with the detailed breakdown of the primary data for its calculation and the description of instructions for its use and the tools that comprise it.
 - It allows different forms of aggregation of information: it is possible to analyze the indicators broken down by each component, or together, through the conceptual framework, to evaluate the different attributes.

Publicaciones, formación de estudiantes y reconocimientos

De este trabajo han surgido publicaciones en congresos y revistas internacionales, congresos nacionales, trabajos de fin de máster y grado, así como estancias de investigación. Por último se presentan las becas y reconocimientos obtenidos.

Publicaciones en revistas internacionales:

Turcott Cervantes, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., & Lobo García de Cortázar, A. (2018). "Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review". *Waste Management*, 80, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>

Turcott Cervantes, D. E., Venegas Sahagún, B. A., & Lobo García de Cortázar, A. "Governance in waste management at a local level: proposal for evaluation through indicators". Presentado a *Cities* (2018), en revisión.

Turcott Cervantes, D. E., Olay Romero, E., Hernández Berriel, M. C., López Martínez, A., Mañón Salas, M. C., & Lobo García de Cortázar, A. "Assessment of governance aspects in waste management systems: Case study in Mexican municipalities". En preparación para *Ecological Indicators* (2018).

Publicaciones en congresos internacionales:

González de Audicana Bengoechea, J., Turcott Cervantes, D. E., & Lobo García de Cortázar, A. (2017). "Aplicación de indicadores para evaluación y control de servicios de gestión de residuos en municipios del País Vasco". En *VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos: Hacia una Economía Circular*. Santander, España. pp. 470-475. <https://redisa.unican.es/doc/actas-simposio.pdf>

Rondón Toro, E., & Turcott Cervantes, D. E. (2017). "Análisis comparativo de la responsabilidad del productor en México y Chile como estrategia para alcanzar la economía circular". En *VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos: Hacia una Economía Circular*. Santander, España. pp. 372-377. <https://redisa.unican.es/doc/actas-simposio.pdf>

Turcott Cervantes, D. E., & Lobo García de Cortázar, A. (2016). "Uso de indicadores para mejorar la gestión de residuos municipales". En *9º Encuentro Nacional de expertos en residuos sólidos: Los residuos sólidos como fuente de materiales y energía*. Querétaro, México. pp. 55–66. http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro9.pdf

Publicaciones en congresos nacionales:

Turcott Cervantes, D. E., Altabella, J. E., López Martínez, A., Lobo García de Cortázar, A., & Colomer Mendoza, F. J. (2016). "Estudio comparativo de dos modelos de gestión de residuos implantados en España: Hacia una economía circular". En: *13º Congreso Nacional de Medio Ambiente*. Madrid, España. <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2016/CT%202016/1998973518.pdf>

Trabajos de fin de máster o grado:

Carlos Josué Flores Antonio (2018). Estudiante de grado de Arquitectura. "Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales: aplicación al municipio de los Reyes, Michoacán". Proyecto final de residencias profesionales. Instituto Tecnológico Superior de los Reyes. Los Reyes de Salgado, México.

Jone González de Audicana Bengoechea (2017). Estudiante de máster en Investigación en Ingeniería Ambiental. "Indicadores para control del servicio municipal de gestión de residuos: aplicación a varios municipios del País Vasco". Tesis de máster. Universidad del País Vasco y Universidad de Cantabria. Bilbao-Santander, España.

Estancias de investigación:

Frida Daniela Ramos Pombo (2017). Estudiante de grado de Ingeniería Ambiental. "Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales". Estancia académica del XXII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico. Instituto Tecnológico de Colima, México.

Mayeli del Carmen Díaz García (2017). Estudiante de grado de Ingeniería Ambiental. "Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales". Estancia académica del XXII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.

Selene Santillán Madrigal (2017). Estudiante de grado de Ingeniería Ambiental. "Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales". Estancia académica del XXII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico. Instituto Tecnológico de Colima, México.

Reconocimientos y becas:

Beca para asistir al curso del software STAN 2.6 Workshop para Análisis de Flujo de Materiales en la Universidad Técnica de Viena. 2018. Viena, Austria.

Beca completa ISWA-SWIS Winter School 2018 para asistir al curso en gestión de residuos sólidos y minería de vertederos. University of Texas at Arlington, Solid Waste Institute for Sustainability y International Solid Waste Association. Arlington, EUA.

Miembro de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C. 2016 a la fecha. Estado de México, México.

Miembro de la red de investigación Ingeniería en Saneamiento Ambiental (REDISA): Red Iberoamericana en gestión y aprovechamiento de residuos. Financiada por el programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). 2016 a la fecha. Castellón, España.

Beca para estudios de doctorado. Convocatoria CONACYT-Gobierno del estado de Guanajuato 2015. 2015-2018. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.

Índice

Lista de figuras	xxxi
Lista de tablas	xxxiii
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	3
1.2 Objetivos	5
1.3 Metodología general.....	5
1.4 Referencias	8
Capítulo 2. Antecedentes: revisión crítica de indicadores	11
2.1 Introducción.....	13
2.1.1 Gestión de residuos municipales.....	13
2.1.2 Indicadores en la gestión de residuos municipales	13
2.1.3 Problemáticas en el uso de indicadores para la gestión de residuos municipales.....	15
2.2 Metodología.....	16
2.2.1 Metodología de análisis.....	16
2.2.2 Nuevo marco para el análisis de los sistemas de GRM	17
2.3 Resultados y discusión.....	19
2.3.1 Análisis de grupos de indicadores.....	19
2.3.1.1 <i>Características generales</i>	19
2.3.1.2 <i>Análisis detallado</i>	22
2.3.2 Análisis de indicadores individuales	25
2.3.2.1 <i>Distribución de indicadores por atributos</i>	25
2.3.2.2 <i>Distribución de indicadores entre componentes</i>	27
2.3.2.3 <i>Listado final de indicadores</i>	29
2.4 Consideraciones finales	29
2.5 Referencias	32
Capítulo 3. La gestión de residuos desde la perspectiva de gobernanza	37
3.1 Introducción.....	39
3.2 Gobernanza.....	39
3.3 Propuesta de evaluación.....	40
3.3.1 Marco conceptual	40
3.3.2 Indicadores y su valoración	43
3.3.3 Evaluación de la calidad de los indicadores	49
3.3.4 Casos de aplicación	50
3.4 Resultados	51

3.4.1	Valoración global de la gobernanza	51
3.4.2	Valoración desglosada por categorías de gobernanza	53
3.5	Conclusiones	57
3.6	Referencias	58
Capítulo 4. Evaluación de aspectos de gobernanza en municipios mexicanos		63
4.1	Introducción	65
4.2	Área de estudio	66
4.3	Metodología	68
4.3.1	Sistema de evaluación	68
4.3.1.1	<i>Indicadores utilizados</i>	68
4.3.1.2	<i>Calidad de la información</i>	72
4.3.2	Trabajo de campo y validación de la información	73
4.4	Resultados y discusión	74
4.4.1	Resultados globales	74
4.4.2	Categoría de legislación y políticas	81
4.4.3	Categoría de desarrollo de personal	83
4.4.4	Categoría de economía	87
4.5	Conclusiones	91
4.6	Referencias	92
Capítulo 5. Sistema avanzado de gestión de residuos municipales: el caso de Viena, Austria		99
5.1	Introducción	101
5.2	Área de estudio	102
5.2.1	Datos generales	102
5.2.2	Componentes del sistema de gestión de residuos	102
5.3	Metodología	104
5.3.1	Definición del alcance y delimitación del sistema	105
5.3.2	Sistema de indicadores utilizado	105
5.3.2.1	<i>Marco conceptual e indicadores</i>	105
5.3.2.2	<i>Protocolo de calidad</i>	106
5.3.2.3	<i>Obtención de la información para el cálculo de indicadores</i>	107
5.3.2.3.1	<i>Fuentes consultadas</i>	107
5.3.2.3.2	<i>Análisis de flujo de materiales</i>	107
5.3.3	Comprobación del marco conceptual	109
5.4	Resultados y discusión	109
5.4.1	Alcance y delimitación del sistema	109
5.4.2	Resultados para el sistema de indicadores	109

5.4.2.1	<i>Resultados obtenidos a partir del Análisis de Flujo de Materiales</i>	109
5.4.2.2	<i>Evaluación de la sostenibilidad y valores de referencia obtenidos</i>	113
5.4.3	Comprobación del marco conceptual.....	120
5.5	Conclusiones.....	122
5.6	Referencias	123
Capítulo 6. Sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales		125
6.1	Introducción.....	127
6.2	Construcción del sistema de indicadores.....	128
6.2.1	Marco conceptual y sus variantes.....	128
6.2.2	Desarrollo de indicadores	130
6.2.3	Diseño del sistema de indicadores	131
6.2.3.1	<i>Mejoras al sistema</i>	132
6.2.3.1.1	<i>Consultando a los expertos</i>	132
6.2.3.1.2	<i>Aplicación a estudios de caso</i>	134
6.2.3.2	<i>Diseño de las herramientas que componen el sistema de indicadores</i>	135
6.2.3.2.1	<i>Valoración y normalización de indicadores</i>	135
6.2.3.2.2	<i>Evaluación de la calidad</i>	139
6.3	Guía metodológica para la aplicación del sistema de indicadores	140
6.3.1	Descripción general de la metodología.....	140
6.3.2	ETAPA 1: Preparando la evaluación.....	141
6.3.2.1	<i>Datos generales y de los componentes del sistema a evaluar</i>	141
6.3.2.2	<i>Selección del marco y del objetivo de la evaluación</i>	144
6.3.3	ETAPA 2: Valoración y normalización de indicadores	155
6.3.3.1	<i>Compilación y procesamiento de la información base</i>	155
6.3.3.2	<i>Cálculo de indicadores y validación</i>	158
6.3.3.3	<i>Selección de valores de referencia para la semaforización-normalización</i>	159
6.3.4	ETAPA 3: Agregación de la información y análisis de resultados.....	161
6.3.5	ETAPA 4: Evaluación de la calidad.....	162
6.4	Conclusiones.....	168
6.5	Referencias	168
Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones		173
7.1	Conclusiones.....	175
7.2	Recomendaciones y trabajo futuro.....	177
7.3	Conclusions.....	180
7.4	Recommendations and future work.....	182

Anexos	185
Anexo A. Tablas del análisis detallado para definir atributos, categorías y componentes	187
Anexo B. Listado final de indicadores identificados en la revisión crítica	193
Anexo C. Resultados obtenidos por cada municipio (Capítulo 4).....	219
Anexo D. Indicadores y valores de referencia utilizados (Capítulo 5)	233
Anexo E. Diagrama del Análisis de Flujo de Materiales de la ciudad de Viena.....	245
Anexo F. Comparación de indicadores entre municipios (Capítulo 5).....	249
Anexo G. Archivo detallado de indicadores en Excel	253
Anexo H. Tablas con los criterios para la evaluación de la calidad	410

Lista de figuras

Figura 1-1. Metodología general del proyecto	7
Figura 3-1. Marco conceptual propuesto para análisis de la gobernanza.....	42
Figura 3-2. Calidad de los indicadores obtenidos en los municipios	52
Figura 3-3. Valoración global de indicadores en ambos municipios	52
Figura 3-4. Valoración global de indicadores, excluyendo la falta de información.....	53
Figura 3-5. Evaluación obtenida por cada categoría de gobernanza para Zapopan	54
Figura 3-6. Evaluación obtenida por cada categoría de gobernanza para San Pedro Tlaquepaque.....	54
Figura 3-7. Contraste de gobernanza (a) versus sostenibilidad (b) de la gestión de residuos de ambos municipios.....	56
Figura 3-8. Evaluación por componentes para ambos municipios	57
Figura 4-1. Localización de los 66 municipios incluidos en el estudio	67
Figura 4-2. Resultados globales en el área de estudio para las tres categorías de aspectos de gobernanza	77
Figura 4-3. Comparación entre los diferentes desempeños (bueno, regular y deficiente) la calidad de los indicadores (alta y aceptable) y los costos obtenidos.....	80
Figura 4-4. Influencia de la existencia y cumplimiento de la legislación en el buen desempeño de aspectos de gobernanza del GRM.....	82
Figura 4-5. Influencia del planeamiento y el diagnóstico en el buen desempeño de los aspectos de gobernanza del GRM.....	84
Figura 4-6. Influencia de la existencia de un presupuesto diferenciado para la GRM y su control en el buen desempeño de aspectos de gobernanza.....	88
Figura 4-7. Influencia del control de los costos en el buen desempeño de aspectos de gobernanza.	89
Figura 5-1. Comparación del desempeño entre los diversos atributos de sostenibilidad de la gestión de residuos en la ciudad de Viena	119
Figura 5-2. Comparación del desempeño bueno obtenido para los diversos atributos de sostenibilidad.....	120
Figura 5-3. Comparación del desempeño y calidad obtenidos para los indicadores en los diferentes municipios	121
Figura 6-1. Metodología general realizada para la construcción del sistema de indicadores.....	128
Figura 6-2. Actividades realizadas para la definición del marco conceptual.....	128
Figura 6-3. Actividades realizadas para el desarrollo de indicadores.....	130
Figura 6-4. Actividades realizadas para el diseño del sistema de indicadores.	132
Figura 6-5. Actividades realizadas para desarrollar la propuesta de valoración-normalización de indicadores ..	135
Figura 6-6. Gráficos de semaforización-normalización propuestos, reflejando el mejor valor posible del semáforo (verde)	137

Figura 6-7. Estructura de los cuestionarios para la recopilación de información base en la plataforma web SAPICE-waste	138
Figura 6-8. Etapas para la aplicación de la metodología	141
Figura 6-9. Fichero 1 para los datos generales del municipio y de la evaluación	142
Figura 6-10. Fichero 2 para los componentes del sistema de gestión de residuos	143
Figura 6-11. Actividades a realizar para la recopilación y análisis de la información base	156
Figura 6-12. Ejemplo de configuración recomendada para la tabulación y sistematización de la información base (CC=calidad de la información)	157
Figura 6-13. Actividades para el cálculo de indicadores y su validación	160
Figura 6-14. Ejemplos de presentación de resultados	163
Figura 6-15. Ejemplo de matriz para la evaluación de la calidad de información base e indicadores	164

Lista de tablas

Tabla 2-1. Marco propuesto y síntesis de indicadores por atributos y componentes	18
Tabla 2-2. Grupos de indicadores analizados: características generales, ventajas y limitaciones	20
Tabla 2-3. Síntesis de las características analizadas en cada grupo de indicadores	23
Tabla 2-4. Distribución de los indicadores analizados por atributos y categorías.....	26
Tabla 2-5. Distribución de los indicadores analizados por componentes	30
Tabla 3-1. Indicadores propuestos para la evaluación del marco institucional y resultados obtenidos para cada municipio.....	44
Tabla 3-2. Indicadores propuestos para la evaluación de efectividad gubernamental y resultados obtenidos para cada municipio.....	45
Tabla 3-3. Indicadores propuestos para la evaluación de transparencia y rendición de cuentas y resultados obtenidos para cada municipio	47
Tabla 3-4. Indicadores propuestos para la evaluación de participación y resultados obtenidos para cada municipio.....	48
Tabla 3-5. Indicadores propuestos para la evaluación de creación de redes y resultados obtenidos para cada municipio.....	48
Tabla 3-6. Indicadores propuestos para la evaluación del control de la corrupción y resultados obtenidos para cada municipio.....	49
Tabla 3-7. Propuesta de clasificación de la calidad para indicadores e información base	49
Tabla 3-8. Descripción de los municipios estudiados	50
Tabla 3-9. Descripción del modelo de gestión de residuos en los municipios estudiados.....	51
Tabla 4-1. Indicadores propuestos para evaluar aspectos de gobernanza de los sistemas de GRM	69
Tabla 4-2. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores	73
Tabla 4-3. Resumen de los resultados obtenidos para cada indicador	75
Tabla 4-4. Resumen de los resultados de calidad obtenidos para cada indicador	78
Tabla 4-5. Comparativa de los valores de personal informal obtenidos en el estudio vs. otros valores publicados	85
Tabla 4-6. Comparativa de los valores costos obtenidos en el estudio vs. otros valores publicados	90
Tabla 5-1. Detalle de los componentes del sistema de gestión de residuos de Viena y su modelo de operación	103
Tabla 5-2. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores	106
Tabla 5-3. Instalaciones incluidas en la evaluación y resumen de flujos de entrada, salida y almacenamiento ..	111
Tabla 5-4 (a). Clave sobre la información mostrada en las tablas.....	114
Tabla 5-4 (b). Indicadores de aspectos técnicos y de salud pública.....	114
Tabla 5-4 (c). Indicadores de aspectos sociales.....	116

Tabla 5-4 (d). Indicadores de aspectos ambientales	117
Tabla 5-4 (e). Indicadores de aspectos económicos.....	118
Tabla 6-1. Marco conceptual principal y número de indicadores incluidos.	129
Tabla 6-2. Expertos que participaron en la revisión de los indicadores.	133
Tabla 6-3. Grupos especializados en gestión de residuos que han colaborado en la retroalimentación del sistema de indicadores.....	134
Tabla 6-4. Descripción de los estudios de caso realizados para la mejora de la metodología.	134
Tabla 6-5. Desglose de componentes que pueden existir en un sistema de gestión de residuos	144
Tabla 6-6. Matriz para la selección del marco y objetivo de la evaluación.....	145
Tabla 6-7(a). Aspectos técnicos y de salud pública con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores	146
Tabla 6-7(b). Aspectos sociales con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores	148
Tabla 6-7(c). Aspectos ambientales con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores.....	150
Tabla 6-7(d). Aspectos económicos con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores.....	151
Tabla 6-8(a). Nivel I de gobernanza con sus respectivos indicadores	152
Tabla 6-8(b). Nivel II de gobernanza con sus respectivos indicadores.	152
Tabla 6-8(c). Nivel III de gobernanza con sus respectivos indicadores.	154
Tabla 6-8(d). Nivel IV de gobernanza con sus respectivos indicadores.....	154
Tabla 6-8(e). Nivel V de gobernanza con sus respectivos indicadores.....	154
Tabla 6-8(f). Nivel VI de gobernanza con sus respectivos indicadores.....	154
Tabla 6-9. Metodología para la evaluación de la calidad a la información base y a los indicadores	165
Tabla 6-10. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores	165
Tabla 6-11. Clasificación información faltante y otros	166
Tabla 6-12. Pautas generales para valorar el uso de una metodología de imputación de datos.....	167



Capítulo 1

Introducción

1.1 Introducción

La generación de residuos sólidos municipales (RSM) a nivel mundial ha ido en aumento. En el 2012 se estimó una generación de 1,3 billones de toneladas al año y las predicciones esperaban que para el 2025 aumentará a 2,2 billones (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). Sin embargo, ese número fue alcanzado dos años después (Wilson et al., 2015). Ahora, se espera que en 2050 la generación sea de 3,4 billones de toneladas al año (Kaza, Yao, Bhada-Tata, y Woerden, 2018). Aunque la cifra esperada para 2050 podría considerarse un número conservador considerando la tendencia de aumento en la generación de residuos, no obstante, los datos para realizar estas estimaciones son inciertos.

Esta generación de residuos está ligada inherentemente al crecimiento de la población, al desarrollo económico, a los patrones de consumo y otra serie de factores locales. La población mundial asciende a 7.550 millones de los cuales el 70% vive en países en desarrollo y 13% en países menos adelantados (UNFPA, 2017). Sin embargo, son los países desarrollados los que generan el 34% de los residuos mundiales (Kaza et al., 2018)

Esto implica que debido al crecimiento acelerado en la generación de residuos y a la heterogeneidad de condiciones que pueden presentarse en las diversas regiones, los municipios o gobiernos locales – *que usualmente son los responsables de gestionar los residuos directamente* - se vean envueltos en dinámicas complejas que van generando diversos problemas de salud, ambientales, económicos y financieros, sociales, laborales, administrativos y técnicos, entre otros.

Estos problemas son abordados de diferentes maneras: actualmente los países desarrollados priorizan la prevención de los residuos y la valorización para la recuperación de recursos (energéticos o materiales) mientras que en el resto aún se busca lograr una adecuada recolección de los residuos y mejorar su disposición final (UNEP, 2005; Wilson, 2007).

Sin embargo, independientemente de las diferentes prioridades o metas en las que se enfoque la gestión de residuos en un contexto en particular, su fin último siempre ha sido la protección de la salud pública (generando diversos componentes para ello como la recolección, tratamientos, vertido, etc.). Posteriormente se han sumado otros tres atributos: la gestión debe resultar socialmente aceptable, económicamente viable y proteger el medio ambiente. Estos atributos han sido descritos recientemente a través de los conceptos: Gestión de Residuos Integrada (*Integrated Waste Management*) (Marshall y Farahbakhsh, 2013; McDougall, White, Franke, y Hindle, 2001; Seadon, 2010; Tchobanoglous, Theisen, y Vigil, 1994) y Gestión de Residuos Integrada y Sostenible (*Integrated Sustainable Waste Management*) (Klunder y Anschütz, 2001; Wilson, 2007). Estos paradigmas tratan de abordar la compleja realidad y problemática en la gestión de residuos, que no podrá resolverse solamente con mayores inversiones y equipamiento (Klunder y Anschütz, 2001), si no que implica también afrontar aspectos de gobernanza, más relacionados con el ámbito social e institucional.

Esto significa que los sistemas de gestión de residuos en la actualidad deberían evaluarse y mejorarse a través de estos cuatro atributos: salud pública (y aspectos técnicos), aspectos sociales, economía y ambiente. Esto ayudará a lograr sistemas sostenibles y a la solución de los problemas causados por la generación acelerada de residuos y la creciente complejidad en su gestión. Para ello es imprescindible contar con datos fiables.

La información disponible en el sector de los residuos es escasa o está incompleta y desactualizada, por lo que no hay datos confiables, precisos y suficientes (Abarca Guerrero, 2014; Khatib, 2011; Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza, 2011). Esto ha sido un problema que ha permanecido históricamente en la gestión de residuos; fue documentado en 1906 por Parsons (Tchobanoglous et al., 1994) y corroborado en el reciente reporte realizado por el Banco Mundial (Kaza et al., 2018).

Al no disponer de datos fiables no se puede informar apropiadamente a los tomadores de decisiones para se pueda avanzar hacia una gestión de residuos sostenible a través de una adecuada planificación, establecimiento de objetivos viables, así como el monitoreo y la mejora continua (Guerrero, Maas, y Hogland, 2013; Khatib, 2011; Seadon, 2010; Tchobanoglous et al., 1994; Tello-Espinoza et al., 2011; UN-HABITAT, 2010; Velis y Brunner, 2013). Aunque sería difícil determinar si la falta de datos confiables ha generado deficiencias en los sistemas de gestión de residuos o viceversa, los sistemas ineficientes no han sido capaces de generar datos confiables, es evidente que ambos problemas están interrelacionados fuertemente.

Guiados por el axioma *“Lo que no se mide no se controla”* (Velis y Brunner, 2013), desde hace algunas décadas se han creado diversos grupos de indicadores para evaluar y controlar los sistemas de gestión de residuos. Sin embargo, muchos de estos grupos no evalúan en su totalidad los cuatro atributos que hacen a una gestión de residuos sostenible. Otros grupos en cambio, presentan inconsistencias metodológicas que impiden su correcta aplicación, nunca han sido usados en la práctica o fueron creados solamente para países desarrollados. También se enfrenta la problemática de que cada sistema de gestión de residuos es diferente, y por lo tanto sus componentes varían de acuerdo a las condiciones locales, dificultando así, la estandarización de herramientas que sean aplicables y flexibles en diversos casos.

En este marco surge el presente trabajo, dirigido a crear una herramienta de diagnóstico y evaluación aplicable a distintos tipos y tamaños de sistemas de gestión de residuos, que ayude a poner de manifiesto el avance logrado en cuanto a la sostenibilidad. Dicha herramienta debería aportar información útil para cada uno de los actores involucrados, controlando la veracidad de las fuentes, y además servir de conexión para compartir datos entre los mismos.

En los siguientes Capítulos se muestra cómo se ha desarrollado esta herramienta, pasando por sucesivas aplicaciones a estudios de caso para su mejora, llegando finalmente a una propuesta metodológica que cumple con todos los aspectos descritos.

1.2 Objetivos

En la sección anterior se ha puesto de manifiesto la importancia de la sostenibilidad en la gestión de residuos, que puede lograrse a través de la evaluación y mejora de cuatro atributos: salud pública y aspectos técnicos, aspectos sociales, economía y ambiente, por lo que se ha planteado el objetivo general de este trabajo como:

- Desarrollar un sistema de indicadores para la evaluación integral de los atributos que conforman la gestión de residuos sostenible, aplicable a cualquier sistema y que permita controlar la fiabilidad de la información.

Para lograr este objetivo general se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Crear el marco conceptual para analizar la sostenibilidad de los sistemas.
- Seleccionar y/o diseñar los indicadores necesarios para evaluar cada atributo de sostenibilidad.
- Desarrollar la metodología de aplicación y evaluación de los indicadores.
- Comprobar la utilidad de la metodología a través de su aplicación a casos de estudio con distintas características.
- Mejorar el sistema de indicadores propuesto a partir de lo observado en los casos de aplicación y aporte de expertos.

1.3 Metodología general

En este trabajo cada Capítulo incluye su propia metodología detallada, pero a su vez, corresponden a cuatro etapas generales para lograr los objetivos planteados:

La **Etapla 1**, implicó el desarrollo de un marco conceptual a partir de los cuatro atributos que hacen una gestión de residuos sostenible: salud pública y aspectos técnicos, aspectos sociales, economía y ambiente. Estos atributos son lo que interesa medir a través de los indicadores. Haciendo uso de este marco conceptual se ha realizado una revisión detallada de diversos grupos de indicadores propuestos por otros autores, analizando sus ventajas y desventajas, para finalmente extraer un listado eliminando indicadores repetidos o similares.

En la **Etapla 2** se diseñaron las diversas herramientas que integran el sistema de indicadores: los indicadores individualizados (utilizando lo obtenido en la **Etapla 1**), propuesta de valoración del desempeño a través de semaforización (verde, amarillo y rojo), normalización de los indicadores, metodología para la evaluación de la calidad y finalmente propuesta de una herramienta vía web para la gestión de la información.

De este proyecto, la **Etapla 3** fue la más larga y compleja, ya que implicó poner a punto todas las herramientas diseñadas; por ello se aborda en varios de los Capítulos de este documento. Para poder realizar las mejoras al sistema de indicadores se realizaron: consultas con expertos regionales y grupos de investigación, visitas a instalaciones, aplicación de la metodología en 90 municipios y mancomunidades, y finalmente, el análisis de

estas aportaciones y resultados obtenidos para su incorporación al sistema. Veintiún de las aplicaciones a municipios no están incluidos a detalle en este documento, ya que forman parte de trabajos finales de máster y grado conectados con esta línea de investigación cuyas referencias pueden encontrarse en el **Capítulo 6**.

Por último, la **Etapas 4** consistió en el desarrollo de la propuesta final del sistema de indicadores diseñado: el marco conceptual final junto con sus indicadores correspondientes, las herramientas puestas a punto (valoración-normalización y evaluación de la calidad), así como el desarrollo de una guía metodológica para facilitar la aplicación del sistema en los gobiernos locales.

La Figura 1-1 muestra en detalle estas cuatro etapas junto con su desglose de actividades generales, así como el número correspondiente del Capítulo o Capítulos en el que ha sido desarrollada. Puntualizando brevemente el contenido de cada uno de los capítulos incluidos en la Figura 1-1:

- En el **Capítulo 2**, se propone el marco conceptual para analizar la sostenibilidad de los sistemas y se documentan 40 grupos de indicadores utilizados para evaluar la Gestión de Residuos Municipales (GRM). Finalmente, con la ayuda de este marco se logran eliminar repeticiones o similitudes entre indicadores y clasificarlos en los atributos de sostenibilidad. Por lo que este Capítulo aborda directamente todo lo planteado para lograr la **Etapas 1**.
- En el **Capítulo 3**, se plantea una metodología de evaluación a través de indicadores categorizados en niveles sucesivos de gobernanza. Se presenta por primera vez el sistema principal de indicadores adaptado a este marco así como un protocolo para valorar la calidad de la información aportada. Se ha probado esta propuesta en dos municipios mexicanos, convirtiéndose en parte de los estudios de caso y aportando mejoras a la metodología, por lo que este capítulo abona al cumplimiento de la **Etapas 3**.
- El **Capítulo 4**, se presenta la aplicación de un conjunto básico de indicadores, seleccionado del grupo general propuesto, para evaluar aspectos de gobernanza de la GRM en un área que abarca 66 municipios mexicanos. Igual que el capítulo anterior, al incluir estudios de caso, aporta al cumplimiento de la **Etapas 3**.
- En **Capítulo 5**, a diferencia de los dos anteriores, no sólo se centra en la aplicación de los indicadores al estudio de caso, sino que sirvió de comprobación para el marco conceptual diseñado al contrastar una versión mejorada del sistema de indicadores contra el sistema de gestión de residuos avanzado de Viena (Austria), aportando al cumplimiento de la **Etapas 3 y Etapas 4**.
- Finalmente, el **Capítulo 6**, describe de manera sintética todo el proceso que implicó la construcción del sistema de indicadores: desde la propuesta del marco conceptual, el desarrollo de los indicadores y de las diversas herramientas del sistema (para valoración, normalización y evaluación de calidad), así como la intervención de expertos y la aplicación a estudios de caso, para llegar a la versión final presentada. Por lo que este capítulo aborda lo planteado en la **Etapas 2, Etapas 3 y Etapas 4**.

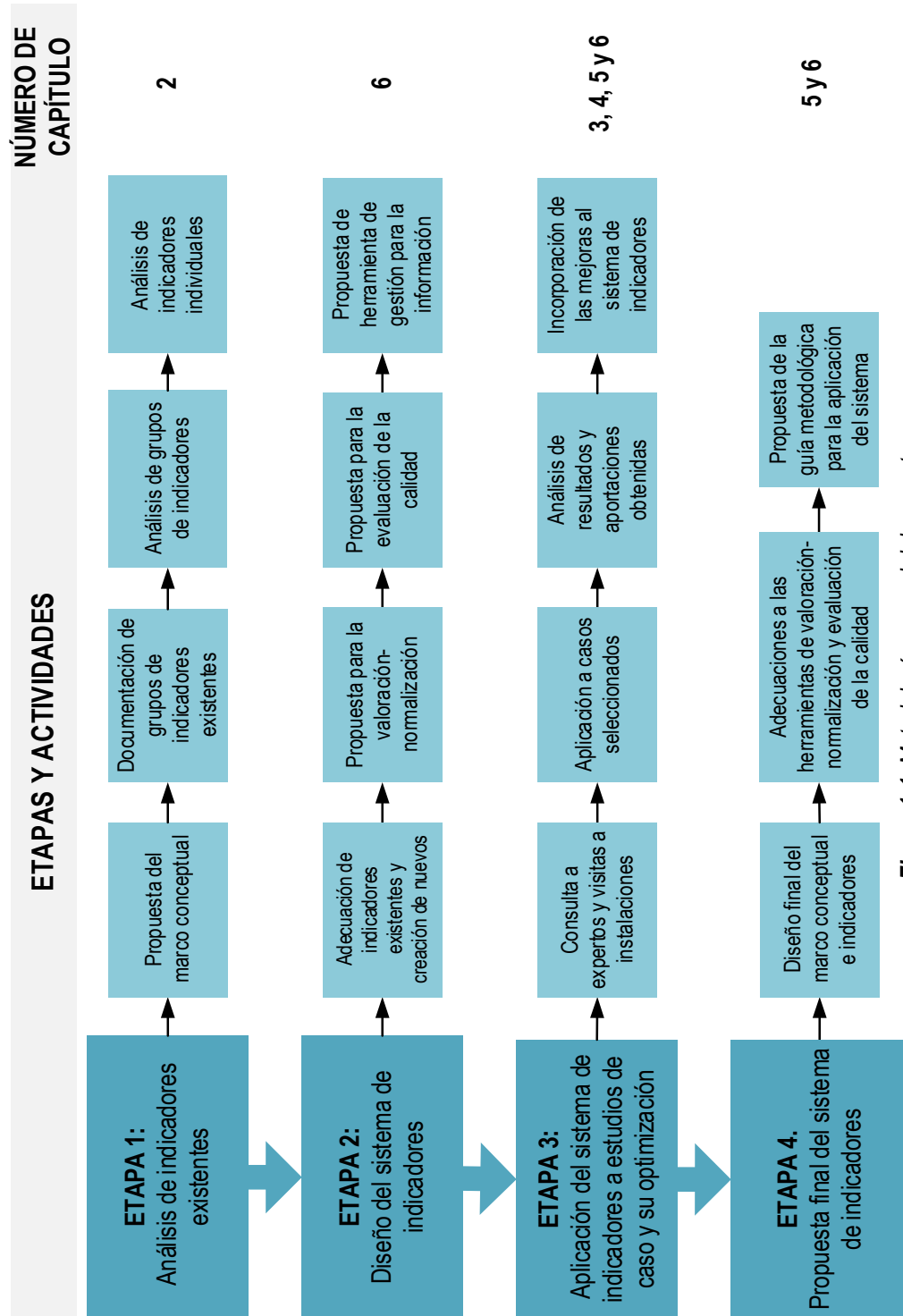


Figura 1-1. Metodología general del proyecto

1.4 Referencias

- Abarca Guerrero, L. (2014). *A construction waste generation model for developing countries*. Eindhoven University of Technology, Tesis doctoral. Eindhoven, Países Bajos.
- Guerrero, L. A., Maas, G., y Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Hoornweg, D., y Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste. A global review of solid waste management*. Urban Development Series Knowledge Papers. Washington D.C., EEUU.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Woerden, F. Van. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot on solid waste management to 2050*. Washington D.C., EEUU: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Khatib, I. A. (2011). Municipal solid waste management in developing countries: future challenges and possible opportunities. In S. Kumar (Ed.), *Integrated Waste Management - Volume II*. Rijeka, Croacia: InTech. <http://doi.org/10.5772/16438>
- Klunder, A. Van De, y Anschutz, J. (2001). *Integrated sustainable waste management - the concept. Tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme (1995-2001)*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from e-mail: justine@intouch.com
- Marshall, R. E., y Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988–1003. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>
- McDougall, F., White, P., Franke, M., y Hindle, P. (2001). *Integrated solid waste management*. (F. R. McDougall, P. R. White, M. Franke, & P. Hindle, Eds.) (Segunda). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing Company. <http://doi.org/10.1002/9780470999677>
- Seadon, J. K. (2010). Sustainable waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 18(16–17), 1639–1651. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.009>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. (J. I. Tejero, J. L. Gil, & M. Szanto, Trans.) (Primera, Vol. I). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- UNEP-United Nations Environment Programme. (2005). *Integrated waste management scoreboard: a tool to measure performance in municipal solid waste management*. Osaka, Japón: UNEP. Retrieved from http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/iwm_scoreboard-binder.pdf
- UNFPA-Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2017). The world population dashboard. Retrieved October 14, 2018, from <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>

-
- Velis, C. A., y Brunner, P. H. (2013). Recycling and resource efficiency: it is time for a change from quantity to quality. *Waste Management & Research*, 31(6), 539–540. <http://doi.org/10.1177/0734242X13489782>
- Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, 25(3), 198–207. <http://doi.org/10.1177/0734242X07079149>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero Rogero, A., Velis, C., ... Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. (D. C. Wilson, Ed.). Viena, Austria: UNEP-ISWA. Retrieved from <http://www.greenreport.it/wp-content/uploads/2015/09/Global-Waste-Management-Outlook-2015.pdf>



Capítulo 2

Antecedentes: revisión crítica de indicadores

Parte de este capítulo ha sido publicado como:

Turcott Cervantes, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., y Lobo García de Cortázar, A. (2018). *Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: A critical review. Waste Management*, 80, 51–63. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>

2.1 Introducción

2.1.1 Gestión de residuos municipales

La Gestión de los Residuos Municipales (GRM) es una cuestión relevante a nivel mundial, no sólo para protección de la salud humana, sino también desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Los objetivos de la gestión de residuos en general son la protección de la salud humana y el medio ambiente y la conservación de los recursos. Sin embargo, la prioridad dada a los problemas de gestión de residuos es muy diferente según el nivel de vida en el entorno donde se realiza. Hoy en día, en los países en desarrollo, el objetivo es aumentar la cobertura del servicio de recolección de residuos y minimizar el vertido incontrolado o ilegal (actualización a vertedero controlado) (Brunner y Fellner, 2007; UNEP, 2005). En los *países desarrollados o las economías en transición*, por el contrario, se da prioridad a minimizar la generación y promover la prevención y recuperación de recursos, generalmente con tratamientos térmicos y mecánicos que no se recomiendan para países en los que no es posible gastar más de 10 € por persona en la recogida, tratamiento y eliminación de sus residuos (Brunner y Fellner, 2007; UNEP, 2005).

Los *países en desarrollo* son más complejos en su GRM, ya que se caracterizan por un gran aumento de la población, una urbanización no planificada y de rápido crecimiento, así como por graves problemas de salud causados por infraestructuras de salud inadecuadas (Abarca Guerrero, 2014); (Khatib, 2011). Sin embargo, la capacidad de los gobiernos para gestionar los residuos es limitada, lo que contribuye a que la GRM sea a menudo insuficiente e ineficiente (L. A. Guerrero, 2014; Khatib, 2011). Los problemas en tales contextos incluyen la presencia de trabajadores informales en condiciones de trabajo precarias, la resistencia de los usuarios a pagar el servicio, la recolección deficiente que da prioridad a las áreas urbanas, el vertido inadecuado o ilegal, la ausencia de un marco legal, etc. (L. A. Guerrero, 2014; L. A. Guerrero, Maas, y Hogland, 2013; Khatib, 2011; UNEP, 2005; Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza, 2011; Zaman, 2014).

Para impulsar el progreso y la mejora de la GRM en diferentes áreas, se han propuesto diversas herramientas, algunas basadas en la utilización de indicadores.

2.1.2 Indicadores en la gestión de residuos municipales

Un indicador se define como un parámetro, o un valor derivado de parámetros, que proporciona información sobre algo, describe el estado de un fenómeno/entorno/área, con un significado que va más allá de lo directamente asociado a un valor de un parámetro (Linster, 2003). Un indicador, como dato elemental o combinación de varios, sirve para, por un lado sintetizar información relevante acerca de fenómenos complejos (*función descriptiva*) y por otro lado tomar decisiones (si se compara con un punto de referencia) o medir el

cumplimiento de objetivos (*función valorativa*) (M. Armijo, 2011; Bockstaller y Girardin, 2003; EEA, 2016; Fatta y Moll, 2003).

Una de las primeras reflexiones sobre la necesidad de desarrollar indicadores para la GRM, quedó descrita por Parsons en 1906 en su libro *"The disposal of municipal refuse"*. Parsons explicaba la necesidad de homogeneizar los datos y la información sobre manejo de residuos entre todas las ciudades y que eso implicaría un adelanto para la evacuación sanitaria de los residuos, que no generaría ningún gasto para las ciudades y que podrían realizarse comparaciones directas y conclusiones correctas para el beneficio de otros (Tchobanoglous, Theisen, y Vigil, 1994). A pesar de estos antecedentes, el desarrollo específico y uso de indicadores para la GRM surgió más tarde.

Por ejemplo, Sakurai (1983) fue uno de los primeros que propuso una serie de macro-indicadores para América Latina y el Caribe (ALC) pero centrados en aspectos operativos solamente (recogida, limpieza viaria, etc.). A partir de 2010, surgen diversos grupos de indicadores en diferentes países que incluyen, además del contexto operativo, aspectos sociales, económicos y ambientales relacionados con la gestión de residuos.

La mayoría de las revisiones que se han publicado sobre los indicadores de GRS se centran en aspectos específicos, como la recolección de residuos, como en Bringhenti, Zandonade, y Günther (2011), Bertanza, Ziliani, y Menoni (2018) y Broitman, Ayalon, y Kan (2012), o sobre tecnologías de comparación (Wilson, Rodic, Modak, et al., 2015). Recientemente, (Zaman, 2014), Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) y Munizaga (2016) han analizado y propuesto otros conjuntos de indicadores para GRM, basándose en la revisión de entre 17 y 37 conjuntos de indicadores. Centrándose en el objetivo de desperdicio cero, Zaman (2014) analiza 238 indicadores y obtiene 56 indicadores clave a través de la retroalimentación de una encuesta respondida por expertos en desechos. Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) clasifican y describen algunas características de los conjuntos de indicadores que estudian, mientras que Munizaga (2016) solo presenta una lista de conjuntos de indicadores que se han revisado. Ninguno de ellos ofrece un análisis detallado de los indicadores incluidos en los trabajos que consultaron o una discusión de las fortalezas y debilidades en cada caso.

Los indicadores son útiles para evaluar y mejorar la GRM desde diferentes perspectivas; para diagnosticar su estado con el fin de detectar problemas (E. Guerrero y Erbiti, 2004; Sakurai, 1983); para evaluar el rendimiento, incluyendo el cumplimiento de metas y políticas (C. Armijo, Puma, y Ojeda, 2011; Bringhenti et al., 2011; Hotta, 2014; MacDonald, 1996; Sakurai, 1983) para establecer valores de referencia mediante estudios de caso y selección de mejores prácticas (Hotta, 2014; MacDonald, 1996; Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015); para comparar sistemas de GRM entre sí (Hotta, 2014; MacDonald, 1996; Sakurai, 1983; USAID, BID, BIRF y OPS, 1995; Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015) para analizar la evolución de un mismo GRM (análisis temporal) para predecir cambios en el futuro (Hotta, 2014; MacDonald, 1996; Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015), o para apoyar la planificación y la toma de decisiones (Bringhenti et al., 2011; E. Guerrero y Erbiti, 2004; Hotta, 2014; MacDonald, 1996; Paraguassú y Rojas, 2002; Sakurai, 1983; Zaman, 2014)

Algunos grupos de indicadores de GRM propuestos hasta el momento varían según su aplicabilidad a zonas con diferente nivel económico. Algunos están diseñados para casos específicos (BSWMA 2015a; BSWMA 2015b) y otros están centrados en enfoques particulares como ecología industrial (EI) o análisis de flujo de materiales (AFM) (Fragkou, Vicent, y Gabarrell, 2010), o para evaluar solamente aspectos operacionales (EUROSTAT, 2013; UNSD, 2011). Otros incluyen también aspectos sociales y económicos (Bringhenti et al. 2011; FEMP 2008)

La propuesta de indicadores más adaptable realizada hasta este momento es la de Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015), con la publicación de una *metodología* que permite evaluar ciudades de países desarrollados o en desarrollo. También incluyen un manual para facilitar su aplicación a los usuarios.

2.1.3 Problemáticas en el uso de indicadores para la gestión de residuos municipales

A pesar de que los indicadores son una herramienta útil en la GRM, existen algunas dificultades que impiden aprovechar al máximo su potencial. Entre ellas destacan las que se describen a continuación.

- *Control deficiente de la GRM:* implica que la información requerida sea escasa o inexistente (L. A. Guerrero, 2014; L. A. Guerrero et al., 2013; Khatib, 2011). En ocasiones existen datos que han quedado obsoletos y no se actualizan. En el diagnóstico realizado por Tello-Espinoza et al. (2011) a veintiún países de ALC, por ejemplo, o en las ciudades estudiadas en el documento publicado por ONU-HABITAT (2010), hubo casos en los que se aportó información de hasta 15 años de antigüedad, al no haber datos más recientes disponibles.
- *Falta de transparencia:* la información puede existir pero no se encuentra fácilmente disponible, al quedar resguardada por empresas u organismos que no la comparten (L. A. Guerrero, 2014; L. A. Guerrero et al., 2013; Khatib, 2011; MacDonald, 1996; UN-HABITAT, 2010). En ALC esto sucede no sólo a nivel local y municipal, sino también a nivel nacional (Tello-Espinoza et al., 2011). China es otro ejemplo donde los datos disponibles para el dominio público son escasos (Chung y Lo, 2008).
- *Falta de homogeneidad en los indicadores utilizados:* para poder realizar comparaciones se debe unificar el tipo, cantidad y definición de los indicadores a utilizar (Tchobanoglous et al., 1994). Incluso para el análisis temporal de una GRM en particular, es imprescindible mantener los mismos indicadores. En parte, la heterogeneidad en los conjuntos de indicadores está causada por las distintas necesidades entre diferentes niveles geográficos; no se requiere la misma información al evaluar un país que al evaluar solamente un municipio.

Estas dificultades pueden verse agravadas por otro factor importante: las diferencias económicas. En cuanto al uso de indicadores, las diferencias entre países con distinto nivel económico afectan fundamentalmente a dos aspectos. En primer lugar a *la calidad y disponibilidad de la información*. Aunque es cierto que los países en

desarrollo son los que tienen más deficiencias en este aspecto, Munizaga (2016) al aplicar su metodología a diversos municipios de España, se encontró con varios casos en los que no toda la información estaba disponible. Sobre todo obtuvo datos escasos sobre reclamaciones, cantidad de energía utilizada en los procesos, coste de operación y mantenimiento o coste cubierto directamente por el ciudadano. Por otro lado, los datos que faltan en los países en desarrollo, suelen ser de otra índole, más básicos, como la generación de residuos *per cápita* o la cantidad de recursos humanos empleados en el sector de residuos (agravado por la existencia de personal informal), entre otros. En segundo lugar, las diferencias entre economías afectan al *tipo de indicadores a utilizar*, pues éstos deben reflejar las diferentes necesidades comentadas. En un área con alto nivel de desarrollo, por ejemplo, se requiere evaluar objetivos y metas orientados a reducción en la generación, reutilización, reciclaje y valorización energética, mientras que en una zona en desarrollo se da prioridad a evaluar, por ejemplo, si la eliminación del residuo se realiza en un vertedero a cielo abierto o en uno controlado.

Estos conflictos descritos anteriormente, han impedido que alguno de los grupos de indicadores existentes llegue a generalizarse como herramienta estandarizada para evaluar distintos sistemas de GRM. El objetivo general de esta investigación fue revisar la literatura sobre indicadores existentes para evaluar la GRM en distintos ámbitos, así como analizar y discutir sus ventajas y limitaciones que aún dificultan su uso. Con este objetivo, se propone una nueva estructura de análisis de los sistemas de GRM. Esta revisión es la base para diseñar una nueva metodología basada en indicadores para la mejora de la GRM, planteando soluciones para las dificultades y deficiencias encontradas.

2.2 Metodología

2.2.1 Metodología de análisis

Para cumplir el objetivo general de este trabajo se documentan inicialmente los grupos de indicadores para GRM existentes desde los años ochenta. Tomando como base los grupos de indicadores propuestos por Munizaga (2016), Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) y Zaman (2014), la búsqueda se amplió utilizando las referencias citadas por estos autores para incluir grupos con distintos niveles geográficos (internacionales, nacionales, estatales/regionales y municipales), propuestos para países de distinta categoría económica (desarrollados y en desarrollo), así como la inclusión de diferentes tipos de indicadores. Para ello se utilizaron diversas fuentes de información electrónicas, incluyendo revistas y páginas web de distintos organismos.

Inicialmente, se llevó a cabo un análisis de los grupos de indicadores para describir algunas características generales: año de publicación, para qué país o región se desarrollaron originalmente, el nivel geográfico para el que fueron diseñados, la categoría económica en la que son aplicables y el número y tipo de indicadores incluidos (cualitativos, cuantitativos o ambos). Luego, se analizaron las fortalezas y debilidades de cada uno de ellos para detectar posibles dificultades en su aplicación práctica. La mayoría de las posibles dificultades de

aplicación detectadas en los indicadores pueden clasificarse como una falta de claridad en la descripción metodológica y problemas con las unidades de medida (inconsistencias metodológicas). También se documentó el número y el alcance de los casos de estudio a los que se había aplicado cada grupo.

Después, se analizaron individualmente los indicadores. Para llevar a cabo el análisis de manera sistemática y evitar los problemas producidos por la heterogeneidad de los grupos seleccionados, se propuso una nueva estructura para el estudio de la GRM, que se describe en la siguiente sección. Todos los indicadores en cada grupo fueron clasificados siguiendo esta estructura, para evaluar qué atributos y componentes de la GRM estaban cubiertos y cuáles eran deficientes en los indicadores

Este proceso también permitió identificar indicadores repetidos o similares entre los diferentes grupos.

La búsqueda se terminó cuando las nuevas referencias analizadas no proporcionaron ningún indicador nuevo, repitiendo otros que ya se habían estudiado. Se realizó una verificación cruzada final con dos referencias reconocidas, UN-HABITAT (2010) y Wilson, Rodic, Modak, et al. (2015), para asegurar que toda la literatura relevante hubiera sido incluida.

La lista preliminar que se elaboró se organizó de acuerdo con la estructura propuesta y, después de eliminar las repeticiones o similitudes, se redujo a una síntesis de todos los indicadores extraídos de las fuentes seleccionadas.

2.2.2 Nuevo marco para el análisis de los sistemas de GRM

La nueva estructura se diseñó como una matriz de dos entradas, componentes y atributos. La configuración final se logró después de varios planteamientos seguidos en un intento de clasificar todos los indicadores estudiados dentro de un marco estructurado común.

Los componentes del sistema se definieron en base a una revisión de las siguientes publicaciones: Klunder y Anschütz (2001), McDougall et al. (2001), Marshall y Farahbakhsh (2013), Munizaga (2016), Rodríguez (2009), Seadon (2010), Tchobanoglous et al. (1994), UE (2008), Wehenpohl y Hernández Barrios (2006) y Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015). Todos los componentes identificados por estos autores primero se tuvieron en cuenta y luego se sintetizaron, agrupando conceptos superpuestos o estrechamente relacionados en el mismo componente, para dar lugar a una estructura más compacta. Como ejemplo, las áreas definidas como prevención, minimización y reutilización que aparecen en varias de las publicaciones mencionadas anteriormente se han incluido dentro de la categoría más amplia de "prevención" en la estructura propuesta.

Los componentes resultantes son: prevención (incluyendo reutilización), generación, limpieza viaria, recogida, transferencia, valorización y tratamiento (reciclaje, compostaje, recuperación, preparación para la reutilización, valorización energética y otros tratamientos), y eliminación (vertido final, depósito controlado e incontrolado, incineración sin recuperación de energía).

Los atributos de la GRM se diseñaron teniendo en cuenta: (a) el objetivo principal de la GRM, que es la protección de la *Salud Pública* (Brunner y Fellner, 2007; Klunder y Anschütz, 2001; Marshall y Farahbakhsh, 2013; McDougall et al., 2001; Seadon, 2010; Wilson, 2007); (b) los conceptos la Gestión de Residuos Integrada y Sostenible (GRIS) (Klunder y Anschütz, 2001; Wilson, 2007) y de la Gestión de Residuos Integrada (GRI) (Marshall y Farahbakhsh, 2013; McDougall et al., 2001; Seadon, 2010), que incluyen tres cualidades de sostenibilidad: social, ambiente y economía. Las diferentes categorías en las que se subdividen los atributos de la GRM también se establecieron después del estudio y la síntesis de las siguientes publicaciones: Klunder y Anschütz (2001), LGPGIR (2003), McDougall et al. (2001), Marshall y Farahbakhsh (2013), Rodríguez (2009) Tchobanoglous et al. (1994), Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015), Zurbrügg, Caniato, y Vaccari (2014). En el Anexo A, puede verse el análisis detallado para definir los atributos, categorías y componentes.

La Tabla 2-1 presenta la estructura propuesta para el análisis individual de indicadores, donde se muestran en detalle los componentes, atributos y categorías.

Tabla 2-1. Marco propuesto y síntesis de indicadores por atributos y componentes

Atributos	Categorías	Componentes								Total
		Aplicable a varios componentes	Generación	Prevención	Limpieza viaaria	Recolección	Estaciones de transferencia	Recuperación y tratamiento	Vertido	
Aspectos técnicos	Flujo de entrada	6	22	0	0	16	0	27	9	80
	Flujo de salida	2	0	3	0	2	0	5	0	12
	Balance	5	0	1	0	0	0	4	1	11
	Cobertura	2	0	0	2	3	1	1	1	10
	Instalaciones y equipos	15	0	1	2	19	6	14	16	73
Salud pública	Aspectos de salud pública	5	0	0	0	1	1	1	0	8
Sociales	Legislación y políticas	18	0	3	0	0	0	1	2	24
	Actores involucrados	25	0	1	0	2	1	2	2	33
	Marco institucional y de organización	7	0	0	0	0	0	0	0	7
	Aspectos laborales	15	0	1	2	3	2	3	4	30
Ambientales	Uso de recursos	6	1	0	0	2	0	3	2	14
	Contaminación	6	0	0	0	2	0	3	7	18
	Mitigación	2	0	0	0	0	0	3	1	6
	Otros	0	1	0	0	0	0	2	4	7
Económicos	Ingresos	11	0	0	0	0	0	0	2	13
	Gastos	14	0	1	3	4	2	3	4	31
Total		139	24	11	9	54	13	72	55	377

2.3 Resultados y discusión

2.3.1 Análisis de grupos de indicadores

2.3.1.1 Características generales

En este estudio se analizaron 40 grupos de indicadores, incluyendo los propuestos por agencias internacionales como Naciones Unidas (UN-DESA, 2015; UNSD, 2011; UNEP, 2005), la Organización Panamericana de la Salud y el Banco Interamericano de Desarrollo (Tello-Espinoza et al., 2011; USAID et al., 1995), además de algunos planteados para municipios específicos como Tandil en Argentina (E. Guerrero y Erbiti, 2004) o San José de Gracia en México (Sánchez López y Hernández Median, 2009). La Tabla 2-2 reúne los grupos analizados.

El grupo de indicadores más antiguo encontrado fue el propuesto por Sakurai (1983), enfocado a aspectos técnicos para ALC. Los grupos de indicadores más recientes, de 2015 y 2016, tienen diversos orígenes. Como se ha comentado, destaca el trabajo realizado por Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015), cuyos antecedentes fueron presentados por MacDonald (1996), UN-HABITAT (2010) y Wilson, Rodic, Scheinberg, Velis, y Alabaster (2012).

Respecto al país o región para el que se han propuesto los indicadores, no hay predominancia. Se evaluaron cinco grupos de indicadores dirigidos a todo tipo de países y otros cinco para España. Además, se recopilaban cuatro grupos de indicadores para ALC, Argentina y México, tres para países en desarrollo en general, dos para Portugal, Estados Unidos y Europa, y por último un solo grupo para el resto de los países/regiones.

Respecto al total de indicadores incluido, el grupo más numeroso fue el propuesto por L. A. Guerrero et al. (2013) con 103. El objetivo de este trabajo fue documentar los actores involucrados y analizar los factores de influencia en el sistema de residuos en 22 países. Los menos extensos incluyen entre 1 y 8 indicadores (EUROSTAT, 2013; Fragkou et al., 2010; MacDonald, 1996; MADSA, 2012; MIMARM, 2010; Nicolli, 2012; SEMARNAT, 2013a, 2013b; UN-HABITAT, 2010; UNSD, 2011). Los grupos menos extensos corresponden a la evaluación a nivel internacional (UNSD, 2011) o nacional (SEMARNAT, 2013a, 2013b), y en algunos casos, son índices o indicadores compuestos (Fragkou et al., 2010; Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015).

Los grupos de indicadores se pueden clasificar según el nivel geográfico para el que están diseñados, la categoría económica en la que son aplicables y el tipo de indicadores incluidos (cualitativos, cuantitativos o ambos). Estas características pueden verse en las columnas 1, 2 y 3 de la Tabla 2-3.

Tabla 2-2. Grupos de indicadores analizados: características generales, ventajas y limitaciones

Referencia	País/ región	Número de indicadores (1)	Ventajas	Limitaciones
(UNEP, 2005)	ASEAN (2)	26	Diseñado para evaluar todos los niveles geográficos.	Indicadores similares para todos los niveles. No se detalla el método de valoración, ni la forma de integración de la información de un nivel a otro.
(L. A. Guerrero et al., 2013)	Países en desarrollo	103	Utilizados para evaluar África, Asia, Central y Sudamérica.	Propuestos originalmente como cuestionario para ayudar a determinar los grupos de interés y los factores que influyen en la gestión de residuos. La mayoría son indicadores cualitativos, algunos se repiten varias veces. No se detalla el método de valoración.
(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	México	62	Incluye listado de la información de campo necesaria para calcular los indicadores.	Solamente incluye aspectos técnicos y de costes.
(AENOR, 2015) y (Global Cities Institute, 2015)	Todos los países	10	Metodología estandarizada según norma ISO 37120:2014. Tiene indicadores principales y de apoyo. Permite evaluar diferente nivel de detalle.	La mayoría de los indicadores enfocados a eliminación y aspectos técnicos solamente.
(Tello-Espinoza et al., 2011)	LAC	75	Aplicados en LAC en 1997, 2002 y 2010. Los resultados de los indicadores por país están disponibles en una página web.	No explica la metodología de cálculo de los indicadores y se utilizan distintos indicadores para las evaluaciones temporales lo que dificulta la comparación.
(SEMARNAT 2013a, 2013b)	México	6	Integra dos sistemas de indicadores. Explica cada indicador, su cálculo y las unidades de medida a través de fichas descriptivas.	Utilizados sólo para evaluación a nivel nacional y enfocados a aspectos técnicos.
(MacDonald, 1996)	Estados Unidos	7	Permite la comparación entre sistemas, aunque existan pocos datos disponibles.	Solamente incluye aspectos técnicos y de costes.
(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	Argentina	90	Incluye indicadores sobre impacto ambiental.	No explica la metodología de cálculo ni las unidades de medida en la mayoría de los indicadores.
(EEA, 2015)	Europa	11	Explica el cálculo de cada indicador y las fuentes de información requeridas.	La mayoría de los indicadores están enfocados en aspectos técnicos, y algunos para evaluar mitigación de impactos.
(UNSD, 2011)	Todos los países	7	Permite comparar países. Explica el cálculo de los indicadores y las fuentes de información requeridas.	Solamente evalúa aspectos técnicos.
(EUROSTAT, 2013)	Europa	6	Explica la información necesaria de cada país para comparar los datos. Explica cada indicador, su cálculo y las unidades de medida a través de fichas descriptivas.	Solamente evalúa aspectos técnicos.
(Sánchez López y Hernández Median, 2009)	México	20	Incluye indicadores sobre costes. Se muestra la línea base sobre la cual deberán mejorarse diversos aspectos de la GRM.	Diseñado específicamente para el municipio. No explica la metodología de cada indicador detalladamente.
(Slovenian Environment Agency, 2014)	Eslovenia	49	Explica cada indicador, su cálculo y las unidades de medida a través de fichas descriptivas.	Utilizados en evaluación a nivel nacional solamente. Solamente evalúa aspectos técnicos.
(ERSAR 2013)	Portugal	55	Metodología utilizada para evaluar a 283 empresas de gestión de residuos privadas y municipios. Incluye indicadores para evaluar la gestión de residuos como servicio público y/o concesionado.	No está disponible la información para el cálculo de indicadores, ni las unidades de medida utilizadas.
(EPA 2015a, 2015b)	Estados Unidos	23	Hay informes individuales por Estado. Incluye análisis temporal desde 1960 a 2012.	Centrados principalmente en generación y composición de algunos subproductos, antes y después de su valorización.
(FOEN 2014)	Suiza	19	Incluye 9 indicadores macro y otros complementarios. Explica de manera sencilla la metodología por cada indicador y su comparación internacional.	Utilizados en evaluación a nivel nacional y la mayoría enfocados a aspectos técnicos.
(MAGRAMA 2013)	España	16	Flujos de residuos específicos a evaluar bien definidos. Explica las fuentes de obtención de información.	No explica la metodología de cálculo de los indicadores. Utilizados en evaluación a nivel nacional y enfocados la mayoría en generación.
(OCDE 2013)	Varios (3)	20	Permite comparar diversos países.	Utilizados en evaluación a nivel nacional y la mayoría enfocados a aspectos técnicos.
(MIMARM 2010)	España	8	Explica la metodología de cálculo de cada indicador. Incluye ejemplos con información básica, indicadores y comparación con objetivos establecidos.	Está enfocado principalmente a aspectos técnicos de recogida selectiva.
(USAID et al., 1995)	LAC	35	Metodología diseñada para hacer análisis sectoriales en residuos sólidos. Sugiere qué indicadores son prescindibles en algunos casos.	No explica la metodología de cálculo de los indicadores.

Tabla 2-2 (continuación). Grupos de indicadores analizados: características generales, ventajas y limitaciones

Referencia	País/ región	Número de indicadores (1)	Ventajas	Limitaciones
(FEMP, 2008)	España	21	Explica la metodología para calcular cada indicador.	Enfocados principalmente en aspectos técnicos y de costes.
(MADSA, 2012)	Argentina	3	Explica cada indicador a través de fichas descriptivas.	Utilizados en evaluación a nivel nacional y la mayoría enfocados a aspectos técnicos.
(MADSA, 2016)	Argentina	36	Se incluyen indicadores para evaluar casi todas las categorías definidas para la GRM.	No se detalla el método de cálculo de los indicadores.
(Paraguassú y Rojas, 2002)	ALC	87	Especifica los rangos aceptables para cada indicador y se explican individualmente.	No incluye indicadores para evaluar prevención.
(BSWMA 2015a; 2015b)	Belice	91	Incluye indicadores de residuos especiales y peligrosos. Enfocado principalmente a planeación.	No se detalla el método de valoración de indicadores cualitativos. Utilizados en evaluación a nivel nacional.
(Sakurai, 1983)	ALC	25	Explica el cálculo de cada indicador.	Enfocado principalmente al cálculo de costes.
(UNEP y CalRecovery 2005)	Países en desarrollo	102	Incluye la información requerida para la construcción de los indicadores.	Algunos indicadores están repetidos y la mayoría enfocados a aspectos técnicos y de costes.
(UN-HABITAT, 2010)	Todos los países	8	Considera importante la disponibilidad y antigüedad de la información.	Explica parcialmente la metodología de cálculo.
(Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)	Todos los países	15	Incluye un manual para facilitar al usuario la aplicación de los indicadores.	No se detalla el método de valoración de algunos indicadores cualitativos.
(UN-DESA, 2015)	Todos los países	10	Permite comparar diferentes países o regiones.	Indicadores de desarrollo sostenible, por lo que la evaluación de la gestión de residuos es limitada. No explica la metodología de cálculo de los indicadores.
(JICA, 2015)	Países en desarrollo	19	Contiene indicadores operacionales, de efecto, básicos y complementarios.	Específicos para evaluar el impacto de los proyectos de gestión de residuos propuestos por JICA (Japan International Cooperation Agency).
(C. Armijo et al., 2011)	México	15	Basado en el modelo causa-presión-estado-impacto-respuesta.	No explica la metodología de cálculo de los indicadores.
(Bringhent et al., 2011)	Brasil	25	Consta de varias metodologías para validación y selección de indicadores.	No explica la metodología de cálculo de los indicadores. Enfocado a recolección selectiva principalmente.
(Fragkou et al., 2010)	España	1	Metodología basada en MFA e IE para el cálculo y comparación entre sistemas. Permite analizar regiones como sistemas completos.	Utiliza un indicador compuesto, por lo que puede perderse detalle de la información.
(Guimarães, Simões, y Marques, 2010)	Portugal	26	Introduce como innovación el uso de Balance Scorecard como herramienta. Incluye un indicador sobre la calidad de la información del sistema.	Unidades y método de cálculo de los indicadores incompletos.
(Hotta, 2014)	Asia	12	Describe los indicadores cuantitativos y su metodología de cálculo claramente.	No explica claramente el cálculo de algunos indicadores cualitativos y sobre educación ambiental. Diseñado para Asia, puede requerir adaptaciones.
(Nicolli, 2012)	Italia	6	Probado para observar convergencia entre indicadores.	Algunos aplicables sólo en Italia. No explica la metodología de cálculo de los indicadores.
(Zaman, 2014)	Australia	56 (4)	Aplicable a cualquier nivel dependiendo de la delimitación del sistema.	Es una revisión exhaustiva de más de 200 indicadores, seleccionando 56 viables para su utilización en zero waste management systems. Finalmente la propuesta en (Zaman y Lehmann, 2013) engloba un zero waste index que contempla sólo los componentes de generación, valorización y vertido final así como algunos aspectos de mitigación de impactos.
(Sartor, 1998)	Argentina	16	Incluye indicadores de Análisis de ciclo de vida (ACV) y análisis de flujo de materiales (AFM) que pueden aplicarse a cualquier tamaño de sistema.	No explica cómo calcular los indicadores.
(Munizaga, 2016)	España	40	Tiene indicadores de uso de recursos y de impacto ambiental. Con fichas individuales para el cálculo de cada indicador.	No incluye indicadores sobre prevención.

(1) Se excluyeron algunos indicadores sobre residuos peligrosos industriales, e información base (demográfica, económica, etc).

(2) Association of Southeast Asian Nations, including: Brunei, Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam.

(3) Incluye 33 países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y 7 países que no son miembros.

(4) Este es el número de indicadores clave identificados por el autor, sin embargo su propuesta final es un único *índice de residuos cero* que se detalla en (Zaman y Swapan, 2016)

Con respecto a la distribución de los grupos de indicadores según el nivel geográfico, el 40% de los grupos analizados fueron diseñados para ser aplicados a nivel municipal, el 15% en países y regiones, mientras que los internacionales supusieron un 7,5%. El 22,5% restante se diseñó para evaluar más de un nivel, en países de Asia (Hotta, 2014; UNEP, 2005), Belice (BSWMA 2015a, 2015b), España (Fragkou et al., 2010), Portugal (Guimarães et al., 2010), Australia (Zaman, 2014) y para todos los países (MacDonald, 1996; UN-DESA, 2015; Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015). En el caso de UNEP (2005), aunque fue diseñado específicamente para la región ASEAN (Brunéi, Camboya, Indonesia, Laos, Malasia, Myanmar, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam) es el único grupo de indicadores que incluye de manera explícita todos los niveles, desde el contexto internacional, nacional, estatal/provincial/regional, municipal, comunitario, llegando hasta el nivel institucional (por ejemplo universidades, hospitales, compañías privadas).

Cada nivel geográfico tiene diferentes necesidades de evaluación. Por ejemplo, a nivel nacional e internacional, es importante hacer recuento de la generación de residuos y su destino final, de cara a comprobar la consecución de metas y objetivos políticos. En cambio, el nivel municipal se ocupa de los aspectos técnicos y por ello requiere más indicadores y detalles sobre costes, rendimientos, personal, cantidades de diferentes flujos de residuos o educación ambiental, entre otros. Sin embargo, es importante visualizar que un ámbito geográfico puede proveer información a otro, y por tanto los indicadores deberían estar diseñados para facilitar la integración de esta información, para que sea útil y manejable a distintos niveles.

Respecto a las categorías económicas para las que fueron propuestos predominan los países desarrollados, el 45% del total, principalmente de la Unión Europea. El resto de grupos quedan clasificados en países en desarrollo (35%) y para todos los países (20%).

En cuanto a la distribución por tipo de indicadores, sobresalen los cuantitativos (62 % del total) ya que, como se ha señalado previamente, predominan los indicadores a nivel municipal, que generalmente se centran en aspectos técnicos y por lo tanto están relacionados con flujos másicos o costes. Sólo hubo un grupo con indicadores puramente cualitativos y el resto de grupos (35%) comprenden ambos tipos.

2.3.1.2 Análisis detallado

Cada grupo de indicadores fue diseñado bajo un contexto y con un objetivo específico. Aun así, analizar las ventajas y limitaciones de cada uno permite detectar las cualidades fundamentales que se pueden esperar de un método integrado de indicadores de uso general. En la Tabla 2-2 se muestran los distintos grupos de indicadores analizados.

Tabla 2-3. Síntesis de las características analizadas en cada grupo de indicadores

Referencia	Nivel geográfico (1)	Tipo de economía (2)	Tipo de indicador (3)	Inconsistencias metodológicas (4)	Atributos incluidos	Categorías incluidas	Componentes incluidos	Casos de estudio (5)
(UNEP, 2005)	V	ED	A	Si	75%	47%	63%	N.D.
(L. A. Guerrero et al., 2013)	M	ED	A	Si	100%	80%	88%	22 municipios (varios países)
(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	M	ED	CU	No	75%	33%	75%	N.D.
(AENOR, 2015) and (Global Cities Institute, 2015)	M	T	CU	No	50%	20%	63%	N.D.
(Tello-Espinoza et al., 2011)	R	ED	A	Si	100%	67%	88%	21 países
(SEMARNAT 2013a, 2013b)	N	ED	CU	No	25%	13%	38%	México
(MacDonald, 1996)	V	D	CU	No	50%	27%	50%	N.D.
(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	M	D	A	Si	100%	87%	75%	Un municipio (Argentina)
(EEA, 2015)	R	D	CU	No	75%	20%	38%	29 países (Europa)
(UNSD, 2011)	I	T	CU	No	25%	13%	38%	123 países (UN)
(EUROSTAT, 2013)	R	D	CU	No	25%	13%	38%	37 países (Europa)
(Sánchez López y Hernández Median, 2009)	M	ED	CU	Si	75%	40%	75%	Un municipio (México)
(Slovenian Environment Agency, 2014)	N	D	CU	No	25%	13%	63%	Eslovenia
(ERSAR, 2013)	M	D	A	Si	100%	80%	63%	283 municipios y empresas (Portugal)
(EPA 2015a 2015b)	N	D	CU	No	100%	47%	50%	Estados Unidos
(FOEN, 2014)	N	D	CU	No	75%	40%	63%	Suiza
(MAGRAMA, 2013)	N	D	CU	Si	75%	40%	38%	España
(OECD, 2013)	I	T	CU	No	25%	7%	50%	40 países (33 países miembros de la OECD y 7 no miembros)
(MIMARM, 2010)	M	D	CU	No	25%	20%	38%	N.D.
(USAID et al., 1995)	R	ED	CU	Si	75%	53%	88%	N.D.
(FEMP, 2008)	M	D	CU	No	75%	47%	63%	9 municipios (España)
(MADSA, 2012)	N	D	CU	No	25%	13%	25%	Argentina
(MADSA, 2016)	M	D	CL	Si	100%	80%	50%	9 municipios (Argentina)
(Paraguassú y Rojas, 2002)	R	ED	CU	No	100%	80%	88%	N.D.
(BSWMA 2015a, 2015b)	V	ED	A	Si	75%	80%	88%	Belice
(Sakurai, 1983)	R	ED	CU	No	75%	53%	63%	N.D.
(UNEP y CalRecovery 2005)	M	ED	A	Si	100%	67%	75%	-
(UN-HABITAT, 2010)	I	T	A	Si	75%	40%	38%	20 municipios (varios países)
(Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)	V	T	A	No	75%	53%	63%	5 municipios (varios países)
(UN-DESA, 2015)	V	T	CU	Si	25%	20%	63%	N.D.
(JICA, 2015)	M	ED	A	Si	50%	27%	63%	8 municipios (varios países)
(C. Armijo et al., 2011)	M	ED	A	Si	75%	47%	50%	-
(Brighenti et al., 2011)	M	ED	CU	Si	75%	60%	38%	-
(Fragkou et al., 2010)	V	D	CU	No	25%	7%	13%	27 municipios (varios países)
(Guimarães et al., 2010)	V	D	CU	Si	75%	53%	38%	4 municipios (Portugal)
(Hotta, 2014)	V	T	A	No	75%	40%	50%	-
(Nicolli, 2012)	M	D	CU	Si	75%	20%	38%	103 municipios (Italia)
(Zaman, 2014) (Zaman y Lehmann, 2013) (Zaman y Swapan, 2016)	V	T	A	No	100%	80%	88%	3 ciudades y 168 países
(Sartor, 1998)	M	D	A	Si	100%	73%	63%	Un municipio (Argentina)
(Munizaga, 2016)	M	D	CU	No	100%	80%	50%	5 municipios (España)

(1) M=municipal, R=regional, N=nacional, I= internacional, V=varios
(2) ED=en desarrollo, D=desarrollado, T=todos
(3) CU=cuantitativo, CL=cualitativo, A=ambos
(4) Resumen de la Tabla 2, columna de limitaciones
(5) N.D.= ha sido aplicado pero no hay suficientes datos

☒ Cumple con los requisitos para ser utilizado en cualquier contexto

La mitad de los grupos analizados presenta algún tipo de limitación metodológica que dificulta su aplicación práctica. Estas dificultades en cada caso se recogen en la última columna de la Tabla 2. El trabajo de UNEP (2005), por ejemplo, aunque engloba todos los niveles geográficos, no se detalla el método de valoración propuesto para cada aspecto considerado, ni la forma de proveer la información de un nivel a otro.

Otra debilidad común encontrada es la idea errónea de seleccionar datos en bruto como indicadores. Varios autores incluyen en sus conjuntos de indicadores datos primarios como el *número de edificios*, el *número de parques* o el *número de otros lugares públicos*, la *superficie de la ciudad* o la *longitud de la red vial* (Paraguassú y Rojas, 2002; UNEP y CalRecovery, 2005; Zaman, 2014). Estos datos no pueden utilizarse para comparar o evaluar un sistema de GRM a menos que se combinen con otra información.

Otros grupos, como AENOR (2015), Global Cities Institute (2015), UN-DESA (2015) y UNSD (2011), forman parte de conjuntos más amplios para evaluación del Desarrollo Sostenible. Ello provoca que sean menos detallados en el ámbito de la GRM ya que no incluyen indicadores para todas las categorías de la estructura propuesta, al estar integrados con indicadores de otros temas (contaminación de agua, atmósfera, etc.).

Entre todos destaca nuevamente la propuesta de Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015), que es el resultado de la aplicación de varios conjuntos de indicadores en más de 50 ciudades en el mundo, agrupando los aspectos técnicos (recolección, eliminación, etc.) y los aspectos de gobernanza (inclusividad y equidad de usuarios y proveedores, sostenibilidad financiera, instituciones sólidas y políticas proactivas) (UN-HABITAT, 2010) de la gestión de residuos. En esta propuesta se incluyen indicadores cuantitativos y cualitativos, para evaluar el funcionamiento del sistema de GRM de una ciudad y controlarlo a lo largo del tiempo. Sin embargo, para la mayoría de los indicadores cualitativos incluidos, puede existir cierta subjetividad en la elección de la valoración, ya que fueron diseñados para adaptarse a todo tipo de usuarios y sistemas. Por ejemplo, en el indicador “priorización en los niveles más altos de la jerarquía de residuos”, que es una evaluación del grado de priorización tanto política como práctica en el fomento de la reducción y la reutilización en “ciudades con generación de residuos más altas” (1kg/persona/día); y en las ‘3R’ – reducción, reutilización, reciclaje – en “ciudades de generación de residuos baja”, la escala para elegir la valoración incluye: niveles sin prioridad, baja prioridad, prioridad media, media/alta prioridad y alta prioridad, pero no se da ninguna explicación sobre las características específicas requeridas para seleccionar cualquiera de estos niveles.

En cuanto al alcance de los estudios de caso (ver detalles en la última columna de la Tabla 3), hay grupos de indicadores que se han utilizado en varios continentes (L. A. Guerrero et al., 2013; OECD, 2013). Destacan UNSD (2011) y UN-HABITAT (2010), que han sido aplicados en países con distinto nivel de desarrollo de todos los continentes, demostrando así su flexibilidad para evaluar distintos ámbitos. El 40% de los grupos de indicadores fueron concebidos para evaluar los municipios, mostrando la importancia de este nivel como la base para la recopilación de información en este campo.

Por otro lado, cuatro de los grupos de indicadores analizados no se han aplicado a casos concretos, se quedan en una propuesta teórica. Los demás grupos han sido utilizados en países, regiones o municipios, pero en nueve de ellos no se ha documentado el número exacto de casos de aplicación, por lo que es difícil evaluar su flexibilidad y utilidad.

2.3.2 Análisis de indicadores individuales

En los siguientes apartados se describen los resultados de la clasificación de indicadores en la estructura diseñada previamente: por atributos (salud pública y aspectos sociales, ambientales, económicos y técnicos) y por componentes que conforman el sistema.

2.3.2.1 Distribución de indicadores por atributos

La Tabla 2-4 muestra que ninguno de los grupos estudiados presenta indicadores para todas las categorías de la estructura, lo que revela que se realiza una evaluación parcial del sistema de GRM. La cualidad de Salud pública, es el atributo más evaluado, con 51,4% de los indicadores estudiados. Si bien, no todos los grupos incluyen indicadores explícitos para ello, pero, debido a que la protección de la salud pública es el principal objetivo de la GRM, es evaluado indirectamente, a través de la evaluación de aspectos técnicos.

Los grupos de indicadores que abarcan más categorías son el de L. A. Guerrero et al. (2013) y E. Guerrero y Erbiti (2004) con un 81%, seguido de ERSAR (2013), MADSA (2016), Munizaga (2016), Sartor (1998), y la revisión de indicadores realizada por Zaman (2014) con un 75%. Al contrario, los que menos categorías evalúan son Fragkou et al. (2010) y OCDE (2013) con un 6,3%. El caso de Fragkou et al. (2010), a pesar de recopilar información de diversos aspectos técnicos, está diseñado para evaluar la valorización y cierre del ciclo de vida de los residuos (enfocado en AFM), y por tanto obvia aspectos sociales. Los indicadores de OCDE (2013) fueron creados para aplicarlos a nivel nacional, por lo que sólo evalúan algunos aspectos técnicos.

Los atributos técnicos y sociales fueron los más evaluados (76% de los indicadores). Por el contrario, menos del 63% de los grupos estudiados incluyen indicadores relacionados con categorías ambientales.

Las tres categorías en las que se encontraron más indicadores fueron "*flujo de entrada*", "*instalaciones y equipos*" y "*gastos*". La categoría "*flujo de entrada*" incluye diferentes tasas de generación y flujos específicos de residuos, como los residuos domiciliarios y total de residuos reciclados (mostrados en el 58% y el 48% de los grupos de indicadores revisados, respectivamente). Éstos constituyen la primera información necesaria para analizar cuantitativamente un sistema de GRS. Casi el 43% de los indicadores relativos a "*instalaciones y equipos*" están relacionados con temas de recolección, en particular con la eficiencia de la recolección. Otros indicadores, encontrados en el 38% de los grupos, fueron: características de los contenedores (número, tipo, volumen) y residuos vertidos (% , volumen, peso).

Tabla 2-4. Distribución de los indicadores analizados por atributos y categorías

Cualidades	Aspectos técnicos					Salud pública	Social				Ambiente				Economía	
Referencia	Flujo de entrada	Flujo de salida	Balance	Cobertura	Instalaciones y equipamiento	Aspectos de salud pública	Legislación y políticas	Actores involucrados	Marco institucional y de organización	Aspectos laborales	Uso de recursos	Contaminación	Mitigación	Otros	Ingresos	Gastos
(UNEP, 2005)	6	0	1	1	7	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	3
(L. A. Guerrero et al., 2013)	15	2	4	0	21	3	10	26	5	6	0	1	1	0	8	1
(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	9	0	0	13	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	28
(AENOR, 2015) y (Global Cities Institute, 2015)	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
(Tello-Espinoza et al., 2011)	16	0	1	9	15	0	3	0	1	16	0	0	1	0	8	5
(SEMARNAT 2013a, 2013b)	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(MacDonald, 1996)	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	16	1	3	2	6	5	4	5	0	5	1	29	0	11	0	2
(EEA, 2015)	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1
(UNSD, 2011)	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(EUROSTAT, 2013)	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Sánchez López y Hernández Median, 2009)	1	0	1	1	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	11
(Slovenian Environment Agency, 2014)	43	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(ERSAR, 2013)	12	0	0	1	16	0	5	7	3	2	2	1	1	0	3	2
(EPA 2015a, 2015b)	11	0	3	0	5	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
(FOEN, 2014)	12	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1
(MAGRAMA, 2013)	10	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1
(OCDE, 2013)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(MIMARM, 2010)	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(USAID et al., 1995)	6	0	0	5	5	2	0	4	0	4	0	0	0	0	6	3
(FEMP, 2008)	3	2	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	6
(MADSA, 2012)	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(MADSA, 2016)	3	0	2	1	3	1	8	6	1	3	0	3	0	0	2	3
(Paraguassú y Rojas, 2002)	3	4	0	5	20	0	3	4	0	18	1	2	0	0	8	19
(BSWMA 2015a, 2015b)	10	2	1	2	14	0	20	15	11	7	0	0	0	0	5	4
(Sakurai, 1983)	1	0	0	3	3	0	0	2	0	4	0	0	0	0	4	8
(UNEP y CalRecovery, 2005)	16	2	0	2	34	0	1	12	0	10	5	0	0	0	4	16
(UN-HABITAT, 2010)	1	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
(Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)	4	0	3	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0
(UN-DESA, 2015)	5	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(JICA, 2015)	4	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
(C. Armijo et al., 2011)	4	2	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	1	1
(Brighenti et al., 2011)	1	5	0	1	5	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4	5
(Fragkou et al., 2010)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Guimarães et al., 2010)	0	0	0	2	2	0	0	5	1	6	0	0	0	0	5	5
(Hotta, 2014)	5	0	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0
(Nicolli, 2012)	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
(Zaman, 2014)	7	2	5	3	13	0	3	4	3	5	5	1	0	0	5	0
(Sartor, 1998)	2	0	2	1	0	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	0
(Munizaga, 2016)	7	4	0	2	13	0	1	2	0	1	3	2	2	0	1	2
Total	288	28	35	62	236	12	65	111	29	108	19	41	14	12	74	128

Estas categorías, donde coinciden varios conjuntos de indicadores, también indican la importancia de ciertos aspectos y la disponibilidad de información sobre ellos. Por lo tanto, podrían utilizarse para definir un conjunto de indicadores "clave" o "básicos" que podrían emplearse para una evaluación preliminar de cualquier sistema de GRM. Sin embargo, como muestran Klunder y Anschütz (2001), la mayoría de los problemas de gestión de residuos implican más aspectos que el dinero y los equipos, y por lo tanto, se debe considerar un enfoque más integral para ayudar a mejorar la GRM.

Como se muestra en la Tabla 2-4, ninguna de las categorías propuestas dentro de la estructura está vacía, lo que demuestra que todo el sistema de GRM podría evaluarse con los indicadores recopilados. Sin embargo, algunos indicadores deben ajustarse o adaptarse para reducir las limitaciones analizadas anteriormente, y otros deben agregarse para completar los aspectos evaluados en cada categoría.

2.3.2.2 Distribución de indicadores entre componentes

Según cuál sea el ámbito de interés, algunos grupos concentran sus indicadores en alguno de los componentes del sistema. Por ejemplo, el 47% de los propuestos por UNEP y CalRecovery (2005) se centran en la recogida de residuos. Los componentes predominantes con respecto al número de indicadores son la recogida (20%), la valorización y el tratamiento (16%), y la eliminación (14%). También se detectó una gran proporción de indicadores que son aplicables a varios componentes del sistema (35%). Esto se puede ver con más detalle en la Tabla 2-5.

Merece la pena comentar los tres componentes que concentraron la mayoría de indicadores:

- *Recogida*: incluye el 20,2% de los indicadores que se estudiaron. La recolección es la primera etapa que debe abordarse en un sistema de GRM y la más visible para los ciudadanos. Además su coste asociado suele ser de los más altos en el esquema global de gestión (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006). De ahí la relevancia de este componente y por qué la mayoría de los grupos incluyen indicadores para su evaluación (alrededor del 78%). Un indicador en particular, *cobertura de la recolección*, aparece en más de la mitad de los grupos estudiados. La cobertura implica un modo sencillo de evaluar un sistema de GRM, ya que la recogida representa el flujo de entrada de residuos principal al sistema municipal. Una cobertura de recogida del 100% implica, teóricamente, que se todo el flujo de residuos ha entrado en el sistema, y por tanto se puede asumir que la gestión es eficaz. Esto también indica que se tienen controlados los problemas de salud en esta área; los residuos no se dejan en la vía pública, y por tanto se está alcanzando una de las prioridades principales de la GRM. Sin embargo, para obtener un idea del alcance de la GRM, este indicador debe completarse con otros que informen sobre frecuencia de recolección y el destino de los flujos de residuos una vez recolectados (reciclaje o vertido incontrolado, etc.).
- *Valorización y tratamiento*: incluye el 16,4% de los indicadores estudiados. De acuerdo con la jerarquía de residuos, debería priorizarse la prevención y reutilización frente a la valorización. Sin embargo, hasta el

momento la valorización es más fácilmente evaluable a través de los objetivos conseguidos en este ámbito, por ejemplo, con el porcentaje de residuos reciclados, etc. En áreas como la Comunidad Europea, los planes de prevención surgieron después de los de valorización, mientras que en países en desarrollo existe valorización, en gran parte informal, a pesar de que no se haya planteado todavía la prevención de manera oficial. Slovenian Environment Agency (2014) por ejemplo, no incluye indicadores en prevención, y sin embargo presenta dieciocho para valorización. De hecho, la mayoría de los autores estudiados no proponen indicadores en prevención, pero sí para valorización.

- *Eliminación:* supone el 13,8% de los indicadores diferentes estudiados. Si bien en la jerarquía de residuos se considera esta opción como la última alternativa a tener en cuenta para la GRM, aún sigue siendo una de las opciones más económicas y usadas en países en desarrollo. En estos países se hace hincapié en diferenciar el tipo de vertedero al que se envían los residuos (controlado, incontrolado, etc.). Por otro lado, los países desarrollados, para medir el progreso en la gestión de residuos, evalúan la cantidad de residuos eliminados por esta vía, ya que existen metas claras respecto a la disminución de residuos que deben vertidos o incinerados (sin recuperación de energía). El indicador más veces repetido en este contexto fue *% de residuo eliminado*. En el 78% de los grupos estudiados existen indicadores sobre eliminación.

En cambio, la menor cantidad de indicadores se concentra en los siguientes componentes:

- *Prevención:* es el componente con menos indicadores reportados, con tan sólo el 1,3%. De acuerdo a la jerarquía de residuos este debería ser el más importante en cuanto a valoración de resultados se refiere, sin embargo, como ya se comentó anteriormente, los componentes de valorización y tratamiento son más fácilmente evaluables. Además, debido a que la prevención sucede antes de que los residuos entren al sistema de GRM, es más difícil de cuantificar. Sin embargo, hay indicadores de disminución de la generación que pueden usarse para evaluar indirectamente las estrategias de prevención. Sólo el 23% de los grupos analizados incluyen indicadores para este componente.
- *Transferencia:* con sólo el 2,4% de los indicadores. La razón es que no todos los sistemas de GRM tienen transferencia, por lo que no ha sido trascendental evaluarlo para la mayoría de los autores. Las operaciones de transferencia suelen ser auxiliares de la recogida, principalmente para minimizar costos. Las operaciones de transferencia son comunes en sitios donde se comparte infraestructura entre varios municipios o regiones, o simplemente para evitar largas distancias de descarga hasta un sitio de vertido final. Wehenpohl y Hernández Barrios (2006) y Paraguassú y Rojas (2002) han propuesto la mayoría de los indicadores para este componente.
- *Limpieza viaria:* engloba el 3,3% de los indicadores. Como en el caso de la transferencia no todos los sistemas de GRM la incluyen, apareciendo sólo en 20% de los grupos estudiados. Nuevamente Wehenpohl y Hernández Barrios (2006) y Paraguassú y Rojas (2002) han propuesto la mayoría de los indicadores para limpieza viaria, tanto manual como mecánica. Ambos grupos de indicadores fueron diseñados para ALC.

Cuanto más atributos o categorías incluya un grupo de indicadores, más amplio e integral es el análisis que permite, lo cual es una ventaja clara cuando se busca un enfoque holístico y/o evaluar la sostenibilidad del sistema. La Tabla 2-3 muestra, en las columnas 6 y 7, un resumen de las categorías y componentes incluidos en cada grupo analizado.

2.3.2.3 Listado final de indicadores

El análisis de los indicadores incluidos en los 40 grupos estudiados abarcó 1262 indicadores. Sintetizando los indicadores repetidos o similares, se redujeron a 377 diferentes, cuya distribución por atributos y componentes se resume en la Tabla 2-1. De los 1262 indicadores 162 fueron únicos. El resto, 1100 indicadores se repiten de manera exacta o aproximada, entre 2 (*distancia media entre el punto de generación hasta el depósito*) y 32 veces (*cobertura del servicio de recolección*). La repetición sistemática de un indicador a lo largo de los grupos estudiados, demuestra que su aplicación es versátil y útil en diferentes contextos. En el Anexo B se muestra el listado final con los 377 diferentes indicadores identificados.

2.4 Consideraciones finales

Los 40 grupos de indicadores revisados en este trabajo incluyen grupos publicados recientemente y algunos más antiguos, propuestos para diferentes regiones, niveles geográficos y categorías económicas. Algunos han sido aplicados en gran cantidad de casos de estudio de manera sistemática, otros en casos de estudio específicos, e incluso algunos que sólo se han quedado como propuestas meramente teóricas. Por otro lado, en varios de los grupos analizados se han detectado dificultades metodológicas que dificultan la aplicación y/u otras limitaciones que impiden su apuso de forma más generalizada. La Tabla 2-3 muestra una síntesis de las principales características analizadas en este trabajo.

La nueva estructura propuesta para el análisis de los sistemas de GRM muestra que a pesar de que existe más de un indicador propuesto por cada categoría identificada, ninguno de los grupos estudiados presenta indicadores para todos los aspectos de la GRM.

El análisis realizado en este trabajo nos ha permitido identificar las cualidades mínimas que deben tener un grupo de indicadores de este tipo, de modo que puedan utilizarse en cualquier contexto:

1. Utilidad para evaluar diferentes niveles geográficos y una clara identificación de los enlaces para proporcionar e integrar información entre niveles.

Tabla 2-5. Distribución de los indicadores analizados por componentes

Referencia	Componentes							
	Temas transversales	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recogida	Transferencia	Valorización y tratamiento	Eliminación
(UNEP, 2005)	3	4	0	0	9	0	5	5
(L. A. Guerrero et al., 2013)	54	1	4	0	13	3	19	9
(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	0	1	0	15	13	10	15	8
(AENOR, 2015) y (Global Cities Institute, 2015)	1	1	0	0	2	0	2	4
(Tello-Espinoza et al., 2011)	24	3	0	9	12	3	16	8
(SEMARNAT, 2013a, 2013b)	0	2	0	0	0	0	1	3
(MacDonald, 1996)	3	2	0	0	1	0	0	1
(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	22	10	1	0	11	0	16	30
(EEA, 2015)	6	3	0	0	2	0	0	0
(UNSD, 2011)	0	0	0	0	3	0	2	2
(EUROSTAT, 2013)	0	1	0	0	0	0	3	2
(Sánchez López y Hernández Median, 2009)	3	1	0	2	9	3	0	2
(Slovenian Environment Agency, 2014)	1	13	0	0	2	0	18	15
(ERSAR, 2013)	22	0	0	0	15	1	8	9
(EPA 2015a, 2015b)	3	2	0	0	0	0	14	4
(FOEN, 2014)	6	2	0	0	4	0	6	1
(MAGRAMA, 2013)	3	10	3	0	0	0	0	0
(OCDE, 2013)	2	3	0	0	0	0	10	5
(MIMARM, 2010)	0	1	0	0	5	0	2	0
(USAID et al., 1995)	14	2	0	1	10	1	3	4
(FEMP, 2008)	4	1	0	0	9	0	5	2
(MADSA, 2012)	2	1	0	0	0	0	0	0
(MADSA, 2016)	24	0	0	0	2	0	3	7
(Paraguassú y Rojas, 2002)	37	2	0	10	24	5	1	8
(BSWMA 2015a, 2015b)	59	2	2	0	6	1	15	6
(Sakurai, 1983)	14	1	0	3	5	0	0	2
(UNEP y CalRecovery, 2005)	22	9	0	1	48	0	10	12
(UN-HABITAT, 2010)	6	0	1	0	1	0	0	0
(Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)	9	2	1	0	2	0	1	0
(UN-DESA, 2015)	5	2	0	0	1	0	1	1
(JICA, 2015)	2	0	0	0	7	3	4	3
(C. Armijo et al., 2011)	7	0	0	0	5	0	2	1
(Brighenti et al., 2011)	9	0	0	0	11	0	5	0
(Fragkou et al., 2010)	0	0	0	0	0	0	1	0
(Guimarães et al., 2010)	20	0	0	0	5	0	0	1
(Hotta, 2014)	5	4	1	0	0	0	2	0
(Nicolli, 2012)	3	0	0	0	0	0	1	2
(Zaman, 2014)	30	4	2	1	6	0	6	7
(Sartor, 1998)	10	1	1	0	1	0	0	3
(Munizaga, 2016)	12	0	0	0	11	0	10	7
Total	447	91	16	42	255	30	207	174

2. Flexibilidad: debe ser adaptable a cualquier tipo de economía y a diferentes prioridades u objetivos dentro de un contexto local. Además, una buena herramienta de indicadores debe ser útil para administrar diferentes niveles de complejidad, tal vez considerando un *conjunto básico de indicadores*, seleccionados de acuerdo con la disponibilidad de datos, y un *conjunto avanzado*, incluyendo los mejores indicadores posibles para un enfoque integral (los llamados enfoques basados en datos y en teorías, respectivamente (Niemeijer, 2002)).
3. Inclusión de indicadores cualitativos y cuantitativos, ya que ambos tipos son complementarios y necesarios.
4. Coherencia metodológica, es decir, claridad y congruencia en la definición del indicador y el proceso de recopilación de datos, para que los resultados sean replicables y confiables.
5. Capacidad para evaluar todos los atributos de la GRM, para ayudar a los sistemas municipales a lograr una GRIS.

Finalmente, considerando las cinco cualidades mencionadas anteriormente, se concluye que los trabajos realizados por Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) y Zaman (2014) son las revisiones de indicadores que mejor cumplen con estas cualidades.

El trabajo de Zaman (2014) es una recopilación exhaustiva de indicadores, pero finalmente en Zaman y Lehmann (2013) y Zaman y Swapan (2016) se propone un índice de desperdicio cero cuantitativo, en el cual se pierde información detallada. Una de las limitaciones del caso de Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) es que sólo evalúa el 53% de las categorías propuestas en la estructura de análisis de la GRM, no incluye indicadores específicos para el atributo ambiental, y aún presenta algunas de las limitaciones metodológicas mencionadas anteriormente.

Por otro lado también destaca el trabajo propuesto por Hotta (2014) diseñado para varios países asiáticos, pero sólo evalúa el 40% de las categorías propuestas sin tener en cuenta los aspectos económicos y aún está en proceso de ejecución en casos prácticos.

A pesar de que los indicadores se ha utilizado como herramienta en la gestión de residuos desde hace más de 30 años –poniendo de manifiesto su utilidad general para evaluar los sistemas de GRM en diferentes contextos, países y con diversos objetivos, en este estudio se ha detectado que hay un margen de mejora, ya que dificultades de distinto tipo han impedido hasta ahora la implantación de un sistema estandarizado de evaluación integral de la GRM.

La estructura propuesta y el análisis de la literatura que se presenta en este estudio son la base para el desarrollo de un nuevo conjunto de indicadores que cumplan con las cualidades antes mencionadas y abarquen de manera integral la GRM. De acuerdo con los resultados obtenidos, el nuevo conjunto debe incorporar algunos indicadores novedosos para detallar la información sobre algunos de los componentes, pero en su mayoría

constará de parámetros que ya se han utilizado, algunas veces adaptados o reestructurados de acuerdo con las deficiencias encontradas en este trabajo

2.5 Referencias

- Abarca Guerrero, L. (2014). *A construction waste generation model for developing countries*. Eindhoven University of Technology, Tesis doctoral. Eindhoven, Países Bajos.
- AENOR. (2015). UNE-ISO 37120. Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida. Madrid, España: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Armijo, C., Puma, A., y Ojeda, S. (2011). A set of indicators for waste management programs. In *2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications* (Vol. 17, pp. 144–148). Shanghai, China.
- Armijo, M. (2011). *Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. 2011. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.
- Bertanza, G., Ziliani, E., y Menoni, L. (2018). Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. *Waste Management*, 74, 86–97. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.009>
- Bockstaller, C., y Girardin, P. (2003). How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*, 76(2), 639–653. [http://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00053-7](http://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00053-7)
- Brighenti, J. R., Zandonade, E., y Günther, W. M. R. (2011). Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 876–884. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.010>
- Broitman, D., Ayalon, O., y Kan, I. (2012). One size fits all? An assessment tool for solid waste management at local and national levels. *Waste Management*, 32(10), 1979–1988. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.023>
- Brunner, P. H., y Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management & Research*, 25(3), 234–240. <http://doi.org/10.1177/0734242X07078296>
- BSWMA-Belize Solid Waste Management Authority. (2015a). *National solid waste management policy*. Belmopán, Belize.
- BSWMA-Belize Solid Waste Management Authority. (2015b). *National solid waste management strategy and implementation plan*. Belmopán, Belize. Retrieved from <http://www.racrempeitc.org/sites/default/files/Annex D - App1 Belize-NSWM-Strategy.pdf>
- Chung, S. S., y Lo, C. W. H. (2008). Local waste management constraints and waste administrators in China. *Waste Management*, 28(2), 272–281. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.11.013>
- EEA-Agencia Europea de Medioambiente. (2015). Waste generation. Retrieved January 5, 2016, from <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-generation-1/assessment>
- EEA-Agencia Europea de Medioambiente. (2016). Environmental terminology and discovery service. Retrieved August 1, 2016, from http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/search_html

- EPA-Environmental Protection Agency. (2015a). *Advancing sustainable materials management: facts and figures 2013. Assessing trends in material generation, recycling and disposal in the United States*. Washington, Estados Unidos.
- EPA-Environmental Protection Agency. (2015b). *Advancing sustainable materials management: facts and figures 2013. Fact Sheet*. Washington, Estados Unidos.
- ERSAR-Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. (2013). Dados e indicadores do ciclo de avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores. Retrieved January 8, 2016, from http://www.ersar.pt/Website_en/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSiteEN%5CMenu_Main%5CDocumentation%5CERSAR_OtherDocuments&Section=Menu_Main&BookTypeID=41&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSiteEN%5CMenu_Main%5CDocumentation&BookCategoryID=
- EUROSTAT-Oficina Europea de Estadística. (2013). Waste related indicators. Retrieved January 6, 2016, from <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams>
- Fatta, D., y Moll, S. (2003). *Assessment of information related to waste and material flow. A catalogue of methods and tools*. Agencia Europea de Medioambiente. Copenague, Dinamarca. Retrieved from http://www.basqueecodesigncenter.net/Documentos/Noticias/089A9472-2B24-421F-8F3F-FB33ECB9BB40/tech_96.pdf
- FEMP-Federación Española de Municipios y Provincias. (2008). *Implantación de un sistema de costes en la administración local. Servicio de recogida, tratamiento y eliminación de residuos*. (H. Robleda Cabezas & C. Prieto Martín, Eds.). Madrid, España: FEMP. Retrieved from http://www.costes-indicadores.com/Guia_Implant.pdf
- FOEN-Federal Office for the Environment. (2014). Indicators: topic waste management. Retrieved January 11, 2016, from <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatore/14643/index.html?lang=en>
- Fragkou, M. C., Vicent, T., y Gabarrell, X. (2010). A general methodology for calculating the MSW management self-sufficiency indicator: Application to the wider Barcelona area. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(6), 390–399. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.09.004>
- Global Cities Institute. (2015). Cities and sustainable infrastructure. In *GCI Policy Snapshot No. 3*. (p. 40). Toronto, Canadá, Paris, Francia.
- Guerrero, E., y Erbiti, C. (2004). Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos domiciliarios, Municipio de Tandil, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 32, 71–86. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/300/30003205.pdf>
- Guerrero, L. A., Maas, G., y Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Guimarães, B., Simões, P., y Marques, R. C. (2010). Does performance evaluation help public managers? A balanced scorecard approach in urban waste services. *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2632–2638. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.039>
- Hotta, Y. (2014). *3R Policy indicator factsheets* (1st ed.). (Y. Hotta, Ed.). Kanagawa, Japón: Institute for Global Environmental Strategies. Retrieved from https://pub.iges.or.jp/system/files/publication_documents/pub/discussionpaper/3890/3RIndicator_B5report_web.pdf

- JICA-Japan International Cooperation Agency. (2015). Standard indicator reference for grant aid projects. Retrieved from https://www.jica.go.jp/english/our_work/evaluation/indicators/grant.html
- Khatib, I. A. (2011). Municipal solid waste management in developing countries: future challenges and possible opportunities. In S. Kumar (Ed.), *Integrated Waste Management - Volume II*. Rijeka, Croacia: InTech. <http://doi.org/10.5772/16438>
- Klunder, A. Van De, y Anschütz, J. (2001). *Integrated sustainable waste management - the concept. Tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme (1995-2001)*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from e-mail: justine@intouch.com
- LGPGIR. (2003). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Diario Oficial de la Federación*. México D.F., México.
- Linster, M. (2003). *Environmental indicators: development, measurement and use*. Paris, Francia: OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- MacDonald, M. L. (1996). Bias issues in the utilization of solid waste indicators. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 236–242. <http://doi.org/10.1080/01944369608975687>
- MADSA-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2012). Sistema de estadística ambiental de Argentina (SIDSA). Indicadores de desarrollo sustentable. Retrieved January 13, 2016, from <http://estadisticas.ambiente.gob.ar/?idarticulo=13758#close>
- MADSA-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2016). Proyectos para la gestión integral de residuos sólidos urbanos con financiamiento internacional. Herramientas de gestión local. Monitoreo y evaluación. Retrieved January 13, 2016, from <http://www.ambiente.gob.ar/?idarticulo=13350>
- MAGRAMA-Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. (2013). *Programa estatal de prevención de residuos 2014-2020*. Madrid, España.
- Marshall, R. E., y Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988–1003. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>
- McDougall, F., White, P., Franke, M., y Hindle, P. (2001). *Integrated solid waste management*. (F. R. McDougall, P. R. White, M. Franke, & P. Hindle, Eds.) (Segunda). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing Company. <http://doi.org/10.1002/9780470999677>
- MIMARM-Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino. (2010). *Nuevo marco para la gestión de los residuos municipales*. (FEMP, Ed.). Madrid, España.
- Munizaga, J. (2016). *Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos*. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>
- Nicolli, F. (2012). Convergence of waste-related indicators of environmental quality in Italy. *Environmental Economics and Policy Studies*, 14(4), 383–401. <http://doi.org/10.1007/s10018-012-0042-6>
- Niemeijer, D. (2002). Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5(2), 91–103. [http://doi.org/10.1016/S1462-9011\(02\)00026-6](http://doi.org/10.1016/S1462-9011(02)00026-6)
- OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2013). Waste: municipal waste. Retrieved

- January 12, 2016, from http://www.oecd-ilibrary.org/environment/data/oecd-environment-statistics/municipal-waste_data-00601-en
- Paraguassú, F. A., y Rojas, C. R. (2002). *Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública* (Segunda). Lima, Perú: CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/indicadores/indicadores.pdf>
- Rodríguez, M. (2009). La experiencia de la GTZ en la gestión integral de RSU en los municipios de México. In G. Paz Balderrama & S. Blanco (Eds.), *Simposio internacional: Políticas ambientales municipales exitosas de gestión de residuos sólidos en América Latina y Bolivia*. Cochabamba, Bolivia.
- Sakurai, K. (1983). *Macro indicadores para gerencia del servicio de aseo* (Segunda). Lima, Perú: CEPIS.
- Sánchez López, R., y Hernández Median, C. (2009). *Programa municipal de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos de San José de Gracia, Aguascalientes*. México: Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Tomo LXXII, Núm. 42.
- Sartor, A. (1998). Los residuos, un componente a considerar en la sustentabilidad del sistema urbano. La complejidad de su gestión. Caso Bahía Blanca. In *IV Seminario Latinoamericano de calidad Urbana, CIG-FHG*. Argentina. Retrieved from http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL_B4.pdf
- Seadon, J. K. (2010). Sustainable waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 18(16–17), 1639–1651. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.009>
- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013a). Indicadores básicos del desempeño ambiental en México-SNIARN. Retrieved May 23, 2015, from http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/04_res_solidos/04_res_solidos_esquema.html
- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013b). Indicadores clave. Residuos sólidos urbanos dispuestos sin control. México. Retrieved May 23, 2015, from <http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/clave/clave04.html>
- Slovenian Environment Agency. (2014). Municipal waste and waste management indicators. Retrieved January 7, 2016, from http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=653&lang_id=94
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. (J. I. Tejero, J. L. Gil, & M. Szanto, Trans.) (Primera, Vol. I). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- UE-Unión Europea. (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. *Diario Oficial de La Unión Europea*, L312, pp 3-30. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:01:ES:HTML>
- UN-DESA-Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. (2015). *Framework for the Development of Environment Statistics (FDES 2013)*. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. Retrieved from <http://unstats.un.org/unsd/environment/FDES/FDES-2015-supporting-tools/FDES.pdf>

- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- UN-HABITAT. (2010). *Solid Waste Management in the world's cities*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- UNEP-United Nations Environment Programme. (2005). *Integrated waste management scoreboard: a tool to measure performance in municipal solid waste management*. Osaka, Japón: UNEP. Retrieved from http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/iwm_scoreboard-binder.pdf
- UNEP-United Nations Environment Programme, y CalRecovery. (2005). *Solid waste management* (Vol. I). UNEP.
- UNSD-United Nations Statistics Division. (2011). Environmental Indicators: Waste. Retrieved January 6, 2016, from <http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/qindicadores.htm>
- USAID-Agencia para el Desarrollo Internacional, BID-Banco Interamericano de Desarrollo, BIRF- Banco Mundial, y OPS -Organización Panamericana de la Salud. (1995). *Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos*. Washington, Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/methodo.pdf>
- Wehenpohl, G., y Hernández Barrios, C. P. (2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México D.F., México: SEMARNAT-GTZ.
- Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, 25(3), 198–207. <http://doi.org/10.1177/0734242X07079149>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero Rogero, A., Velis, C., ... Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. (D. C. Wilson, Ed.). Viena, Austria: UNEP-ISWA. Retrieved from <http://www.greenreport.it/wp-content/uploads/2015/09/Global-Waste-Management-Outlook-2015.pdf>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C. A., y Alabaster, G. (2012). Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. *Waste Management & Research*, 30(3), 237–254. <http://doi.org/10.1177/0734242X12437569>
- Zaman, A. U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. *Ecological Indicators*, 36, 682–693. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024>
- Zaman, A. U., y Lehmann, S. (2013). The zero waste index: A performance measurement tool for waste management systems in a "zero waste city." *Journal of Cleaner Production*, 50, 123–132. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.041>
- Zaman, A. U., y Swapan, M. S. H. (2016). Performance evaluation and benchmarking of global waste management systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 32–41. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.020>
- Zurbrugg, C., Caniato, M., y Vaccari, M. (2014). How assessment methods can support solid waste management in developing countries—a critical review. *Sustainability*, 6(2), 545–570. <http://doi.org/10.3390/su6020545>



Capítulo 3

La gestión de residuos desde la perspectiva de gobernanza

Este capítulo está bajo revisión como:

Turcott Cervantes, D. E., Venegas Sahagún, B. A., y Lobo García de Cortázar, A. *Governance in waste management at a local level: proposal for evaluation through indicators*. Presentado a *Cities* (2018)

3.1 Introducción

En las últimas décadas los gobiernos locales, nacionales e internacionales han priorizado en las agendas públicas los temas de gestión ambiental y sostenibilidad (Scoones, 2007; Peterson y Hughes, 2017). Los problemas ambientales afectan ámbitos espaciales muy amplios, y acaban repercutiendo notablemente en la calidad de vida y bienestar de la población. En este contexto los gobiernos pueden liderar el cambio de actitud ambiental, poniendo en práctica el axioma “*pensar globalmente, actuar localmente*” (Naciones Unidas, 1992).

Uno de los retos más importantes en este ámbito que enfrentan los gobiernos locales es lograr una Gestión de Residuos Integrada y Sostenible (GRIS) (Manaf, Samah, y Zukki, 2009). La GRIS reconoce tres dimensiones importantes en la gestión de residuos: (1) actores involucrados, (2) elementos del sistema de residuos y (3) aspectos de sostenibilidad (Klunder y Anschütz, 2001).

A pesar de constituir una de las principales tareas ambientales de los gobiernos municipales, cabe señalar que sólo se alcanzará una gestión adecuada cuando todos los actores que participan en el proceso, desde la generación del residuo hasta su disposición final, se involucren activamente. Una GRIS, por tanto, se encuentra inherentemente ligada a un proceso de gobernanza en materia ambiental, como se explicará más adelante. En consecuencia, entre las medidas de seguimiento y mejora de un sistema de gestión de residuos, debería incluirse un protocolo para evaluación de la gobernanza en el mismo.

En este trabajo se presenta una propuesta para evaluar la gobernanza de la Gestión de Residuos Municipal (GRM), como herramienta de apoyo para la toma de decisiones en sistemas específicos y/o la investigación comparativa entre municipios. En los próximos apartados se enmarca primero el contexto del trabajo, después se describe la propuesta desarrollada, y se presentan dos casos de aplicación, a municipios mexicanos.

3.2 Gobernanza

El concepto de “gobernanza” surge en los años 80, coincidiendo con los esfuerzos del Banco Mundial para mejorar el manejo del gasto público. El informe *Our Global Neighbourhood* (CGG, 1995), define gobernanza como la suma de las muchas formas en que los individuos e instituciones públicas y privadas, gestionan sus asuntos comunes.

A lo largo de los años, el concepto se ha ido consolidando como la forma de gobernar deseable para un desarrollo económico, social e institucional duradero, involucrando a todos los actores en la toma de decisiones, ejecución y evaluación de las mismas (Aguilar, 2008; Grindle, 2004; Jorquera Beas, 2011; Molas-Gallart, 2012; Stoker, 1998; Whittingham Munevar, 2005a). Este concepto se ha retomado en el área ambiental.

Fontaine y Narváez (2007) definieron Gobernanza Ambiental como el conjunto de reglas, prácticas y entidades institucionales que enmarcan la gestión del medio ambiente en sus distintas modalidades (conservación,

explotación de recursos naturales, etc.). De acuerdo con el concepto general, en este ámbito deben participar, de manera conjunta, la sociedad civil (a través de organizaciones sociales u otras vías), e instituciones públicas y privadas. Delgado, Bachmann, y Oñate (2007) señalan la importancia de la gobernanza ambiental a nivel local, donde la participación ciudadana es protagonista en la toma de decisiones.

Como área fundamental entre los servicios municipales, el concepto de gobernanza está presente en el planteamiento de la GRM desde hace muchos años. Sin abordar el término específico, Schübeler (1996) incluyó las dimensiones políticas, institucionales y sociales además de los aspectos técnicos, económicos y financieros, en su propuesta de framework. Whiteman, Smith, y Wilson (2001) proponen incluso utilizar el servicio de GRM como indicador de la calidad de la gobernanza urbana. Siguiendo esta idea, Anschütz, Ijgosse, y Scheinberg (2004) proponen el concepto de GRIS y apuntaron la posibilidad de tomarlo como ejemplo para articular otros servicios públicos.

En el informe de evaluación de distintos casos de GRM, UN-HABITAT (2010) resalta la importancia de una gobernanza adecuada, sin la cual los aspectos técnicos no funcionan adecuadamente. Marshall y Farahbakhsh (2013) subrayan también el papel principal de los grupos interesados y el contexto político, institucional, social y cultural para avanzar hacia la GRIS. Hoy en día la relevancia de la gobernanza en la gestión de residuos es indiscutible, por lo que se incluye en la planificación o evaluación de los sistemas, ver por ejemplo Wilson, Rodic, Modak, et al. (2015a).

Instituciones internacionales como el Banco Mundial, han propuesto parámetros para evaluar la gobernanza: Mastruzzi, Kraay, y Kaufmann (2007) elaboran una revisión general con medida de indicadores nacionales en distintos países desde el año 1996. Por su parte, Knack, Kugler, y Manning (2002) en colaboración con la OCDE proponen indicadores de segunda generación, enfocados a medir el desempeño del sector público. A nivel institucional, la Asociación Internacional de Fomento en conjunto con el Banco Mundial, realizaron una Evaluación de Políticas e Instituciones Nacionales en el año 2005. La Fundación Mo Ibrahim, creó el *Ibrahim Index of African Governance* en el 2007, evaluando así 52 países africanos (INEGI, 2017). La mayoría de estos indicadores se conciben para evaluar países y todo el aparato de gobierno; no se centran en un área específica, como es el caso de esta investigación, la cual sólo evalúa la GRIS, en el contexto de los municipios mexicanos.

3.3 Propuesta de evaluación

3.3.1 Marco conceptual

Por su carácter pluridimensional, para analizar la gobernanza es necesario establecer un marco analítico que identifique claramente las categorías a considerar en la evaluación. Puesto que gobernanza incluye aspectos

económicos, políticos, administrativos, sociales y de sostenibilidad, su descomposición en categorías admite diversos enfoques, según el marco y los objetivos del estudio.

En la propuesta de UN-HABITAT (2010a) para residuos, la gobernanza se desglosa en tres dimensiones principales: 1) inclusividad y equidad, 2) sostenibilidad financiera y 3) instituciones sólidas y políticas proactivas. Trabajos de otros autores convergen en las siguientes categorías: 1) rendición de cuentas, 2) estabilidad política, 3) efectividad gubernamental, 4) calidad regulatoria, 5) estado de derecho, 6) control de la corrupción, 7) participación, 8) equidad y 9) creación de redes (Arndt y Oman, 2006; Daniel Kaufmann, Kraay, y Mastruzzi, 2009b; D. Kaufmann, Kraay, y Zoido-Lobaton, 1999; Mastruzzi et al., 2007; Whittingham Munevar, 2005a; Wilson, Rodic, Modak, et al., 2015).

En este aspecto, para esta investigación, centrada en la GRIS, se proponen las siguientes categorías analíticas, (ver figura 3-1).

- *Marco institucional.* Analiza las *políticas públicas* que inciden en la GRIS, así como su implementación y los *instrumentos regulatorios* de las mismas. Incluye las políticas derivadas a nivel nacional y local, convenios con empresas privadas o públicas, acuerdos institucionales (por ejemplo, un acuerdo formal para que el PET y pueda ser recolectado por los pepenadores) y contratos (por ejemplo, concesiones a empresas privadas).
- *Efectividad gubernamental.* Analiza la calidad de los servicios públicos, su grado de autonomía frente a presiones políticas, la calidad de la formulación y ejecución de políticas y la credibilidad del compromiso del gobierno con esas políticas. Se propone analizarla cuantitativamente, con indicadores de desempeño (González de Audicana Bengoechea, Turcott Cervantes, y Lobo, 2017), considerando también la percepción de la población que recibe el servicio (Daniel Kaufmann et al., 2009); ello permite incorporar la información de los usuarios del servicio como la de los prestadores del mismo.
- *Transparencia y rendición de cuentas.* Es la existencia de instrumentos que permitan a la población solicitar información y evaluar el desempeño de su gobierno, así como a la accesibilidad de los informes municipales sobre GRM para el público en general.
- *Existencia de redes.* Acorde con lo propuesto por Whittingham Munevar (2005), es la habilidad de los gobiernos para establecer cooperación con otros actores, tanto públicos como privados, para fortalecer el GRIS.
- *Participación.* Es la posibilidad que tiene cada individuo de ser considerado en el proceso de toma de decisiones, ya sea en forma directa o a través de instituciones de intermediación legítimas que representen sus intereses (Whittingham Munevar, 2005), así como la responsabilidad de la población y el impacto que sus acciones tienen en la GRIS.

- *Control de la corrupción.* Para esta categoría se adopta la definición de Daniel Kaufmann et al. (2009), que cuantifica en qué medida el poder público se ejerce en beneficio privado, incluyendo las formas a pequeña y gran escala de la corrupción, como la "captura" del Estado por minorías selectas e intereses privados.

La Figura 3-1 presenta el marco conceptual propuesto. El diagrama pone de manifiesto cómo avanzar en niveles de gobernanza, de acuerdo a las categorías mencionadas, tiene una repercusión directa en la sostenibilidad. Para poder mejorar en cada categoría, se debe haber avanzado previamente en las anteriores.

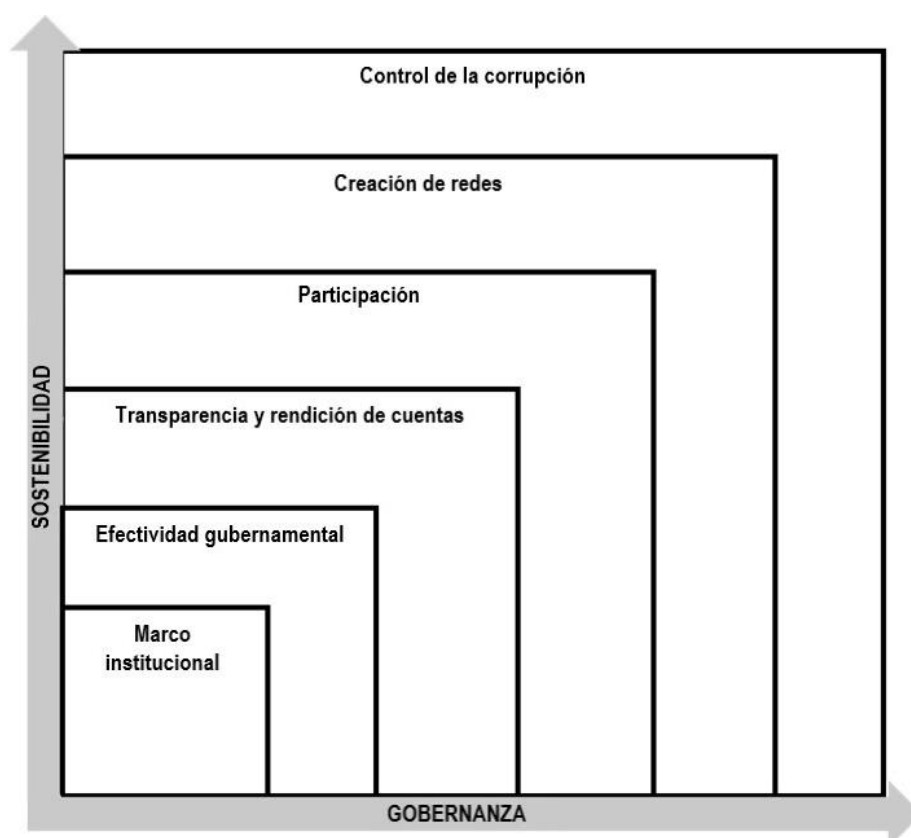


Figura 3-1. Marco conceptual propuesto para análisis de la gobernanza

La base para el funcionamiento de cualquier gobierno la constituye el *Marco institucional*, pues las reglas y acuerdos de trabajo deben establecerse formalmente por escrito, ser aprobadas y revisadas. Con un marco institucional sólido, es más probable que los acuerdos, normas, leyes, etc., perduren ante los cambios de administración, puesto que, en ciertos contextos, estos cambios tienen un impacto directo en la continuidad de los programas.

En un segundo nivel aparece la *Efectividad gubernamental*, totalmente condicionada por el marco institucional, si este último es débil y no se designan obligaciones y derechos, no es posible desarrollar una gestión efectiva. La efectividad gubernamental depende directamente de las capacidades institucionales, es decir, si se tiene un

personal preparado, con las herramientas necesarias y un marco organizacional estructurado, resulta menos probable que se repitan actividades, y que se generen tiempos y movimientos ineficientes.

Como tercer punto, se agrega la *Transparencia y rendición de cuentas* ya que las administraciones tienen la obligación de responder a las inquietudes de la población, ser claros y abiertos al proporcionar información.

La *Participación* es el cuarto escalón de las categorías de análisis, involucra tanto a actores privados y públicos. Este tipo de actividad legitima al gobierno, y democratiza las estructuras. Cuando un gobierno desarrolla sistemas de participación activos y efectivos, se generan mejores resultados del proceso de toma de decisiones. Una administración accesible a la población y grupos de interés facilitará la *existencia de redes*, el desarrollo de estrategias de cooperación con otros actores, que pueden estar establecidas en el marco institucional, como es habitual, o ser informales.

En un último escalón se tiene el *Control de la corrupción*, que es uno de los aspectos más difíciles de abordar en un proceso de mejora. Para que aparezcan menos irregularidades de este tipo, las cinco categorías anteriores deben haber alcanzado un nivel avanzado de desarrollo.

3.3.2 Indicadores y su valoración

Evaluar un área específica de gobernanza a nivel local resulta complicado, debido a la escasa disponibilidad de información y la falta de organización sistemática de la misma. Para facilitar el análisis se recurrió al sistema de indicadores propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016) para evaluar la eficiencia y eficacia de la GRIS. Los 251 indicadores previstos en dicho sistema, originalmente agrupados por cuatro atributos (social, ambiental, económico y técnico) y ocho componentes (temas transversales, generación de residuos, prevención, limpieza viaria, recolección, transferencia, valorización y eliminación), se adaptaron a los casos de estudio, resultando en solamente 118 indicadores, que se muestran en las Tablas 3-1 a la 3-6 tal y como fueron asignados en el marco conceptual definido para la gobernanza.

De los indicadores seleccionados, 50 son cualitativos y 68 cuantitativos. Por otro lado, el reparto de los indicadores se centra en algunas categorías, mientras que en otras el número de parámetros es muy reducido. Esta desigual cobertura de los distintos aspectos se debe al origen del conjunto de indicadores tomado como base que, como otras metodologías existentes, se enfoca a cuestiones técnicas.

Finalmente, cada indicador se valoró individualmente con una escala de semaforización acorde al desempeño: **bueno** (verde), **regular** (amarillo) o **deficiente** (rojo). Los valores de referencia para cada indicador se muestran en las Tablas de la 3-1 a la 3-6, así como las fuentes de donde fueron tomados. Esto además es un proceso de normalización externo, que permitió posteriormente agregar los datos para su síntesis y análisis.

Tabla 3-1. Indicadores propuestos para la evaluación del marco institucional y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida	Valores de referencia ^[1]			Resultados	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
Social	Temas transversales	Existencia de legislación	Cualitativo	Si	Parcialmente	No	Si	Si
		Existencia de instrumentos económicos					Parcialmente	Parcialmente
		Planificación de la gestión de residuos		Si	PNS ^[2]	No	PNS	PNS
		Política de flujos de residuos específicos					PNS	PNS
	Prevención	Diagnóstico de la gestión de residuos		Si	Parcialmente	No	Si	Si
		Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas		Si	-	No	Si	Si
		Incentivos económicos para la prevención de residuos					Si	Si
Económico	Limpieza viaria	Tarifa media	USD\$/m ²	≥5	<5 - ≥3	<3	20,87	3,66
	Recolección		USD\$/ton	≥15	<15 - ≥5	<5	11,96	47,45
	Transferencia			≥10	<10 - ≥5	<5	NA ^[3]	0,06
	Vertido						7,14	13,55

^[1] (Turcott Cervantes y Lobo, 2016)

^[2] PNS= Publicado por un Nivel Superior

^[3] NA= No aplicable. A pesar de que existe una estación de transferencia en el municipio, no está establecida una tarifa para este servicio.

Tabla 3-2. Indicadores propuestos para la evaluación de efectividad gubernamental y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS TÉCNICOS	Limpieza viaria	Cobertura de limpieza viaria	LV (m ²)	≥85% [4]	<85 - ≥60%	<60%	82,0%	NC
			LV (km)				27,4%	NC
		Población atendida en la recolección	R	≥90% [5] [6]	<90 - ≥70% [5] [6]	<70%	100%	100%
		Distancia media desde el punto de generación hasta el punto de recolección	Metros R	≤150	-	>150	10	10
	Recolección	Disponibilidad del servicio	LV				70%	100%
			R	≥85% [4]	<85 - ≥70%	<70%	100%	100%
			T				100%	NC
			SL				86%	NC
	Transferencia	Rendimiento	m ² / empleado /día	≤6500 - ≥2500 [4] [6]	<2500 - ≥2000 ó >6500 - ≤7000	<2000 ó >7000	2637,2	1398,1
			km/ empleado /día	≤1.5 - ≥1.3 [4] [6]	<1.3 - ≥0.8 ó >1.5 - ≤2	<0.8 ó >2	1,2	NC
			R	≥0.5	<0.5 - ≥0.2	<0.2	0,8	1,1
			T	≥50	<50 - ≥25	<25	24,7	NC
	Recuperación y tratamiento	Disponibilidad de las instalaciones	SL	≥10	<10 - ≥5	<5	6,79	NC
			R	≤100% - ≥80%	<80% - ≥50%	<50% ó >100%	111,1%	125,5%
			T				146,4%	NC
			km/ton	≤5	>5 - ≤10	>10	2,1	NC
	Relleno sanitario	Intensidad de desplazamiento	T					
		Frecuencia de lavado de contenedores	R	≥7 [6]	<7 - ≥4	<4	NC	52
			lavados/ año					
	Relleno sanitario	Frecuencia de lavado de los camiones recolectores	R	≥50	<50 - ≥25	<25	NC	312
		Sistema de monitoreo continuo	T	Si	Parcialmente	No	Si	Si
			SL				Si	NC
	Riesgos para la salud pública	Vida útil de vertido	SL	≥8 [6]	<8 - ≥5 [6]	<5 [6]	0,6	NC
		Residuo recogido	R	≥90% [5] [6]	<90 - ≥70%	<70%	98%	99%
			%					
	Residuo depositado en vertedero	Residuo depositado en vertedero	SL		<90 - ≥80% [6]	<80% [6]	100%	NC
		Riesgos para la salud pública	LV, R				Si	Si
			T	No	-	Si	Si	Si
	Generación de residuos	Tasa de generación de residuos de los servicios	RT				Si	Si
			SL					
		Tasa de generación de residuos de construcción y demolición		≤0,5	>0,5 - ≤1	>1	7,58	NC
			kg/ per capita/ año					
	Generación de residuos	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales		≤200	>200 - ≤500	>500	1,11	NC
	Generación de residuos	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales		≤15	>15 - ≤20	>20	0,10	0,22

^[1] Limpieza viaria (LV), Recolección (R), Transferencia (T), Recuperación y tratamiento (RT), Relleno Sanitario (RS)

^[2] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)

^[3] NC= No contestado

^[4] (Paraguassú y Rojas, 2002a)

^[5] (Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)

^[6] (BID, 2013)

^[7] Valores de referencia para barrido manual

^[8] (RECC y FEMP, 2007)

^[9] (Munizaga, 2016)

^[10] (UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2010)

Tabla 3-2 (continuación). Indicadores propuestos para la evaluación de efectividad gubernamental y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]		
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B	
ASPECTOS SOCIALES	Temas transversales	Cumplimiento de la legislación	Cualitativo	Si	Parcialmente	No	Parcialmente	Parcialmente	
		Registro de sanciones/notificaciones					No	No	
		Coordinador del servicio					Si	Si	
		Asignación de funciones y responsabilidades					Si	Si	
		Control de la prestación de servicios					Si	Si	
		Nivel de satisfacción de los usuarios					Satisfecho	No satisfecho	No se realiza encuesta
		Número de sanciones	Nº de sanciones por año / 10.000 habitantes	≤5	>5 - ≤15	>15	0,02	NC	
	Limpieza viaria	Personal formal	Empleados /10.000 habitantes	LV	≥4 ^[4]	<4 - ≥2	<2	0,5	0,9
				R	≥0,1	<0,1 - ≥0,001	<0,001	0,8	0,001
				T				0,2	NC
				SL	≥0,05	<0,05 - ≥0,02	<0,02	0,06	NC
		Salario promedio en comparación con el salario mínimo	%	LV				316%	263%
				R	≥200%	<200 - ≥100%	<100%	366%	263%
				T				316%	NC
				SL				402%	NC
		Beneficios relacionados con el salario	%	LV				100%	100%
				R	≥90%	<90 - ≥80%	<80%	83%	100%
				T				100%	NC
				SL				100%	NC
		Estrategias de formación y educación		LV				Si	Si
				R				Si	Si
				T				Si	Si
				RS				Si	Si
	Aspectos relacionados con la salud y la seguridad	Cualitativo	LV	Si	Parcialmente	No	Parcialmente	Parcialmente	
			R				Parcialmente	Parcialmente	
			T				Parcialmente	Si	
			RT				No	No	
			RS				Parcialmente	Si	
Temas transversales	Gestión de los sitios contaminados	Cualitativo	Cerrados o rehabilitados	En progreso	No se lleva a cabo ninguna gestión	No se lleva a cabo ninguna gestión	No se lleva a cabo ninguna gestión		
	Limpieza viaria	Intensidad de uso del agua	L/ton	LV	≤150	>150 - ≤500	>500	26.263,6	NC
RS				≤10	>10 - ≤20	>20	4,6	NC	
Intensidad de consumo de energía		kWh/ton	LV	≤1000	>1000 - ≤7000	>7000	2641,3	NC	
			R	≤200	>200 - ≤500	>500	NC	2,26	
			RS	≤30	>30 - ≤50	>50	1,88	NC	
			R	≤0,5	>0,5 - ≤1	>1	0,021	0,014	
Intensidad de uso de suelo		m²/ton	T	≤0,2	>0,2 - ≤0,5	>0,5	0,35	NC	
			RS	≤5	>5 - ≤10	>10	0,28	NC	
			LV	≤1	>1 - ≤5	>5	0,72	NC	
			R	≤10	>10 - ≤20	>20	NC	0,001	
Recolección	Intensidad de emisiones de efecto invernadero	t CO _{2eq} /ton	RS	≤5	>5 - ≤10	>10	0,001	NC	
ASPECTOS AMBIENTALES	Transferencia	Intensidad de generación de agua residual/lixiviado	L/ton	RS	≤100	>100 - ≤200	>200	13,9	NC
	Contaminación del suelo		T				No	No	
			RS				Si	Si	
	Problemas de ruido	Adecuada gestión y cumplimiento legal	T				No	No	
			RS				No	No	
	Contaminación por olores	Cualitativo	T	Si	-	No	Si	Si	
			RS				Si	Si	
			R				No	No	
			T				No	No	
	Gestión del agua residual/lixiviado		RS				No	No	
			LV, R				Si	Si	
			T	No	-	Si	Si	Si	
			RS				Si	Si	

^[1] Limpieza viaria (LV), Recolección (R), Transferencia (T), Recuperación y tratamiento (RT), Relleno Sanitario (RS)

^[2] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)

^[3] NC= No contestado

Tabla 3-2 (continuación). Indicadores propuestos para la evaluación de efectividad gubernamental y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS ECONÓMICOS	Temas transversales	Presupuesto para la gestión de residuos	Cualitativo	Si	-	No	Si	Si
		Porcentaje del presupuesto, respecto al presupuesto municipal, para la gestión de residuos	%	≤15% - ≥10% ^{[4] [10]}	<10% - ≥5% ó >15% - ≤20%	<5% ó >20%	4,1%	4,9%
	Limpieza viaria		USD\$/m ² LV (m ²)	≤20 - ≥15 ^[4]	<15 - ≥10 ó >20 - ≤25	<10 ó >25	0,005	0,091
	Recolección	Costo	USD\$/km LV (km)				14,3	Incluido en LV (m ²)
			R	≤100 - ≥30	<30 - ≥15 ó >100 - ≤130	<15 ó >130	NC	
	Relleno sanitario		USD\$/ton RS	≤20 - ≥8	<5 - ≥8 ó >20 - ≤25	<5 ó >25	3,1	NC

^[1] Limpieza viaria (LV), Recolección (R), Transferencia (T), Recuperación y tratamiento (RT), Relleno Sanitario (RS)
^[2] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)
^[3] NC= No contestado
^[4] (Paraguassú y Rojas, 2002a)
^[10] (UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2010)

Tabla 3-3. Indicadores propuestos para la evaluación de transparencia y rendición de cuentas y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS SOCIALES	Temas transversales	Tiempo medio en responder las reclamaciones	Días	≤5	>5 - ≤15	>15	2	2
		Información a disposición pública		Si	Parcialmente	No	Si	Si
ASPECTOS ECONÓMICOS	Temas transversales	Existencia de una tarifa específica (hogares)	Cualitativo	Si	-	No	No	No
		Recuperación de costo para el organizador del servicio	%	≥90% ^{[2] [3]}	<90 - >50% ^[3]	≤50% ^[3]	3%	0.5%

^[1] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)
^[2] (Paraguassú y Rojas, 2002)
^[3] (BID, 2013)

Tabla 3-4. Indicadores propuestos para la evaluación de participación y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS TÉCNICOS	Prevención	Flujos de residuos para reúso	Nº de flujos de residuos	≥5	<5 - ≥1	0	0	0
		Evolución de la tasa municipal de generación de residuos	%	≤0%	>0 - ≤1%	>1%	4%	0,9%
	Generación de residuos	Tasa de generación de residuos domésticos	kg/per cápita/año	≤200	>200 - ≤500	>500	376,7	295,2
ASPECTOS SOCIALES		Sistema de reclamaciones y sugerencias	Cualitativo	Si	Parcialmente	No	Si	Si
		Procedimientos de comunicación, consulta y participación		Si	-	No	Si	Si
		Reclamaciones	reclamaciones/10.000 habitantes/año	≤10 ^{[2] [3]}	>10 - ≤50	>50	NC ^[4]	51
	Temas transversales	Población para la que se implementan acciones de educación y sensibilización ambiental	%	≥5%	<5 - ≥0%	0%	0,2	10%
		Hogares que pagan por el servicio	%	≥75% ^[5]	<75 - ≥25% ^[5]	<25% ^[5]	0%	0%
ASPECTOS ECONÓMICOS								
^[1] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)								
^[2] (Munizaga, 2016)								
^[3] (Guimarães, Simões, y Marques, 2010)								
^[4] NC= No contestado								
^[5] (Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015)								

Tabla 3-5. Indicadores propuestos para la evaluación de creación de redes y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS SOCIALES	Temas transversales	Cooperación institucional	Cualitativo	Si	-	No	Si	Si
		Inclusión en el sector informal		Si	Parcialmente	No	No	No
	Recolección	Proporción de personal informal	%	≤10% ^[2]	>10 - ≤35% ^[2]	>35% ^[2]	44%	53%
	Recuperación y tratamiento						100%	100%
	Relleno sanitario						81%	NC ^[3]
^[1] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)								
^[2] Valores propuestos basados en Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza (2011)								
^[3] NC= No contestado								

Tabla 3-6. Indicadores propuestos para la evaluación del control de la corrupción y resultados obtenidos para cada municipio

Atributo	Componente	Nombre del indicador	Unidades de medida ^[1]	Valores de referencia ^[2]			Resultados ^[3]	
				Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente	Municipio A	Municipio B
ASPECTOS SOCIALES	Temas transversales	Perfil del personal en puestos clave	%	≥80%	<80 - ≥60%	<60%	NC	NC

^[1] Todos los valores de referencia sin números se basan en lo propuesto por Turcott Cervantes y Lobo (2016)

^[2] NC= No contestado

3.3.3 Evaluación de la calidad de los indicadores

Existe una histórica escasez de datos en materia de gestión de residuos, al igual que una calidad deficiente de la información que sí está disponible. Una información de mala calidad llevará a tomar decisiones incorrectas.

A pesar de la dificultad de clasificar la calidad de la información (Hsu, Johnson, y Lloyd, 2013), es importante conocer las limitaciones de los datos recopilados y, en lo posible, mejorar la fiabilidad de los indicadores.

En este trabajo se propone evaluar la calidad de los datos utilizando los siguientes criterios: a) origen de los datos, b) nivel de incertidumbre, c) cobertura temporal y d) cobertura espacial. Cada uno de estos criterios se califica con valores de 0, 5, 10 ó 15, como se recoge en Turcott Cervantes y Lobo (2016). La puntuación global se obtiene por suma de los puntos obtenidos para cada criterio. Si uno o más de los criterios es evaluado con cero puntos, la calidad debe clasificarse como desconocida (ver Tabla 3-7). Una vez clasificada la información base, esta es utilizada para clasificar la calidad de los indicadores que se calculen a partir de ella.

Tabla 3-7. Propuesta de clasificación de la calidad para indicadores e información base

Tipo de calidad	Descripción de la fuente de datos	Puntuación*	Criterios			
			Origen de los datos	Nivel de incertidumbre	Cobertura Temporal (años)	Cobertura Espacial
Alta	Altamente confiable	60-55	Mediciones directas	Bajo	≤3	Toda el área evaluada
Aceptable	Confiable	50-40	Algunos datos calculados o modelados	Medio	>3 ≤10	Sólo una parte del área evaluada
Baja	No confiable	35-20	Mediciones en su mayoría estimadas o imputadas	Alto	>10	Áreas similares o cercanas a la que se está evaluando
Desconocida	Calidad desconocida	≤15puntos	Si uno (o más de uno) de los criterios establecidos es desconocido o igual a cero, o no se evaluó la calidad			

*Se obtiene con la fórmula:
Calidad de información base= f{(origen de los datos)+(nivel de incertidumbre)+(cobertura temporal)+(cobertura espacial)}, donde para cada criterio se desarrolló una tabla de puntaje para su evaluación que puede consultarse a más detalle en Turcott Cervantes y Lobo (2016).
Calidad de indicadores = Peor valor de calidad de toda la información base utilizada para su cálculo.

Esta metodología se diseñó recogiendo las propuestas de (Alegre et al., 2006; CEPT University, 2010; Hsu et al., 2013; IBNET, 2004; OFWAT, 2017a, 2017b; Rich et al., 2014; Rypdal y Paciornik, 2006; UN-HABITAT, 2010; Wartmann, Harries, Salas, y Petrarulo, 2015).

3.3.4 Casos de aplicación

México con 129,16 millones de habitantes está dentro de los once países más poblados del mundo (Naciones Unidas, 2017). De acuerdo al INEGI (2016), al año 2014, se recolectaron un promedio de 103.126 toneladas/día de Residuos Municipales (RM).

Jalisco se ubica como el tercer estado mexicano que más RS genera, sólo detrás del Estado de México y la Ciudad de México, con un rango entre 4.920 y 7.515 ton/día (Gutiérrez Avedoy, Ramírez Hernández, Encarnación Aguilar, y Medina Arévalo, 2012). También es el segundo estado con mayor porcentaje de recolección selectiva. El 80% de los residuos va a relleno sanitario y sitios controlados, cerca de un 15% a tiradero a cielo abierto y el resto se desconoce su destino (Gutiérrez Avedoy et al., 2012).

Para este estudio se seleccionaron dos municipios del estado de Jalisco, con distintos modelos de gestión de residuos: Zapopan y San Pedro Tlaquepaque. Ambos forman parte de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), una de las regiones principales del país, tanto por su actividad económica como por el número de habitantes.

El municipio de Zapopan es el segundo más poblado de la ZMG, y el de mayor extensión. Desde el año 2005 se encuentra entre los 10 municipios que más aportan al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional (SNIM, 2005), contando con más de 50 mil unidades económicas, por lo que sobresale entre los municipios de Jalisco. Tlaquepaque, por su parte, es un reconocido lugar turístico, donde el comercio de artesanías juega un rol importante. Es de menor tamaño y la población, en su gran mayoría, se dedica al comercio. Con poco más de 42 mil unidades económicas, su aportación al PIB Nacional es menor a lo que aporta Zapopan. En la Tabla 8 se presentan datos relevantes de los dos municipios.

Tabla 3-8. Descripción de los municipios estudiados

Municipio	Número de habitantes ^[1]	Tipo de unidades económicas ^[2]		PIB (USD) ^{[2][3]}	RS (ton/día) ^[4]
Zapopan (Municipio A)	1.332.272	Servicios	43,0%	\$ 7.734,3	1.492,5
		Comercio	42,4%		
		Industria	10,4%		
San Pedro Tlaquepaque (Municipio B)	664.193	Servicios	40,9%	\$ 3.173,3	466,6
		Comercio	48,4%		
		Industria	10,8%		
^[1] Población al año 2015 (INEGI, 2016b)					
^[2] (IIEGJ, 2017a, 2017b)					
^[3] (González-Estrada, 2014)					
^[4] (INEGI, 2016b)					

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de México, los municipios mexicanos tienen a su cargo las siguientes actividades en cuanto a RS: la recolección, el traslado, tratamiento y disposición final (LGPGIR, 2003). Los municipios tienen la facultad de prestar estos servicios de forma autónoma, concesionarlos a empresas privadas, o formar un Organismo Paramunicipal o Intermunicipalidad con este objetivo.

En la práctica, pocos modelos de gestión son enteramente públicos o privados (Soos, Whiteman, y Wilson, 2013); en su mayoría combinan distintas formas de gestión en las distintas etapas. La Tabla 9 muestra los modelos de gestión en los dos municipios estudiados.

Tabla 3-9. Descripción del modelo de gestión de residuos en los municipios estudiados

Municipio	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Municipio A	Municipal (público)	Municipal (público)	Municipal (público)	Sector informal (privado)	Municipal (público)
Municipio B	Municipal (público)	Municipal (público)	Empresa privada (concesión)	Sector informal (privado)	Empresa privada (concesión)

Zapopan es el único municipio con modelo de gestión autónoma en la ZMG. Además, es el único que cuenta con sitio de disposición final propio. Tlaquepaque, tiene un modelo de gestión mixto, donde las actividades de transferencia y vertido final están concesionadas a una empresa privada, que cuenta con su propio sitio de disposición final.

3.4 Resultados

3.4.1 Valoración global de la gobernanza

Las últimas columnas de las Tablas 3-1 a la 3-6 reúnen los indicadores calculados para los municipios estudiados. Zapopan aportó información suficiente para calcular 111 indicadores, mientras que Tlaquepaque sólo 85.

La Figura 3-2 resume la calidad de la información de los indicadores de cada municipio, obtenida a partir de la evaluación de la información base con los criterios descritos anteriormente. En ambos casos predomina la calidad alta y aceptable (87% de los indicadores en Zapopan y 69% en Tlaquepaque), lo que confirma la utilidad de los indicadores elegidos, pues pueden calcularse con información fiable para basar la toma de decisiones en materia.

La Figura 3-3, muestra la proporción global de indicadores valorados como desempeño bueno, regular o deficiente, así como los que no pudieron completarse por falta de información. Zapopan obtiene una mejor valoración global que Tlaquepaque (46% de indicadores con desempeño bueno vs. 36).

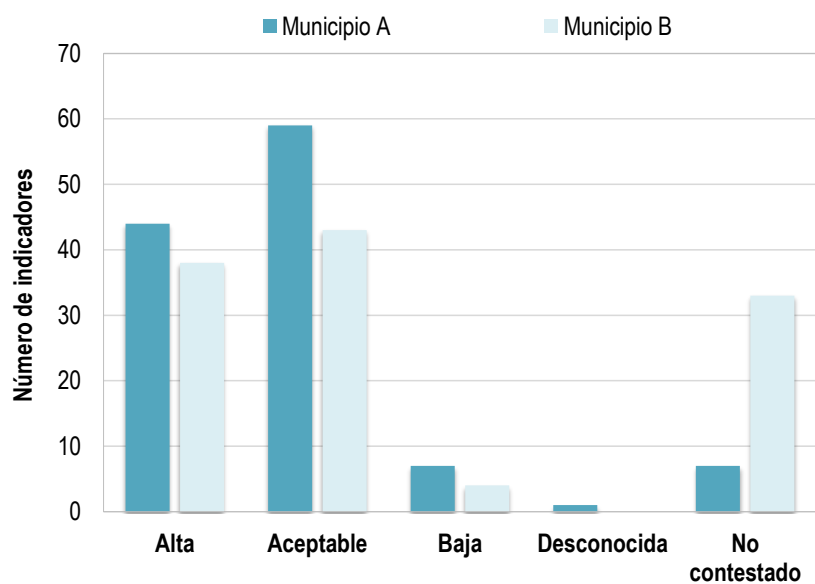


Figura 3-2. Calidad de los indicadores obtenidos en los municipios

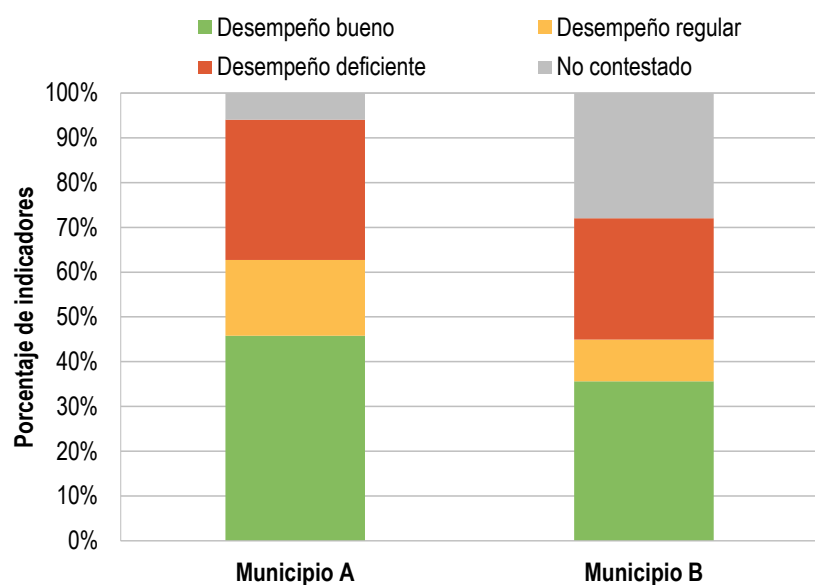


Figura 3-3. Valoración global de indicadores en ambos municipios

En la Figura 3-4 se muestra la proporción de indicadores valorados con desempeño bueno, regular o deficiente, considerando sólo los 79 indicadores comunes, disponibles en ambos municipios. Con este criterio Tlaquepaque obtendría una evaluación ligeramente mejor, cuando en realidad existe una mayor incertidumbre sobre la calidad de su gobernanza, como refleja la menor disponibilidad de información sobre la misma. Esto pone de manifiesto la sensibilidad de los resultados frente a la cantidad de información aportada, y por tanto la necesidad de incluir esta cantidad como variable en cualquier análisis detallado de sistemas complejos como el de gestión de residuos. La ausencia o no disponibilidad para el evaluador de datos necesarios implica deficiencias que deberían ser subsanadas, por tanto, la falta de información debe quedar de manifiesto en una peor evaluación.

Además, adoptar un sistema de evaluación en el que la no disponibilidad de información repercute en peores puntuaciones puede impulsar la mejora del control y la transparencia.

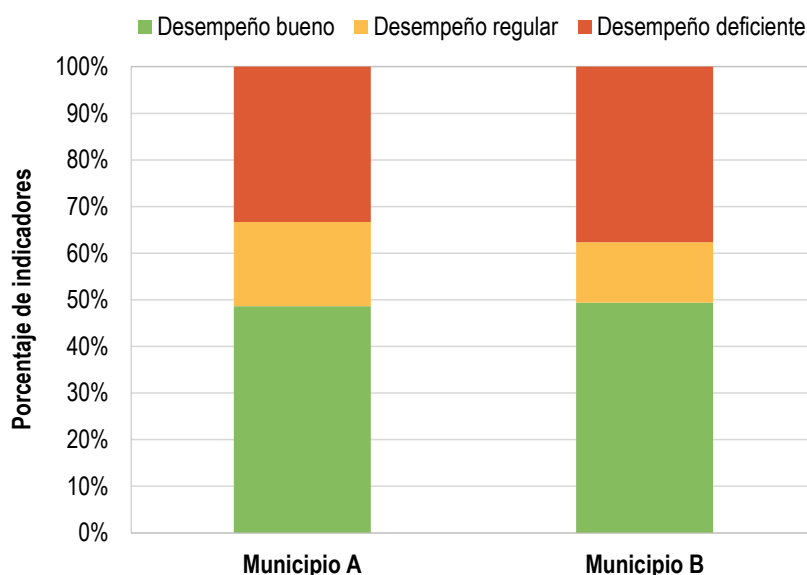


Figura 3-4. Valoración global de indicadores, excluyendo la falta de información

Las causas e impacto de la falta de información se manifiestan claramente en áreas con fuerte presencia del sector informal; en los casos estudiados, por ejemplo, en el área de valorización, como se muestra más adelante. Al ser la información disponible muy escasa, no se puede “agendar” un plan de acción de mejora, se dificulta la toma de decisiones al respecto y ello contribuye a prolongar la situación. Un primer paso para la mejora es, por tanto, generar la información faltante.

3.4.2 Valoración desglosada por categorías de gobernanza

Desglosando la valoración de los indicadores de acuerdo a las categorías de gobernanza propuestas, se obtienen los gráficos de las Figuras 3-5 y 3-6.

Sólo para marco institucional y transparencia y rendición de cuentas ambos municipios tenían disponible toda la información requerida, y obtienen valoraciones similares. La ligera diferencia en el marco institucional se explica debido a distintas tarifas de recolección y relleno sanitario, donde Tlaquepaque queda mejor evaluado.

A pesar de que Tlaquepaque presenta una información de peor calidad, en transparencia y rendición de cuentas ambos municipios obtienen una valoración idéntica, que corresponde a un buen desempeño en los aspectos sociales (tiempo promedio de respuesta a la reclamación y disponibilidad pública de información) y un desempeño inadecuado en los económicos (existencia de una tarifa específica para los hogares y recuperación de costos para el organizador del servicio).

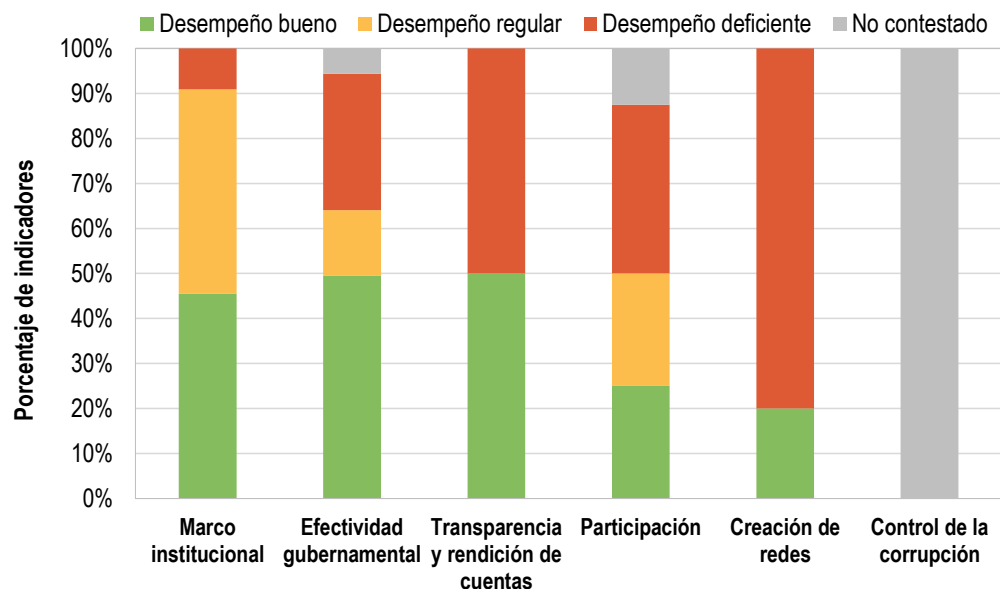


Figura 3-5. Evaluación obtenida por cada categoría de gobernanza para Zapopan

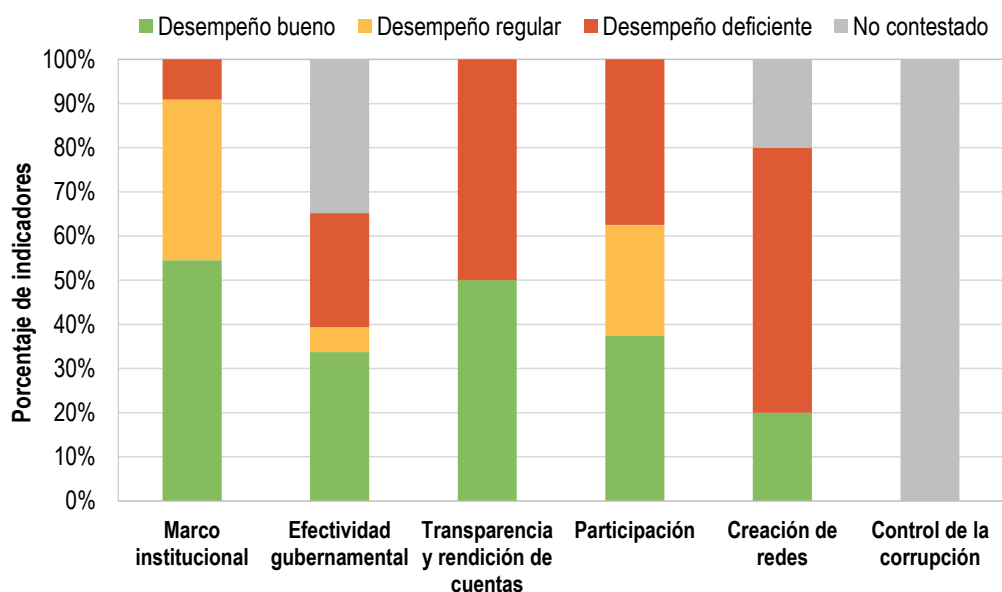


Figura 3-6. Evaluación obtenida por cada categoría de gobernanza para San Pedro Tlaquepaque

La distribución de las valoraciones en todas las categorías es similar en ambos municipios, salvo en efectividad gubernamental, donde Tlaquepaque tiene un alto porcentaje de indicadores no calculados por falta de información. Esta categoría agrupa la mayoría de los indicadores (más del 75%), porque el modelo de indicadores tomado como referencia estaba originalmente orientado a evaluar eficacia y eficiencia operativa. Las diferencias entre ambos municipios se asocian a dos motivos principales: 1) dificultad de acceso a la información sobre aspectos técnicos en Tlaquepaque vinculada a un control poco exhaustivo de las empresas privadas que realizan la transferencia y vertido y 2) insuficiente seguimiento de aspectos ambientales en el mismo municipio (principalmente en limpieza viaria y relleno sanitario).

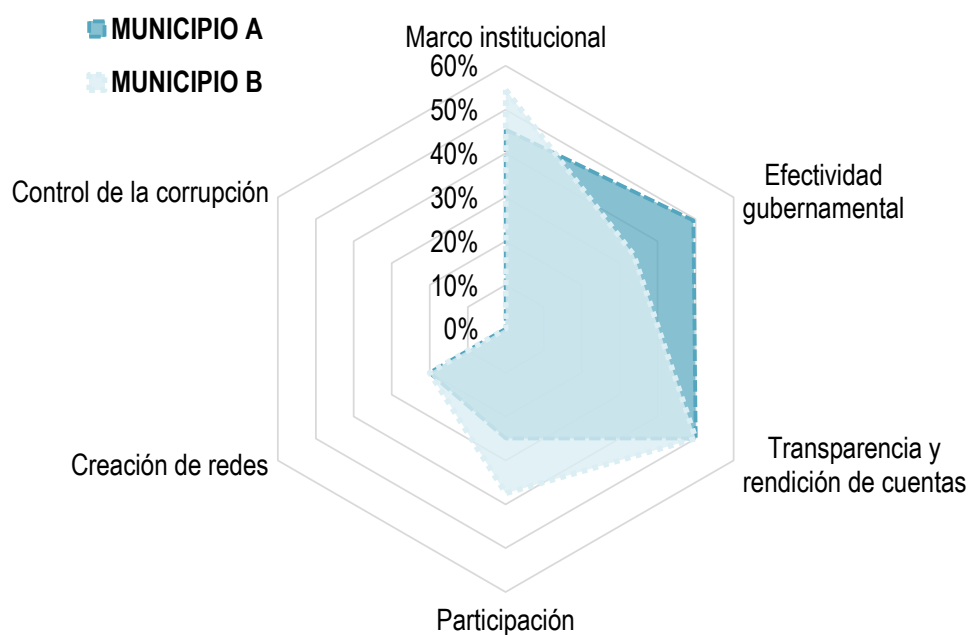
Esto pone de manifiesto la diferencia entre transparencia y rendición de cuentas por parte de la administración municipal, que parece ser similar en los casos estudiados, y la transparencia y rendición de cuentas de los agentes concesionados con la administración, como la empresa privada en Tlaquepaque, que es la que limita la información disponible. En todo caso el municipio también podría intervenir en este ámbito, interponiendo mejores mecanismos de seguimiento y control de las empresas contratadas. Las diferencias en la categoría de participación son consecuencia de los indicadores sobre población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación que influye directamente en evolución de la tasa de generación de residuos municipales, con Tlaquepaque mejor evaluado en ambos. En creación de redes no existen valores intermedios con desempeño regular y los valores negativos son mayoritarios. Esta categoría agrupa diversos aspectos relacionados con el sector informal, y donde existe un gran margen de mejora. Por último, para el control de la corrupción, sólo se propuso un indicador, que en ambos municipios no fue contestado.

Estos resultados parecen corroborar el marco conceptual propuesto, situando el marco institucional como el primer eslabón necesario para construir la gobernanza en gestión de residuos. La falta de respuesta en efectividad gubernamental en Tlaquepaque no permite confirmar que este eslabón sea el segundo a consolidar. Sin embargo, a partir de esta categoría, se observa una “evolución” secuencial hacia la gobernanza coherente con el marco propuesto: el nivel de desempeño en las distintas categorías va disminuyendo al avanzar hacia categorías más complejas, según cuál sea el nivel de gobernanza en que se encuentra el municipio. Así la categoría transparencia y rendición de cuentas obtiene mejor valoración que participación, y ésta mejor que creación de redes.

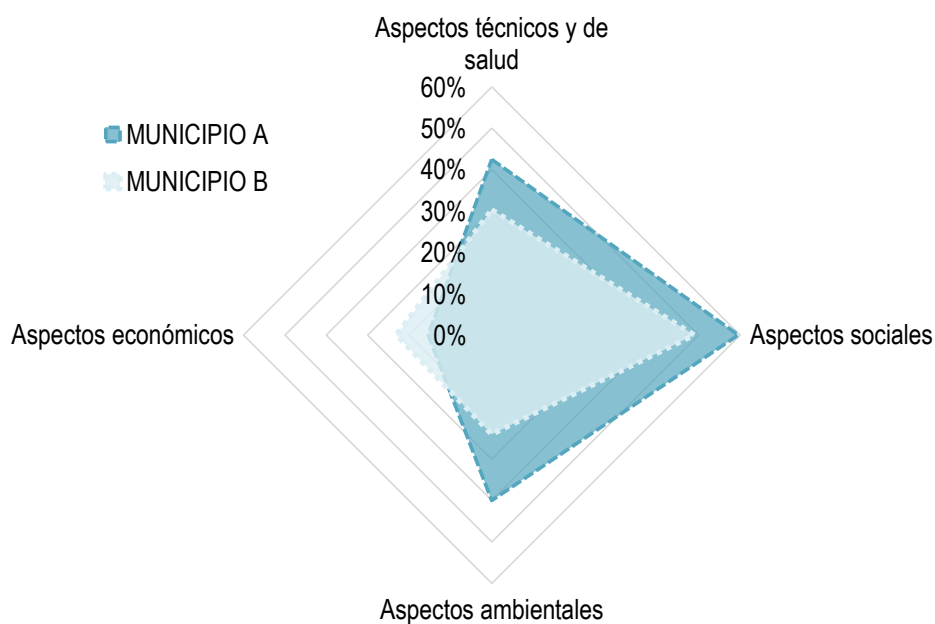
Independientemente de cómo se jerarquicen las categorías de gobernanza, parece razonable asumir que, a mejor gobernanza, mayor sostenibilidad del servicio de gestión de residuos, como se recoge en la Figura 3-1. La Figura 3-7 refleja esta relación en los municipios estudiados, reuniendo el número de indicadores evaluados con desempeño bueno según las categorías de gobernanza (a) y agrupados por atributos de sostenibilidad (b). Zapopan muestra un mejor desempeño global en gobernanza y ello se ve también reflejado en una mayor sostenibilidad.

Por último, en la Figura 3-8 se muestran los indicadores evaluados con un desempeño bueno pero agrupado por componentes, para revelar aquellas áreas con mayor necesidad de mejora. Zapopan destaca en casi todos los componentes, a excepción de recolección, donde Tlaquepaque es superior. Dos indicadores fueron mejor evaluados en Tlaquepaque: Prestaciones relacionadas con el salario y Tarifa promedio. El primero se debe a la existencia de una mayor proporción de contratos de tiempo completo, asociados a mejores prestaciones salariales, y el segundo por tener una tarifa mayor por servicios de recolección (implicando un mejor control sobre ingresos); en ambos casos obligado por ser un ente privado. Por otro lado, de los 7 indicadores del total no contestados por Zapopan, 5 pertenecen a recolección, y por tanto disminuyen su valoración. Esto hace notar nuevamente el impacto de la falta de información, que en el caso de Tlaquepaque se hace evidente en

transferencia y relleno sanitario (a cargo de la empresa privada) y la falta de control en la valorización, a cargo completamente del sector informal en ambos municipios.



(a) Comparación del desempeño bueno obtenido, agregado en categorías de gobernanza



(b) Comparación del desempeño bueno obtenido, agregado en atributos de sostenibilidad

Figura 3-7. Contraste de gobernanza (a) versus sostenibilidad (b) de la gestión de residuos de ambos municipios

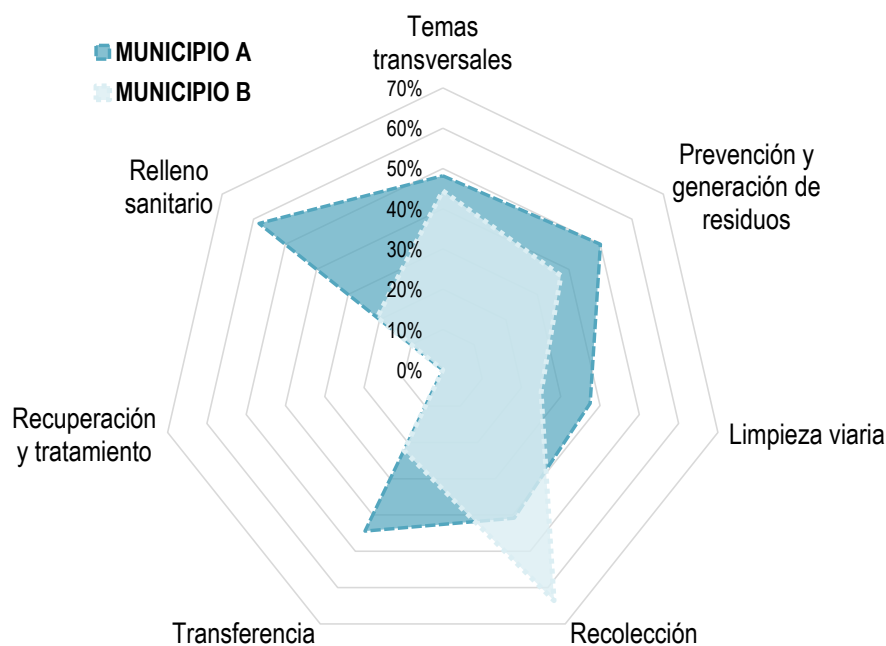


Figura 3-8. Evaluación por componentes para ambos municipios

Diversos autores han analizado la conveniencia de que la GRM sea operada públicamente o por el sector privado (Soos et al., 2013; Massoud y El-Fadel, 2002). La conclusión general es que un modelo de gestión en particular no es inherentemente mejor que otro. En este caso, los resultados obtenidos revelan que Zapopan, cuya gestión de residuos es enteramente operada por el sector público (a excepción de la valorización informal ya comentada) presenta un mejor desempeño en casi todos los componentes evaluados, así como una mayor disponibilidad de información en todos los rubros evaluados.

3.5 Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto una metodología para evaluar la GRIS a nivel local a través de indicadores categorizados según niveles de gobernanza, y se ha puesto a prueba con dos casos de aplicación en el contexto mexicano.

Como parte principal de la metodología, se presenta una propuesta para evaluar la calidad de los indicadores calculados. En los dos casos estudiados los indicadores obtenidos mostraron calidad mayoritariamente alta o aceptable, lo que indica que la información recopilada con el método propuesto es robusta, y puede ser útil para la toma de decisiones de mejora en estos sistemas de gestión de residuos o para su comparación con otros.

Al basarse en otras existentes, una de las debilidades de la metodología es que incluye indicadores cuantitativos predominantemente centrados en aspectos técnicos. Es recomendable crear nuevos indicadores para fortalecer algunas categorías del marco conceptual propuesto, especialmente control de la corrupción. Esta categoría permite evaluar niveles elevados de calidad de gobernanza, de los cuales los casos analizados quedan alejados; por ello la falta de indicadores no ha supuesto limitación en este estudio. De cualquier manera, un estudio de

este tipo, debería complementarse con trabajo de campo, incluyendo trabajo etnográfico, con entrevistas y recorridos en el área de servicio, tal y como fue realizado para esta investigación.

Los resultados obtenidos revelan la importancia de considerar la disponibilidad de información como aspecto fundamental al valorar el GRM. Por ello se propone valorarla de manera explícita, en la categoría de Transparencia y rendición de cuentas, y también considerarla implícitamente, al incluir los indicadores sin información dentro del conjunto valorado: así, para un mismo número de indicadores positivos, la proporción positiva global será menor cuantos menos indicadores se hayan respondido.

De los resultados obtenidos se deriva que Zapopan, que mantiene una gestión totalmente pública a cargo del municipio (a excepción de la valorización en manos del sector informal), es el que mayor cantidad de información dispone, y también el que tiene implantada una mejor gobernanza. San Pedro de Tlaquepaque por su parte dispone de escasa información sobre los componentes del sistema de GRM operados por la empresa concesionaria (transferencia y disposición final). Esto impide evaluar en detalle su desempeño, y repercute en una peor valoración global, según la metodología propuesta. En cualquier caso, ambos municipios presentan deficiencias en la disponibilidad de la información; mejorar el sistema de seguimiento y control es uno de los pasos fundamentales para que mejoren su gobernanza.

3.6 Referencias

- Aguilar, L. F. (2008). *Gobernanza: normalización conceptual y nuevas cuestiones. Cuadernos de Liderazgo nº 17*. Barcelona, España. Retrieved from http://itemsweb.esade.edu/biblioteca/archivo/Cuadernos_de_liderazgo_17.pdf
- Alegre, H., Baptista, J. H., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., ... Parena, R. (2006). *Performance indicators for water supply services*. IWA Publishing. Retrieved from <http://books.google.ca/books?id=9dZGWJy5gwEC>
- Anschütz, J., Ijgosse, J., y Scheinberg, A. (2004). *Putting integrated sustainable waste management into practice. Using the ISWM assessment methodology*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Toolbox/t12/D12_1_Anschuetz_et_al_2004.pdf
- Arndt, C., y Oman, C. P. (2006). *Uses and abuses of governance indicators. Development Centre of OECD*. Paris, Francia: OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development. Retrieved from <https://www.la.utexas.edu/users/chenry/polec/2006/oecd/AE795835C8392A8111572211048C64BBAF3DA2573E.pdf>
- BID-Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía metodológica: Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. Anexo de indicadores (Tercera)*. Retrieved from <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8132/Guia-Metodologica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edicion-Anexo-de-indicadores.pdf?sequence=1>

- CEPT University. (2010). *Performance measurement framework for urban water and sanitation. Vol. I, II*. Ahmedabad, India: CEPT University (PAS project). Retrieved from [https://ocw.un-ihe.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance Measurement Framework Report_Vol I II_not printed.pdf](https://ocw.un-ihe.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance%20Measurement%20Framework%20Report_Vol%20I%20II_not%20printed.pdf)
- CGG- The Commission on Global Governance. (1995). *Our global neighborhood: the report of the commission on global governance*. Oxford University Press (Vol. 27). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Delgado, L. E., Bachmann, P. L., y Oñate, B. (2007). Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(3), 68–73.
- Fontaine, G., y Narváez, I. (2007). *Problemas de la gobernanza ambiental en el Ecuador. Yanusí en el siglo XXI. El Estado Ecuatoriano y la Conservación de la Amazonía*. Quito, Ecuador. Retrieved from <http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/8708...Prologo.pdf>
- González-Estrada, A. (2014). Estimación no-paramétrica del producto interno bruto de los municipios de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(8), 1931–1404. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000800005
- González de Audicana Bengoechea, J., Turcott Cervantes, D. E., y Lobo, A. (2017). Aplicación de indicadores para evaluación y control de servicios de gestión de residuos en municipios del País Vasco. In *VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos: Hacia una Economía Circular*. Santander, España.
- Grindle, M. S. (2004). Good enough governance: poverty reduction and reform in developing countries. *Governance*, 17(4), 525–548. <http://doi.org/10.1111/j.0952-1895.2004.00256.x>
- Guimarães, B., Simões, P., y Marques, R. C. (2010). Does performance evaluation help public managers? A balanced scorecard approach in urban waste services. *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2632–2638. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.039>
- Gutiérrez Avedoy, V. J., Ramírez Hernández, I. F., Encarnación Aguilar, G., y Medina Arévalo, A. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión de residuos: versión extensa*. México D.F., México: INECC - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187440/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- Hsu, A., Johnson, L., y Lloyd, A. (2013). *Measuring progress. A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI)*. New Haven, EEUU: Yale Center for Environment Law & Policy. Retrieved from http://archive.epi.yale.edu/files/ycelp_measuring_progress_manual.pdf
- IBNET-The International Benchmarking Network. (2004). IBNET toolkit instructions. Retrieved from <https://www.ib-net.org/>
- IIEGJ-Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2017a). *Tlaquepaque. Diagnóstico municipal*. Tlaquepaque, México. Retrieved from <https://www.iieg.gob.mx/contenido/Municipios/SanPedroTlaquepaque.pdf>
- IIEGJ-Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2017b). *Zapopan. Diagnóstico municipal*. Zapopan, México. Retrieved from <https://www.iieg.gob.mx/contenido/Municipios/Zapopan.pdf>
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016a). Censo nacional de gobiernos municipales y delegacionales 2015. Módulo 6. Residuos sólidos urbanos. Retrieved February 15, 2017, from

- <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/censosgobierno/municipal/cngmd/2015/>
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016b). Encuesta Intercensal 2015. Retrieved February 15, 2017, from <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/default.html?init=1>
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Gobernanza: una revisión conceptual y metodológica. Documentos de análisis y estadística. *En Números*, 1(8), 69. Retrieved from <http://www.cdeunodc.inegi.org.mx/unodc/articulos/doc/17.pdf>
- Jorquera Beas, D. (2011). *Gobernanza para el desarrollo local*. Santiago de Chile, Chile. Retrieved from https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1366307608n952011gobernanzaparadesarrollolocaljorquera.pdf
- Kaufmann, D., Kraay, A., y Mastruzzi, M. (2009). *Governance Matters VII: aggregate and individual governance indicators 1996-2007. Non-State Actors as Standard Setters*. The World Bank. <http://doi.org/10.1596/1813-9450-4654>
- Kaufmann, D., Kraay, A., y Zoido-Lobaton, P. (1999). *Aggregating governance indicators* (Vol. 2195). (World Bank, Ed.) *Policy Research Working Paper*. Washington D.C., EEUU: World Bank publications. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/167911468766840406/Aggregating-governance-indicators>
- Klunder, A. Van De, y Anschütz, J. (2001). *Integrated sustainable waste management - the concept. Tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme (1995-2001)*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from e-mail: justine@intouch.com
- Knack, S., Kugler, M., y Manning, N. (2002). Second generation governance indicators. *International Review of Administrative Sciences*, Vol. 69 No(25029), 345–364.
- LGPGIR. (2003). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. Diario Oficial de la Federación. México D.F., México.
- Manaf, L. A., Samah, M. A. A., y Zukki, N. I. M. (2009). Municipal solid waste management in Malaysia: practices and challenges. *Waste Management*, 29(11), 2902–2906. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.015>
- Marshall, R. E., y Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988–1003. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>
- Massoud, M., y El-Fadel, M. (2002). Public-private partnerships for solid waste management services. *Environmental Management*, 30(5), 621–630. <http://doi.org/10.1007/s00267-002-2715-6>
- Mastruzzi, M., Kraay, A., y Kaufmann, D. (2007). *Governance Matters VI: aggregate and individual governance indicators, 1996-2006*. (A. Peters, L. Koechlin, T. Forster, & G. Fenner, Eds.) *World Bank Policy Research Paper No. 4280*. Washington D.C., EEUU: The World Bank. <http://doi.org/10.1596/1813-9450-4280>
- Molas-Gallart, J. (2012). Research governance and the role of evaluation: a comparative study. *American Journal of Evaluation*, 33(4), 583–598. <http://doi.org/10.1177/1098214012450938>
- Munizaga, J. (2016). *Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos*. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>
- Naciones Unidas. (1992). *Agenda 21: Programme of action for sustainable development. Rio declaration on environment and development*. Río de Janeiro, Brasil: Naciones Unidas, Departamento de Información Pública. Retrieved from

- https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/agenda21-earth-summit-the-united-nations-programme-of-action-from-rio_1.pdf
- Naciones Unidas. (2017). Total population by sex. Retrieved January 3, 2018, from <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017a). Information and assurance. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-and-assurance/>
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017b). Information quality. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-quality/>
- Paraguassú, F. A., y Rojas, C. R. (2002). *Indicadores para el gerenciamento del servicio de limpieza pública* (Segunda). Lima, Perú: CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/indicadores/indicadores.pdf>
- Peterson, J., y Hughes, S. (2017). Governing garbage: advancing urban sustainability in the context of private service delivery. *Cities*, 70(June), 46–54. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2017.06.008>
- RECC-Red Española de Ciudades por el Clima, y FEMP-Federación Española de Municipios y Provincias. (2007). *Gestión de residuos municipales y limpieza viaria. Guía técnica*. Federación Española de Municipios y Provincias.
- Rich, D., Bhatia, P., Finnegan, J., Levin, K., Mitra, A., Bourrouet, A., ... Lazarus, M. (2014). *Policy and action standard. An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions*. Washington D.C., EEUU: World Resources Institute. Retrieved from https://www.wri.org/sites/default/files/Policy_and_Action_Standard.pdf
- Rypdal, K., y Paciornik, N. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 1. Introducción a las directrices de 2006 (pp. 1–13). Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf
- Schübeler, P. (1996). *Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries*. St. Gallen, Suiza: SKAT - Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/829601468315304079/pdf/400960Municipal1te0framework01PUBLIC.pdf>
- Scoones, I. (2007). Sustainability. *Development in Practice*, 17(4–5), 589–596. <http://doi.org/10.1080/09614520701469609>
- SNIM-Sistema Nacional de Información Municipal. (2005). Municipios en cifras. Finanzas. Retrieved December 22, 2017, from <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Soos, R., Whiteman, A., y Wilson, D. (2013). *Operator models. Respecting diversity. Concepts for sustainable waste management*. GIZ GmbH. Retrieved from <https://www.giz.de/en/downloads/giz2013-swm-operator-models-sourcebook-en.pdf>
- Stoker, G. (1998). Governance as theory: five propositions. *International Social Science Journal*, 50(155), 17–28. <http://doi.org/10.1111/1468-2451.00106>

- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- Turcott Cervantes, D. E., y Lobo, A. (2016). *Cuaderno de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales. Versión preliminar*. Santander, España: Grupo de Ingeniería Ambiental, Universidad de Cantabria.
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- Wartmann, S., Harries, J., Salas, R., y Petrarulo, L. (2015). *Directrices para un marco genérico de MVR para NAMAS en Chile*. (Ministerio de medio ambiente de Chile, Embajada Británica de Santiago, & Low emission capacity building programme Chile, Eds.). Santiago de Chile, Chile.
- Whiteman, A., Smith, P., y Wilson, D. C. (2001). Waste management: an indicator of urban governance. In *Global Habitat Conference on Urban*. Nueva York, EEUU. Retrieved from www.davidcwilson.com
- Whittingham Munevar, M. V. (2005). Aportes de la teoría y la praxis para la nueva gobernanza. *Revista Del CLAD Reforma y Democracia*, (33), 1–15. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/3575/357533665007.pdf>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero Rogero, A., Velis, C., ... Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. (D. C. Wilson, Ed.). Viena, Austria: UNEP-ISWA. Retrieved from <http://www.greenreport.it/wp-content/uploads/2015/09/Global-Waste-Management-Outlook-2015.pdf>



Capítulo 4

Evaluación de aspectos de gobernanza en municipios mexicanos

Este capítulo está en preparación como:

Turcott Cervantes, D. E., Olay Romero, E., Hernández Berriel, M. C., López Martínez, A., Mañón Salas, M. C., & Lobo García de Cortázar, A. *Assessment of governance aspects in waste management systems: Case study in Mexican municipalities*. *Para Ecological Indicators* (2018)

4.1 Introducción

A nivel mundial la población continúa incrementándose, así como la generación de residuos. De acuerdo al Perspectiva Mundial de Gestión de Residuos (Wilson, Rodic, Modak, et al., 2015) la generación es de 2 billones de toneladas/año, tomando en cuenta sólo los municipales. Si a estos se suman otros tipos de residuos (comerciales, industriales, construcción y demolición, etc.), la cantidad se eleva a casi 10 billones de toneladas/año.

Los problemas derivados de la creciente generación de residuos son comunes a nivel internacional. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, con la publicación de la Agenda 21, se establecen las bases para una Gestión de Residuos Municipales (GRM). Se reconoce que la gestión de los residuos debe ser atendida desde su origen, involucrando todos los niveles (local, nacional, regional e internacional) y sectores sociales (gobierno, sector privado, sociedad civil, etc.). Cada país debe articular los instrumentos políticos que sean necesarios para que la GRM mejore a nivel mundial (Naciones Unidas, 1992). Esto implica que la gestión de residuos no solo engloba aspectos técnicos operativos, sino que requiere abordar aspectos más generales, de gobernanza, que afectan a las distintas etapas de gestión, como el marco normativo, políticas y programas, cuestiones sociales y económicas. Esto es especialmente importante en países en desarrollo, donde, como mencionan David C. Wilson, Velis, y Rodic (2013) muchas tecnologías con soluciones exitosas en otros casos no han funcionado, por centrar su implantación únicamente en aspectos técnicos.

Una de las dificultades principales para mejorar los sistemas de GRM es la escasez y deficiente calidad de la información disponible. Además, al no disponer de métodos validados y armonizados para su obtención y procesamiento, la información existente es heterogénea, y esto dificulta su utilización De Clercq y Hannequart, 2010; Gutiérrez Avedoy, Ramírez Hernández, Encarnación Aguilar, y Medina Arévalo, 2012; Rodríguez-Hurtado, Jori-Ramírez, Palomino, Molina-Cruzate, y Lumbreras-Martín, 2008. Los municipios son clave para recolectar y analizar los diversos datos necesarios para alcanzar una GRM adecuada (Agovino, D'Uva, Garofalo, y Marchesano, 2018). Para ello son necesarias herramientas que ayuden a recopilar y sistematizar de manera coherente su información, para después evaluar y mejorar todos los aspectos, técnicos y de gobernanza del sistema.

Puesto que *"lo que no se mide, no se controla"* (Velis y Brunner, 2013), para tomar decisiones acertadas es imprescindible contar con un grupo de indicadores que permita caracterizar el sistema con detalle suficiente (Wilson, Rodic, Modak, et al., 2015). A lo largo del tiempo se han publicado distintas propuestas con este objetivo. En 1990, comenzaron a utilizarse indicadores para medir el desempeño de la GRM, así como para la toma de decisiones de inversión, niveles de aceptación pública, participación social y necesidades ambientales (Sanjeevi y Shahabudeen, 2015). Diversos países Europeos, incorporaron indicadores buscando inicialmente la

minimización de costos y posteriormente indicadores para evaluar la parte ambiental, social, administrativa y económica en su conjunto (Desmond, 2006; Ristić, 2005; Sanjeevi y Shahabudeen, 2015). Más tarde se incorporaron parámetros que consideran también el ciclo de vida y la economía ecológica (Moutavtchi, Stenis, Hogland, y Shepeleva, 2010). Whiteman, Smith, y Wilson (2001) proponen indicadores primarios y secundarios que pueden usarse para evaluar la gobernanza urbana incluyendo aspectos sociales, financieros, ambientales y técnicos. Por su parte UN-HABITAT (2010) y Wilson, Rodic, Scheinberg, Velis, y Alabaster (2012) presentan indicadores de aspectos “blandos” (inclusión de usuarios y proveedores, sostenibilidad financiera, coherencia institucional) y aspectos técnicos (componentes físicos) aplicados a 20 ciudades en diferentes partes del mundo.

Como se describe en Turcott Cervantes, López Martínez, Cuartas Hernández, y Lobo García de Cortázar (2018), entre los trabajos publicados predominan propuestas para regiones específicas, países desarrollados o que no incorporan los aspectos de gobernanza de la gestión de residuos. En la búsqueda de un grupo de indicadores que pueda llegar a estandarizarse como herramienta de evaluación y control de los sistemas de GRM, en este trabajo se muestra la aplicación de un nuevo conjunto de indicadores básicos enfocados a aspectos de gobernanza, para diagnosticar estos sistemas en un área que abarca 66 municipios mexicanos. Al tratarse de un país en desarrollo, con una gran población y en crecimiento, México es un buen ejemplo de la complejidad actual en gestión de residuos.

Los resultados obtenidos pueden servir de referencia, como línea base para el seguimiento y planificación de los sistemas de GRM en los municipios estudiados, y para lugares similares. Además, permiten identificar la información fácilmente accesible, sobre la cual configurar un grupo de indicadores básicos para el diagnóstico, seguimiento y mejora del servicio en municipios que comienzan a implantar un sistema estructurado de GRM.

4.2 Área de estudio

México se encuentra entre los diez países más poblados del mundo (Naciones Unidas, 2017). Fue el primer país en desarrollo en ingresar a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, en 1994 (OECD, 2015). Esto, aunado a la previa firma del *Tratado de Libre Comercio de Norteamérica* en 1992, generó presiones externas para que avanzara en su marco normativo en gestión de residuos, especialmente en lo relacionado con residuos peligrosos. Sin embargo, a pesar de otras leyes y reglamentos ambientales publicados previamente, hasta 2003 no se publicó la primera ley específica para gestión de residuos a nivel nacional: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003). Esta norma otorga a los estados y municipios la responsabilidad de manejar los residuos sólidos municipales (RSM) y la obligación de elaborar los instrumentos de planeación y control necesarios para garantizar su correcta gestión, por ejemplo, programas y reglamentos, diagnósticos sobre la gestión actual de residuos, entre otros (LGPGIR, 2003). Esta ley contempla dentro de sus principios, algunos aspectos de gobernanza que también han sido plasmados por Anschütz, Ijgosse, y

Scheinberg (2004) y David C. Wilson, Rodic, Cowing, et al. (2015) como la responsabilidad extendida del productor, la educación ambiental, acceso a la información y transparencia, entre otros.

Sin embargo, a pesar de estos avances, México sigue teniendo diversos problemas y rezagos relacionados con la GRM. En el último diagnóstico realizado a nivel nacional (Gutiérrez Avedoy et al., 2012) se menciona que en la GRM “no parece haberse logrado el aseguramiento de su sustentabilidad ambiental, económica, administrativa, técnica y social”. Esto se respalda con diversos datos derivados del mismo diagnóstico, donde la cobertura de recolección reportada es del 84% y de los 2457 municipios existentes 67% tienen tiraderos a cielo abierto o sitios controlados y sólo 42 tienen publicado un *Programa municipal* para la gestión de residuos (Gutiérrez Avedoy et al., 2012).

Los 66 municipios analizados en este trabajo están distribuidos en la periferia del Estado de México y los estados aledaños de Querétaro, Hidalgo, Guerrero y Morelos (Figura 4-1). En conjunto estos cinco estados concentran el 22,2% de la población del país, con una proporción de pobreza promedio del 48,7%. En 2012 produjeron el 23,5% de los 42.403 millones de toneladas de RSM generados en México. Los municipios seleccionados en esta área son heterogéneos en población (rango de 5.780 a 366.321 habitantes), ingresos (1.923.240 a 113.910.338 USD/año), pobreza (12,6 al 84,4%) y densidad poblacional (16 a 1.823 habitantes/km²) (CONEVAL, 2018; INEGI, 2018; SEDESOL, 2013; SEMARNAT, 2015).

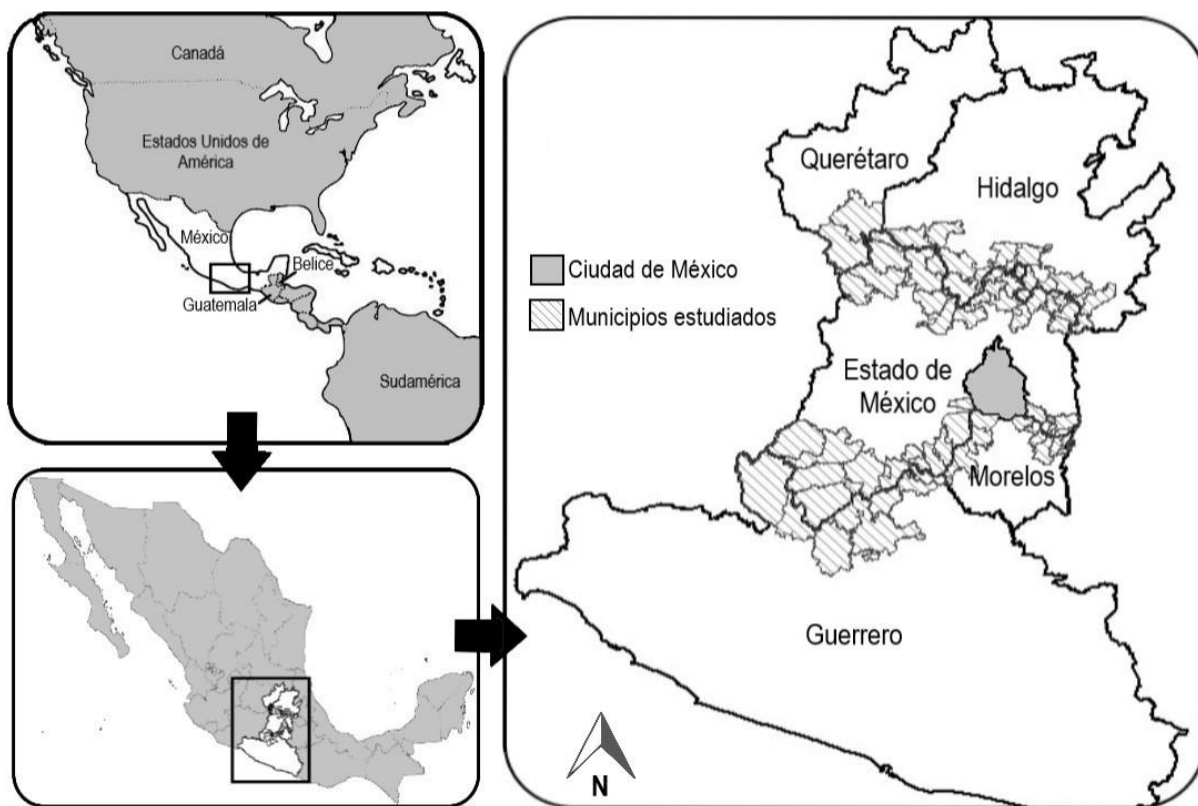


Figura 4-1. Localización de los 66 municipios incluidos en el estudio

La situación de estos municipios se ve influida por la gestión de residuos de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), con más de 20 millones de habitantes, que incluye la ciudad de México y 60 municipios del Estado de México e Hidalgo. Dieciséis de los municipios estudiados pertenecen a la ZMVM, pero todos son pequeños en comparación con las grandes urbes de la zona, cada una de las cuales alberga más de 500.000 habitantes. La densidad media urbana, de 2.656 habitantes/km² (SEDATU, CONAPO e INEGI, 2015), genera una gran competencia sobre la superficie disponible para realizar la disposición final de los residuos, y ello ha llevado a que municipios del Estado de México y Morelos reciban actualmente los RSM de la Ciudad de México (SEDEMA, 2018).

4.3 Metodología

4.3.1 Sistema de evaluación

4.3.1.1 Indicadores utilizados

Para este estudio se seleccionó un grupo de indicadores entre los propuestos por Turcott Cervantes y Lobo (2016) y del documento *“Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos”* (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006). Este documento, está basado en la legislación mexicana (LGPGIR y su reglamento), se empleó como referencia para preparar la cédula de entrevista para la recopilación de datos (LGPGIR, 2003).

La propuesta de indicadores de Turcott Cervantes y Lobo (2016) está basada en un marco conceptual construido a partir de los objetivos que debe cumplir la gestión de residuos: proteger la salud pública cumpliendo los atributos de sostenibilidad (sociales, ambientales y económicos). La explicación y propuesta de este marco conceptual se recoge en detalle en Turcott Cervantes, López Martínez, et al. (2018). Con poco más de 90 indicadores propuestos, permite evaluar por separado los aspectos de gobernanza, que son transversales a las distintas etapas del servicio, y los aspectos técnicos de cada una. Este trabajo se centra en los primeros. Para estudiarlos en el plazo disponible en su momento (un año), considerando la disponibilidad de información en los municipios, se seleccionaron los 13 indicadores recogidos en la Tabla 4-1.

La valoración de cada aspecto informado por los indicadores se basa en “valores de referencia”, que permiten clasificar el desempeño en tres categorías:

- Bueno (verde): cuando el valor del indicador se encuentra en el rango sugerido o esperado.
- Regular (amarillo): cuando el desempeño es potencialmente problemático o presenta alguna deficiencia no grave. Según la cualidad medida, algunos indicadores no permiten esta categoría (ver ejemplos en la Tabla 4-1).
- Deficiente (rojo): indicador con desempeño problemático de acuerdo con los valores de referencia establecidos.

Tabla 4-1. Indicadores propuestos para evaluar aspectos de gobernanza de los sistemas de GRM

Indicador	Unidad de medida [1]		Descripción		Componente [2]	Valores de referencia [1] [3]				
Categoría: <i>Legislación y políticas</i>										
Existencia de legislación	Si	No	Indica si existe legislación actualizada sobre gestión de residuos a nivel municipal.			TR	SI	NO		
Cumplimiento de la legislación	Si	PL	No	Evalúa el nivel de cumplimiento de la legislación existente sobre gestión de residuos.			TR	SI	NO	
Planeamiento para la gestión de residuos	Si	PNE	No	Evalúa la existencia y vigencia de un plan integral para la gestión de residuos publicado por la entidad evaluada (SI) o bien a nivel estatal (PNE).			TR	SI	PNE	NO
Diagnóstico de la gestión de residuos	Si	PL	No	Evalúa si se ha realizado un diagnóstico integral de todo el sistema de manejo y/u otros estudios complementarios sobre gestión de residuos.			TR	SI	PL	NO
Categoría: <i>Desarrollo de personal</i>										
Perfil del personal en puestos clave	Si	PL	No	Evalúa si los puestos clave (encargado de ecología y encargado de aseo público) están ocupados por personal adecuadamente capacitado: <i>cualificación</i> (educación académica del área de ingeniería o afin) y <i>experiencia</i> (un año en adelante). Si se cumplen ambos requisitos en los dos puestos clave, la evaluación fue “SI”, si sólo se cumplía en uno de los puestos “PARCIAL” y en ninguno “NO”.			TR	SI	PL	NO
Personal informal	%		Evalúa el porcentaje de personal informal existente respecto al total de trabajadores (formales+informales).			TC, LV, R, D	≤10 [4]	11-35 [4]	>35 [4]	
Personal formal	Trabajadores /10.000 hab		Relaciona los trabajadores implicados directamente por cada 10,000 habitantes ó 1000 toneladas.			LV	≥4 [5]	2 -3	<2	
	Trabajadores /1.000 t					R	≥0,1	0,001 – 0,999	<0.001	
						D	≥0,05	0,02 – 0,04	<0.02	
Salario promedio comparado con el salario mínimo	%		Compara el salario promedio (para puestos operativos únicamente) con el salario mínimo (que en el caso de la zona de estudio es de USD\$4.3/día)			LV, R, D	≥200	100-199	<100	
Empleados con prestación de servicio médico	Si	PL	No	Evalúa si todos los empleados tienen prestación de servicio médico.			LV, R, D	SI	PL	NO

Tabla 4-1 (continuación). Indicadores propuestos para evaluar aspectos de gobernanza de los sistemas de GRM (continuación)

Indicador	Unidad de medida [1]		Descripción		Componente [2]	Valores de referencia [1] [3]	
Categoría: <i>Economía</i>							
Presupuesto para la GRM	Si	No	Evalúa la existencia de un presupuesto específico y diferenciado para la GRM.		TR	SI	-
Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal	%		Evalúa el porcentaje de presupuesto municipal que corresponde a la gestión de residuos.		TR	10-15 [5][6]	6-10 ó 16-20
Existencia de tarifa específica	Si	No	Evalúa la existencia de una tarifa específica para el cobro de la GRM a los ciudadanos.		TR	SI	-
Costo total	USD\$/km				LV	15-20 [5]	10-15 ó 21-25
					R	30-100	15-29 ó 101-130
	USD\$/t		Evalúa el costo respecto a la longitud barrida (km), toneladas recolectadas de residuos o ingresadas a la instalación.		D	8-20	6-8 ó 21-25
					TC	88 -190	55-87 ó 191 -245
							< 55 ó > 245

[1] PL: Parcial, PNE: Publicado a Nivel Estatal
[2] TR: transversal, TC: total sumando todos los componentes, LV: limpieza viaria, R: recolección, D: disposición final.
[3] Todos los valores de referencia sin número fueron propuestos por (Turcott Cervantes y Lobo, 2016)
[4] Propuesto con base en
[5] (Paraguassú y Rojas, 2002)
[6] (UN-HABITAT, 2010)

A este proceso se le llama “semaforización”, pues permite obtener un color de semáforo para cada indicador (BID, 2013), ayudando a clasificar el estatus de avance y priorizar la atención sobre los aspectos evaluados. Este método es, al mismo tiempo, un proceso de normalización por categorías (Schuschny y Soto, 2009) que facilita la agregación posterior de los datos para su análisis.

Los valores de referencia utilizados para este estudio se muestran en las últimas columnas de la Tabla 4-1. Son *orientativos y dinámicos*, que deben ajustarse según los objetivos y alcance de cada estudio, considerando el marco normativo de la zona, las mejores prácticas en la región o ciudades similares, y aportes de especialistas, entre otros. Deberían buscar el equilibrio entre la consideración del contexto local y la observación de estándares internacionales, para que puedan sustentar un sistema coherente de evaluación comparativa (BID, 2013).

Los valores de referencia para muchos atributos (económicos, sobre el sector informal, por ejemplo) son muy sensibles a particularidades locales (marco jurídico, actividad económica preponderante, usos y costumbres) (BID, 2013; 2016): por ello los valores de referencia utilizados en este estudio corresponden en su mayoría a valores regionales para América Latina y el Caribe (ALC), así como para México, por lo que son útiles para estudios en otras áreas con características similares.

En todos los indicadores de costos se han establecido valores de referencia “*centrales*”, puesto que, si bien para una misma calidad de servicio es preferible un menor presupuesto, en el área estudiada y en los países en desarrollo en general, el menor costo no es necesariamente el mejor escenario, pues no existen estándares de calidad comunes a todos los servicios. Para limpieza viaria se ha recurrido a la referencia de Paraguassú y Rojas (2002) para ALC, que consideran un rango aceptable de 15 a 20 USD\$/km que incluyen el pago de salarios y prestaciones laborales, provisión de herramientas y materiales, así como equipos de protección apropiados. En recolección y disposición final se construyó una base de datos con valores reportados para México y ALC (Acurio, Rossin, Teixeira, y Zepeda, 1997; OECD y CEPAL, 2005; Sánchez López y Hernández Median, 2009; Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza, 2011) Turcott Cervantes, Venegas Sahagún, y Lobo, 2018). Para el costo total, los valores de referencia se obtienen por suma de los rangos propuestos para cada etapa, permitiendo así incluir los valores máximos y mínimos posibles.

En cuanto al *Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal*, se ha utilizado el rango propuesto por Paraguassú y Rojas (2002) para la región de ALC, de 10 a 15%. Este rango concuerda con los valores reportados en UN-HABITAT (2010) que incluye tanto ciudades de países desarrollados y en desarrollo, y en Kaza, Yao, Bhada-Tata, y Woerden (2018) para países de ingresos medios.

La referencia ideal para el indicador *Personal informal*, sería del 0%, pero éste es difícil de alcanzar, inclusive en países desarrollados (dos Santos y Wehenpohl, 2001; González de Audicana, 2017). Adoptar este valor no sería útil en los casos estudiados, pues no permite la comparación y nunca se alcanzaría un desempeño adecuado. Por ello se adoptaron rangos locales, en consonancia con los datos reportados para ALC por Tello-Espinoza et al. (2011).

Por otro lado, la estructura organizacional existente distribuye las actividades del servicio municipal de basuras entre dos áreas, la de ecología y la de aseo público, siendo habitualmente esta última la encargada de coordinar y/u operar el servicio. Por ello, para evaluar el indicador *Perfil del personal en puestos clave*, se preguntó únicamente por los encargados de estas áreas.

4.3.1.2 Calidad de la información

Por último, como una parte esencial de la metodología, se propone evaluar la calidad de los datos base utilizados para calcular los indicadores. A pesar de la dificultad que implica clasificar la calidad de la información (Hsu, Johnson, y Lloyd, 2013), es importante conocer las limitaciones de los datos recopilados. Se trata de conocer la fiabilidad de los indicadores para evitar que el empleo de información incierta lleve a decisiones incorrectas o sesgadas.

Diversos autores proponen varias aproximaciones con este objetivo (Alegre et al., 2006; CEPT University, 2010; Hsu et al., 2013; IBNET, 2004; OFWAT, 2017a, 2017b; Rich et al., 2014; Rypdal y Paciornik, 2006; UN-HABITAT, 2010; Wartmann, Harries, Salas, y Petrarulo, 2015). Basada en estos trabajos, se desarrolló una nueva metodología en la que la calidad de los datos recopilados puede evaluarse de acuerdo con los siguientes criterios (Tabla 4-2): a) origen de los datos, b) nivel de incertidumbre, c) cobertura temporal y d) cobertura espacial. Cada uno de estos criterios se califica con valores entre 0, 5, 10 y 15 puntos, como se recoge con detalle en el Anexo H. La puntuación global es la suma de los puntos obtenidos para cada criterio, obteniendo así, el tipo de calidad del dato. Si uno o más de los criterios son evaluados con cero puntos, la calidad debe clasificarse como desconocida. Una vez clasificada toda la información base, ésta es utilizada para clasificar la calidad de los indicadores que se calculen a partir de ella.

Además en todos los casos se documentó la ausencia de datos (valores faltantes), como parte esencial del control de calidad (Winiwarter, Mangino, Ajavon, y McCulloch, 2006). La clasificación utilizada fue: a) *dato no aplicable* (p.e. no existen estaciones de transferencia), b) *datos no disponibles* (no se ha medido o evaluado por falta de recursos), c) *no contestado* (se sospecha que existe la información pero no está disponible públicamente o de difícil acceso, también puede ser desconocida por el personal entrevistado), d) *incluida en otro componente* (p.e. no se tienen desglosados costos por separado o se comparten instalaciones para varias operaciones) o e) *desconocido* (no se conoce la razón de la falta de información).

Tabla 4-2. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores

Tipo de calidad		Puntuación global*	Criterios			
			Origen de los datos	Nivel de incertidumbre	Cobertura temporal (años)	Cobertura espacial
Alta		60-55	Mediciones o evaluaciones directas	Bajo ó 0-5%	≤3	Toda el área evaluada
Aceptable		50-40	Algunos datos calculados o modelados	Medio ó >5- ≤25%	>3 - ≤10	Sólo una parte del área evaluada
Baja		35-20	Datos en su mayoría sustitutos o imputados	Alto ó >25%	>10	Áreas similares o cercanas a la que se está evaluando
Desconocida		≤15puntos	Si uno (o más de uno) de los criterios establecidos es desconocido o igual a cero, o no se evaluó la calidad.			

*Se obtiene con la fórmula:
Calidad de información base= f{(origen de los datos)+(nivel de incertidumbre)+(cobertura temporal)+(cobertura espacial)}, donde para cada criterio se desarrolló una tabla de puntaje para su evaluación que puede consultarse a más detalle en el Anexo H.
Calidad de indicadores = Peor valor de calidad de toda la información base utilizada para su cálculo.

4.3.2 Trabajo de campo y validación de la información

La información publicada sobre la GRM en el área de estudio es escasa. Por ello el estudio se basó en entrevistas e inspecciones en campo. Este método requiere una fuerte asignación de recursos, pero permite alcanzar un mejor nivel de respuesta aceptable y mayor precisión en los resultados (Kusek y Rist, 2004).

El trabajo de campo se realizó entre julio de 2016 y agosto de 2017. Para recopilar la información necesaria se elaboró una cédula de entrevista, que fue aplicada en una primera visita a todos los municipios considerados. Recopilada y procesada la información obtenida, se realizó una segunda visita a 12 de los municipios para corroborar información y tratar de completar los vacíos de información. Algunos de los municipios fueron visitados hasta en cuatro ocasiones tratando de completar la información recopilada. Las entrevistas realizadas en los municipios fueron atendidas en un 80% por mandos altos y medios (directores y subdirectores, secretarios generales, coordinadores, etc.), generalmente del área de Servicios Municipales, que incluye el de Aseo Público. Las entrevistas se extendieron durante aproximadamente 2 horas por cada municipio en promedio, complementadas con visita a los sitios de disposición final para inspección, de duración promedio 3 horas.

Una vez finalizado el trabajo de campo y compilados los conjuntos de datos base se procedió a su validación mediante una doble verificación. Primero se filtró la información base, comprobando que los datos cuantitativos correspondieran a rangos razonables (p.e. toneladas de acuerdo con el tamaño de la población o a lo ingresado a través de la recolección) y, para algunos valores cualitativos, se comprobó su veracidad a través de la

recopilación de información documental (p.e. instrumentos legislativos publicados en las páginas o en las gacetas oficiales). Una segunda validación, se realizó tras calcular los indicadores, comparándolos con los valores de referencia propuestos para detectar posibles valores anómalos. Se finalizó con un análisis a través del software estadístico *Minitab 15* para detectar posibles valores atípicos en los resultados. Tras esta doble validación se eliminaron los valores anómalos que, además de no encajar en rangos razonables, presentaban una calidad “desconocida”. En este proceso se realizó un análisis detallado, caso por caso, para evitar eliminar datos útiles. En el contexto de indicadores económicos y de personal informal, por ejemplo, pueden existir datos singulares, fuertemente influidos por factores locales y por ello se salen del rango general de referencia.

Por otro lado, a lo largo de todo el estudio se procuró llevar una clara documentación del origen de cada dato (año, fuente documental o recopilado en campo, etc.). Esto, sumado a la evaluación de la calidad, y a la información adicional recopilada durante el trabajo de campo, es la base para una correcta interpretación de los indicadores obtenidos, y de las consecuencias y limitaciones de los datos utilizados (Hsu et al., 2013). La necesaria interpretación detallada de cada indicador (BID, 2016), ha sido respaldada por la experiencia de especialistas regionales, ayudando a obtener una evaluación más contextualizada.

Para detectar tendencias comunes en el área de estudio se agregaron los datos de acuerdo a la semaforización-normalización propuesta. Además, se evaluó la correlación entre indicadores usando un programa personalizado de *Python* ejecutado en *Jupyter Notebook*. El coeficiente de correlación estándar (también llamado r de Pearson) entre diferentes indicadores se calculó utilizando la función “*corr*” del objeto de marco de datos de la biblioteca *Pandas*

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 Resultados globales

En la Tabla 4-3 se muestra un resumen de los resultados de desempeño alcanzados en cada indicador en el conjunto de municipios que integran el área de estudio, de acuerdo con los valores de referencia propuestos. Además, se incluye el valor máximo y mínimo obtenido para los indicadores cuantitativos y el número de municipios que no brindaron información. En el Anexo C se recogen los resultados detallados para cada municipio.

Tabla 4-3. Resumen de los resultados obtenidos para cada indicador

Indicador	Unidad de medida	Componente [1]	Número de municipios distribuidos por desempeño					Rango de valores	
			Bueno	Regular	Deficiente	No contestado	Max.	Min.	
Categoría: Legislación y políticas									
Existencia de legislación	Si/No	TR							

Los municipios estudiados presentan dos modelos de gestión: en más del 60% el servicio de GRM es gestionado públicamente en su totalidad, mientras que en el resto de los municipios la gestión es mixta (pública y privada). No se encontraron correlaciones significativas entre el desempeño y el tipo administrativo de gestión utilizado.

La Figura 4-2 muestra los resultados agregados en las categorías de gobernanza evaluadas. En ella, y en la columna “No contestados” de la Tabla 4-3, destacan la categoría de economía y los aspectos relacionados con la disposición final, que son los que han obtenido menor proporción de respuesta.

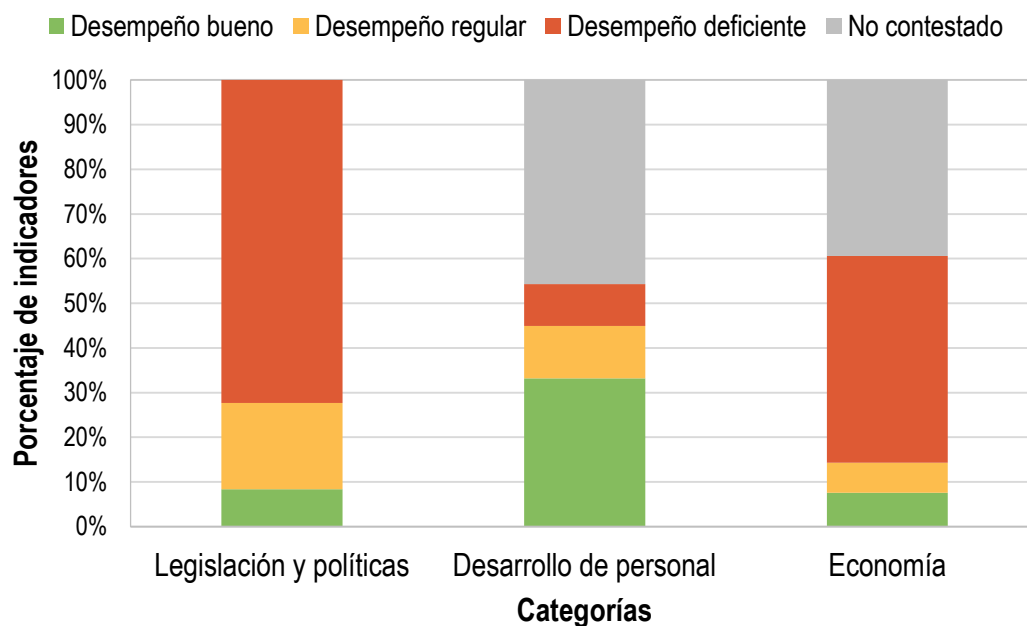


Figura 4-2. Resultados globales en el área de estudio para las tres categorías de aspectos de gobernanza

En la categoría económica, el indicador *porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal* es el menos respondido. Sólo 9 de los 66 municipios cuentan con un *presupuesto diferenciado para la GRM*, de los cuales sólo 4 reportan el valor del mismo. Del resto no se ha logrado recopilar información suficiente para calcular el indicador mencionado. Además, la gestión conjunta del presupuesto del servicio con otras áreas dificulta el seguimiento de los egresos, lo que se refleja en el resto de los indicadores referentes a economía.

La disposición final, por su parte, al ser la etapa más alejada de la población, aparece menos controlada, con mayor porcentaje de personal informal y menos información de seguimiento disponible. Esto se puso en evidencia en este estudio, en el que se obtuvo menos del 40% de la información solicitada. De hecho, los sitios de disposición final del 52% de los municipios son tiraderos a cielo abierto, lo que explica directamente la escasa disponibilidad y calidad de los datos.

En la categoría de legislación y políticas se ha obtenido mayor cantidad de respuestas, porque la información requerida exige menos esfuerzos específicos para su obtención (p.e. para responder sobre la existencia de legislación o planeamiento).

En la Tabla 4-4, se muestra un resumen de los resultados de calidad obtenidos para cada indicador, así como el número de municipios que no brindaron información (*no contestados*).

Tabla 4-4. Resumen de los resultados de calidad obtenidos para cada indicador

Indicador	Componente [1]	Número de municipios distribuidos por la calidad del indicador									
		Alta	Aceptable	Baja	Desconocida	No contestado					
Categoría: Legislación y políticas											
Existencia de legislación	TR		4		8		1		53	0	
Cumplimiento de la legislación	TR		0		0		0		66	0	
Planeamiento para la gestión de residuos	TR		0		0		0		66	0	
Diagnóstico de la gestión de residuos	TR		0		14		0		52	0	
Categoría: Desarrollo de personal											
Perfil del personal en puestos clave	TR		26		0		1		12		27
Personal informal	TC		0		13		0		2		51
	LV		12		34		0		0		20
	R		0		43		0		0		23
	D		0		16		0		2		48
Personal formal	LV		0		61		0		0		5
	R		0		41		0		18		7
	D		0		21		0		2		43
Salario promedio comparado con el salario mínimo	LV		0		41		0		0		25
	R		0		37		0		3		26
	D		0		11		0		3		52
Empleados con prestación de servicio médico	LV		0		52		0		0		14
	R		0		36		2		0		28
	D		0		10		0		3		53
Categoría: Economía											
Presupuesto para la GRM	TR		0		12		47		7		0
Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal	TR		0		4		0		0		62
Existencia de tarifa específica	TR		0		61		0		4		1
Costo total	LV		0		9		0		27		30
	R		0		18		0		33		15
	D		0		2		1		29		34
	TC		0		0		0		26		40
[1] TR: transversal. TC: total sumando todos los componentes. LV: limpieza viaria. R: recolección. D: disposición final.											

[1] TR: transversal, TC: total sumando todos los componentes, LV: limpieza varial, R: recolección, D: disposición final.

Como se observa, predomina la calidad aceptable de los datos (52% de todos los indicadores contestados), seguido de calidad desconocida (39%).

Contrasta la categoría de *Legislación y políticas* donde predomina la calidad desconocida de la información, a pesar de la alta tasa de respuesta obtenida. En desarrollo de personal ocurre lo contrario: predomina la calidad aceptable a pesar de que la tasa de respuesta es limitada. En el primer caso si bien se buscó en fuentes oficiales, el resultado obtenido se debe a que la mayoría de la información no pudo ser corroborada documentalmente, ya que no está accesible al público. En el caso de desarrollo de personal, la información puede obtenerse a partir de la nómina pagada, lo que facilita su trazabilidad, y es en limpieza viaria y recolección donde se tiene mejor control de ello.

En *Economía*, existe un aparente equilibrio entre información de calidad aceptable y desconocida, influido principalmente por la calidad obtenida en el indicador de existencia de tarifa específica (ver detalle en la Tabla 4-4). Finalmente, sobresalen algunos indicadores con calidad alta y baja:

- Calidad alta: *perfil de personal en puestos clave*, porque la información fue recolectada directamente con los implicados en esta evaluación (mandos altos y medios). *Personal informal en limpieza viaria* porque, a diferencia de otros componentes de la GRM, en México suele reconocerse el trabajo de los barredores manuales informales, por lo que, el municipio suele tener claro conocimiento sobre el personal que atiende ciertas zonas en la ciudad. Además, al darse prioridad al barrido a las zonas céntricas y peatonales, se facilita este control.
- Calidad baja: *Presupuesto específico para la GRM*, denotando un deficiente control de los costos que repercute en todos los indicadores económicos.

La Figura 4-3 muestra los resultados de desempeño obtenidos en los municipios estudiados para los aspectos considerados en este trabajo. Se muestra asimismo los resultados globales de calidad de datos (sumando calidad *alta* y *aceptable*, que serían los datos más fiables). Como se aprecia en la Figura 4-3(a), sólo un municipio obtiene una valoración mayoritaria positiva en los indicadores estudiados. Se trata de un municipio en el Estado de México, uno de los tres que reportaron recolección diferenciada (orgánicos separados de reciclables). Este municipio también realiza campañas de concientización a los ciudadanos y capacitaciones periódicas a todo el personal (mandos altos, medios y operativos), tiene marco legal local, lleva un control adecuado de sus gastos (presupuesto diferenciado, datos con costos completos, etc.) y es el que más invierte en la gestión de los residuos de todos los estudiados: 135 USD\$/t.

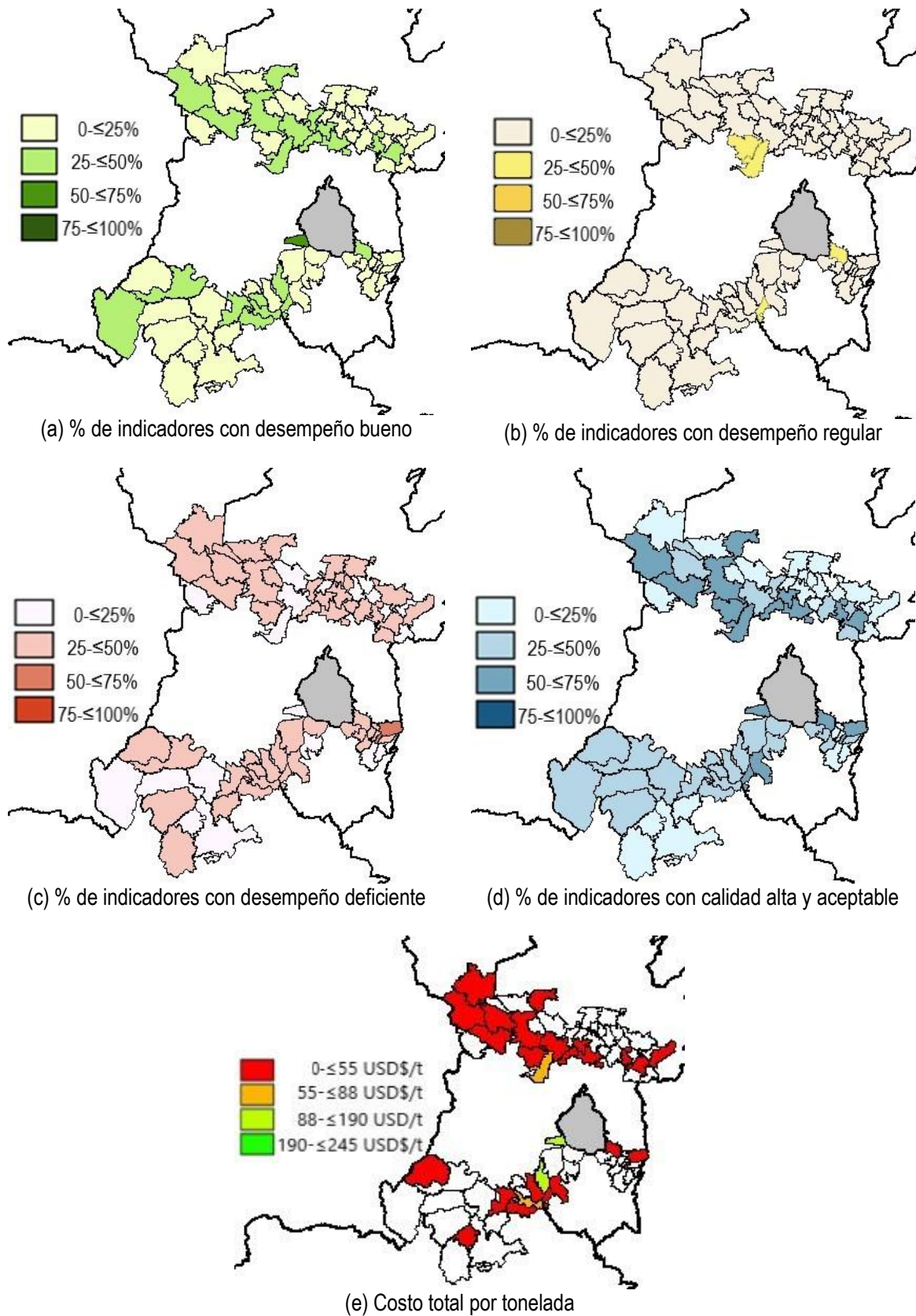


Figura 4-3. Comparación entre los diferentes desempeños (bueno, regular y deficiente) la calidad de los indicadores (alta y aceptable) y los costos obtenidos

En la Figura 4-3 (b) correspondiente a desempeño regular destacan cuatro municipios (tres pertenecientes al Estado de México y uno a Morelos). Todos estos municipios podrían tomarse como ejemplo de los avances progresivos en la gestión de residuos en la zona, ya que han reportado sus costos completos y % de personal informal (en limpieza viaria y disposición final). Dos de estos municipios pertenecen a la ZMVM, pero ambos alejados de la considerada “zona núcleo” de esta gran urbe. La Figura 4-3 (c) muestra que un municipio (perteneciente al Estado de México y a la ZMVM), obtuvo 52% de sus valoraciones con desempeño deficiente. Este municipio reporta 80% de personal informal en disposición final, y a pesar de que ha reportado costos en todos los componentes estudiados es uno de los cinco municipios que invierte menos dinero por tonelada (12 USD\$/tonelada).

Finalmente, en la Figura 4-3 (d) se muestra cómo un mejor seguimiento y transparencia en la información de cada indicador repercute en un mejor desempeño: la cantidad de indicadores con calidad buena o aceptable es más elevada en aquellos que señalan un desempeño bueno, que en los que informan de aspectos en los que el sistema funciona peor. Sin embargo, a pesar de que una calidad baja de datos podría indicar un control más deficiente y por tanto un peor desempeño, la correlación obtenida entre la calidad de la información aportada globalmente y el desempeño de la GRM en su conjunto es baja (-0,29). Esto puede ser debido al estadio inicial de control del sistema en que se encuentran casi todos los municipios estudiados, que sólo alcanza avances parciales en algunas áreas, lejos todavía de una mejora sistemática.

4.4.2 Categoría de legislación y políticas

Como muestra la Tabla 4-3 para los indicadores *Existencia de legislación* y *Cumplimiento de la misma*, sólo un 20% de los municipios analizados se ha dotado del marco normativo necesario para la GRM local y lo mantienen actualizado. De éstos, menos de la mitad cumple con la norma que han desarrollado y ninguno lo hace por completo. El resultado es que en el área de estudio se incumple mayoritariamente la normativa, incluso la establecida por niveles superiores (en los casos que no disponen de norma propia o no está actualizada). Ante este hecho habría que evaluar si es necesario adaptar los instrumentos legales existentes a las necesidades reales y objetivos alcanzables por los municipios, y si la falta de cumplimiento es derivada de una deficiente operación por escasez de recursos, o por control inadecuado. La calidad de los datos aportados para verificar el cumplimiento de la legislación, calificada como desconocida en todos los casos estudiados, pone de manifiesto el último de los factores mencionados. Esto además supone una limitación importante a la mejora del sistema, pues en una situación en que difícilmente se evalúa el cumplimiento de las normas, raramente se dispondrá de información suficiente para poder mejorarlo.

La Figura 4-4 muestra la relación entre el porcentaje de indicadores con desempeño bueno y la *existencia de legislación (a)* y *su cumplimiento (b)* en cada municipio estudiado. Se pone en evidencia el impacto de estos factores sobre el desempeño del sistema, como recogen también Agovino et al. (2018) y Sarra, Mazzocchitti, y

Rapposelli (2017), que señalan la posible relación entre la calidad institucional y regulatoria con la existencia de ilegalidad, políticas del gobierno local y aspectos de salud.

A pesar de que la legislación nacional mexicana establece la obligatoriedad de que cada municipio cuente con su planeamiento para la gestión de residuos (LGPGIR, 2003), no existe a nivel local en ninguno de los municipios estudiados, y menos del 50% cuenta con un plan publicado a nivel superior (estatal). Diversos autores han descrito la importancia de una planificación adecuada para mejorar el funcionamiento del servicio de GRM, como en el caso de Kunning, en China (Wilson et al., 2012) o el más cercano de Guadalajara en México (Wilson, Rodic, Cowing, et al., 2015). Se trata por tanto de un aspecto importante a abordar, que debería basarse en información de la mejor calidad posible.

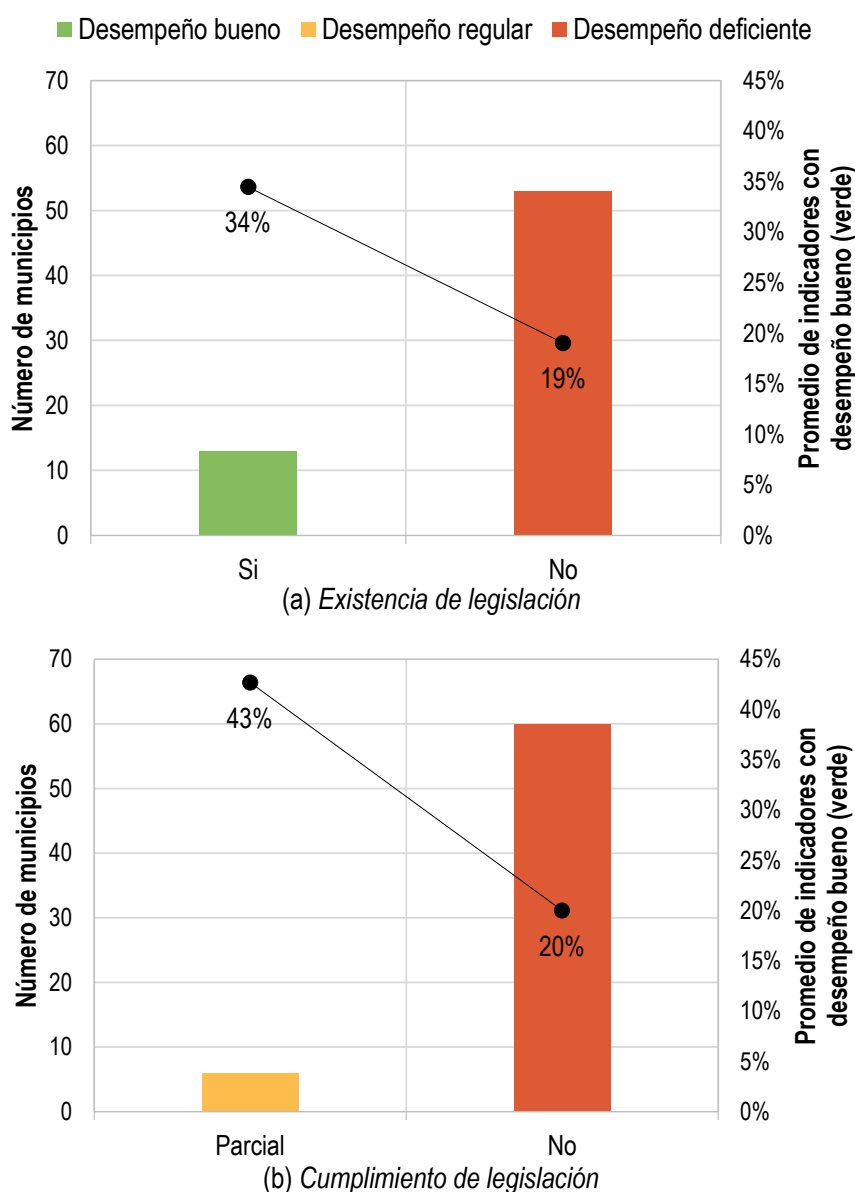


Figura 4-4. Influencia de la existencia y cumplimiento de la legislación en el buen desempeño de aspectos de gobernanza del GRM

La Figura 4-5, revela que no existe correlación entre el planeamiento a nivel superior y el desempeño del sistema. Sin embargo, sí se detecta una clara relación entre la existencia de estudios de diagnóstico y el desempeño del sistema. Esto muestra la importancia de disponer de diagnósticos sobre la gestión de residuos adecuados y actualizados, que permitan detectar áreas de mejora de la GRM, e incluyan estudios de generación y caracterización de los residuos, así como evaluación de la infraestructura existente para su manejo. Esto mismo se recoge en la legislación nacional, que contempla como una obligación de los municipios la elaboración, actualización y difusión de un “*diagnóstico básico*” donde se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de los servicios (LGPGIR, 2003). En el área estudiada sólo el 14% de cuenta con algún tipo de estudio de diagnóstico actualizado, que en todos los casos es parcial, pues no contemplan todas las etapas de gestión de residuos de manera integral. Un 20% de los municipios reportó haber realizado algún tipo de estudio, pero algunos no están accesibles para verificar su alcance y antigüedad, por lo que fueron evaluados con desempeño regular (amarillo). El resto de los municipios no reportó ningún diagnóstico realizado, lo que impide precisamente el necesario planeamiento comentado anteriormente.

4.4.3 Categoría de desarrollo de personal

En cuanto al perfil del personal en los puestos clave (encargado de ecología y encargado de aseo público, según se explica en el apartado metodología), menos del 60% de los municipios tiene la información disponible, de los cuales sólo el 6% cumple con la formación académica y los años de experiencia requeridos. De acuerdo con Venegas Sahagún, García Bátiz, y Sánchez Bernal (2014) este indicador aportaría información sobre la capacidad individual de llevar a cabo las responsabilidades profesionales y técnicas de un puesto en concreto, que es un factor que abona al éxito en la GRM.

Respecto al *Personal informal total* el rango reportado por distintos autores en lugares diversos es muy amplio, pues abarca desde 0 hasta un 62%. En este caso resulta llamativo que, a pesar de que la información sobre el sector informal, por su propia naturaleza, suele ser escasa, todos salvo siete municipios aportaron algún tipo información, lo que es prueba del importante papel que el sector tiene en la GRM.

Ezeah, Fazakerley, y Roberts (2013) señalan la necesidad de integrar el sector informal al proponer cambios en los servicios, pues su exclusión puede provocar directamente la anulación de posibles acciones de mejora. Los autores indican que para la integración sea exitosa es fundamental la voluntad política, pero es imprescindible arbitrar soportes legales, financieros e institucionales. En esta dirección, países como Brasil o Chile han incorporado la participación del sector informal en su legislación sobre RSM (Tello-Espinoza et al., 2011; Rondón Toro y Turcott Cervantes, 2017) reconociendo su transcendental influencia en la recuperación de materiales residuales.

México avanza con retraso en este ámbito: su legislación no reconoce todavía explícitamente al sector informal, no participa en la Red Latinoamericana de Recicladores que agrupa a 17 países de ALC (Red LACRE, 2016) y,

aunque si forma parte de la Iniciativa regional para el reciclaje inclusivo (BID, 2018) no ha abordado proyectos específicos hasta la fecha.

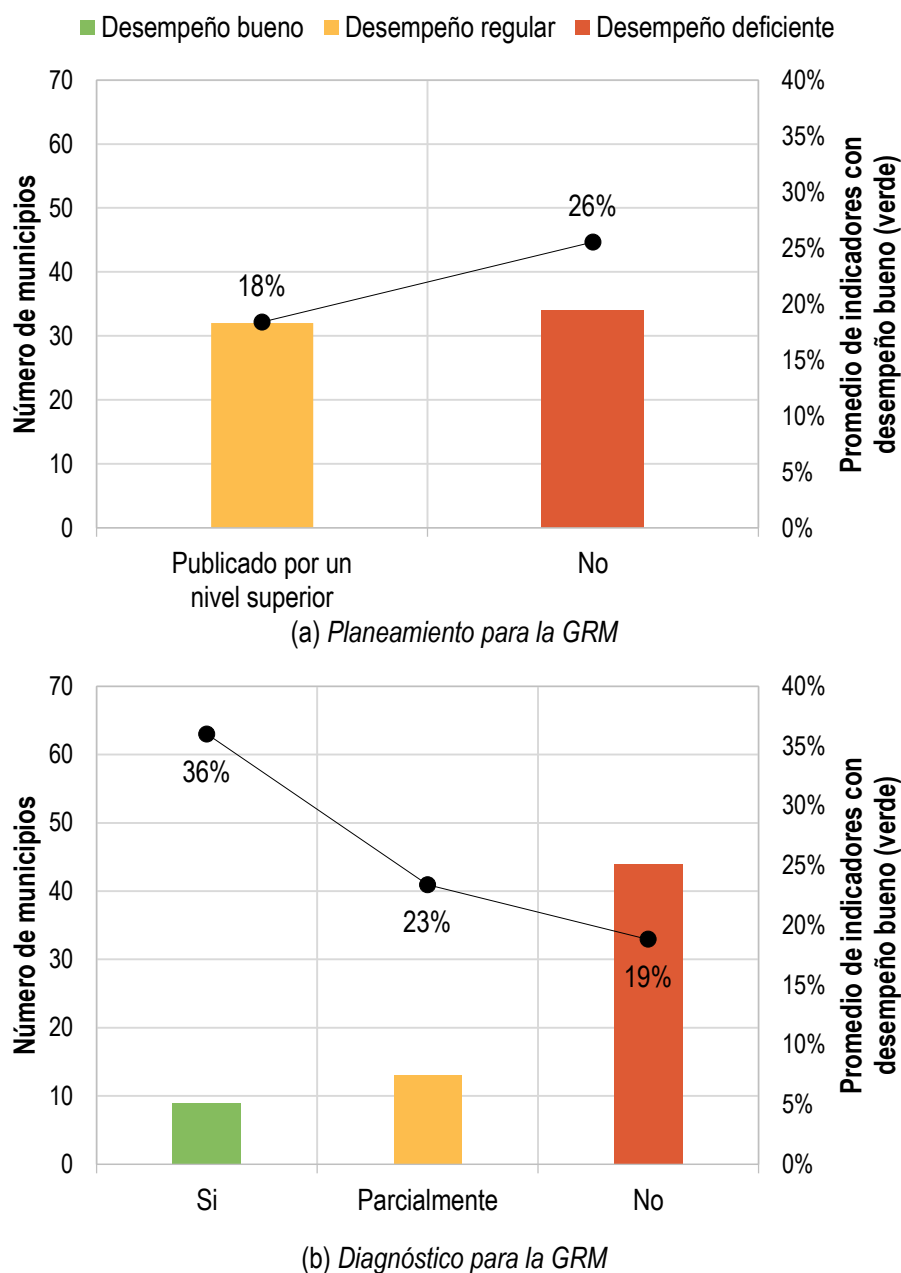


Figura 4-5. Influencia del planeamiento y el diagnóstico en el buen desempeño de los aspectos de gobernanza del GRM

El promedio total de personal informal, de 21%, obtenido para la zona de estudio, es superior al dato global reportado para México, de 15% y similar al reportado para ALC (Tello-Espinoza et al., 2011). La Tabla 4-5 muestra una comparación de los valores observados en las distintas etapas de la GRM con otros valores reportados.

Los datos recopilados en la zona de estudio ponen de manifiesto una mayor proporción de trabajadores informales en la disposición final, que se corresponde con el deficiente nivel de control de los sitios de disposición final, que en un 52% son tiraderos a cielo abierto y en un 15% sitios controlados.

Tabla 4-5. Comparativa de los valores de personal informal obtenidos en el estudio vs. otros valores publicados

Personal informal (%)	Zona de estudio (promedio)	México [1]	ALC [1]	Otros países (promedio) [2]
Limpieza viaria	5%	NR	NR	NR
Recolección	2%	7%	32%	NR
Instalaciones para recuperación y reciclaje	NR	37%	30%	NR
Disposición final	71%	22%	48%	NR
Total	21%	15%	21%	NR
Total respecto a la población [3]	*0,1%	0,03%	0,1%	0,5%

[1] (Tello-Espinoza et al., 2011)

[2] Incluye 10 ciudades (50% de las estudiadas) de diversas partes del mundo que dieron información o estimaciones sobre el número de personal informal, publicado en UN-HABITAT (2010).

[3] Trabajadores informales en sistemas de GRM respecto a la población total.

NR=not reported

*Este dato es el total, no promedio.

Siguiendo los valores de referencia propuestos, todos los municipios que informaron sobre la cantidad de personal formal alcanzan el número necesario para realizar la recolección adecuadamente, pero no así para la limpieza viaria y disposición final. El valor promedio obtenido en personal formal para limpieza viaria de la zona de estudio, 4,31 barredores/10.000 habitantes se corresponde con el rango promedio reportado para ALC, de 2 a 8 barredores/10.000 hab (Paraguassú y Rojas, 2002). Este valor supera el de algunas ciudades, como las colombianas Bogotá (1,7) y Cali (1,4), pero es sensiblemente inferior a otras, como La Paz (Bolivia), Lima (Perú), Quito (Ecuador), Zona metropolitana de Monterrey (México) y São Paulo (Brasil), que reportan valores por encima de 6 para este indicador.

De acuerdo con Paraguassú y Rojas (2002) para ALC, en limpieza viaria mediante barrido manual un rango aceptable es de 4 a 5 barredores/10.000 habitantes. Pueden admitirse valores menores si existe un respaldo intenso de barrido mecánico, pero ninguno de los municipios estudiados hace uso de este equipamiento.

Según la escala adoptada, en la etapa de recolección todos los municipios declaran personal suficiente para atender a la población servida, sin embargo, esto tampoco es garantía de un desempeño técnico adecuado. En cuanto a la presencia de personal formal en la disposición final, la falta mayoritaria de información se corresponde con el uso de tiraderos a cielo abierto. Por otro lado, la participación de personal informal supone el 100% en 3 y más del 50% en otros 12 municipios, lo que indica que el número total de personas implicadas en esta etapa supera el umbral de referencia.

Para el salario promedio, un valor del 200% en este indicador significa que es el doble respecto al salario mínimo y, obviamente, cuanto mayor sea este porcentaje, más competitivo es el sueldo y ello puede repercutir en mayor

estabilidad del personal. De acuerdo a diversos datos reportados para las tres etapas evaluadas (limpieza viaria, recolección y disposición final) el rango de proporción varía entre 135% y 661% (Ayuntamiento de Pachuca, 2016; Ayuntamiento de Sax, 2012; Ayuntamiento de Tasquillo, 2015; Comunidad de Madrid, 2014; dos Santos y Wehenpohl, 2001; González de Audicana, 2017). En el área de estudio específicamente, el valor máximo y mínimo encontrado fue en limpieza viaria, con 411% y 82% respectivamente. Solo en esta etapa aparecen dos municipios con desempeño deficiente (rojo).

En países como México, estos datos no deben considerarse aisladamente, pues existen otros aspectos importantes que modifican la compensación al trabajador, a igualdad de sueldo “oficial”. Uno de ellos es la existencia o no de prestaciones sociales asociadas al puesto de trabajo, y otra la obtención de ingresos adicionales, por propinas, comercialización de residuos, o cuotas cobradas a otros trabajadores. dos Santos y Wehenpohl (2001) reportan que un trabajador de barrido manual puede llegar a triplicar su sueldo a base de propinas y venta de reciclables. Más llamativo es el caso de los chóferes de recolección pueden multiplicar su sueldo por seis, añadiendo a esos conceptos las cuotas cobradas a barrenderos y ayudantes informales de recolección.

La existencia y cuantía de estos ingresos “adicionales” perpetúa la presencia del sector informal en estas actividades en países en desarrollo. Diversos autores (Ezeah et al., 2013; dos Santos y Wehenpohl, 2001; Tello-Espinoza et al., 2011) registran cómo trabajadores informales en las distintas etapas de la GRM llegan a obtener ingresos que alcanzan el salario mínimo, y lo llegan a superar hasta cuatro veces.

Como último indicador de la categoría de desarrollo de personal se evaluó el porcentaje de *Empleados con prestación de servicio médico*, incluyendo solamente al personal formal. Cabe aclarar que, a diferencia de algunos países, donde el contrato formal garantiza el acceso a algún tipo de servicio médico, en México puede existir o no esta prestación, aunque se infrinja la legislación al respecto. En este caso se obtuvo un porcentaje de respuesta sensiblemente menor para la etapa de disposición final, influido por la predominancia de tiraderos a cielo abierto discutida anteriormente y ligado a la falta de control por parte de los municipios sobre esta última etapa de gestión.

Durante el trabajo de campo se intentó también identificar la capacidad de acceso a la atención sanitaria por parte del personal informal. La información obtenida fue escasa, dispersa y difícil de verificar. Algunos trabajadores informales declararon tener acceso al “Seguro Popular” (seguro de asistencia médica de alta voluntaria y gratuito ofrecido por el gobierno de México). Bernache, Bazdresch, Cuéllar, y Moreno (1998) menciona que los grupos de pepenadores suelen formar cooperativas y uniones, en su gran mayoría afiliadas a Partidos políticos, que son los que gestionan beneficios, apoyos, seguro de salud popular, etc.; estos autores agregan que en algunos sitios de disposición final privados se les exige contar con algún tipo de seguro para poder acceder.

4.4.4 Categoría de economía

Como recogen Klunder y Anschütz (2001), la mayoría de los problemas en la gestión de residuos implican más que dinero y equipamiento. Por ello la información económica debe interpretarse cuidadosamente y en conjunto con otros indicadores, para poder dictaminar realmente si el recurso económico está bien invertido y repercute en un mejor performance de la GRM en su conjunto.

En México existen diferentes instrumentos que regulan los recursos económicos de los municipios y establecen las diversas responsabilidades. De acuerdo con este contexto, todos los municipios tienen un presupuesto anual para el ejercicio de sus obligaciones, conformado por ingresos nacionales, estatales y municipales. Sin embargo, como se comentó anteriormente, el indicador con menos respuestas de todos los evaluados fue *Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal*, que no puede ser calculado porque en la mayoría de los municipios no existe un *Presupuesto diferenciado para la GRM*, lo que conlleva un desconocimiento y descontrol por parte de los departamentos encargados de la gestión de residuos respecto a los gastos realizados. Este patrón es similar a lo reportado por UN-HABITAT (2010), donde en 55% de las ciudades estudiadas no se pudo obtener el *Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal*.

El porcentaje promedio del *Presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal* es de 3,67%, significativamente menor a los valores de referencia encontrados. Esto puede ser debido al tamaño de los municipios estudiados aquí, menor que el de capitales o grandes ciudades, a las que corresponden los valores publicados, como en Kaza et al. (2018) y Paraguassú y Rojas (2002). Otra referencia a nivel internacional, en cambio, reporta que se gasta entre 20 y 50% del presupuesto municipal en países en desarrollo (Schübeler, 1996). También tienen influencia la gran presencia de sector informal en todas las etapas, que reduce el presupuesto total por tonelada, como se discute más adelante.

La Figure 4-6 muestra la tendencia de los municipios con *presupuesto específico en la gestión* y por tanto mayor control sobre sus gastos, obtienen de manera general mejores puntajes globales promedio de desempeño del sistema.

En cuanto a la *Existencia de una tarifa específica* para el cobro de la GRM, ninguno de los municipios estudiados tiene establecidas cuotas de cobro directo a la ciudadanía, aún y cuando existe el marco legal que lo permite (DOF, 2016). Solamente siete municipios reportaron que realizan un cobro a diversos establecimientos comerciales por servicios de recolección.

Esto se corresponde con los usos y costumbres de la población en el país, como fue descrito por dos Santos y Wehenpohl (2001). Estos mismos autores mencionan que gran parte de la ciudadanía paga propinas o gratificaciones que en algunos casos sobrepasan la cantidad que costaría un servicio formal por parte del municipio, lo que dificulta la gestión del servicio, puesto que mientras que el municipio genera diversos gastos

(sueldos, infraestructura y equipamiento) que paga a través de los impuestos y su presupuesto, los ingresos directos como los descritos los recibe sólo el personal (formal e informal).

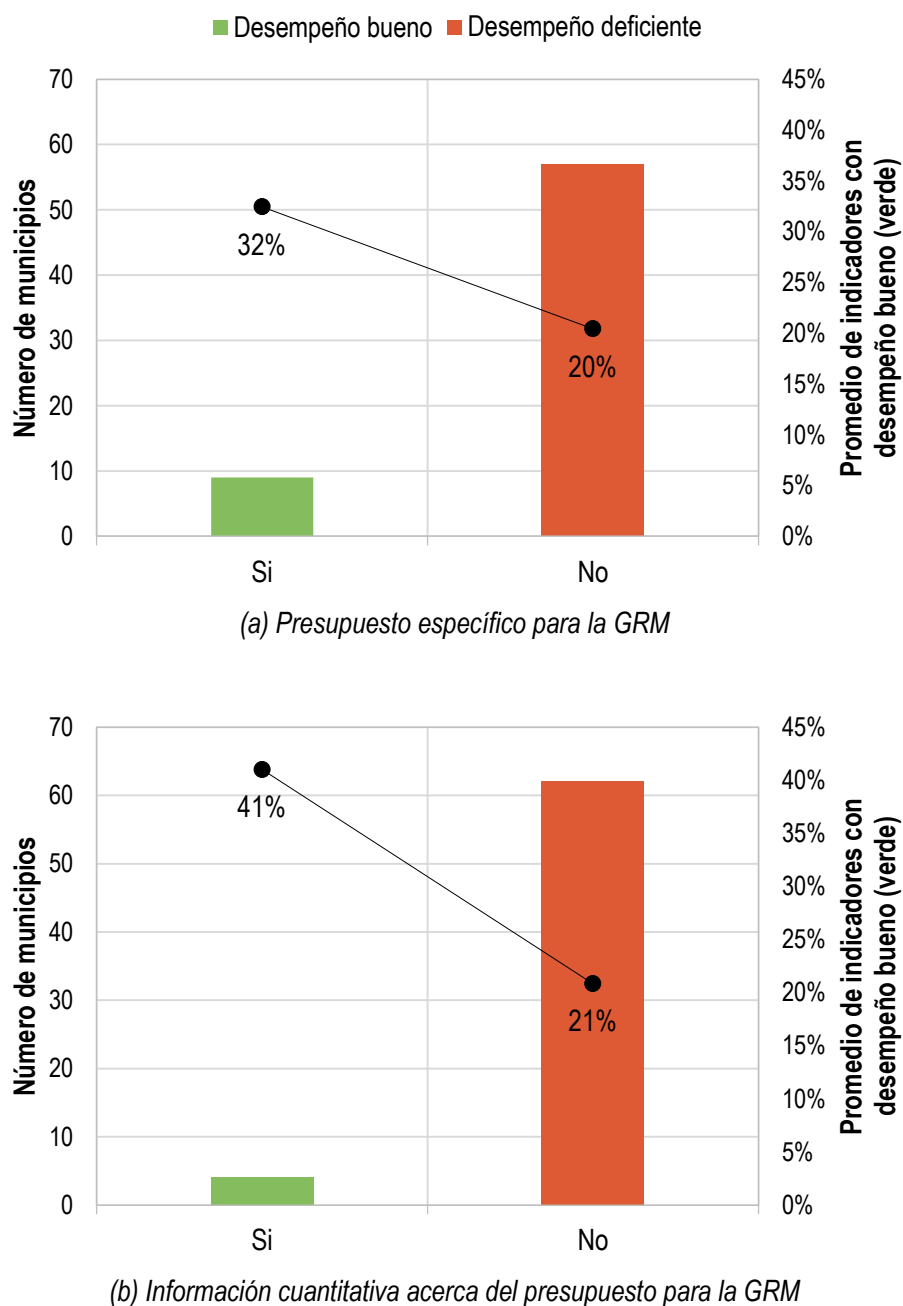


Figura 4-6. Influencia de la existencia de un presupuesto diferenciado para la GRM y su control en el buen desempeño de aspectos de gobernanza.

Por ejemplo, en un estudio realizado en el municipio de León, México (CIATEC, 2014), el 66% de la población encuestada confirmó que daba una aportación económica al personal de recolección por lo menos una vez al año (generalmente en navidad) o el pago por servicios especiales (como el retiro de residuos voluminosos de poda u otros), siendo en la mayoría de los casos una aportación voluntaria. El rango reportado de propinas

variaba desde 0,4 hasta 270 USD\$/año, cuando una tarifa formal de la GRM puede ser desde 1,8 hasta 396 USD\$/año, reportados para Kenia y Países Bajos respectivamente, con un promedio de 96 USD\$/año, publicado por UN-HABITAT (2010).

Tello-Espinoza et al. (2011) reportan la escasez de información disponible sobre costes del sistema de gestión de residuos en México. Como muestra la Tabla 4-3, en este estudio sólo 26 de los municipios entregaron información para el cálculo del *Costo total* sobre los tres componentes evaluados (limpieza viaria, recolección y disposición final). Destacan además dos aspectos respecto a este indicador: la calidad de la información obtenida es en todos los casos desconocida y un 70% de los municipios con reglamento publicado reportaron toda la información solicitada relativa a costos. Por otro lado, en todos los indicadores sobre costos, los municipios con desempeño global deficiente (rojo) obtuvieron valores menores al mínimo de referencia, lo que puede responder a dos circunstancias; por un lado, al no llevar un control de los gastos, éstos se han podido sub-estimar y, por otro, se invierte menos dinero del requerido, y ello repercute en el desempeño del sistema (Figura 4-7) (Paraguassú y Rojas, 2002): la existencia de salarios poco competitivos, deficientes prestaciones médicas y herramientas de trabajo (escobas, equipo de protección personal, entre otros), así como la presencia de personal informal (que realizan parte del trabajo pero no se contabilizan en los egresos) influye en que los costos sean menores.

La Tabla 4-6 muestra los valores promedio de coste obtenidos para cada etapa de gestión en el área de estudio.

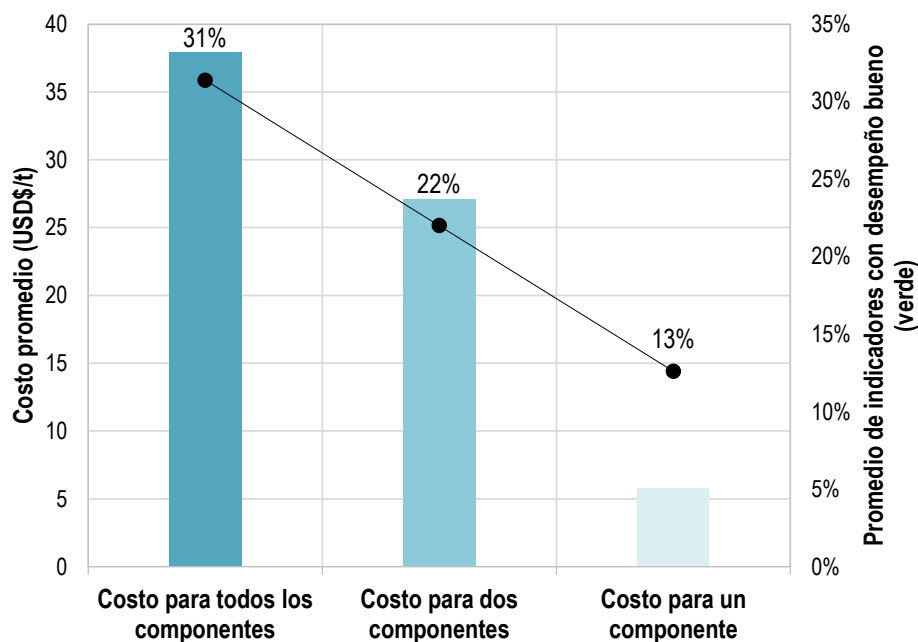


Figura 4-7. Influencia del control de los costos en el buen desempeño de aspectos de gobernanza.

Tabla 4-6. Comparativa de los valores costos obtenidos en el estudio vs. otros valores publicados

Costo		Zona de estudio (promedio)	México [1]	ALC [1]
Limpieza viaria	USD\$/km	15,7	1 a 2 ^[2]	5 a 40
Recolección		18,5	26,4	7 a 54
Disposición final	USD\$/t	5,8	10,6	3 a 30 ^{[1][3]}
<i>Costo de recolección y disposición</i>		24,3	36,9	66,6
[1] (Tello-Espinoza et al., 2011)				
[2] (Lichtinger Waisman, Arriaga Becerra, y Bolaños-Cacho Ruíz, 1999)				
[3] (Acurio et al., 1997)(OECD - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005)				

El costo promedio de barrido por km de acera en la zona se encuentra en el rango reportado para ALC y en el tomado como referencia adecuada para la semaforización del indicador. Sin embargo, el presupuesto empleado en barrido en la gran mayoría de los casos fue sensiblemente menor al rango de referencia, como se recoge en la Tabla 4-3. Esta situación responde a diversas circunstancias. En todos los municipios estudiados, el servicio municipal de barrido se limita a las calles principales y/o plaza cívica, y no cuenta con barredoras mecánicas u otros apoyos (dos de los municipios tuvieron este equipamiento, pero actualmente no lo utilizan porque está estropeado). En muchos se acostumbra a elaborar las escobas con una planta típica de la zona (llamada localmente “*perilla*”) a la que no se asigna coste. Por otro lado, el personal de limpieza viaria suele tener asignadas otras actividades propias del ayuntamiento, lo que provoca que el coste se reparta en otros rubros.

La etapa prioritaria en el esquema de gestión de residuos municipales en países en desarrollo como México, es la recolección, que permite el ingreso de los residuos al sistema, y repercute directamente en la protección de la salud pública. Esta etapa es la más costosa en los municipios estudiados, como reportan también diversos autores en otros casos Bockelmann (2003), Lichtinger Waisman et al. (1999) y Wehenpohl y Hernández Barrios (2006). A pesar de ello, también la mayoría de los municipios obtuvieron valoraciones regulares o deficientes (amarillas o rojas) en cuanto al costo de la recolección.

Respecto a la disposición final, el 60% de las respuestas indican un presupuesto menor que 5 USD\$/tonelada. Revisando caso por caso, no se encontró relación directa entre presupuesto y tipo de sitio de disposición final: de hecho, alguno de los municipios que asignan un presupuesto mayor en esta etapa deposita los residuos en tiraderos a cielo abierto. Esto revela que en esta zona, como en otras similares (Brunner y Fellner, 2007; David C Wilson, 2007), se debe marcar como prioridad la modernización hacia relleno sanitario, que es la alternativa más versátil, barata y accesible para una disposición final adecuada.

Cabe destacar que, durante el trabajo de campo, los departamentos encargados de la GRM, que suelen tener a su cargo varios servicios públicos, mostraron su percepción de que la gestión de residuos es uno de los más costosos, y sin una repercusión directa del incremento de presupuesto sobre un mejor funcionamiento. Sin embargo, al no llevar un seguimiento diferenciado de estos gastos específicos en GRM, difícilmente se puede corroborar esta información, y más importante, minimizar este supuesto “alto” egreso.

Finalmente, la Figura 4-3 (e) muestra el costo total por tonelada invertido para los casos que la información estuvo disponible para todos los componentes. Si se compara esta figura con la Figura 4-3 (a) se observa una relación positiva clara. Esta relación se traduce en un coeficiente de correlación de 0,45, el más elevado de los obtenidos en este estudio en cuanto a desempeño del sistema tras *cumplimiento y existencia de legislación* (0,54 y 0,49 respectivamente) y *existencia de un diagnóstico* del sistema de GRM (0,50).

4.5 Conclusiones

La evaluación de la GRM suele centrarse en los aspectos técnicos, pues son los que más directamente intervienen en la protección de la salud pública, que es el objetivo principal del sistema; sin embargo, la GRM no funcionará adecuadamente si no se cuidan aspectos de gobernanza, como legislación y políticas, aspectos laborales y económicos. En este trabajo se ha presentado un ejemplo de evaluación de estos aspectos en municipios de la zona central de México, basado en encuestas diseñadas específicamente para ello.

Para ello se seleccionó un nuevo conjunto de indicadores y un sistema de *evaluación de la calidad de datos*. Los *indicadores seleccionados*, por su parte, han facilitado la detección de las áreas potenciales de mejora de los sistemas evaluados, así como las tendencias que predominan en la región estudiada. Con esta información se puede profundizar en las problemáticas subyacentes que provocan bajos niveles de desempeño. Respecto a la *Evaluación de calidad de datos*, es algo novedoso y hasta la fecha poco utilizado en indicadores para la gestión de residuos y se ha demostrado que es de utilidad para la interpretación de los resultados obtenidos. Adicionalmente, al tratarse de una evaluación cualitativa, se facilita su aplicación en indicadores de todos los tipos. Esta evaluación también ayuda a sistematizar e identificar en qué aspectos se debe mejorar la información obtenida.

La gran proporción de datos no contestados y de calidad desconocida (61% en total) revela cierta incertidumbre en los resultados obtenidos. A pesar de ello, se ha conseguido recopilar gran cantidad de información útil, que puede tomarse como línea base para seguimiento del servicio de gestión de residuos municipales en la zona estudiada y en otras similares. Los rangos observados para cada indicador pueden servir de referencia para esos futuros trabajos.

En cualquier caso, se ha puesto de manifiesto la necesidad de mejorar los mecanismos de seguimiento y control de estos sistemas de gestión de residuos, que deben incluir más información y además incluir un registro de las fuentes y/o justificación de las mismas, según corresponda. Los indicadores propuestos aquí y el sistema de evaluación de calidad de datos pueden servir para ello.

Al analizar los resultados obtenidos se ha detectado una fuerte correlación entre el desarrollo e implantación de legislación y políticas sobre gestión de residuos y el correcto funcionamiento del servicio correspondiente.

Destaca también el relevante papel del sector informal en todas las etapas operativas del sistema, por su extendida presencia y su participación imprescindible para realizar trabajos que el municipio no ejecuta (p.e. recuperación y reciclaje de materiales). Por tanto, si se desea mejorar el sistema se debe reconocer el sector, e integrarlo adecuadamente en la estrategia de mejora.

A pesar de su relevancia, el control económico es deficiente. Se detecta falta de transparencia en gran parte de municipios, que no aporta información o lo hacen de manera parcial. A esto se une un seguimiento insuficiente, derivado de la inadecuada estructura organizacional, que agrupa el servicio de basuras con otros, como mercados, iluminación, panteones, etc., y no contempla la separación de presupuestos para su control. Por otro lado, persiste, como en muchos países, la inexistencia de tarifas oficiales por el servicio, lo que dificulta la recuperación directa de los gastos, y por tanto una gestión sostenible del sistema.

4.6 Referencias

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., y Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Washington D.C., USA: Pan American Health Organization (PAHO) and Inter-American Development Bank (IDB). Retrieved from [https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.pdf?sequence=1](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagnóstico%20de%20la%20situación%20del%20manejo%20de%20residuos%20sólidos%20municipales%20en%20América%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1)
- Agovino, M., D'Uva, M., Garofalo, A., y Marchesano, K. (2018). Waste management performance in italian provinces: efficiency and spatial effects of local governments and citizen action. *Ecological Indicators*, 89(June 2017), 680–695. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.045>
- Alegre, H., Baptista, J. H., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., ... Parena, R. (2006). Performance indicators for water supply services. IWA Publishing. Retrieved from <http://books.google.ca/books?id=9dZGWJy5gwEC>
- Anschütz, J., Ijgosse, J., y Scheinberg, A. (2004). *Putting integrated sustainable waste management into practice. Using the ISWM assessment methodology*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/schwerpunkte/sesp/CLUES/Toolbox/t12/D12_1_Anschuetz_et_al_2004.pdf
- Ayuntamiento de Pachuca. (2016). Fracción VII. Tabulador de sueldos, salarios honorarios y dietas mensuales por puesto. Retrieved July 13, 2017, from http://datos.pachuca.gob.mx/transparencia_urescate/7/PDFS/nomina.pdf
- Ayuntamiento de Sax. (2012). 15 peones para la planta de RSU , compostaje y vertedero controlado de rechazo de Villena. Retrieved September 7, 2017, from <https://www.sax.es/convocatorias/15-peones-para-la-planta-de-rsu-compostaje-y-vertedero-controlado-de-rechazo-de-villen>
- Ayuntamiento de Tasquillo. (2015). Fracción VII. El tabulador de sueldos, salarios, honorarios y dietas mensuales por puesto. Retrieved July 13, 2017, from [https://www.tasquillo.gob.mx/images/Transaparencia 12-16/TABULADOR.pdf](https://www.tasquillo.gob.mx/images/Transaparencia%2012-16/TABULADOR.pdf)
- Bernache, G., Bazdresch, M., Cuéllar, J. L., y Moreno, F. (1998). *Basura y metrópoli. Gestión social y pública de*

- los residuos sólidos municipales en la zona metropolitana de Guadalajara* (Primera). Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara, ITESO, CIESAS y COLJAL.
- BID-Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Guía metodológica. Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. Anexo 1. Indicadores de la iniciativa* (Segunda).
- BID-Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía metodológica: Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. Anexo de indicadores* (Tercera). Retrieved from <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8132/Guia-Metodologica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edicion-Anexo-de-indicadores.pdf?sequence=1>
- BID-Banco Interamericano de Desarrollo, MIN-Multilateral Investment Fund, Coca-Cola, PEPSICO, Fundación Avina, y Red LACRE-Red Latinoamericana de Recicladores. (2018). *Iniciativa regional para el reciclaje inclusivo*. Retrieved August 13, 2018, from <https://reciclajeinclusivo.org/>
- Bockelmann, D. (2003). *Estudio básico sobre la implementación de tarifas para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos*. México D.F., México: Secretaría de Ecología del Estado de Mexico, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ).
- Brunner, P. H., y Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management & Research*, 25(3), 234–240. <http://doi.org/10.1177/0734242X07078296>
- CEPT University. (2010). *Performance measurement framework for urban water and sanitation. Vol. I, II*. Ahmedabad, India: CEPT University (PAS project). Retrieved from [https://ocw.uni-he.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance Measurement Framework Report_Vol I II_not printed.pdf](https://ocw.uni-he.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance%20Measurement%20Framework%20Report_Vol%20I%20II_not%20printed.pdf)
- CIATEC-Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas. (2014). *Diagnóstico integral de residuos sólidos del municipio de León, Guanajuato*. León, México.
- Comunidad de Madrid. (2014). *Convocatoria del contrato de servicios titulado “Estudio de las situaciones de riesgo derivadas de los trabajos relacionados con cámaras o líneas frigoríficas, de congelación y de ultracongelación en empresas de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*. Madrid, España. Retrieved from https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/05/23/BOCM-20140523-56.PDF
- CONEVAL-Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2018). *Medición de la pobreza*. Retrieved from https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2016.aspx
- De Clercq, O., y Hannequart, J. P. (2010). Vers un observatoire européen décentralisé des performances de gestion des déchets municipaux. *Techniques Sciences Méthodes*, (9), 67–75. <http://doi.org/10.1051/tsm/201009067>
- Desmond, M. (2006). Municipal solid waste management in Ireland: assessing for sustainability. *Irish Geography*, 39(1), 22–33. <http://doi.org/10.1080/00750770609555864>
- DOF-Diario Oficial de la Federación. Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos. (2016). México.
- dos Santos, A. L. F., y Wehenpohl, G. (2001). De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil. *Gaceta Ecológica*, 60, 70–80.
- Ezeah, C., Fazakerley, J. A., y Roberts, C. L. (2013). Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. *Waste Management*, 33(11), 2509–2519. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.06.020>

- González de Audicana, J. (2017). *Indicadores para control del servicio municipal de gestión de residuos: aplicación a varios municipios del País Vasco*. Universidad de Cantabria, Tesis de Máster. Bilbao-Santander, España.
- Gutiérrez Avedoy, V. J., Ramírez Hernández, I. F., Encarnación Aguilar, G., y Medina Arévalo, A. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión de residuos: versión extensa*. México D.F., México: INECC - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187440/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- Hsu, A., Johnson, L., y Lloyd, A. (2013). *Measuring progress. A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI)*. New Haven, EEUU: Yale Center for Environment Law & Policy. Retrieved from http://archive.epi.yale.edu/files/ycelp_measuring_progress_manual.pdf
- IBNET-The International Benchmarking Network. (2004). IBNET toolkit instructions. Retrieved from <https://www.ib-net.org/>
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). Ingresos y egresos municipios. Retrieved April 26, 2018, from http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/finanzaspublicas/FPMun.asp?s=est&c=11289&proy=efipem_fmun
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Woerden, F. Van. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot on solid waste management to 2050*. Washington D.C., EEUU: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Klunder, A. Van De, y Anschutz, J. (2001). *Integrated sustainable waste management - the concept. Tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme (1995-2001)*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from e-mail: justine@intouch.com
- Kusek, J. Z., y Rist, R. C. (2004). *Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system. A handbook for development practitioners*. Washington D.C., EEUU: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/14926/296720PAPER0100steps.pdf?sequence=1>
- LGPGIR. (2003). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. Diario Oficial de la Federación. México D.F., México.
- Lichtinger Waisman, V., Arriaga Becerra, R., y Bolaños-Cacho Ruíz, J. A. (1999). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos* (Primera). México D.F., México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Moutavtchi, V., Stenis, J., Hogland, W., y Shepeleva, A. (2010). Solid waste management by application of the WAMED model. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 12(2), 169–183. <http://doi.org/10.1007/s10163-009-0285-x>
- Naciones Unidas. (1992). *Agenda 21: Programme of action for sustainable development. Rio declaration on environment and development*. Río de Janeiro, Brasil: Naciones Unidas, Departamento de Información Pública. Retrieved from https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/agenda21-earth-summit-the-united-nations-programme-of-action-from-rio_1.pdf
- Naciones Unidas. (2017). Total population by sex. Retrieved January 3, 2018, from

- <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/>
- OECD-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2015). List of OECD member countries - Ratification of the convention on the OECD. Retrieved January 16, 2017, from <http://www.oecd.org/about/membersandpartners/list-oecd-member-countries.htm>
- OECD-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, & CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2005). *Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017a). Information and assurance. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-and-assurance/>
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017b). Information quality. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-quality/>
- Paraguassú, F. A., y Rojas, C. R. (2002). *Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública* (Segunda). Lima, Perú: CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/indicadores/indicadores.pdf>
- Red LACRE. (2016). Red latinoamericana de recicladores. Retrieved August 13, 2018, from <http://www.redrecicladores.net/>
- Rich, D., Bhatia, P., Finnegan, J., Levin, K., Mitra, A., Bourrouet, A., ... Lazarus, M. (2014). *Policy and action standard. An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions*. Washington D.C., EEUU: World Resources Institute. Retrieved from https://www.wri.org/sites/default/files/Policy_and_Action_Standard.pdf
- Ristić, G. (2005). Basic indicators of integrated solid waste management. *Working and Living Environmental Protection*, 2(5), 383–392. Retrieved from <http://facta.junis.ni.ac.rs/walep/walep2005n/walep2005-05n.pdf>
- Rodriguez-Hurtado, M. E., Jori-Ramírez, J., Palomino, L., Molina-Cruzate, S., y Lumbreras-Martin, J. (2008). *Grupo de trabajo GT-DRES: armonización en la obtención de datos sobre residuos*. Madrid, España: CONAMA 9: Congreso Nacional del Medio Ambiente. Retrieved from http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/GTs/GT_DRES//DRES_final.pdf
- Rondón Toro, E., y Turcott Cervantes, D. E. (2017). Análisis comparativo de la responsabilidad del productor en México y Chile como estrategia para alcanzar la economía circular. In *VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos: Hacia una Economía Circular*. Santander, España.
- Rypdal, K., y Paciornik, N. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 1. Introducción a las directrices de 2006 (pp. 1–13). Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf
- Sánchez López, R., y Hernández Median, C. (2009). *Programa municipal de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos de San José de Gracia, Aguascalientes*. México: Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Tomo LXXII, Núm. 42.
- Sanjeevi, V., y Shahabudeen, P. (2015). Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS): A review. *Waste Management & Research*, 33(12), 1052–1065. <http://doi.org/10.1177/0734242X15607428>

- Sarra, A., Mazzocchitti, M., y Rapposelli, A. (2017). Evaluating joint environmental and cost performance in municipal waste management systems through data envelopment analysis: Scale effects and policy implications. *Ecological Indicators*, 73(1), 756–771. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.035>
- Schübeler, P. (1996). *Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries*. St. Gallen, Suiza: SKAT - Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/829601468315304079/pdf/400960Municipal1te0framework01PUBLIC.pdf>
- Schuschny, A., y Soto, H. (2009). *Guía metodológica diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36611/S2009230_es.pdf
- SEDATU-Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, CONAPO-Consejo Nacional de Población, & INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/309815/1_Preliminares_hasta_V_correcciones_23_de_febrero.pdf
- SEDEMA-Secretaría del Medio Ambiente. (2018). IRS -Inventario de residuos sólidos Ciudad de México 2017. Retrieved September 10, 2018, from https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS_2017_FINAL_BAJA.pdf
- SEDESOL-Secretaría de Desarrollo Social. (2013). Datos pobreza SEDESOL. Retrieved October 31, 2016, from <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=001>
- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Informe de la situación del medio ambiente en México 2015*. México D.F., México. Retrieved from <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/>
- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- Turcott Cervantes, D. E., y Lobo, A. (2016). *Cuaderno de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales. Versión preliminar*. Santander, España: Grupo de Ingeniería Ambiental, Universidad de Cantabria.
- Turcott Cervantes, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., y Lobo García de Cortázar, A. (2018). Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: a critical review. *Waste Management*, 80, 51–63. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
- Turcott Cervantes, D. E., Venegas Sahagún, B. A., y Lobo, A. (2018). Governance in waste management at a local level: evaluation proposal through indicators (Under review). *Cities*.
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- Velis, C. A., y Brunner, P. H. (2013). Recycling and resource efficiency: it is time for a change from quantity to quality. *Waste Management & Research*, 31(6), 539–540. <http://doi.org/10.1177/0734242X13489782>

- Venegas Sahagún, B. A., García Bátiz, M. L., y Sánchez Bernal, A. (2014). Gestión de residuos sólidos municipales en México. Un análisis comparativo. *Gestión Ambiental*, 28, 25–47.
- Wartmann, S., Harries, J., Salas, R., y Petrarulo, L. (2015). *Directrices para un marco genérico de MVR para NAMAS en Chile*. (Ministerio de medio ambiente de Chile, Embajada Británica de Santiago, & Low emission capacity building programme Chile, Eds.). Santiago de Chile, Chile.
- Wehenpohl, G., y Hernández Barrios, C. P. (2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México D.F., México: SEMARNAT-GTZ.
- Whiteman, A., Smith, P., y Wilson, D. C. (2001). Waste management: an indicator of urban governance. In *Global Habitat Conference on Urban*. Nueva York, EEUU. Retrieved from www.davidcwilson.com
- Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, 25(3), 198–207. <http://doi.org/10.1177/0734242X07079149>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero Rogero, A., Velis, C., ... Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. (D. C. Wilson, Ed.). Viena, Austria: UNEP-ISWA. Retrieved from <http://www.greenreport.it/wp-content/uploads/2015/09/Global-Waste-Management-Outlook-2015.pdf>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C. a., y Alabaster, G. (2012). Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. *Waste Management & Research*, 30(3), 237–254. <http://doi.org/10.1177/0734242X12437569>
- Wilson, D. C., Velis, C. A., y Rodic, L. (2013). Integrated sustainable waste management in developing countries. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 166(2), 52–68. <http://doi.org/10.1680/warm.12.00005>
- Winiwarter, W., Mangino, J., Ajavon, A.-L. N., y McCulloch, A. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 6. Garantía de calidad / control de calidad y verificación (pp. 1–32). Institu. Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_6_Ch6_QA_QC.pdf



Capítulo 5

Sistema avanzado de gestión de
residuos municipales: el caso de
Viena, Austria

5.1 Introducción

Austria se clasifica como uno de los primeros veinte países de los 189 que evalúa el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo a través del *Índice de Desarrollo Humano* (IDH), esto lo coloca en la categoría de IDH *muy alto*, que implica: un ingreso nacional bruto per cápita de USD\$45.415 (superando en este aspecto a países como Australia, Canadá y Reino Unido), así como índices de educación y de esperanza de vida elevados comparativamente a la mayoría de los países (UNDP, 2018), situándose como uno de los más desarrollados del mundo.

Su capital, la ciudad de Viena, es claro ejemplo de ello: suele estar clasificada como una de las que tiene más altos estándares de calidad de vida (Ciudad de Viena, 2018b), incluyendo el primer puesto de 70 ciudades evaluadas en el *Índice de ciudad próspera* por las Naciones Unidas (UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2012). Esto incluyó una evaluación en términos de productividad, desarrollo de infraestructura, calidad de vida, equidad social y sostenibilidad ambiental, superando a ciudades como Tokyo, Londres, París y Nueva York (Ciudad de Viena, 2018b). En 2017 obtuvo el primer lugar en *Smart City Index* a nivel mundial (seguida de Chicago y Singapur) por la agencia internacional Roland Berger de Alemania, que evaluó 87 ciudades a través de seis aspectos: gobierno, salud, educación, energía y ambiente, edificios y movilidad (MA 23, 2018c; Zelt, 2017).

Por último, también en 2017, Viena obtuvo el reconocimiento como el segundo destino a nivel mundial para la organización de congresos internacionales; otorgado por la Asociación Internacional de Congresos y Convenciones (ICCA por sus siglas en inglés) y el cuarto lugar mundial de los principales destinos de reuniones otorgado por la Unión de Asociaciones Internacionales (UIA) (MA 23, 2018c; Vienna Convention Bureau, 2018)

La gestión de residuos no es una excepción entre los logros alcanzados por esta ciudad. En Viena se ubican las oficinas principales de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA, 2013) que tiene socios en más de 40 países. Su sistema de gestión de residuos, basado principalmente en valorización energética, es operado por el *Departamento municipal de Gestión de Residuos, Limpieza Viaria y Flota Vehicular* (llamado de aquí en adelante MA 48). En 2002 logró depositar solamente un 30% de sus residuos en relleno sanitario (Brunner y Fellner, 2007).

A nivel nacional, Allesch y Brunner (2017) identificaron diversos criterios orientados a cumplir los objetivos plasmados en el acta de gestión de residuos austriaca, uno de los cuales es la reducción de exportaciones de residuos fuera del país para conservar recursos (sustancias aprovechables) y proveer autonomía en el tratamiento (sustancias peligrosas). La ciudad de Viena también cumple con estos criterios (distancias cortas y eliminación autónoma) (MA 48, 2013), lo que ha promovido la inversión y el desarrollo de la infraestructura necesaria.

Por estas diversas razones, se ha elegido Viena como caso de estudio para la aplicación del sistema de indicadores desarrollado. Esto ayudará también a establecer valores de referencia que puedan ser de ayuda como ejemplo de estándares máximos que se pueden lograr en la gestión de residuos. A pesar de que el mejor desempeño se rige por las condiciones particulares de cada municipio, estos valores pueden servir de referente para visualizar el avance hacia una jerarquía sostenible en la gestión de residuos, en la que la cantidad de residuos que llegan a vertido final sea mínima y, a la vez, se minimicen los impactos negativos causados por los mismos.

5.2 Área de estudio

5.2.1 Datos generales

La ciudad de Viena es la más poblada de Austria, representando aproximadamente un 25% de los habitantes totales del país. En 2016 los habitantes eran 1.840.226, mientras que el número de turistas anuales alcanzó 6.883.512 (MA 23, 2018a). Esto debido a que Viena se encuentra entre las diez ciudades europeas que más turistas reciben, lo que queda reflejado en su valor agregado bruto representado en un 85,16% por servicios (MA 23, 2018b).

Con una superficie total de 41.487 hectáreas, la ciudad tiene una densidad poblacional media de 46 personas por hectárea, variando entre la del distrito Margareten, con 276,6, y la del distrito de Hietzing, con 14,4. Casi el 50% de la superficie de la ciudad corresponde a áreas verdes, 14% a infraestructura vial (2.828 km de longitud total de vías) y el resto a edificaciones (MA 23, 2018c).

5.2.2 Componentes del sistema de gestión de residuos

El sistema de gestión de residuos se puede dividir en siete componentes principales que se muestran en la Tabla 5-1, incluyendo su modelo de operación (público, privado o mixto) y el nombre del ente encargado de ejecutar la etapa.

Como se ha mencionado, el principal operador de todos los componentes es el MA 48, que junto con Departamento de Protección Ambiental (MA 22) y la empresa Wien energy GmbH (que forma parte de la sociedad de responsabilidad limitada Wiener Stadtwerke, propiedad de la ciudad de Viena), conforman la estructura organizacional principal que mantiene este sistema de gestión de residuos.

Intervienen también diversos entes privados (poco más de 50 empresas), destacando en recolección la asociación ARA (siglas de Altstoff Recycling Austria) que tuvo su origen en la aplicación del principio de responsabilidad extendida del productor para empaques, y ahora se ha convertido en empresa de servicios de gestión de residuos y asesorías (ARA, 2018).

Tabla 5-1. Detalle de los componentes del sistema de gestión de residuos de Viena y su modelo de operación

Componente Tipo de residuo		Preparación para reúso/reciclaje/ valorización energética y almacenamiento temporal				Valorización energética	Relleno sanitario
		Recolección		Reúso	Reciclaje	Tratamiento	
Papel, cartón, metal, vidrio (color y transparente) y madera		Público (MA 48)	Público (MA 48)	-	Privado (varias empresas)	-	-
Desechos no reciclables (domésticos y residuos de limpieza viaria)		Público (MA 48)	Público (MA 48)	-	Privado (varias empresas)	-	Público (Wien energy)
Residuos voluminosos		Público (MA 48)	Público (MA 48)	-	Privado (varias empresas)	-	Público (Wien energy)
Juguetes		Público (MA 48)	Público (MA 48)	Mixto (MA 48 y otros)	-	-	Público (Wien energy)
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)		Público (MA 48)	Público (MA 48)	Público (MA 48)	-	Privado (varias empresas)	Público (Wien energy)
Neumáticos fuera de uso (NFU)		Público (MA 48)	-	-	-		Privado (industria de cemento)
Residuos de jardín, orgánicos y similares		Público (MA 48)	-	-	-	Mixto (MA 48 y Terrasan)	-
Residuos de cocina (sólo restaurantes)		Público (MA 48)	-	-	-	Público (MA 48)	-
Aceites y grasas usados		Público (MA 48)	-	-	-	Público (MA 48)*	-
Residuos especiales y lodos de depuradora		Público (MA 48)	-	-	-	-	Público (Wien energy)
Sustancias problema y residuos peligrosos		Público (MA 48)	-	-	Privado (varias empresas)	-	Público (Wien energy)
Residuos de construcción		Público (MA 48)	Público (MA 48)	-	Mixto (MA 48 y AÖB)	-	-
Textiles			Privado (ONG's)	Mixto (MA 48 y varias tiendas)	Privado (varias empresas)	-	Público (Wien energy)
Plástico (empaques)		Privado (ARA)	-	-	Privado (varias empresas)	-	-
Cenizas y escorias (provenientes de la valorización energética)		Público (MA 48 y otros)	Público (MA 48)	-	-	Público (MA 48)	-
							Mixto (MA 48 y otros)

* Corresponde a la producción de biodiesel. Está reportado que el MA 48 realiza la recolección de estos aceites y grasas usados, pero no se dan especificaciones sobre este tratamiento y si realmente está totalmente a cargo del MA 48. Este biodiesel producido es usado en la maquinaria de la planta de compostaje Lobau (MA 48, 2013).

El sistema de la ciudad funciona con dos y hasta tres contenedores de residuos en los hogares: a) papel y cartón, b) desechos no reciclables (residuos mezclados) y c) residuos orgánicos (sólo en algunas zonas). Estos residuos son recolectados directamente de las casas o edificios por el MA 48.

Para el resto de los flujos de residuos mostrados en la Tabla 5-1 (excepto los residuos de cocina y las cenizas y escorias) existen distribuidos en la ciudad:

- 4.135 islas de separación de residuos, que tienen desde uno hasta seis contenedores para residuos: a) papel y cartón, b) residuos orgánicos, c) vidrio transparente, d) vidrio de color, e) metal incluyendo latas y f) botellas de plástico.
- 19 centros de colecta de residuos (Mistplätze) con por lo menos las siguientes fracciones: los seis flujos de residuos mencionados en el punto anterior, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), aceites y grasas de cocina usados, residuos voluminosos, bienes usados en buen estado (platos, muebles pequeños, juguetes, ropa, etc.), madera, neumáticos fuera de uso (NFU), textiles, entre otros.
- 44 puntos fijos y 22 móviles para acopio de sustancias y residuos peligrosos (algunos de ellos dentro de los Mistplätze), incluyendo algunos de los ya mencionados como RAEE, NFU, residuos voluminosos y también medicamentos caducos.

Cada ciudadano es responsable de llevar sus residuos a alguno de estos sitios para contribuir al reciclaje y adecuada gestión. Todo residuo que no sea separado correctamente termina en las plantas de incineración para la valorización energética.

5.3 Metodología

Para realizar la evaluación de la gestión de residuos de la ciudad de Viena, se ha utilizado un sistema de indicadores conformado por un marco conceptual con 92 indicadores y un protocolo de evaluación de la calidad.

Este sistema de indicadores está enmarcado en los cuatro atributos que deben cumplirse para lograr una gestión de residuos sostenible: protección de la salud pública, del ambiente, ser socialmente aceptable y económicamente viable. Con este marco de partida, se plantearon tres objetivos a cumplir de esta evaluación con indicadores:

- Evaluar la sostenibilidad de la gestión de residuos en Viena a partir de los resultados obtenidos con el sistema de indicadores.
- A partir de los resultados de los indicadores, obtener valores de referencia comparativos, considerando a Viena como un sistema de gestión de residuos avanzado a nivel mundial.

- Comprobación del marco conceptual propuesto para el sistema de indicadores, planteado a partir de los mejores indicadores necesarios (MIN), por lo que se parte de la hipótesis que el sistema avanzado de Viena tiene la información y componentes para obtener todos los indicadores.

Para lograr estos objetivos se plantearon las siguientes etapas metodológicas que se describen a detalle en las siguientes secciones: 1) definición del alcance y delimitación del sistema, 2) aplicación del sistema de indicadores (marco conceptual con indicadores y protocolo de calidad), obteniendo la información para su cálculo a través de diversas fuentes y de la realización de un Análisis de Flujo de Materiales, y 3) Comprobación del marco conceptual, a través de los resultados obtenidos de las etapas anteriores y comparando contra dos municipios mexicanos (uno con una gestión incipiente y otro más avanzado).

5.3.1 Definición del alcance y delimitación del sistema

Para poder estudiar el sistema de gestión de residuos vienés, debido a su complejidad y a la cantidad de actores involucrados, se planteó un alcance y delimitación de dicho sistema. Para ello se utilizó de base, los componentes plasmados en la Tabla 5-1, y las siguientes condicionantes:

- Se han incluido solamente los componentes y flujos donde existen intervención directa del municipio a través de MA 48 y Wien energy, para poder obtener la evaluación del sistema municipal en su conjunto.
- Las únicas operaciones realizadas por el municipio que no fueron incluidas: la producción de biodiesel y el manejo de residuos de construcción. Los detalles sobre ambas operaciones no están publicados en reportes oficiales. Específicamente, para la producción de biodiesel no se ha podido determinar si está a cargo del MA 48, aunque se reporta que es utilizado en la planta de compostaje Lobau como combustible para la maquinaria (MA 48, 2013).

5.3.2 Sistema de indicadores utilizado

5.3.2.1 Marco conceptual e indicadores

El marco conceptual, así como los 92 indicadores utilizados y sus respectivos valores de referencia se muestran en el Anexo D. Este marco conceptual, tal y como se ha explicado anteriormente está plasmado a través de cuatro atributos que conforman la gestión sostenible de los residuos: aspectos técnicos y de salud pública, sociales, ambientales, económicos. En el caso de los indicadores, cada uno requiere de cierta información base y tiene su propia metodología de cálculo, que puede verse a detalle en el Anexo G. Finalmente, una vez calculados los indicadores:

- Se hace uso de los valores de referencia de la metodología (plasmados en el Anexo D) para obtener una semaforización-normalización para cada indicador en tres niveles de desempeño: bueno (verde),

regular (amarillo) y deficiente (rojo). Esto permitió posteriormente, agregar los resultados obtenidos en los diferentes atributos plasmados en el marco conceptual y poder evaluar la sostenibilidad del sistema vienes.

- Cada valor calculado para los indicadores del sistema de gestión de residuos de Viena, se convierte a su vez, en un nuevo valor de referencia que puede ser usado para comparar otros casos de estudio.

5.3.2.2 Protocolo de calidad

Se evaluó la calidad de los datos recopilados (información base) a través de los siguientes criterios (Tabla 5-2): a) origen de los datos, b) nivel de incertidumbre, c) cobertura temporal y d) cobertura espacial. Cada uno de estos criterios se califica con valores entre 0, 5, 10 y 15 puntos, como se recoge con detalle en el Anexo H. La puntuación global es la suma de los puntos obtenidos para cada criterio, obteniendo así, el tipo de calidad del dato. Si uno o más de los criterios son evaluados con cero puntos, la calidad debe clasificarse como desconocida. Una vez clasificada toda la información base, ésta es utilizada para clasificar la calidad de los indicadores que se calculen a partir de ella.

Tabla 5-2. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores

Tipo de calidad		Puntuación global*	Características			
			Origen de los datos	Nivel de incertidumbre	Cobertura temporal (años)	Cobertura espacial
Alta	A	60-55	Mediciones o evaluaciones directas	Bajo o 0 - 5%	≤3	Toda el área evaluada
Aceptable	B	50-40	Algunos datos calculados o modelados	Medio o >5 - ≤25%	>3 - ≤10	Sólo una parte del área evaluada
Baja	C	35-20	Datos en su mayoría sustitutos o imputados	Alto o >25%	>10	Áreas similares o cercanas a la que se está evaluando
Desconocida	U	≤15	• Si se obtuvo una puntuación igual o menor a 15 • Si uno (o más de uno) de los criterios establecidos es desconocido o igual a cero • No se evaluó la calidad			

* Se obtiene con la fórmula:

Calidad de información base = f{(origen de los datos)+(nivel de incertidumbre)+(cobertura temporal)+(cobertura espacial)}, donde para cada criterio se desarrolló una tabla de puntaje para su evaluación que puede consultarse a más detalle en el Anexo H.

Calidad de indicadores = Peor valor de calidad de toda la información base utilizada para su cálculo.

5.3.2.3 Obtención de la información para el cálculo de indicadores

5.3.2.3.1 Fuentes consultadas

Toda la recopilación de información cualitativa y cuantitativa realizada para el cálculo de los indicadores y para el análisis de flujo de materiales que se detalla en la siguiente sección, se basó en tres fuentes principales:

- Documentación oficial publicada por el MA 48 y entes relacionados.
- Revisiones en campo en algunas de las instalaciones de Viena: planta de tratamiento de residuos Rinterzelt, incineradora de Spittelau, relleno sanitario Rautenweg e instalaciones anexas, tienda 48er Tandler (tienda de productos para reúso) y proyecto de remediación in-situ “Frachtenbahnhof Praterstern”.
- Entrevistas con expertos.

5.3.2.3.2 Análisis de flujo de materiales

El análisis de flujo de materiales (AFM) es una metodología que proporciona una visión sistémica de procesos interconectados y flujos, y su objetivo principal es establecer un balance de masas que en el caso de la gestión de residuos proporciona una base de datos bien fundada, reproducible y transparente, así como un escenario base para futuras evaluaciones (Allesch y Brunner, 2017; Hotta, 2014). Por estas razones y dada la complejidad en la gestión de residuos de Viena, se ha decidido utilizar esta herramienta de AFM para proveer algunos de los datos *cuantitativos* requeridos para el cálculo de indicadores.

Esta herramienta puede utilizarse tanto a nivel de “bienes”¹ como de “sustancias”. En este caso sólo fue necesario utilizar el nivel de “bienes”, ya que este es fundamental para comprender el funcionamiento de la gestión de residuos en su conjunto (procesos y conexión entre procesos) (Allesch y Brunner, 2017).

Para realizar este AFM se usó el software for *Substance Flow Analysis* (STAN) desarrollado por la Universidad Técnica de Viena en cooperación con INKA software, en concordancia al estándar Austriaco ÖNORM S 2096 (Material Flow Analysis- Application in waste management) y considerando la incertidumbre de los datos (Cencic y Rechberger, 2008). Es un software libre y se ha usado la versión STAN 2.6.

Este software facilita la modelación, visualización y cálculo de los diferentes flujos másicos y ayuda en la comprobación del balance de masas. El modelo gráfico generado con los flujos es mostrado como un diagrama de flechas de Sankey (el ancho de un flujo es proporcional a su valor) y puede ser impreso o exportado a

¹ Los bienes se definen como entidades económicas de materia con valores positivos o negativos (p.e. agua potable, gasolina, residuos sólidos y aguas residuales), se componen de varias sustancias (TU Wien-Technische Universität Wien, 2017) (Allesch y Brunner, 2017).

diversos formatos gráficos (Cencic y Rechberger, 2008). Para la importación de los datos se usa Microsoft Excel como interfase (TU Wien, 2017).

Para realizar los trabajos en este software, primero se debe definir un límite espacial y temporal del sistema, que en este caso, incluye lo plasmado en la primera sección de metodología (alcance y delimitación del sistema general), además de:

- Sólo se utilizaron datos del año 2016, que eran los datos más recientes y suficientemente desglosados para realizar el balance de masas, por lo que se considera un modelo estático.
- Se consideró como el inicio de todo el proceso la entrada de residuos al sistema municipal, de acuerdo a lo recomendado por Allesch y Brunner (2017), esto corresponde a la recolección de los distintos flujos realizada por el MA 48.
- Se continúa el flujo de los residuos finalizando con los materiales enviados a vertido en relleno sanitario. Esto implica, de acuerdo a los límites plasmados en la primera sección de metodología, que sólo se incluyen las operaciones realizadas por el municipio (MA 48 o Wien energy).
- Para el balance sólo se incluyen flujos másicos: residuos, composta, reciclables y otros materiales generados a través de las distintas operaciones de valorización, cenizas y escorias. Los únicos flujos adicionales que fueron incluidos, puesto que su consideración es necesaria para completar el balance:
 - *Como entradas al sistema (importaciones)*: insumos complementarios para realizar algunas operaciones de valorización o tratamiento, incluyendo solamente los flujos más representativos que afectan directamente los flujos másicos de algún residuo: material estructurante para composta y cemento para estabilización de cenizas y escorias.
 - *Como salidas del sistema (exportaciones)*: Las pérdidas durante los procesos de compostaje, producción de biogás y emisiones de la valorización energética (evaporación de agua, transformación de materiales a productos gaseosos, etc.).

A partir de estos límites se creó un modelo con procesos y flujos, añadiendo los datos conocidos (flujos másicos, almacenamientos, coeficientes de transferencia, etc.) con sus correspondientes unidades (t, t/año). Capturando datos suficientes, los algoritmos de cálculo del software pueden calcular variables desconocidas (Cencic y Rechberger, 2008). También existe la posibilidad de considerar las incertidumbres de los datos, ya que el algoritmo de cálculo utiliza herramientas estadísticas matemáticas como la reconciliación de datos, la propagación de errores y la detección de errores graves (TU Wien, 2017). Sin embargo, las fuentes de datos de donde se obtuvo la información no incluyen la incertidumbre de cada valor, por lo que no ha sido necesario el uso de estas herramientas.

5.3.3 Comprobación del marco conceptual

La comprobación del marco conceptual se realizó contrastando la cantidad de indicadores calculados contra la cantidad total de indicadores incluidos en el marco conceptual. Esto se realizó para visualizar para cuántos de ellos hay información de fácil acceso y corroborar la hipótesis que el sistema avanzado de Viena tiene la información y componentes para obtener todos los indicadores.

A la par, se ha realizado una comparación de los resultados obtenidos de la ciudad de Viena, contra dos municipios mexicanos (uno con una gestión incipiente y otro más avanzado), realizando un listado de los indicadores que han sido contestados en todos los casos. Para poder realizar una adecuada comparación de los tres casos, se han usado los mismos valores de semaforización-normalización del caso de Viena, incluidos en el Anexo D, así como el mismo protocolo de evaluación de la calidad. Esto contribuye a la definición de un grupo de indicadores básicos que se desprenden del marco conceptual principal, y por lo tanto comprobar la información que está disponible en sistemas de gestión de residuos con diferentes niveles de avance.

Los municipios mexicanos utilizados para la comparación fueron: Zapopan con 1.332.272 habitantes considerado un sistema avanzado dentro del país y con vertido en relleno sanitario, y Los Reyes de Salgado con 71.470 habitantes con un sistema incipiente de gestión y con vertido en un tiradero a cielo abierto. Ambos municipios tienen un modelo de gestión público, en similitud con los componentes del sistema vienés. Los detalles del municipio de Zapopan pueden verse en el Capítulo 3 y del municipio de Los Reyes en Flores (2018).

5.4 Resultados y discusión

5.4.1 Alcance y delimitación del sistema

En la Tabla 5-3 se muestran las instalaciones que se incluyeron en la evaluación, resultado del alcance y delimitación del sistema, así como una descripción cualitativa de los flujos que ingresan, salen o son almacenados en cada una.

5.4.2 Resultados para el sistema de indicadores

5.4.2.1 Resultados obtenidos a partir del Análisis de Flujo de Materiales

De acuerdo con el AFM realizado, se han obtenido los valores mostrados en la Tabla 5-3. De todos los flujos incluidos para el modelo de AFM, los siguientes han sido calculados a través del software (marcados en azul en la Tabla 5-3): todas las pérdidas y emisiones de los diferentes tratamientos (compostaje, producción de biogás y valorización energética), la cantidad de residuos que va directamente de recolección a valorización energética, la cantidad de cenizas y escorias estabilizadas que van al relleno sanitario Langes Feld (privado), y los dos

almacenamientos existentes (balas en almacén temporal en Pfaffenau y lo vertido en el relleno sanitario Rautenweg).

El balance general queda de la siguiente manera:

- Importaciones o entradas al sistema: 1.195.645 t/año
- Cambios en almacenamiento: 150.873 t/año
- Exportaciones o salidas del sistema: 1.044.772 t/año

El modelo gráfico generado con el software STAN puede verse en el Anexo E. Analizando los resultados obtenidos a través del AFM, se obtienen conclusiones detalladas sobre el funcionamiento del sistema, como las que se recogen en los siguientes párrafos.

El 80% de los residuos ingresados al sistema municipal son enviados a valorización energética, lo que implica que la mayoría de las salidas también corresponden a este componente (la mayor parte en emisiones durante la incineración).

Las exportaciones que se pueden considerar sin ningún tipo de aprovechamiento son: pérdidas durante el compostaje, cenizas y escorias estabilizadas que se envían a relleno sanitario, y algunas salidas de Rinterzelt (residuos no peligrosos y parte de los RAEE). Esto representa poco más del 10% respecto a los residuos que entraron al sistema. El resto de exportaciones es enviado en su mayoría a reciclaje o se ha transformado en composta o energía (térmica y eléctrica).

Con esta información se observa que la gestión de residuos ha avanzado hacia categorías diferentes al vertido, ya que menos de un 20% de los residuos ha sido enviado a este componente (tanto al vertido municipal como al vertido privado). Sin embargo para comprobar este avance en la gestión de los residuos aún faltaría evaluarse a detalle el reciclado (realizado por empresas privadas) y obtener datos acerca de la prevención y reúso.

En el diagrama de AFM, no se han plasmado los flujos que se envían a reúso, ya que el MA 48 no incluye información cuantitativa en los reportes correspondientes. Sin embargo, en el diagnóstico realizado en 2011 se estimó un flujo de 800 t/año de materiales que son enviados a la tienda 48er Tandler (administrada por el MA 48) para ser vendidos (Volk, Rolland, Sciri, y Sturm, 2012) contrastando con lo reportado en la página web de 300 t/año (Ciudad de Viena, 2018a). Cualquiera de los dos datos correspondería a menos de un 0,1% de los residuos que recolecta el MA 48.

Finalmente, todos estos datos cuantitativos obtenidos a través del AFM, se han utilizado como información base para el cálculo de algunos indicadores.

Tabla 5-3. Instalaciones incluidas en la evaluación y resumen de flujos de entrada, salida y almacenamiento

Instalación	Componente (y ente operador)	Descripción de las operaciones	Flujos de entrada*		Flujos de salida*		Almacenamiento*	
			Nombre	Cantidad (t/año)	Nombre	Cantidad (t/año)	Nombre	Cantidad (t/año)
Varias [1]	Recolección (MA 48)	Recolección de todos los flujos que entran al sistema	Residuos municipales (todos los flujos)	1.124.360	Residuos orgánicos (F1, F2, F3)	84.765	-	-
					Residuos mezclados (F1, F2)	152.150		
					Residuos de limpieza viaria	2.482		
					Residuos a valorización energética	806.227		
					Residuos a procesamiento a Rinterzelt (13 flujos)	78.736		
Planta de compostaje Lobau	Tratamiento (MA 48)	Producción de composta	Residuos orgánicos (F1)	63.156	Composta	40.797	-	-
			Material estructurante	40.044	Otros residuos a valorización	15.814		
					Residuos y metales a valorización energética	4.641		
					Pérdidas del compostaje	41.948		
Centro logístico de residuos Pfaffenau	Preparación para reuso/reciclaje/valorización energética y almacenamiento temporal (MA 48)	Se recuperan algunas fracciones para reciclaje, y luego se separa en: 1) alto poder calorífico: para su almacenamiento y uso posterior en la valorización energética (cuando hay mantenimiento o fluctuaciones estacionales) y 2) bajo poder calorífico: principalmente orgánico que se envía inmediatamente a valorización energética.	Residuos mezclados (F1)	150.034	Residuos mezclados (F3)	136.149	Residuos mezclados (alto poder calorífico)	9.990
					Metales reciclables	1.469		
					Otros materiales reciclables	2.426		
Biogás Viena	Tratamiento (MA 48)	Producción de biogás a partir de residuos orgánicos	Residuos orgánicos (F2, F3)	21.609	Residuos después del tratamiento	11.705	-	-
					Pérdidas de la producción del biogás	9.904		

[1] Agrupa cuatro instalaciones: abschleppgruppe, garaje Hernals (y centro técnico), garaje Brigittenau (y taller/limpieza) y garaje en las oficinas centrales.

[2] Agrupa cuatro incineradoras: Spittelau, Simmeringer Haide, Pfaffenau y Flötzersteig.

[3] Son enviadas al relleno sanitario de Langes Feld (privado).

*Los flujos marcados en azul, han sido calculados por el software STAN, el resto de flujos se han obtenido de (MA 48, 2017).

ND= No hay datos

Tabla 5-3 (continuación). Instalaciones incluidas en la evaluación y resumen de flujos de entrada, salida y almacenamiento

Instalación	Componente (y ente operador)	Descripción de las operaciones	Flujos de entrada*		Flujos de salida*		Almacenamiento*	
			Nombre	Cantidad (t/año)	Nombre	Cantidad (t/año)	Nombre	Cantidad (t/año)
Planta de tratamiento de residuos Rinterzelt	Preparación para reuso/reciclaje/valorización energética, almacenamiento temporal y tratamiento. (MA 48)	Procesamiento de flujos reciclables para su posterior valorización. Mezclado de cenizas y escorias con cemento para su envío a relleno sanitario	Residuos provenientes de recolección (13 flujos)	78.736	Residuos a reciclaje o tratamiento (13 flujos)	83.330		
			Residuos mezclados (F2)	2.116	Residuos a valorización energética (4 flujos)	6.507	-	-
			Cenizas y escorias	204.018	Cenizas y escorias estabilizadas con cemento	226.274		
			Cemento	31.241				
Varias [2]	Valorización energética (MA 48 y Wien enegy)	Valorización energética de diferentes fracciones de residuos	Residuos provenientes de recolección	806.227		140.883		
			Residuos provenientes de Rinterzelt (4 flujos)	6.507	Cenizas y escorias		-	-
			Residuos provenientes de Biogás Viena	11.705		85.391 [3]		
			Residuos mezclados (F3)	136.149	Emisiones de valorización energética	761.211	-	-
			Residuos y metales provenientes de Lobau	4.641				
Rautenweg	Relleno sanitario (MA 48)	Disposición final de cenizas y escorias estabilizadas	Residuos de limpieza viaria	2.482	Residuos de limpieza viaria a reciclaje	2.482	Cenizas y escorias estabilizadas con cemento	140.883
			Cenizas y escorias estabilizadas con cemento	140.883				
Tienda 48er Tandler	Tienda para venta de productos de reuso (MA 48)	Recepción de distintos flujos para su venta (reuso)	Varios	ND	Varios	ND	Varios	ND

[1] Agrupa cuatro instalaciones: abschleppgruppe, garaje Hernals (y centro técnico), garaje Brigittenau (y taller/limpieza) y garaje en las oficinas centrales.

[2] Agrupa cuatro incineradoras: Spittelau, Simmeringer Haide, Pfaffenau y Flötzersteig.

[3] Son enviadas al relleno sanitario de Langes Feld (privado).

*Los flujos marcados en azul, han sido calculados por el software STAN, el resto de flujos se han obtenido de (MA 48, 2017).

ND= No hay datos

5.4.2.2 Evaluación de la sostenibilidad y valores de referencia obtenidos

Los resultados individualizados de los indicadores situados dentro del marco conceptual, se muestran en la Tabla 5-4, junto con su semaforización y tipo de calidad obtenido. De los 92 indicadores propuestos se ha podido obtener información para 72 (18 sin información disponible para su cálculo y 2 no aplicables).

Respecto a los indicadores no aplicables, fueron *Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal* y *Tarifa promedio*. El primero debido a que el municipio no realiza directamente este tipo de recolección, y en el segundo caso, a pesar de que existen tarifas específicas para el cobro a hogares (reportados en otro indicador) no se han encontrado tarifas para prestación de servicios diferentes al domiciliario.

Los indicadores que no han podido ser calculados se centran en aspectos como salarios, rendimientos, grado de aprovechamiento de instalaciones, número de hogares que pagan el servicio, entre otros, pero que con certeza, el municipio posee la información para su cálculo aunque no esté disponible públicamente.

La Figura 5-1(a) reúne una comparativa entre los diferentes atributos de sostenibilidad de la gestión de residuos, de los cuales un 77% fueron evaluados con un desempeño bueno. En la Figura 5-1(b) se han incluido también los valores no respondidos. Las diferencias entre la Figuras 5-1(a) y (b) muestran la importancia de incluir los valores no respondidos en una evaluación como esta, tal ya que influyen de manera importante en los resultados.

Puede observarse un alto desempeño en el atributo ambiental, no sólo porque se ha obtenido información para todos los indicadores evaluados, sino porque el 95% de ellos han obtenido un buen desempeño (verde). Esto hace pensar en la modificación de los valores de referencia para evaluar los aspectos ambientales en sistemas de gestión avanzados como el de Viena, haciéndolos más estrictos.

También destaca el atributo de economía por haber obtenido una gran proporción de desempeños regulares, altamente influenciado por los valores de referencia utilizados, que han sido propuestos originalmente para países en desarrollo.

Esto muestra que el sistema vienés es más costoso, pero no dentro de valores extremos (lo que se vería reflejado por una mayor proporción de valores rojos). Estos resultados también están posiblemente influenciados por el presupuesto y contabilidad separados que se realizan del MA 48 y Wien Energy, ya que este último no reporta valores dentro de los presupuestos municipales disponibles públicamente.

Los tratamientos térmicos se consideran dentro de los más costosos (todas las incineradoras de Viena son operadas por Wien Energy) y usualmente más recomendables en países desarrollados. Según Brunner y Fellner (2007), en Viena se gastaba 106 €/per cápita en el año 2002 para la recolección, tratamiento y disposición de los residuos, comparado con lo obtenido para otras ciudades de países en desarrollo de 3,8 y 0,7 €/per cápita (Damasco y Dhaka respectivamente). Para Viena en 2016 se ha obtenido un coste de 214 €/per cápita al año.

Tabla 5-4 (a). Clave sobre la información mostrada en las tablas

Valor del indicador		Semáforo de acuerdo a los valores de referencia (desempeño)							
284.09			Bueno		Regular		Deficiente		
•									
Calidad de indicadores				Otras claves					
A Alta	B Aceptable	C Baja	U Desconocida	NC	Indicador no contestado	NA	No aplicable	IE	Incluido en otro componente

Tabla 5-4 (b). Indicadores de aspectos técnicos y de salud pública

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública								
Categorías	Indicadores	Unidades	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Valorización	Relleno sanitario

A. Entradas	Tasa de generación de hogares	kg/cápita/año	284,09		A			
	Grado de fraccionamiento	%				NC		
	Tasa de generación de comercios	kg/cápita/año	46,83		A			
	Tasa de generación de servicios	kg/cápita/año	8,36		A			
	Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal	kg/cápita/año	NA					
	Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos	kg/cápita/año	2,09		A			
	Tasa de generación de residuos de construcción y demolición	kg/cápita/año	34,43		A			
	Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos	kg/cápita/año	2,80		A			
	Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores	kg/cápita/año	0,04		A			
	Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil	kg/cápita/año	0,47		A			
	Tasa de generación de neumáticos fuera de uso	kg/cápita/año	NC					
	Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles	kg/cápita/año	0,14		A			
	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	kg/cápita/año	1,87		A			
	Evolución de la tasa de generación de residuos municipales	%		0,94		A		
	Residuos recolectados	%				100		B
	Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario	%						0  B
	Residuos eliminados en relleno sanitario	%	20,12		B			100  B

Tabla 5-4 (b - continuación). Indicadores de aspectos técnicos y de salud pública

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública								
Categorías	Indicadores	Unidades	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Valorización	Relleno sanitario
B. Salidas	Reutilización de flujos de residuos específicos	Número de flujos para reutilización	10	B				
	Residuos resultantes de limpieza viaria	ton/km		0,03	A			
	Grado de separación en origen	%				31	A	
	Grado de pureza de materiales separados	%				N C		
	Residuos valorizados y/o tratados	%					100	A
	Tasa de recuperación de materiales en valorización	%					82	A
	Contenido de impropios en valorización	%					19	B
	Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)	Kg/tonelada					142,79	B
	Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)	Kg/tonelada					11,08	B
C. Cobertura	Cobertura de limpieza viaria	%		100	A			
	Población atendida por el servicio de recolección	%				100	A	
	Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección	Metros				0	B	
D. Instalaciones y equipamiento	Disponibilidad del servicio	%		NC		NC	NC	NC
	Rendimiento del trabajo	km/empleador/día		NC				
		ton/hora				NC	NC	NC
	Grado de aprovechamiento de contenedores	%				NC		
	Grado de aprovechamiento de las instalaciones	%				NC	100	A
	Intensidad de desplazamiento	km/ton				NC		
	Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos	Lavado/año				NC		
	Sistema de monitoreo continuo	Si/ Parcialmente (P) /No					P	B P B
	Vida útil disponible del vertido	Años						47 B
Ei Salud Pública	Riesgos relacionados con salud pública	Si/No		Si B	Si B	No B	No B	No B

Tabla 5-4 (c). Indicadores de aspectos sociales

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales						
Categorías	Indicadores	Unidades	Transversal	Limpeza viaria	Recolección	Valorización
A. Legislación y políticas	Existencia de legislación	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Cumplimiento de la legislación	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Registro de sanciones/avisos	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Número de sanciones por cada 10.000 habitantes	Nº de sanciones registradas al año/10.000 habitantes	29,62	A		
	Existencia de instrumentos económicos	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas	Si/No	Si	B		
	Incentivos económicos para la prevención de residuos	Si/No	NC			
	Planeamiento para la gestión de residuos	Si/Si pero publicado por un nivel superior/No	Si	A		
	Planes y políticas para flujos de residuos específicos	Si/Si pero publicado por otra entidad/No	Si	A		
	Cumplimiento de planes o políticas	Si/Parcialmente/No	Si	A		
	Diagnóstico de la gestión de residuos	Si/Parcialmente/No	Si	A		
B. Grupos de interés	Sistema de quejas y sugerencias	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Quejas por cada 10 000 habitantes	# quejas/10 000 habitantes/año	12,32	A		
	Tiempo medio de respuesta a quejas	Días	NC			
	Disponibilidad pública de información	Si/Parcialmente/No	Si	B		
	Grado de satisfacción de los usuarios	Satisfechos/No satisfechos/No se realiza encuesta	Satisfechos	A		
	Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación	%	0,02	B		
	Certificaciones y auditorías	Número de certificaciones	10	A		
	Procedimientos para comunicación, consulta y participación	Si/No	Si	U		
	Inclusión del sector informal	Si/Parcialmente/No	No	B		
C. Marco organizacional	Cooperación institucional	Si/No	Si	B		
	Coordinador del servicio	Si/Parcialmente/No	Si	A		
	Asignación de funciones y responsabilidades	Si/Parcialmente/No	NC			NC
	Control de la prestación de servicios	Si/Parcialmente/No		NC	NC	NC

Tabla 5-4 (c - continuación). Indicadores de aspectos sociales

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales									
Categorías	Indicadores	Unidades	Transversal	Limpeza viaria	Recolección	Valorización	Relleno sanitario		
D. Desarrollo de empleados	Perfil del personal en puestos clave	%		NC	NC	NC	NC		
	Estrategias de capacitación y formación	Si/Parcialmente/No	Si	A	Si	A	Si	A	Si
	Personal formal en los distintos componentes	Trabajadores/ 10000 habitantes	6,33	A					
		Trabajadores /1000 toneladas	0,003	A	0,002	A	IE-Transversal		
	Personal informal en los distintos componentes	%	1,50	B	0	B	IE- Transversal		0
	Salario promedio comparado con el salario mínimo	%		NC	NC	NC	NC		
	Prestaciones relacionadas con el salario	%	100	A	100	U	100	B	100
	Aspectos relacionados con seguridad e higiene	Si/Parcialmente/No	Si	B	Si	B	Si	B	Si

Tabla 5-4 (d). Indicadores de aspectos ambientales

ATRIBUTO 3. Aspectos ambientales													
Categorías		Indicadores	Unidades	Transversal		Limpieza viaria		Recolección		Valorización		Relleno sanitario	
A. Uso de recursos	Intensidad de uso del agua	L/tonelada	66,71		A	IE-Transversal							
	Intensidad de consumo energético	kWh/tonelada	90,07		A	IE-Transversal							
	Intensidad de uso del suelo	m²/tonelada				0,12	B	0,12	B	0,24	B	5,70	B
B. Contaminación	Intensidad de agua residual/lixiviado generado	L/tonelada	0,53		A	IE-Transversal						42,51	C
	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero	t CO2eq/tonelada	0,01		A	IE-Transversal				0,33	B	IE-Transversal	
	Contaminación por olores	Si/No							Si	B	Si	B	
	Contaminación por ruido	Si/No							Si	B	Si	B	
	Contaminación de suelo	Si/No							Si	B	Si	B	
C. Mitigación	Gestión de agua residual/lixiviado generado	Si/No					Si	B	Si	B	Si	B	
	Intensidad de energía generada	kWh/tonelada							1563	B	267,35	B	
	Gestión de sitios contaminados	Clausurados o rehabilitados/ En proceso/ Sin gestión									En proceso	B	
D. Otros	Aspectos relacionados con impacto visual	Si/No			No	B	No	B	No	B	No	B	

Tabla 5-4 (e). Indicadores de aspectos económicos

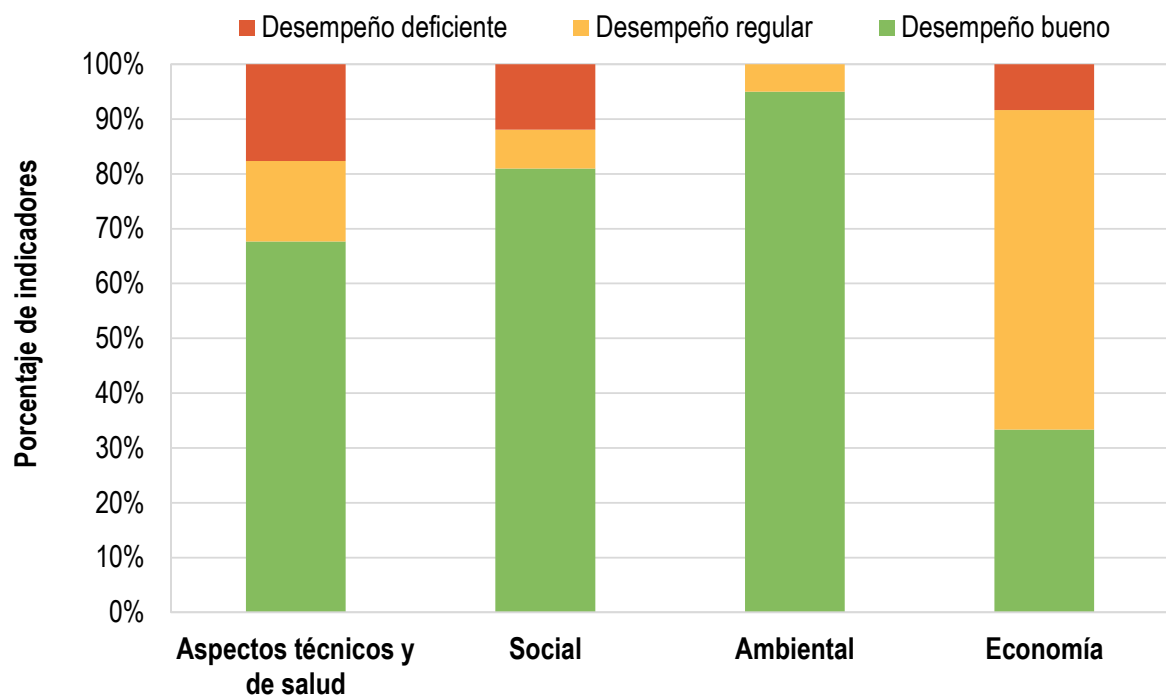
ATRIBUTO 4. Aspectos económicos								
Categorías	Indicadores	Unidades	Transversal	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Valorización	Relleno sanitario
A. Ingresos	Existencia de tarifa específica (hogares)	Si/No	Si	A				
	Capacidad de pago de los usuarios	%	1,04	A				
	Hogares que pagan el servicio	%	NC					
	Tarifas promedio de cobro de los servicios	USD\$/tonelada			NA	NA	NA	NA
	Recuperación de costos del organizador del servicio	%	89	A				
B. Egresos	Presupuesto para la gestión de residuos	Si/No	Si	A				
	Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal	%	2,84	A				
	Costo de cada componente	USD\$/tonelada	375,09	A		IE-Transversal		
	Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita	Presupuesto anual(USD\$/habitante o No hay presupuesto para I+D+i	NC					
	Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación	USD\$/habitante/año	NC					
	Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos	Si/No		Si	B			

Visualizando el conjunto de indicadores obtenidos y sus valoraciones (Figura 5-1a) se observa un avance similar en todos los atributos de sostenibilidad, con pocos indicadores con desempeño deficiente, contrastando con otros estudios de caso de países en desarrollo (ver Capítulos 3 y 4), donde hay mayor proporción de desempeños deficientes e indicadores sin respuesta. Esto ayuda a corroborar la hipótesis sobre el avance del sistema viés hacia una gestión sostenible de residuos en su conjunto, aún con la existencia de algunas áreas de mejora.

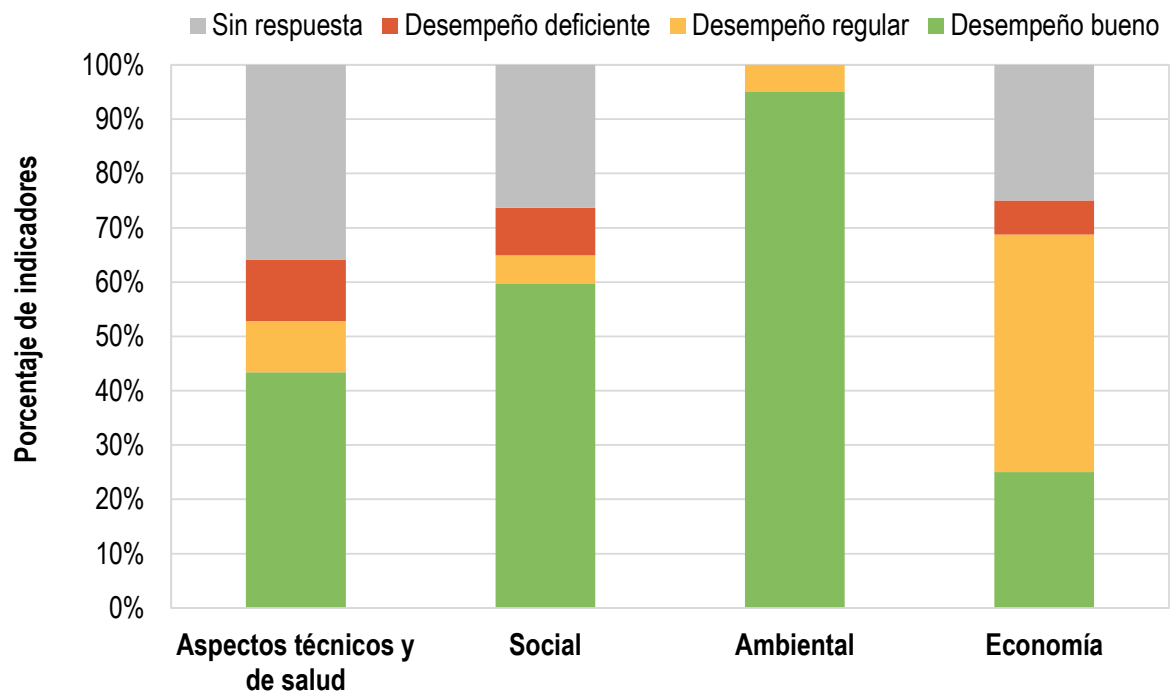
Se encontraron dificultades para evaluar la prevención y sus efectos en el sistema, debido a la ausencia de información cuantitativa para los flujos que han sido reusados. Sólo existe información parcializada y desactualizada sobre las cantidades que se envían a la tienda 48er Tandler.

También a pesar de tener presencia de marco legal y planeación específica para prevención, infraestructura para captación y reúso de diversos flujos de residuos, inversión en proyectos de I+D+i, y las diferentes estrategias realizadas para lograr la prevención de residuos (especialmente el acercamiento a todos los ciudadanos a través de diferentes canales de comunicación) esto no se ve reflejado directamente en la evolución de la generación

per cápita calculada de 0,94% (promedio de 2012 a 2017). Se han encontrado periodos donde esta generación ha decrecido, pero su tendencia va en aumento, influida también por la alta tasa de turistas que recibe la ciudad.



(a) Valores obtenidos para cada atributo



(b) Valores obtenidos y no contestados para cada atributo

Figura 5-1. Comparación del desempeño entre los diversos atributos de sostenibilidad de la gestión de residuos en la ciudad de Viena

Finalmente, cada valor calculado para los indicadores, se convirtió a su vez, en un nuevo valor de referencia que puede ser usado para comparar otros casos de estudio, considerando a Viena como un sistema de gestión de residuos avanzado a nivel mundial: se han obtenido 128 valores de referencia, ya que de los 92 indicadores posibles algunos pudieron obtenerse desglosados por componentes como se observa en la tabla 5-4.

5.4.3 Comprobación del marco conceptual

De acuerdo a los resultados obtenidos al calcular los indicadores se ha podido corroborar la exhaustividad con la que ha sido creado el marco conceptual (Mejores Indicadores Necesarios), a pesar de no haber realizado solicitud de información directamente al municipio (MA 48 y entes relacionados) se han podido calcular casi el 80% de los indicadores.

Por otro lado al realizar la comparación con los municipios de Zapopan y Los Reyes, se han obtenido 61 valores para los mismos indicadores y componentes (que se muestran en detalle en el Anexo F) y a partir de los cuales se construyeron las Figuras 5-2 y 5-3. La Figura 5-2 reúne el número de indicadores con desempeño bueno logrado por cada municipio, distribuido en los cuatro atributos de sostenibilidad.

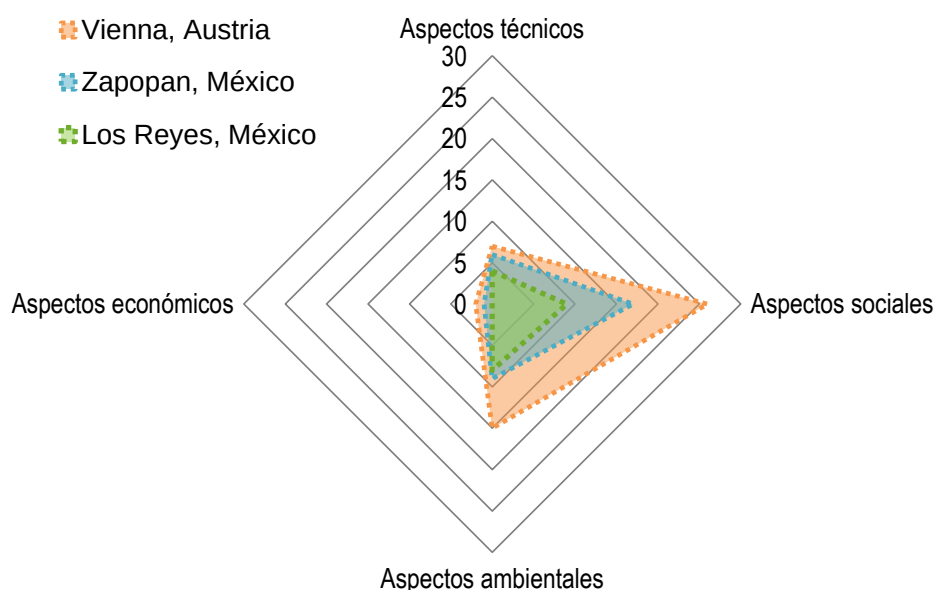
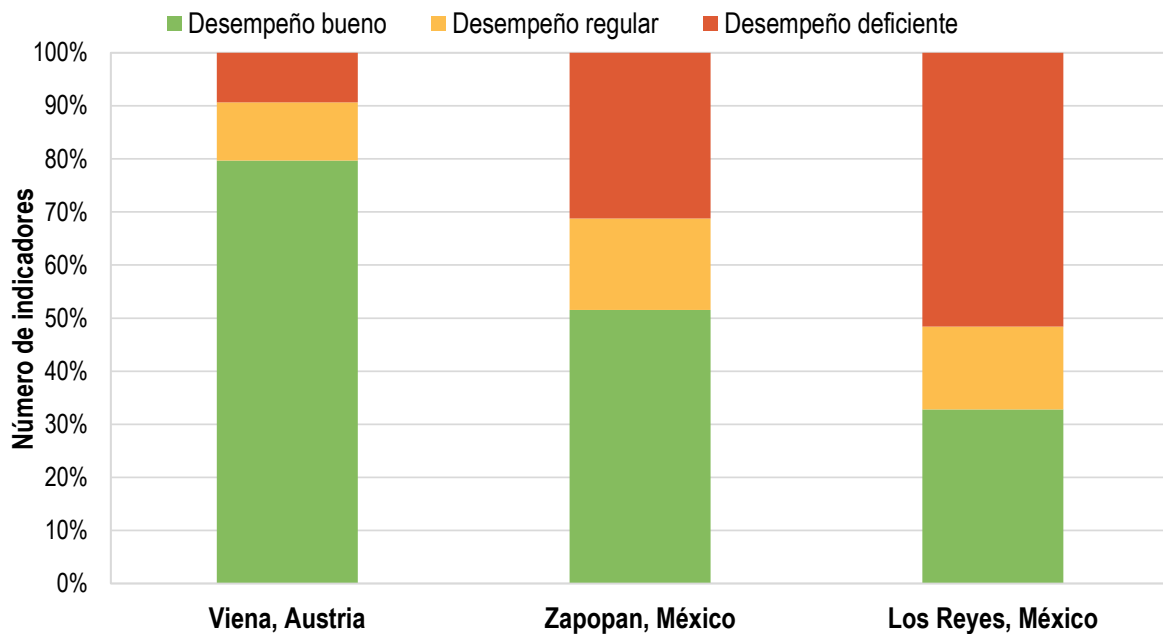


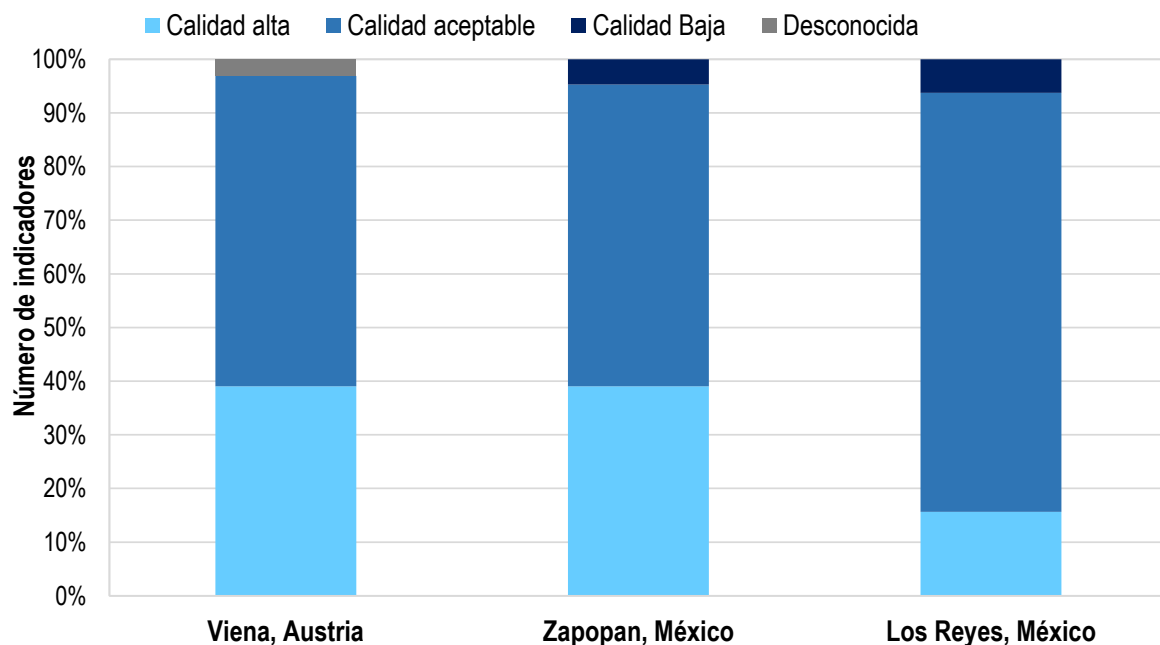
Figura 5-2. Comparación del desempeño bueno obtenido para los diversos atributos de sostenibilidad

Bajo esta igualdad de condiciones (mismos indicadores, componentes y valores de referencia) nuevamente se demuestra la ventaja del sistema vienés sobre los otros municipios. Esto corrobora no sólo la flexibilidad y utilidad de la metodología usada, si no del marco conceptual que permite el manejo de la información detallada (como el caso de la Tabla 5-4) o sintetizada de un solo municipio (Figura 5-1), así como la comparación a nivel general del desempeño entre municipios (Figura 5-3).

La Figura 5-3(a) muestra la distribución del desempeño bueno, regular y deficiente obtenido por cada municipio. Se muestra que Viena ha obtenido una mayor proporción de valores con desempeño bueno (verde), contrario a la situación obtenida para los otros municipios.



(a) Comparación del desempeño obtenido en los indicadores



(b) Comparación de la calidad de los indicadores

Figura 5-3. Comparación del desempeño y calidad obtenidos para los indicadores en los diferentes municipios

La Figura 5-3b reúne el detalle de la calidad de los indicadores obtenidos. Se observa que, a pesar de las diferencias obtenidas en el desempeño, predominan calidades altas y aceptables. Esto permite definir un grupo de indicadores básicos, para los que la información está disponible en municipios con sistemas de gestión incipientes (Los Reyes) hasta el más desarrollado (Viena), y corroborando la certeza con la que pueden tomarse decisiones a partir de esta información.

5.5 Conclusiones

Se ha comprobado la utilidad de la herramienta del AFM y del software STAN como complemento idóneo para proveer datos base necesarios para el cálculo de indicadores, especialmente considerando un sistema que maneja diversos flujos y con variedad de instalaciones como el caso vienés. Sin embargo este método también se ve afectado cuando hay falta de información.

A través del uso del marco conceptual y de los cuatro atributos de sostenibilidad también se ha podido comprobar la tendencia que tiene el sistema de gestión de residuos de Viena a desarrollar de manera equilibrada estos cuatro ejes (que también están plasmados directamente en la legislación y políticas locales). Destaca el aspecto ambiental, no sólo porque ha sido posible calcular todos los indicadores, sino porque sólo dos de ellos han obtenido un desempeño regular (*intensidad de uso de suelo en relleno sanitario* y *gestión de sitios contaminados*), mientras que el resto han obtenido desempeños buenos (verdes). Esto hace pensar en la necesidad establecer valores de referencia más estrictos para evaluar estos aspectos ambientales en sistemas avanzados.

Los resultados obtenidos de los indicadores se han vuelto a su vez, nuevos valores de referencia, que pueden servir para evaluar o comparar en otros casos. El único componente para el que no se han podido obtener valores individualizados son las operaciones de transferencia, ya que en el caso de Viena estas operaciones están integradas a preparación para el reúso/reciclaje/valorización energética o directamente en valorización. En muchas capitales de América Latina por ejemplo, la transferencia se realiza por separado, ya que las ciudades están más pobladas y son menos densas que en Europa, por lo que se vuelve un componente imprescindible en este tipo de ciudades, para aumentar la eficiencia y disminuir los costos de los sistemas de gestión de residuos.

Por último, se pudo comprobar la exhaustividad con la que ha sido creado el marco conceptual (Mejores Indicadores Necesarios) y que es posible su cabal cumplimiento, evaluando un sistema avanzado como el caso de Viena, donde, a pesar de no haber realizado solicitud de información directamente al municipio (MA 48 y entes relacionados) se han podido calcular casi el 80% de los indicadores.

Durante la comparación del municipio de Viena con dos municipios mexicanos (uno avanzado y otro con gestión incipiente) se han podido diferenciar los indicadores cuya información está disponible de cara a definir un grupo de indicadores básico que ayude a ir estableciendo diversos niveles de cumplimiento para lograr avances hacia una gestión sostenible de residuos.

El sistema vienés, a pesar de haber logrado avances en la jerarquía de residuos y en los cuatro ejes de sostenibilidad, así como de sus importantes y continuados esfuerzos (en infraestructura, recursos y sensibilización a la población) para la prevención, de acuerdo con la información disponible menos del 0,1% de los residuos recolectados ha llegado a reúso. La prevención y el reúso son las jerarquías meta más altas, sin embargo, su evaluación es compleja y queda aún mucho trabajo e investigación que realizar al respecto.

Esto se suma a la complejidad de evaluar el movimiento de los diferentes flujos de residuos desde el sistema municipal hacia sistemas industriales a través del reciclaje, donde, nuevamente herramientas como el AFM se vuelven necesarias.

5.6 Referencias

- Allesch, A., & Brunner, P. H. (2017). Material flow analysis as a tool to improve waste management systems: the case of Austria. *Environmental Science & Technology*, 51(1), 540–551. <http://doi.org/10.1021/acs.est.6b04204>
- ARA-Altstoff Recycling Austria. (2018). About us: Altstoff Recycling Austria. Retrieved July 10, 2018, from <https://www.ara.at/en/service/ara/about-us/>
- Brunner, P. H., & Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management & Research*, 25(3), 234–240. <http://doi.org/10.1177/0734242X07078296>
- Cencic, O., & Rechberger, H. (2008). Material flow analysis with software STAN. *Journal of Environmental Engineering and Management*, 18(1), 3–7.
- Ciudad de Viena. (2018a). 48er Tandler.
- Ciudad de Viena. (2018b). Quality of living and reputation - Vienna in a global context. Retrieved June 10, 2018, from <https://www.wien.gv.at/english/politics/international/comparison/live-quality-reputation.html>
- Flores, C. J. (2018). *Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales: aplicación al municipio de los Reyes, Michoacán*. Los Reyes de Salgado, México: Instituto Tecnológico Superior de los Reyes.
- Hotta, Y. (2014). *3R Policy indicator factsheets* (1st ed.). (Y. Hotta, Ed.). Kanagawa, Japón: Institute for Global Environmental Strategies. Retrieved from https://pub.iges.or.jp/system/files/publication_documents/pub/discussionpaper/3890/3RIndicator_B5report_web.pdf
- ISWA-International Solid Waste Association). (2013). ISWA: ISWA History. Retrieved June 10, 2018, from <https://www.iswa.org/iswa/organisation/iswa-history/>
- MA 23-Departamento municipal de Asuntos Económicos Trabajo y Estadística. (2018a). *Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien-2017. Menschen in Wien*. Viena, Austria. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/menschen2017.pdf>
- MA 23-Departamento municipal de Asuntos Económicos Trabajo y Estadística. (2018b). *Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien-2017. Wirtschaft*. Viena, Austria. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/wirtschaft2017.pdf>

- MA 23-Departamento municipal de Asuntos Económicos Trabajo y Estadística. (2018c). *Vienna in figures 2018*. Viena, Austria. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/viennainfigures-2018.pdf>
- MA 48-Departamento municipal de Gestión de Residuos Limpieza Viaria y Flota Vehicular. (2013). *Waste management in Vienna*. Viena, Austria. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/service/publikationen/pdf/abfallwirtschaft-en.pdf>
- MA 48-Departamento municipal de Gestión de Residuos Limpieza Viaria y Flota Vehicular. (2017). *Jahresbericht 2016*. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/service/publikationen/pdf/jahresbericht-2016.pdf>
- TU Wien-Technische Universität Wien. (2017). *User Manual STAN Version 2.6*. Viena, Austria: Technische Universität Wien. Retrieved from <http://www.stan2web.net/NetHelp/default.htm?url=HTMLDocuments%2FContentManual.htm>
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2012). *State of the world's cities 2012/2013: prosperity of cities*. Nueva York, EEUU: Routledge. Retrieved from <https://www.google.es/search?q=STATE+OF+THE+WORLD%27S+CITIES+2012%2F2013%3A+Prosperity+of+Cities+Prosperity+of+Cities&oq=STATE+OF+THE+WORLD%27S+CITIES+2012%2F2013%3A+Prosperity+of+Cities+Prosperity+of+Cities&aqs=chrome..69i57.882j0j4&sourceid=chrome&ie=UT>
- UNDP-United Nations Development Programme. (2018). Latest Human Development Index (HDI) ranking. Retrieved June 10, 2018, from <http://hdr.undp.org/en/2018-update>
- Vienna Convention Bureau. (2018). Meeting destination Vienna: How Vienna Ranks. Retrieved October 24, 2018, from <https://www.vienna.convention.at/de/meeting-destination/wien/top-position>
- Volk, U., Rolland, C., Sciri, S., & Sturn, J. (2012). *Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft 2011. Langfassung*. Viena, Austria. Retrieved from <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/service/pdf/anhang1-istzustand-wr-abfallwirtschaft-2011.pdf>
- Zelt, T. (2017). *Smart city, smart strategy*. Munich, Alemania: Roland Berger GMBH. Retrieved from https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/ta_17_008_smart_cities_online.pdf



Capítulo 6

Sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales

6.1 Introducción

Debido a la complejidad en la gestión de residuos municipales, si no se mejoran los sistemas para su adecuado manejo pueden surgir diversos problemas: de salud, sociales, ambientales, entre otros. Esto afecta especialmente a los gobiernos locales, que usualmente tienen asignadas la mayoría de las responsabilidades para resolver estos problemas.

El objetivo principal para el que se han creado los sistemas de gestión de residuos es la protección de la salud pública. Esto sigue siendo una prioridad en los países en desarrollo, sobre todo en aquellos donde la cobertura de recolección aún es deficiente. Sin embargo, se debe concebir que para lograr mejoras sustanciales y una gestión de residuos sostenible, hay cuatro objetivos que se deben cumplir: protección de la salud pública, del ambiente, ser socialmente aceptable y económicamente viable.

Derivado del axioma: “*Lo que no se mide no se controla*” y para proveer a estos gobiernos locales de herramientas que les ayuden a diagnosticar, tomar decisiones y evaluar tendencias, se presenta el **“Sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales”**.

Este sistema de indicadores, es el resultado de diversos esfuerzos realizados por el Grupo de Ingeniería Ambiental (GIA) de la Universidad de Cantabria, en la línea de investigación: “*Vertederos y gestión avanzada de residuos*”. Los primeros trabajos dieron lugar a la herramienta Garbometer, una primera propuesta de indicadores para evaluar aspectos técnicos de la gestión de residuos municipales.

En este segundo sistema de indicadores, se amplía el alcance abarcando no sólo la parte técnica, si no incluyendo aspectos ambientales, sociales y económicos, con el fin de contribuir a la mejora de la gestión de residuos municipales y avanzar hacia su sostenibilidad.

Se presenta aquí, un panorama general de cómo se ha construido este sistema de indicadores, los casos de estudio en los que ha sido aplicado para su mejora y una guía metodológica para facilitar su aplicación en los gobiernos locales. Por último, se presentan en detalle cada uno de los indicadores propuestos, así como los complementos metodológicos necesarios para que puedan ser usados como parte integral del sistema o de manera individualizada.

Para finalizar cabe destacar, que si bien, el GIA es el que ha liderado la construcción de este sistema de indicadores, ha tenido la colaboración de diversos especialistas en gestión de residuos de todo el mundo, principalmente a través de la Red Iberoamericana en Gestión y Aprovechamiento de Residuos (REDISA) y de la Cátedra UNESCO-Banco de Santander en Ingeniería Ambiental (UNESCO Chair in Environmental Engineering), lo que ha permitido que se integren diversas experiencias y enfoques de la gestión de residuos a nivel internacional.

6.2 Construcción del sistema de indicadores

De acuerdo con Schuschny y Soto (2009) debe definirse claramente el *atributo* que se desea medir a través de indicadores, porque lo que queda mal definido, será erróneamente medido. Esto se logró a través del desarrollo de un marco conceptual, que dotara de consistencia la agrupación de los indicadores dentro de los objetivos que debe cumplir la gestión de residuos: protección de la salud pública, del ambiente, ser socialmente aceptable y económicamente viable. Posteriormente, se desarrollaron los indicadores y sus fichas metodológicas individualizadas realizando diversas consultas con expertos para su mejora, con una posterior aplicación a estudios de caso, para culminar con la integración del sistema de indicadores, como se resume en la Figura 6-1. En las siguientes secciones, se describen en detalle las actividades realizadas en cada una de estas etapas.

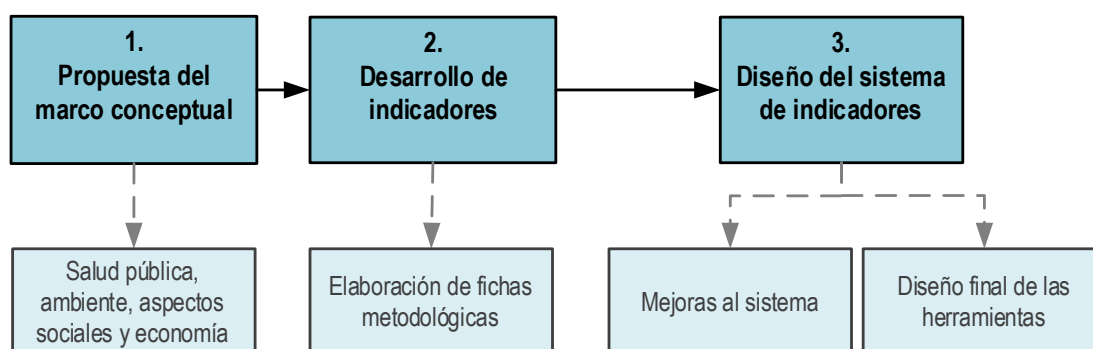


Figura 6-1. Metodología general realizada para la construcción del sistema de indicadores

6.2.1 Marco conceptual y sus variantes

Los detalles de la construcción del marco conceptual se muestran en el Capítulo 2, que como ya se ha mencionado, se ha propuesto para cubrir los cuatro objetivos (llamados de aquí en adelante **atributos**) que debe cumplir una gestión sostenible de residuos. La Figura 6-2 reúne un resumen de las actividades realizadas para la definición del marco conceptual.

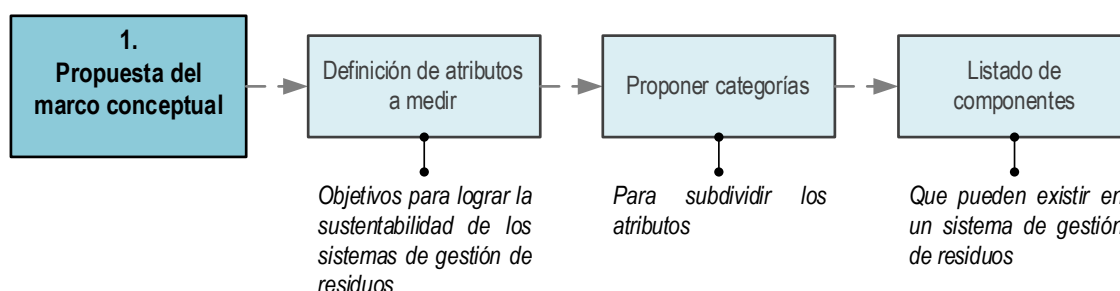


Figura 6-2. Actividades realizadas para la definición del marco conceptual

La Tabla 6-1 muestra el marco conceptual diseñado, donde se puede ver que funciona como una matriz de doble entrada, permitiendo que independientemente de la configuración de **componentes** que pueda tener un sistema de gestión de residuos, se pueda evaluar el cumplimiento o avance de los cuatro **atributos** principales. Esto

hace del marco conceptual una herramienta flexible, que se puede adaptar a cualquier necesidad o circunstancia particular. Por ejemplo, este marco puede ser utilizado de manera completa o por partes: si se tiene especial interés en evaluar solamente los aspectos económicos del sistema, pueden aplicarse los 11 indicadores correspondientes a ese atributo; o si no existen estaciones de transferencia, la evaluación puede realizarse de cualquier manera.

Tabla 6-1. Marco conceptual principal y número de indicadores incluidos.

Atributos	Categorías	Componentes							Número de indicadores
		Aspectos transversales	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	
Técnicos y de salud pública	Entradas	-	12	1			4		38
	Salidas	-	-	1			8		
	Cobertura	-	-	-			3		
	Instalaciones y equipamiento	-	-	-			8		
	Salud pública	-	-	-			1		
Sociales	Legislación y políticas	9	-	2			-		31
	Grupos de interés	9	-	-			-		
	Marco organizacional	3	-	-			1		
	Desarrollo de empleados	-	-	-			7		
Ambientales	Uso de recursos	-	-	-			3		12
	Contaminación	-	-	-			5		
	Mitigación	1	-	-			2		
	Otros	-	-	-			1		
Económicos	Ingresos	4	-	-			1		11
	Egresos	4	-	1			1		
Número de indicadores		30	12	5			45		92

Al haber sido desarrollados como los *Mejores Indicadores Necesarios* –de acuerdo a la definición de Niemeijer (2002)- es decir, se han incluido de manera exhaustiva todos los indicadores que teórica o idealmente deben medirse, el sistema permite proponer un marco conceptual alternativo para evaluar la **gobernanza** de la gestión de residuos a nivel local.

Este marco alternativo utiliza los mismos indicadores, agrupados de diferente manera con el objetivo de evaluar la evolución de la gobernanza a través de diferentes niveles, incluyendo: marco institucional, efectividad gubernamental, transparencia y rendición de cuentas, participación, creación de redes y control de la corrupción. La propuesta, desarrollo y aplicación a estudios de caso de este marco, puede verse en detalle en el Capítulo 3.

Finalmente, cabe mencionar que también se han definido los *Mejores Indicadores Disponibles* Niemeijer (2002) que están determinados por la disponibilidad de datos, de acuerdo con los resultados obtenidos de los estudios de caso y las diversas revisiones de literatura realizadas en el campo de indicadores. Este “nuevo” grupo, sigue el marco conceptual principal, y se ha denominado como **nivel básico** con 27 indicadores, mientras que el marco completo con los 92 indicadores, puede definirse como **nivel avanzado** de indicadores. El detalle de ambos niveles se presenta en el Anexo G.

Ambos niveles de indicadores, añaden flexibilidad y adaptabilidad para que un gobierno local de un país en desarrollo o con incipiente experiencia en medir sus avances en gestión de residuos, pueda realizarlo de manera sencilla utilizando el nivel básico, mientras que conforme se avanza en mejorar los diversos atributos de la gestión de residuos se pueda abordar el nivel avanzado de indicadores. Esto hace que la herramienta propuesta no sólo sea útil para evaluar o diagnosticar, si no que permite visualizar las futuras metas a lograr para ir consolidando la gestión sostenible de los sistemas de residuos municipales.

6.2.2 Desarrollo de indicadores

Para el desarrollo de esta etapa, se ha realizado una revisión exhaustiva de diversos grupos de indicadores publicados hasta el año 2016, que puede verse en detalle en el Capítulo 2. Esto con el fin de incorporar diversos indicadores que ya han sido diseñados y que son ampliamente utilizados en diversas regiones del mundo. La Figura 6-3 muestra las actividades realizadas para el desarrollo de los indicadores.

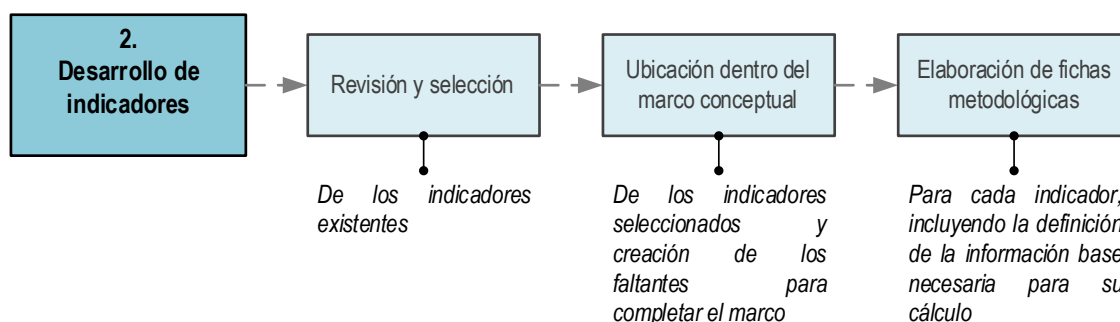


Figura 6-3. Actividades realizadas para el desarrollo de indicadores.

De la revisión de indicadores existentes se obtuvieron 1.262 indicadores, que al sintetizarlos mediante la agrupación de repeticiones o similitudes, se han reducido a 377 diferentes (Turcott Cervantes, López Martínez, Cuartas Hernández, y Lobo García de Cortázar, 2018). Estos 377 indicadores se han sintetizado nuevamente al irse ubicando dentro del marco conceptual previamente diseñado, y también como resultado de las diversas

mejoras a través de los estudios de caso y consultas con expertos que se detallan en secciones más adelante. Posteriormente, se han diseñado algunos indicadores nuevos que eran necesarios para completar la evaluación de los diversos atributos, categorías y componentes que conforman el marco conceptual principal.

Esta etapa ha finalizado con el diseño de las fichas metodológicas individualizadas de los indicadores y el listado de información base requerida para su cálculo. Esto, con el objetivo de guiar el cálculo de cada indicador (lo que permite que sea usado por separado o en conjunto con otros a través del marco conceptual) y solventar deficiencias metodológicas encontradas previamente (ver en Capítulo 2). En cada ficha metodológica se especifica lo siguiente:

- *Ubicación en el conjunto de indicadores:* atributo que evalúan, categoría y sub-categoría, componente en los que es posible aplicarlo. Adicionalmente, se incluyó la categoría de gobernanza propuesta en el marco conceptual alternativo.
- *Descripción del indicador:* número identificativo, nombre, unidades de medida, descripción breve, tipo de indicador (cualitativo o cuantitativo).
- *Descripción metodológica:* método de cálculo y documentos de apoyo, información base necesaria para calcularlo, limitaciones del indicador, sugerencias para la integración de la información (diferentes fracciones de residuos, instalaciones, niveles geográficos, agrupación de indicadores, etc.).
- *Valores de referencia (semáforo):* valores propuestos para la valoración-normalización de los indicadores, que se detalla en la sección siguiente.
- *Vinculación:* con otros indicadores del conjunto
- *Nivel de indicadores al que pertenece:* avanzado y/o básico

En el Anexo G se pueden ver estas fichas detalladas para cada indicador.

6.2.3 Diseño del sistema de indicadores

Antes de obtener el diseño final del sistema de indicadores, se realizaron diversas mejoras, obteniendo retroalimentación principalmente a través de las consultas con expertos y de la aplicación a diversos estudios de caso, para finalmente diseñar las dos herramientas que componen el sistema. La Figura 6-4, reúne el detalle de las actividades realizadas.

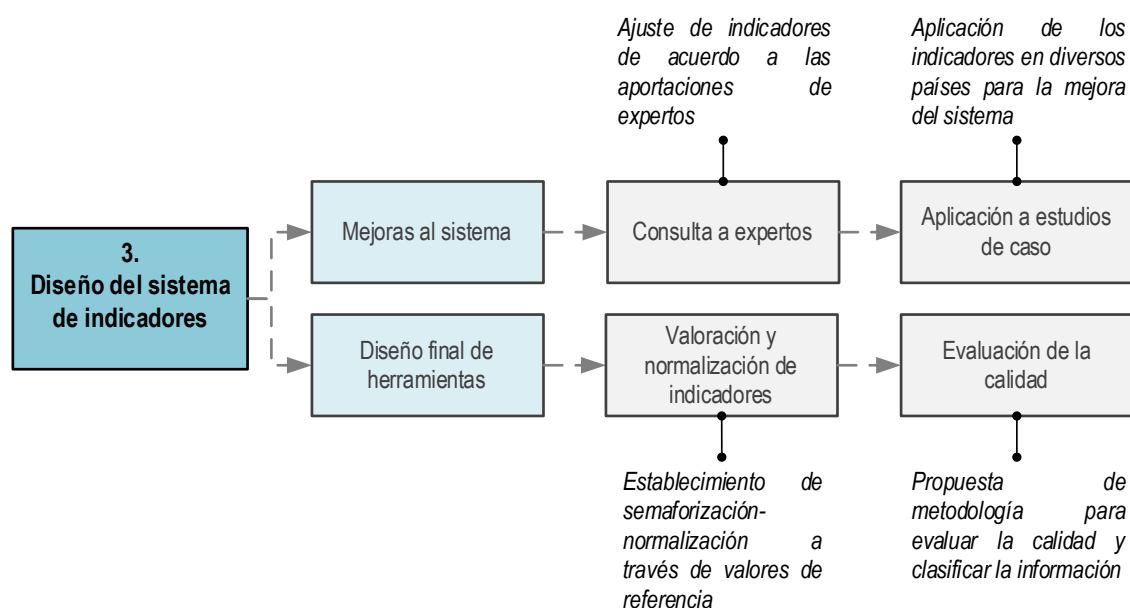


Figura 6-4. Actividades realizadas para el diseño del sistema de indicadores.

6.2.3.1 Mejoras al sistema

6.2.3.1.1 Consultando a los expertos

Desde las primeras versiones del marco conceptual principal, se elaboraron diversos cuadernillos incluyendo los indicadores divididos por componentes (recolección, valorización, etc.) que fueron enviados a expertos de diversos países, como puede verse en la Tabla 6-2. A estas consultas a través de los cuadernillos de indicadores se han agregado los participantes en diversos estudios de caso como primeros usuarios en retroalimentar la metodología.

Cabe destacar, que el porcentaje de expertos que han enviado retroalimentación de los indicadores supera el 80%, debido a la activa participación de integrantes de la Red Iberoamericana en gestión y aprovechamiento de residuos (REDISA) y de la Cátedra UNESCO-Banco de Santander en Ingeniería Ambiental que han colaborado en el proyecto desde su inicio.

Debido a la naturaleza de los indicadores propuestos (técnicos y de salud pública, sociales, ambientales y económicos) se ha incluido la participación de expertos de diversas áreas de conocimiento en la gestión de residuos: especialistas en aspectos sociales, ambientales, administrativos y organizacionales, técnicos, de educación ambiental, entre otros. Esta selección de expertos corresponde principalmente a la academia, pero con muchos años de experiencia en campo: a través de consultoría privada y participación de proyectos conjuntos con los gobiernos locales y nacionales. De igual manera, se han incluido expertos que trabajan o han trabajado para gobiernos locales y regionales, y de agencias internacionales.

Tabla 6-2. Expertos que participaron en la revisión de los indicadores.

Nombre	Institución y puesto	País
Marcel Szanto Narea	Profesor-investigador en la Universidad Pontificia Católica de Valparaíso y director de la consultora GRS Szanto.	Chile
Germán Cuevas Rodríguez	Profesor-investigador de Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato y consultor.	México
Azeneth Irazú Franco Bravo	Profesor-Investigador del área de ciencias económicas y administrativas, Universidad Tecnológica de León y consultora independiente.	México
Estefani Kristina Rondón Toro	Consultora en modelación de dispersión atmosférica (olores) en Riesgo Controlado SpA.	Chile
Daniel Hernández Castillo	Profesor-investigador de Ingeniería Ambiental en la Universidad Anáhuac Norte y consultor independiente.	México
Ana López Martínez	Investigador en Ingeniería Ambiental, Universidad de Cantabria.	España
Gerardo Bernache Pérez	Profesor-investigador de aspectos socioambientales en la gestión de residuos, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Unidad Occidente.	México
Melissa Estefanía Castro Orozco	Departamento de educación ciudadana, Sistema Integral de Aseo Público de León.	México
Joan Esteban Altabella	Doctor en Tecnologías Industriales y Materiales de la Universidad Jaume I y consultor independiente.	España
Gabriela Baeza Zamora	Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos para la Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.	México-Alemania
Claudia Coutinho Nóbrega	Profesor-investigador de la Universidade Federal da Paraíba.	Brasil
Montserrat Zamorano Toro	Directora de la E.T.S. de Ing. de caminos, canales y puertos de la Universidad de Granada.	España
Sylvie Jeanne Turpin Marion	Profesor-investigador del Departamento de Energía, Área de Tecnología Sustentables de la Universidad Autónoma Metropolitana.	México
Silvia Soto Córdoba	Catedrática en manejo de residuos sólidos, Instituto Tecnológico de Costa Rica.	Costa Rica
María Esther Figueroa Díaz	Especialista en gestión integral de residuos sólidos en el sector privado y público, y consultora independiente.	México
Amaya Lobo García de Cortázar	Profesor-Investigador en Ingeniería Ambiental, Universidad de Cantabria.	España
Roel Campos Rodríguez	Profesor-Investigador en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.	Costa Rica
Astrid Allesch	Investigador asociado, Research Center of Waste and Resource Management, Vienna University of Technology.	Austria
Johann Fellner	Profesor y coordinador del laboratorio "Antropogenic Resources", Research Center of Waste and Resource Management, Vienna University of Technology.	Austria
Jone González de Audicana Bengoechea	Aplicación de caso. Máster en Ingeniería Ambiental, Universidad del País Vasco.	España
Elvira Olay Romero	Aplicación de caso. Investigador en formación de doctorado en Ciencias Ambientales, Instituto Tecnológico de Toluca.	México
María del Consuelo Hernandez Berriel	Aplicación de caso. Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico de Toluca.	México
Beatriz Adriana Venegas Sahagún	Aplicación de caso. Profesor de la Universidad de Guadalajara e investigador en formación del Doctorado en ciencias sociales (CIESAS-Occidente).	México
Carlos Josué Flores Antonio	Aplicación de caso. Estudiante de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de los Reyes.	México

También, se trabajó con grupos especializados en gestión de residuos para recibir retroalimentación sobre algunos aspectos particulares del sistema de indicadores, incluyendo visitas de campo a diversas instalaciones de gestión de residuos, como se muestra en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3. Grupos especializados en gestión de residuos que han colaborado en la retroalimentación del sistema de indicadores.

Nombre del grupo	Descripción de la colaboración	País
Administración de la ciudad de Irving, Texas.	Contacto con Brenda A. Haney, directora de relleno sanitario Hunter Ferrell y con el personal a su cargo (recolección, administración, operación del relleno, etc.). Visitas a diversas instalaciones de la ciudad.	Estados Unidos de América
Universidad de Texas en Arlington	International Solid Waste Association y Solid Waste Institute for Sustainability. Especialistas en vertederos y minería de vertederos. Contacto con especialistas de diversas partes del mundo. Visitas a instalaciones de Gran Prairie en Texas	
ISWA-SWIS Winter School 2018	(contacto con Rose Chávez, supervisora de operaciones y mantenimiento del relleno sanitario y del personal a su cargo).	
Research Center of Waste and Resource Management, Vienna University of Technology	Especialistas en gestión de residuos y recursos con enfoque en Análisis de Flujo de Materiales. Trabajo con el grupo (investigadores, estudiantes y personal de laboratorio), muestreo de cenizas de incineración con recuperación de energía y visitas técnicas a diversas instalaciones en Viena.	Austria
Universidade Federal de Campina Grande	Especialistas en sector informal de residuos, participando con el gobierno de Brasil y la formalización de este sector. Contacto con la profesora adjunta Luiza Eugenia da Mota Rocha Cirne.	Brasil

6.2.3.1.2 Aplicación a estudios de caso

A la par de las retroalimentaciones recibidas de los expertos y de los grupos explicados en la sección anterior, se comenzaron diversas aplicaciones de los estudios de caso, tratando de abarcar tanto países en desarrollo como desarrollados. La Tabla 6-4 muestra un resumen de los estudios de caso que sirvieron para realizar mejoras al sistema de indicadores, así como las referencias publicadas o los correspondientes capítulos de este documento, donde se podrá encontrar a detalle la descripción y resultados obtenidos de cada estudio. También se ha incluido el objetivo principal para el que se han utilizado los indicadores, ayudando a verificar la adaptabilidad del sistema de indicadores para necesidades diferentes y también para realizar mejoras sustanciales hasta lograr la versión final de la metodología. Se han quedado fuera de la Tabla 6-4, algunos estudios de caso que comenzaron pero han quedado inconclusos por diversas razones; en: Chile, Costa Rica, Brasil y México.

En los estudios de caso han participado, además de los diversos gobiernos locales, regionales y nacionales implicados, las siguientes instituciones: *España*: Universidad de Cantabria, Universidad del País Vasco; *México*: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Unidad Occidente, Instituto Tecnológico de Toluca, Instituto Tecnológico Superior de los Reyes; *Austria*: Vienna University of Technology.

Tabla 6-4. Descripción de los estudios de caso realizados para la mejora de la metodología.

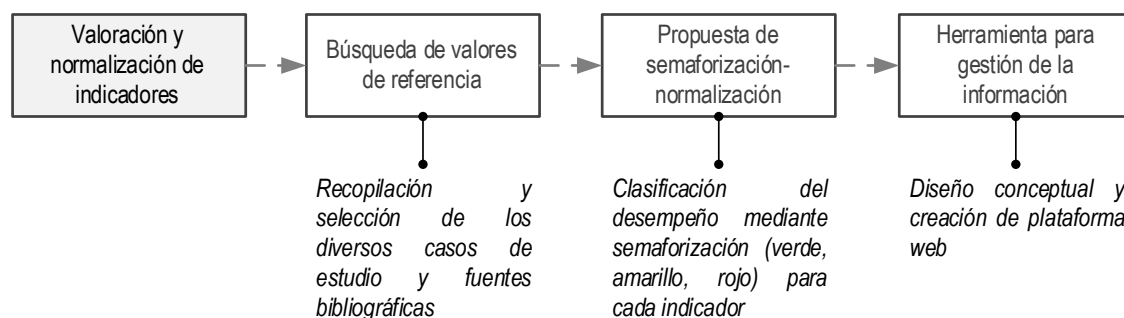
País	Región	Objetivo de la aplicación de los indicadores	Número de:		Referencias
			Municipios	Regiones	
España	País Vasco	Autoevaluación de los municipios y de las mancomunidades evaluadas. Comparación de algunos indicadores entre municipios.	18	2*	(González de Audicana, 2017) y (González de Audicana Bengoechea, Turcott Cervantes, y Lobo, 2017).
	Zona Metropolitana de Guadalajara	Evaluación de la gobernanza a nivel local en gestión de residuos y comparación entre municipios.	2	-	Capítulo 3
México	Cinco estados	Diagnóstico municipal y regional para los cinco estados participantes para realizar planeamiento y selección de nuevos sitios de disposición de final intermunicipales.	66	-	Capítulo 4
	Michoacán	Autoevaluación para detectar áreas de mejora del sistema de gestión de residuos y toma de decisiones.	1	-	(Flores, 2018)
Austria	Viena (capital)	Aplicación de los indicadores para comprobar el marco conceptual diseñado en un sistema de gestión de residuos avanzado.	1	-	Capítulo 5
Total			88	2	-
*Mancomunidades					

6.2.3.2 Diseño de las herramientas que componen el sistema de indicadores

El sistema de indicadores se compone de dos herramientas principales: valoración y normalización de los indicadores y la evaluación de la calidad. Ambas herramientas son complementarias, pero también pueden ser usadas por separado.

6.2.3.2.1 Valoración y normalización de indicadores

El proceso de valoración y normalización de los indicadores es un elemento clave del sistema propuesto, por lo que se llevaron a cabo diversas actividades que se reúnen en la Figura 6-5.

**Figura 6-5.** Actividades realizadas para desarrollar la propuesta de valoración-normalización de indicadores

Para poder realizar la valoración de los indicadores, se tienen que establecer valores de referencia. Estos valores de referencia pueden ser: teóricos (establecidos por un especialista) o casos particulares (buenas prácticas del país o región) (BID, 2013).

Para la recopilación de estos valores para cada indicador, se ha construido una base de datos, utilizando los datos generados en los diferentes casos donde se ha aplicado previamente la metodología; y sumando también, valores publicados en otras fuentes bibliográficas. Se ha tratado de cubrir diferentes regiones y países. Los estudios de caso incluidos fueron: la primera versión de los indicadores (Garbometer) en Munizaga (2016) y de los estudios de caso utilizados para la mejora del sistema: González de Audicana (2017), Flores (2018) y el caso del Capítulo 3. En el Anexo G, se incluyen el resto de referencias utilizadas, en la sección correspondiente a la *Base de datos de valores de referencia*.

La base de datos construida consta de 1.064 valores de referencia predominando menos de 10 por indicador, y algunos casos de hasta 26 distintos valores. También hubo indicadores para los que no se pudo documentar ningún valor ya que no se encontraron reportados ni en los estudios de caso, ni en referencias bibliográficas revisadas. Esta falta de datos ha predominado principalmente para vertidos controlados, incontrolados (tiraderos a cielo abierto) y para incineración sin recuperación de energía, que son componentes sobre los que usualmente no se tiene un control y seguimiento, y que precisamente dentro de una gestión de residuos sostenible, deben evitarse.

La base de datos con los valores de referencia fue realizada en colaboración con dos Universidades Mexicanas: el Instituto Tecnológico de Colima (con la participación de Frida Ramos y Selene Santillán) y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (con Mayeli Díaz). Una vez finalizada la construcción de esta base de datos, se propuso una valoración por “semaforización” (BID, 2013), permitiendo clasificar el desempeño de cada indicador en tres categorías:

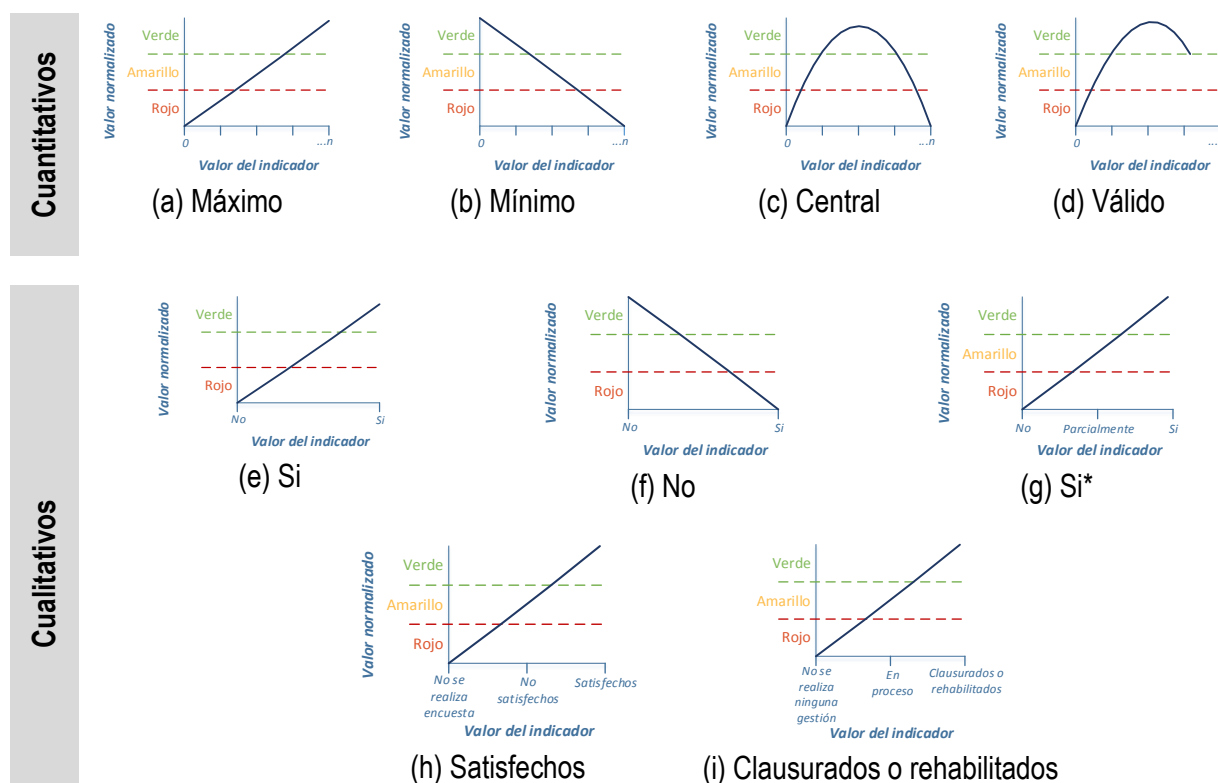
- **Bueno (verde ●):** cuando el indicador está dentro de los parámetros sugeridos o esperados.
- **Regular (amarillo ●):** cuando el desempeño es potencialmente problemático o presenta alguna deficiencia no grave. Según la cualidad medida, algunos indicadores no permiten esta categoría (ver ejemplo en Figura 6-6e y Figura 6-6f).
- **Deficiente (rojo ●):** indicador con desempeño problemático de acuerdo a los valores establecidos.

Esto ayuda a clasificar el estatus de avance y priorizar la atención para cada aspecto evaluado. Este método es al mismo tiempo, un proceso de normalización por categorización de escalas (Schuschny y Soto, 2009) que facilita la agregación posterior de los datos para su análisis (p.e. por regiones o categorías de indicadores).

Esta normalización es un paso importante para integrar todos los indicadores incluidos en el marco conceptual, tanto cualitativos como cuantitativos. Sin embargo, a pesar de que facilita la representación de información *cualitativa* en rangos relativamente cuantificables, presenta el inconveniente de pérdida sustancial de

información *cuantitativa* que podría ser relevante (por ejemplo, la dispersión de magnitudes) (Schuschny y Soto, 2009). Este último inconveniente se puede subsanar trabajando el sistema de indicadores por “capas”, es decir, que documentando de manera transparente y clara toda la información (como se explica más adelante en la guía metodológica y en la evaluación de calidad de datos) se permita ahondar en la búsqueda detallada de información particular para cada indicador; o al contrario, sintetizar la información de manera que sea más sencilla su presentación e interpretación.

La Figura 6-6 reúne los gráficos de semaforización-normalización propuestos tanto para indicadores cuantitativos (con los cuatro escenarios posibles), como para indicadores cualitativos (con las siete combinaciones de respuestas). Vale la pena detallar, que los indicadores cuantitativos de valor *central*, corresponden en su mayoría a costos o relacionados con aspectos económicos, que son muy sensibles a las condiciones locales (ver mayores detalles en Capítulo 4); y los *válidos* a aquellos cuyo valor no puede exceder un % dado (grado de aprovechamiento o población atendida por servicio de recolección), lo que facilita a su vez, detectar inconsistencias en los indicadores obtenidos (validación de datos).



*Parcialmente puede ser también: “Si, pero publicado por otra entidad” o “Si, pero publicado por un nivel superior”

Figura 6-6. Gráficos de semaforización-normalización propuestos, reflejando el mejor valor posible del semáforo (verde)

Por último, para cerrar el diseño de la primera herramienta que compone el sistema de indicadores, se realizó la propuesta de otra herramienta adicional para gestión de la información, que facilitara el manejo de la información base y el cálculo de indicadores.

Primero se desarrollaron cuestionarios (para recopilación de la información base) en formularios google (González de Audicana, 2017) y posteriormente se integraron a una plataforma web llamada SAPICE-waste (System for Automation of Performance Indicators Comparison and Evaluation), que es el resultado de un prototipo desarrollado previamente por el GIA en colaboración con el departamento de matemáticas aplicadas y ciencias de la computación (también de la Universidad de Cantabria) para su uso en Garbometer -el primer grupo de indicadores diseñado- (Cuartas, Lobo, Munizaga, y Pérez, 2015; Jiménez, 2015).

Esta SAPICE-waste pasó por varias versiones que fueron probadas en España, Costa Rica y México (pruebas de funcionalidad). Sin embargo, por falta de financiación para el mantenimiento del espacio en el servidor y del personal especializado para continuar con la programación, esta herramienta se ha dejado solamente con los cuestionarios de información base, sin llegar aún al cálculo de indicadores u otro tratamiento de la información recopilada.

La Figura 6-7 muestra la estructura de los cuestionarios realizada para la recopilación de la información base, y el avance logrado en esta ocasión, que ha quedado plasmado mediante el formato JSON que puede ser leído por cualquier lenguaje de programación para continuar con desarrollos posteriores de esta herramienta.

The screenshot displays the SAPICE - Local web application. On the left, a sidebar menu lists various questionnaire categories: Información general, Marco legal e institucional, Economía y financiación (highlighted in orange), Aspectos sociales, Limpieza viaria, Prevención, Generación, Recolección y transporte, Transferencia y transporte, Valorización, Relleno sanitario, Vertido controlado, Vertido incontrolado, and Incineración sin recuperación de energía. Below this menu is a section titled 'Categorías en el cuestionario'. The main content area is titled 'Economía y financiación' and shows a progress bar at 0%. It contains three numbered sections: 19. ¿Existe un presupuesto específico para la gestión de residuos? (with a dropdown menu), 20. Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal (with input fields for 'Presupuesto total municipal o regional (USD\$/año)' and 'Presupuesto total para la gestión de residuos (USD\$/año)'), and 21. Coste total por tonelada (with an input field for 'Residuos totales entrados al sistema de gestión de residuos (recolección+residuos resultantes de limpieza viaria+otras fuentes de ingreso)(T/año)'). Section 22. Coste total per cápita is partially visible at the bottom, with an input field for 'Población atendida por el servicio de recolección (habitantes)'.

Figura 6-7. Estructura de los cuestionarios para la recopilación de información base en la plataforma web SAPICE-waste

La segunda y última herramienta del sistema de indicadores, es la evaluación de la calidad. La motivación principal para proponer esta herramienta complementaria dentro del sistema de indicadores, es la histórica escasez de datos en materia de gestión de residuos, al igual que una calidad deficiente de la información que sí

está disponible. Ambos problemas aún prevalecen hoy en día, de acuerdo al último informe sobre residuos publicado por el Banco mundial (Kaza, Yao, Bhada-tata, y Woerden, 2018).

6.2.3.2.2 *Evaluación de la calidad*

A pesar de la dificultad que implica clasificar la calidad de la información (Hsu, Johnson, y Lloyd, 2013), es importante conocer las limitaciones de los datos recopilados. Se trata de conocer la fiabilidad de los indicadores para evitar que el empleo de información de mala calidad lleve a tomar decisiones incorrectas o sesgadas.

Se propuso la evaluación de la calidad de los datos recopilados de acuerdo a los siguientes criterios: a) origen de los datos, b) nivel de incertidumbre, c) cobertura temporal y d) cobertura espacial. Cada uno de estos criterios se califica con valores entre 0, 5, 10 y 15 puntos, como se recoge a detalle en la guía metodológica (ver Anexo H). La puntuación global se obtiene por suma de los puntos obtenidos para cada criterio, obteniendo así, el tipo de calidad del dato: *alta* (60-55 puntos), *aceptable* (50-40), *baja* (35-20) y *desconocida* (≤ 15). Si uno o más de los criterios es evaluado con cero puntos, la calidad debe clasificarse como desconocida (ver en tabla 6-10). Una vez clasificada toda la información base, esta es utilizada para clasificar la calidad de los indicadores que se calculen a partir de ella.

Esta evaluación de la calidad también debe incluir la clasificación de los datos ausentes, de acuerdo a lo plasmado por Winiwarter, Mangino, Ajavon, y McCulloch (2006). Se propuso: a) dato no aplicable (p.e. no existen estaciones de transferencia), b) datos no disponibles (no se ha medido o evaluado por falta de recursos), c) sin respuesta (la información es desconocida por la persona entrevistada, o es de difícil acceso), d) incluida en otro componente (p.e. no se tienen desglosados costos por separado o se comparten instalaciones para varias operaciones) o e) desconocido (no se conoce la razón de la falta de información). Los pormenores de esta clasificación también pueden verse en la guía metodológica (Tabla 6-11).

Estas consideraciones fueron diseñadas tomando en cuenta lo propuesto por los siguientes autores: Alegre et al. (2006), CEPT University (2010), Hsu et al. (2013), IBNET (2004), BID (2013), OFWAT (2017a, 2017b), Medina y Galván (2007), Rich et al. (2014), Rypdal y Paciornik (2006), UN-HABITAT (2010), Sanz Sánchez, Bhattacharya, y Mareckova (2006), Wartmann, Harries, Salas, y Petrarulo (2015), Winiwarter et al. (2006).

Por último, ya que generar datos también está limitado por los recursos disponibles, se puede optar por el uso de una metodología para la imputación de datos. Para esto, solamente se han propuesto algunas pautas generales, ya que de acuerdo a Medina y Galván (2007) el mejor método de imputación es el que **no se aplica**.

6.3 Guía metodológica para la aplicación del sistema de indicadores

El objetivo de esta sección es guiar a los usuarios (sean gobiernos locales, regionales u otros) al proveerles de los recursos metodológicos que se necesitan para aplicar el sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales.

Este sistema, con 92 indicadores que pueden ser utilizados por partes o de forma completa, constituye una herramienta flexible que permite al usuario seleccionar entre diferentes opciones y niveles de complejidad de acuerdo a los recursos disponibles, al objetivo de la evaluación y al tiempo disponible para realizarla. Es decir, es adaptable a diversas condiciones locales o regionales, y sobre todo a las necesidades del usuario.

Si bien esta es una herramienta más propicia para el seguimiento individualizado de una municipalidad (p.e. comparación de los indicadores en distintos momentos), también puede ser usada para la comparación entre diferentes casos, para ir definiendo y detectando mejores prácticas en una región, entre otros. Finalmente, los municipios constituyen la base más importante para recopilar y mejorar la información básica sobre el sistema de gestión de residuos, por lo que este sistema de indicadores permite además llevar un cuestionario de control para reunir dicha información.

6.3.1 Descripción general de la metodología

Ese sistema de indicadores está constituido de cuatro partes principales:

1. **Marco conceptual:** que permite elegir al usuario entre diferentes atributos (técnicos y de salud pública, sociales, ambientales y económicos) y los componentes existentes en el sistema (aspectos transversales, generación, prevención, limpieza viaria, recolección, estación de transferencia, valorización y eliminación) personalizando la evaluación de acuerdo a las necesidades de cada caso. Se presenta además un marco adicional para evaluación desde la perspectiva de gobernanza.
2. **Fichas metodológicas:** con los detalles pormenorizados para el cálculo de los 92 indicadores que integran el marco conceptual, presentados de manera individualizada para permitir su uso en conjunto o por separado. Se incluye la información base requerida para el cálculo de cada indicador y los valores de referencia propuestos para valorar el desempeño (semáforo verde, amarillo y rojo).
3. **Valoración y normalización de los indicadores:** se hace uso de las fichas metodológicas así como del marco conceptual para su posterior agregación, por lo que se puede considerar la herramienta principal que integra todo el sistema. Puede ir acompañada o no del uso de la evaluación de la calidad.
4. **Evaluación de la calidad:** incluye la clasificación de la información base y de los indicadores. Esta herramienta es de uso opcional para el usuario, pero es altamente recomendable que sea utilizada.

En la Figura 6-8 se muestra un diagrama con las etapas generales para la aplicación de sistema de indicadores, y cada una de ellas se describe en detalle en las siguientes secciones.

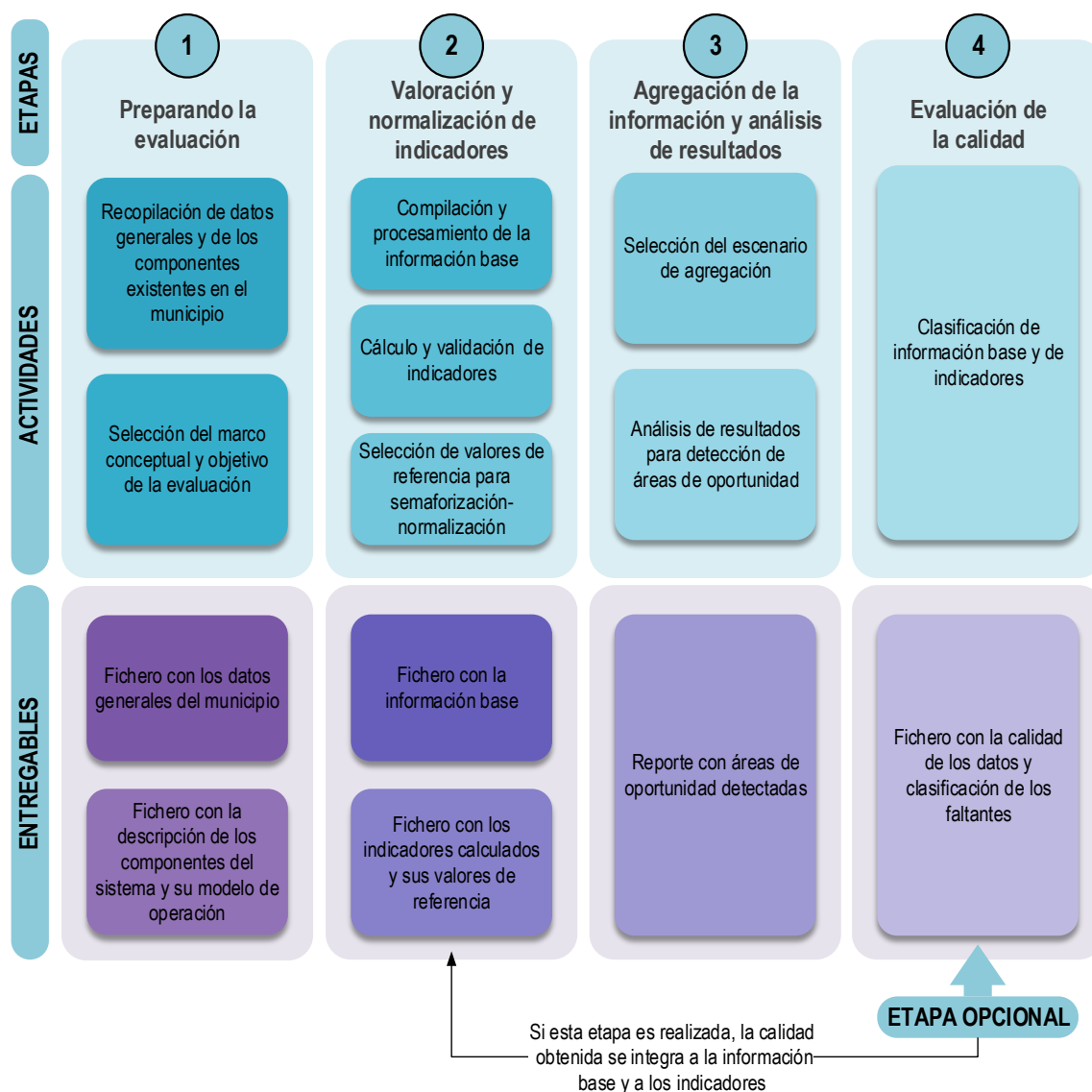


Figura 6-8. Etapas para la aplicación de la metodología

6.3.2 ETAPA 1: Preparando la evaluación

6.3.2.1 Datos generales y de los componentes del sistema a evaluar

Completar el **Fichero 1** (ver en la Figura 6-9) con los datos generales del municipio y de la evaluación:

- *Fecha de inicio:* de la recopilación de datos.
- *Fecha de finalización:* este registro se realiza posteriormente, con un periodo entre 15 a 60 días en promedio para toda la recopilación y procesamiento de los indicadores. Este tiempo depende del tamaño y complejidad del sistema de gestión de residuos a evaluar, la disponibilidad de la información, la experiencia del que recopila los datos, entre otros factores. Usualmente, si el municipio tiene poca información y hay que realizar su colecta en campo o realizar mediciones, el tiempo y recursos

necesarios para la recopilación es mayor. Se recomienda que la primera evaluación que sea llevada a cabo, se realice con la información que ya está disponible y que ha sido medida o reportada previamente.

- *Nombre de la persona o equipo que colecta los datos.*
- *Datos del contacto principal en el gobierno local:* Esto es especialmente útil cuando el evaluador es externo o se realizan evaluaciones en diversos municipios a la vez. En caso de que sea una evaluación realizada por el propio gobierno local sin ayuda de externos, sólo se deben poner los datos de la persona que colecta los datos.
- *Datos del municipio:* Nombre, estado o región a la que pertenece, si pertenece a alguna intermunicipalidad o mancomunidad, número total de habitantes (población residente) y país.

DATOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN	
Fecha de inicio (día/mes/año):	/ /
Fecha de finalización (día/mes/año):	/ /
Nombre de la persona/equipo que colecta los datos:	
DATOS DE CONTACTO PRINCIPAL EN EL GOBIERNO LOCAL	
Nombre:	
Cargo:	
Nombre de de la dependencia/empresa:	
Dirección postal:	
Teléfono:	
Correo electrónico:	
DATOS DEL MUNICIPIO	
Nombre del municipio:	
Provincia/comunidad/estado/región a la que pertenece:	
Intermunicipalidad o mancomunidad a la que pertenece (si aplica):	
Número total de habitantes en el municipio:	
País:	

Figura 6-9. Fichero 1 para los datos generales del municipio y de la evaluación

Después, completar el **Fichero 2** (ver Figura 6-10) donde deben describirse los componentes del sistema de gestión de residuos:

- Seleccionar los componentes existentes (utilizar de apoyo la Tabla 6-5) o en su caso, los de interés en la evaluación (por ejemplo, que se conozcan previamente los más problemáticos o costosos del

sistema). Especificar el número de instalaciones que estén en funcionamiento de cada componente. Si hay instalaciones “compartidas” por ejemplo de limpieza viaria y recolección se debe especificar en “observaciones”.

DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES O DE INTERÉS EN LA EVALUACIÓN								
Componente	Incluido en la evaluación (marcar con "X")	Número de instalaciones	Modelo de operación (marcar con "X" u opcionalmente escribir el nombre del de la dependencia/empresa que realiza la operación del componente)					
			Público	Privado	Mixto	Intermunicipalidad o mancomunidad (también puede ser público, privado o mixto, especificar aquí)	Otros (especificar)	Observaciones
Temas transversales a todo el sistema		NA						
Generación		NA						
Prevención								
Limpieza viaria								
Recolección (en caso de recolección selectiva, agregar detalles en la siguiente sección)								
Estaciones de transferencia								
Valorización								
Relleno sanitario								
Vertido controlado								
Vertido incontrolado								
Incineración sin recuperación de energía								

NA= No Aplica

DATOS SOBRE RECOLECCIÓN SELECTIVA						
Recolección selectiva (marcar con "X")	No Si o parcialmente (sólo en algunas zonas del municipio)					
↓						
Tipo de residuo	Modelo de operación en la recolección (marcar con "X" o de preferencia escribir el nombre del de la dependencia/empresa que realiza la recolección)					
	Público	Privado	Mixto	Intermunicipalidad o mancomunidad (también puede ser público, privado o mixto, especificar aquí)	Otros (especificar)	Observaciones

Figura 6-10. Fichero 2 para los componentes del sistema de gestión de residuos

- Seleccionar el modelo de operación de cada uno (privado, público, mixto, intermunicipalidad o mancomunidad, otras opciones), es decir quién o quiénes son los encargados de la operación de cada componente. De manera opcional se anota el nombre del ente operador.
- Especificar si la recolección es selectiva, no selectiva o existen ambas. Cuando la recolección es selectiva, especificar los distintos flujos en los que se dividen los residuos.

Ambos ficheros están incluidos en el Anexo G para facilitar su llenado. En la Tabla 6-5 se desglosan los componentes incluidos en el marco conceptual, que abarcan todas las opciones posibles que pueden existir en un sistema de gestión de residuos, para su consulta en caso de duda.

Tabla 6-5. *Desglose de componentes que pueden existir en un sistema de gestión de residuos*

Componente	Aspectos que incluye
Aspectos transversales	Legislación y políticas, marco organizacional, grupos de interés, manejo de sitios contaminados, ingresos y egresos (generales).
Generación	Generación (todas las fuentes).
Prevención	Prevención, minimización (reducción), reúso.
Limpieza viaria	Barrido (manual y mecánico), limpieza viaria.
Recolección	Recolección y transporte, contenedores, recolección selectiva.
Estaciones de transferencia	Transferencia y transporte (todos los tipos)
Valorización	Todos los tratamientos, valorización (incluida la energética), reciclaje, compostaje, recuperación, preparación para la reutilización.
Eliminación	Relleno sanitario Vertido controlado Vertido incontrolado Incineración sin recuperación de energía

6.3.2.2 Selección del marco y del objetivo de la evaluación

Una vez definidos los componentes del sistema (o aquellos de interés para la evaluación), el siguiente paso es elegir el marco y objetivo de la evaluación entre las combinaciones posibles mostradas en la Tabla 6-6.

La Tabla 6-7 y la Tabla 6-8 muestran a detalle los atributos del marco conceptual principal y los niveles de gobernanza respectivamente, incluyendo los indicadores correspondientes para su evaluación. El Anexo G incluye estas tablas para facilitar su manejo.

Tabla 6-6. Matriz para la selección del marco y objetivo de la evaluación

	Marco a utilizar				
Objetivo de la evaluación	Ninguno	Marco conceptual principal		Marco alternativo de gobernanza	
	<i>Uno o varios indicadores a utilizarse por separado</i>	<i>Algunos de los atributos</i>	<i>Todos los atributos*</i>	<i>Algunos niveles de gobernanza</i>	<i>Todos los niveles de gobernanza*</i>
Autoevaluación y control <i>(un municipio)</i>	Utilizar las fichas metodológicas (Anexo G) correspondientes a los indicadores seleccionados	<i>Seleccionar de la Tabla 6-7 los atributos a evaluar</i>	<i>Utilizar todos los atributos de la Tabla 6-7</i>	<i>Comenzar con el nivel I secuencialmente hasta llegar al nivel VI (ver Tabla 6-8)</i>	<i>Utilizar todos los niveles de la Tabla 6-8</i>
Comparación <i>(dos o más municipios)</i>	Igual a lo que corresponde a un municipio, pero utilizar los mismos indicadores para poder comparar todos los municipios evaluados.				
* Si se evalúan todos los atributos del marco conceptual principal o todos los niveles de gobernanza, durante la agregación de la información que se explica más adelante, se puede intercambiar entre visualizar los resultados de una perspectiva u otra indistintamente, sin necesidad de calcular nada adicional, ya que se hace uso de los mismos indicadores.					

Tabla 6-7(a). Aspectos técnicos y de salud pública con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
A. Entradas	A1. Residuos domésticos	Tasa de generación de hogares
		Grado de fraccionamiento
	A2. Residuos comerciales, de servicios e industriales	Tasa de generación de comercios
		Tasa de generación de servicios
		Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal
		Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.
		Tasa de generación de residuos de construcción y demolición
	A3. Flujos de residuos específicos	Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos
		Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores
		Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil
		Tasa de generación de neumáticos fuera de uso
		Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles
	A4. Varios flujos	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales
		Evolución de la tasa de generación de residuos municipales
		Residuos recolectados
		Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario
		Residuos eliminados (relleno sanitario, vertido controlado o incontrolado, residuos incinerados sin recuperación de energía)

Tabla 6-7(a - continuación). Aspectos técnicos y de salud pública con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
B. Salidas	B1. Salidas de diversos componentes	Reutilización de flujos de residuos específicos
		Residuos resultantes de limpieza viaria
		Grado de separación en origen
		Grado de pureza de materiales separados
		Residuos valorizados y/o tratados
		Tasa de recuperación de materiales en valorización
		Contenido de impropios en valorización
		Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)
		Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)
		Cobertura de limpieza viaria
C. Cobertura	C1. Cobertura de limpieza viaria y recolección	Población atendida por el servicio de recolección
		Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección
		Disponibilidad del servicio
		Rendimiento del trabajo
		Grado de aprovechamiento de contenedores
D. Instalaciones y equipamiento	D1. Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Grado de aprovechamiento de las instalaciones
		Intensidad de desplazamiento
		Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos
		Sistema de monitoreo continuo
		Vida útil disponible del vertido
E. Salud pública	E1. Afectaciones a la salud pública	Riesgos relacionados con salud pública

Tabla 6-7(b). Aspectos sociales con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
A. Legislación y políticas	A1. Legislación y normatividad	Existencia de legislación
		Cumplimiento de la legislación
		Registro de sanciones/avisos
		Número de sanciones por cada 10 000 habitantes
		Existencia de instrumentos económicos
		Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas
	A2. Políticas y planeamiento	Incentivos económicos para la prevención de residuos
		Planeamiento para la gestión de residuos
		Planes y políticas para flujos de residuos específicos
		Cumplimiento de planes o políticas
B. Grupos de interés	B1. Comunicación y transparencia	Diagnóstico de la gestión de residuos
		Sistema de quejas y sugerencias
		Quejas por cada 10 000 habitantes
		Tiempo medio de respuesta a quejas
		Disponibilidad pública de información
		Grado de satisfacción de los usuarios
	B2. Concienciación y educación ambiental	Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación
		Certificaciones y auditorías
	B3. Participación	Procedimientos para comunicación, consulta y participación
		Inclusión del sector informal

Tabla 6-7(b - continuación). Aspectos sociales con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
C. Marco organizacional	C1. Cooperación	Cooperación institucional
	C2. Estructuras de gestión	Coordinador del servicio
		Asignación de funciones y responsabilidades
	C3. Supervisión y control de los servicios	Control de la prestación de servicios
D. Desarrollo de empleados	D1. Formación, capacitación y experiencia	Perfil del personal en puestos clave
		Estrategias de capacitación y formación
	D2. Personal formal	Personal formal en los distintos componentes
	D3. Personal Informal	Personal informal en los distintos componentes
	D4. Salarios y prestaciones	Salario promedio comparado con el salario mínimo
		Prestaciones relacionadas con el salario
	D5. Seguridad e higiene	Aspectos relacionados con seguridad e higiene

Tabla 6-7(c). Aspectos ambientales con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 3. Aspectos ambientales		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
A. Uso de recursos	A1. Agua	Intensidad de uso del agua
	A2. Emisiones y energía	Intensidad de consumo energético
	A3. Suelo	Intensidad de uso del suelo
B. Contaminación	B1. Agua y lixiviado	Intensidad de agua residual/lixiviado generado
	B2. Emisiones y energía	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero
	B3. Olores	Contaminación por olores
	B4. Ruido	Contaminación por ruido
	B5. Suelo	Contaminación de suelo
C. Mitigación	C1. Agua y lixiviado	Gestión de agua residual/lixiviado generado
	C2. Emisiones y energía	Intensidad de energía generada
	C3. Suelo	Gestión de sitios contaminados
D. Otros	D1. Impacto visual	Aspectos relacionados con impacto visual

Tabla 6-7(d). Aspectos económicos con sus respectivas categorías, subcategorías e indicadores

ATRIBUTO 4. Aspectos económicos		
Categorías	Subcategorías	Indicadores
A. Ingresos	A1. Por cobro a hogares	Existencia de tarifa específica
		Capacidad de pago de los usuarios
		Hogares que pagan el servicio
	A2. Operacionales	Tarifas promedio de cobro de los servicios
	A3. Sustentabilidad económica	Recuperación de costos del organizador del servicio
		Presupuesto para la gestión de residuos
B. Egresos	B1. Control de presupuestos	Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal
		Costo de cada componente
	B2. Operacionales	Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita
	B3. Otros	Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación
		Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos

Tabla 6-8(a). Nivel I de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL I. Categoría de marco institucional	
Indicadores	
Existencia de legislación	
Existencia de instrumentos económicos	
Planeamiento para la gestión de residuos	
Planes y políticas para flujos de residuos específicos	
Diagnóstico de la gestión de residuos	
Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas	
Incentivos económicos para la prevención de residuos	
Tarifas promedio de cobro de los servicios	

Tabla 6-8(b). Nivel II de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL II. Categoría de efectividad gubernamental	
Indicadores	
Cumplimiento de la legislación	
Registro de sanciones/avisos	
Número de sanciones por cada 10 000 habitantes	
Cumplimiento de planes o políticas	
Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita	
Coordinador del servicio	
Asignación de funciones y responsabilidades	
Presupuesto para la gestión de residuos	
Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal	
Capacidad de pago de los usuarios	
Grado de satisfacción de los usuarios	
Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación	
Control de la prestación de servicios	
Cobertura de limpieza viaria	
Disponibilidad del servicio	
Personal formal en los distintos componentes	
Rendimiento del trabajo	
Salario promedio comparado con el salario mínimo	
Prestaciones relacionadas con el salario	
Estrategias de capacitación y formación	
Aspectos relacionados con seguridad e higiene	
Gestión de sitios contaminados	
Costo de cada componente	
Intensidad de consumo energético	
Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero	
Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos	

Tabla 6-8b (Continuación). Nivel II de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL II. Categoría de efectividad gubernamental	
Indicadores	
Tasa de generación de comercios	
Tasa de generación de servicios	
Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal	
Tasa de generación de residuos de construcción y demolición	
Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos	
Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores	
Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil	
Tasa de generación de neumáticos fuera de uso	
Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles	
Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	
Residuos recolectados	
Grado de aprovechamiento de contenedores	
Grado de aprovechamiento de las instalaciones	
Intensidad de desplazamiento	
Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos	
Población atendida por el servicio de recolección	
Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección	
Riesgos relacionados con salud pública	
Intensidad de uso del suelo	
Intensidad de uso del agua	
Intensidad de agua residual/lixiviado generado	
Gestión de agua residual/lixiviado generado	
Aspectos relacionados con impacto visual	
Contaminación de suelo	
Contaminación por ruido	
Contaminación por olores	
Sistema de monitoreo continuo	
Tasa de recuperación de materiales en valorización	
Contenido de impropios en valorización	
Intensidad de energía generada	
Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)	
Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)	
Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario	
Residuos eliminados (relleno sanitario, vertido controlado o incontrolado, residuos incinerados sin recuperación de energía)	
Vida útil disponible del vertido	

Tabla 6-8(c). Nivel III de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL III. Categoría de transparencia y rendición de cuentas	
Indicadores	
Existencia de tarifa específica	
Recuperación de costos del organizador del servicio	
Tiempo medio de respuesta a quejas	
Disponibilidad pública de información	

Tabla 6-8(d). Nivel IV de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL IV. Categoría de participación	
Indicadores	
Hogares que pagan el servicio	
Sistema de quejas y sugerencias	
Quejas por cada 10 000 habitantes	
Procedimientos para comunicación, consulta y participación	
Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación	
Reutilización de flujos de residuos específicos	
Evolución de la tasa de generación de residuos municipales	
Tasa de generación de hogares	
Residuos resultantes de limpieza viaria	
Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.	
Grado de fraccionamiento	
Grado de separación en origen	
Grado de pureza de materiales separados	
Residuos valorizados y/o tratados	

Tabla 6-8(e). Nivel V de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL V. Categoría de creación de redes	
Indicadores	
Certificaciones y auditorías	
Cooperación institucional	
Inclusión del sector informal	
Personal informal en los distintos componentes	

Tabla 6-8(f). Nivel VI de gobernanza con sus respectivos indicadores.

NIVEL VI. Categoría de control de la corrupción	
Indicadores	
Perfil del personal en puestos clave	

6.3.3 ETAPA 2: Valoración y normalización de indicadores

6.3.3.1 *Compilación y procesamiento de la información base*

Al haber finalizado la Etapa 1, se ha realizado la selección de componentes, del marco y objetivo de la evaluación: esto ayuda a definir cuáles son los indicadores a utilizar, por lo que en cada caso, la cantidad de indicadores será variable de acuerdo a las necesidades del usuario.

En la Figura 6-11 se muestran las actividades a realizar para la compilación y análisis de la información base.

Con la ayuda del Anexo G, se realiza un listado de la información base que se requiere para el cálculo de los indicadores seleccionados. La Figura 6-12 muestra un ejemplo de la configuración que se recomienda para la tabulación y sistematización de la información.

Es importante registrar la mayor cantidad de detalles respecto a la información recopilada: año de medición o publicación, observaciones relevantes que ayuden posteriormente a la interpretación de indicadores o puntos atípicos, la referencia de donde se ha extraído. En este punto es recomendable la utilización de la metodología de la Etapa 4: "Evaluación de la calidad" (que se detalla en la sección respectiva) y realizar su registro en conjunto con la información base, como se muestra en la Figura 6-12 (CC=calidad de la información). A pesar de que el uso de la Etapa 4 es opcional, esta ayudará a la interpretación posterior de los indicadores, a tomar decisiones sobre los sistemas de gestión de residuos con mayores fundamentos y a ir detectando las áreas de mejora en la información que se ha medido o recopilado.

La información base, al igual que los indicadores pueden ser de tipo cuantitativo o cualitativo. Para la información cuantitativa se especifica en cada caso, las unidades de medida en que deberá registrarse, siendo usual la utilización de una base anual (horas/año, toneladas/año, litros/año, USD\$/año, etc.) para la realización de una evaluación anualizada. En el caso de información cualitativa, se incluyen las herramientas para su recopilación (tablas de ayuda, documentación a revisar, visitas de campo sugeridas, etc.), ya que cada respuesta cualitativa requiere de la documentación que la respalde, además de servir para futuras evaluaciones y otorgar transparencia a todo el proceso de evaluación.

Se debe recabar la información base (cualitativa y cuantitativa) por cada instalación y/o componente (p.e. si existen dos sitios de disposición final, debe recopilarse la información individualmente para cada uno de ellos). En cada una de las fichas metodológicas de los indicadores se dan sugerencias para posteriormente integrar esta información. También pueden existir casos donde cierta información ya se encuentre integrada por todo el sistema de gestión de residuos y no desglosada por componentes (p.e. costos de la operación del sistema, número de trabajadores formales, volumen de agua utilizada para limpieza viaria y recolección, etc.). Se sugiere que toda la información base, preferentemente se recopile, en medida de lo posible, respecto a un mismo año base; para generar evaluaciones consistentes.

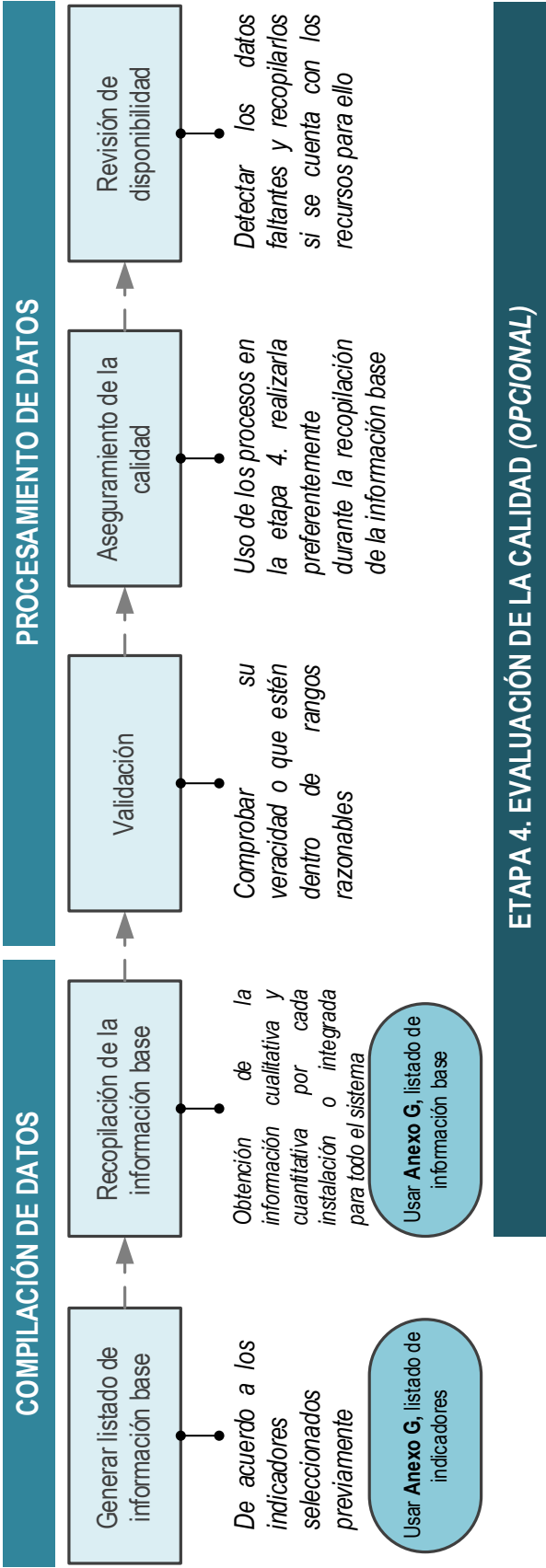


Figura 6-11. Actividades a realizar para la recopilación y análisis de la información base

ID	Descripción	Unidades de medida	Municipio "A"				
			Dato	CC	Año	Observaciones	Fuente
1	Población total en el área evaluada	# de habitantes	1,867,582	A	2017	En 2009 se	MA 43. (2018).
16	Salario mínimo en la zona de estudio	USD\$/día	46.60 USD	U	2011	-	Sin referencia. E-
106	Número total de empleados base con prestaciones relacionadas con salario en recolección	# total de trabajadores con prestaciones	43	B	2011	Sólo se incluye el staff para recolección	Calculado
150	Cantidad total de material ingresado a la instalación de valorización	Toneladas/año	1,325,896.0	B	2018	Se incluyen todas las instalaciones	Calculado
197	Cantidad de energía eléctrica generada en relleno sanitario	kWh/año	60,480,000.0	A	2011	4 mill. m ³ de biogás	MA 48. (2012). Reporte de
328	Evidencias de participación de los grupos de interés.	Si/No	Si	B	2016	Se menciona	Visitas en la
437	Volumen total de agua utilizada	Litros/año	75,001,000.0	A	2011	Agua de pozo	MA 48. (2012).

Figura 6-12. Ejemplo de configuración recomendada para la tabulación y sistematización de la información base (CC=calidad de la información)

Una vez finalizada la recopilación de datos se realiza su procesamiento a través de tres pasos (que pueden realizarse en paralelo): validación, aseguramiento de la calidad y revisión de disponibilidad.

La validación es la comprobación de que los datos recopilados corresponden al “mundo real”, por ejemplo, verificando que los datos cuantitativos estén dentro de rangos razonables (p.e. toneladas de acuerdo al tamaño de la población o a lo ingresado a través de la recolección) y para algunos valores cualitativos, comprobando su veracidad de acuerdo a la información documental recopilada (p.e. instrumentos legislativos o de planeamiento publicados en las páginas o en las gacetas oficiales). Se debe tener especial cuidado con los flujos de residuos que entran o salen de las diferentes instalaciones: un relleno sanitario puede recibir más toneladas que las recolectadas por el municipio, si permite ingresos de residuos industriales u otras fuentes significativas, cuya recolección sea independiente al sistema municipal.

Es preferible hacer una detallada y minuciosa validación de la información base, para detectar a tiempo, información que necesitará ser recabada de nuevo o descartada por diversas razones (mala calidad, información antigua o inconsistente, etc.). Es en este paso, donde la calidad de la información se vuelve de gran utilidad: clasificando previamente la información, la validación puede agilizarse.

La rigurosidad con la que se lleve la validación de la información base, también depende del usuario y de las condiciones en las que se realice la evaluación. Por ejemplo, se puede efectuar la validación una vez calculados los indicadores, si previamente se ha clasificado la calidad de la información base, ya que esto ayudará a descartar fácilmente y con fundamento los indicadores de mala calidad. También, si es la primera vez que se realiza la evaluación o es un sistema de gestión de residuos en un estadio inicial y controles deficientes (como es común en muchos países en desarrollo), es preferible conservar la mayoría de los datos, porque pueden existir datos “atípicos” que en realidad son propios de las características del sistema evaluado. Sin embargo, si es necesario remover información o realizar ajustes a la información recabada, este proceso debe ser documentado, junto con una breve justificación sobre las decisiones principales tomadas (Rich et al., 2014).

El aseguramiento de la calidad, comprende los procesos explicados en la sección de la Etapa 4, que como se ha mencionado anteriormente, si bien son opcionales, es altamente recomendable su uso. El aseguramiento de la

calidad implica establecer la información que es confiable, cuyos resultados son consistentes a través del tiempo y sobre observaciones. Esta etapa debe realizarse preferentemente a la par de la recopilación de la información base. Si es la primera vez que se realiza la recopilación de información base, se sugiere no ser tan estricto con los estándares de calidad de los datos, ya que un proceso para evaluar la calidad siempre está en evolución (Hsu et al., 2013).

Después de haber validado y depurado el listado de información base (y en su caso, clasificado su calidad), la revisión de disponibilidad consiste en detectar si aún hay información que debería recopilarse para llenar los vacíos existentes. Esto dependerá de la disponibilidad de recursos (tiempo, personal, etc.) para realizar esa nueva recopilación de datos. Cuando ha quedado información base sin recopilar, se sugiere revisar los procedimientos de la Etapa 4 “Evaluación de la calidad”: clasificación de información faltante e imputación de datos. Cuando se lleve a cabo adición de información nueva al listado de información base, se le deben aplicar los procesos de validación y aseguramiento de calidad para poder incorporar el nuevo dato de manera consistente al resto de la información.

6.3.3.2 Cálculo de indicadores y validación

Una vez generado y procesado el listado de información base, se realiza el cálculo de los indicadores de acuerdo con la metodología dictada para cada uno, mostrado en las fichas metodológicas (Anexo G).

Cuando se han calculado todos los indicadores, o los que hayan sido posible de acuerdo a la información disponible, se realizan nuevamente procesos de validación, aseguramiento de la calidad y disponibilidad.

En el caso de la validación de los indicadores, para la posible detección de valores anómalos, pueden compararse con los valores de referencia explicados en la sección siguiente (también incluidos en las fichas de cada indicador). Esto es especialmente útil si ya se tienen valores de referencia locales o datos de municipios similares. Esta validación se puede complementar con algún análisis estadístico con software, para detectar posibles valores atípicos o fuera de rango, si se tienen suficientes datos para ello (por ejemplo, al realizar evaluaciones de varios municipios a la vez).

Al igual que se ha mencionado en la información base, este proceso de validación se debe realizar de manera detallada, caso por caso si es necesario, para evitar eliminar datos que pueden estar influenciados por factores locales. Es mejor tener múltiples fuentes de datos y datos extra que pueden ser útiles después, beneficiando colateralmente a la transparencia (Hsu et al., 2013).

La validación de indicadores también podría llevarse a cabo por medio de asesorías externas con expertos o paneles de consulta con actores implicados, siendo especialmente útil cuando se calculan indicadores a nivel regional.

Para el aseguramiento de la calidad, si se ha realizado el proceso de evaluación de la calidad mostrado en la Etapa 4, se facilita la clasificación de la calidad de los indicadores y también aporta su validación, por ejemplo: si resultan de mala calidad o desconocida, son indicadores que pueden ser descartados o usados con cautela para la toma de decisiones.

Si se ha realizado una validación y aseguramiento de calidad exhaustiva de la información base, se minimiza el esfuerzo de realizarlo para los indicadores calculados, y se aumenta la certidumbre de la información presentada.

Finalmente, para la disponibilidad, es necesario dejar registro de aquellos indicadores que no pudieron ser calculados, ya que será de utilidad para: detectar áreas de oportunidad en la medición y recopilación de información clave, al agregar la información evitar conclusiones sesgadas, comparación adecuada entre municipios, entre otros. En la Figura 6-13, se muestra un resumen de las actividades explicadas en este apartado.

6.3.3.3 Selección de valores de referencia para la semaforización-normalización

La última fase de procesamiento de los indicadores consiste en la selección de valores de referencia para realizar la semaforización-normalización, con lo que se podrá clasificar el desempeño de cada indicador en bueno (verde), regular (amarillo) o deficiente (rojo).

La selección de los valores de referencia puede realizarse bajo los siguientes escenarios o la combinación de ellos:

- Utilizar los valores de referencia sugeridos para cada indicador (Anexo G).
- Utilizar valores regionales o de municipios similares. Esto incluye las buenas prácticas que existan reportadas para un país o región.
- Si se tiene mediciones previas de los indicadores, establecer la línea base a partir de los datos obtenidos (datos propios).
- Establecer valores de acuerdo con objetivos y metas plasmados en programas y planeaciones, de la normativa local o nacional.
- Establecer valores de acuerdo a consultas con expertos regionales o locales en el tema.

Se debe entender que los valores de referencia son **orientativos y dinámicos**, y es preferible ajustarlos según los objetivos y alcance de cada estudio. Se deberían proponer intentando equilibrar la consideración del contexto local y la observación de estándares internacionales, para que puedan sustentar un sistema coherente de comparación o benchmarking (BID, 2013).

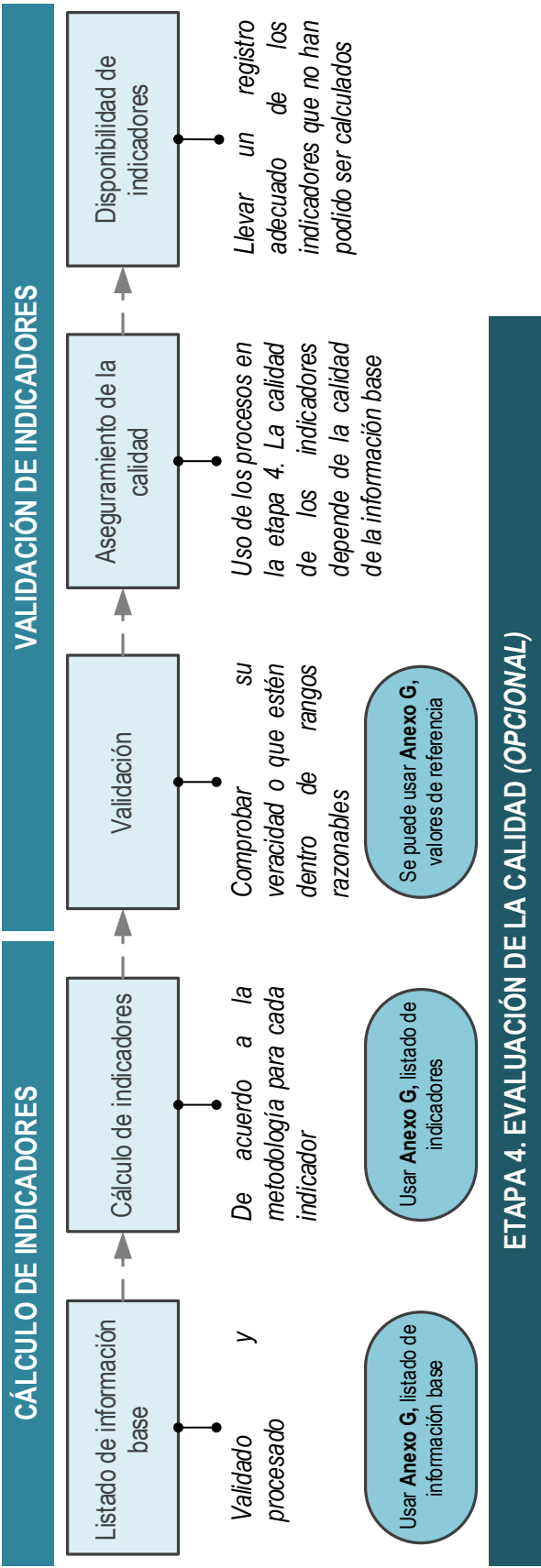


Figura 6-13. Actividades para el cálculo de indicadores y su validación

El establecimiento de estos valores de referencia puede ser sensible a cambios: un indicador cualitativo puede permanecer más o menos estable en su valoración a diferencia de uno cuantitativo que tiene un rango más amplio de respuestas. Otro ejemplo, son los valores de referencia para indicadores económicos y de personal informal que son especialmente sensibles a diferencias geográficas, de marco jurídico, sobre las actividades económicas preponderantes, entre otras (BID, 2013; Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza, 2011).

Sin embargo, también es necesario entender que es necesario establecer estos valores para poder detectar las áreas de mejora del sistema de gestión de residuos, y mantener su consistencia cuando son utilizados para hacer evaluaciones a lo largo del tiempo o comparaciones. Tal y como lo ha plasmado el BID (2013) la función primordial no debería ser el comparar una ciudad con otras, sino en ayudar a seleccionar las áreas críticas; es decir, la comparación debe ser un medio para determinar un área problemática que requiere de soluciones.

Por todo lo plasmado anteriormente, y debido al papel crítico que juegan estos valores de referencia en la obtención de los resultados finales, se debe realizar una documentación clara y transparente de todo el proceso de selección.

Finalmente, la semaforización obtenida a partir de estos valores de referencia, es a su vez un proceso de normalización por categorización de escalas, por lo que puede pasarse directamente a la agregación y análisis de la información sin necesidad otros procesos.

6.3.4 ETAPA 3: Agregación de la información y análisis de resultados

En esta metodología se sugiere una agregación sin ponderar la información, ya que dentro del marco conceptual propuesto, todos los atributos son igual de importantes para lograr el objetivo de una gestión sostenible de residuos; y también considerando lo recomendado por Hsu et al. (2013) y Schuschny y Soto (2009). Sin embargo, como en otras partes de la metodología, el usuario puede realizar adecuaciones, mediante una propuesta de ponderación de acuerdo a características e intereses locales, y de igual forma, procurando documentar claramente este proceso.

La agregación lógica de la información es realizarla de acuerdo al marco elegido al inicio de la evaluación (Etapa 1): por el marco principal (por atributos) o por el de gobernanza (niveles y categorías de gobernanza). Sin embargo, la flexibilidad con la que ha sido diseñado este sistema de indicadores, permite la agregación bajo los siguientes escenarios (o una combinación de estos) de acuerdo a las necesidades del usuario:

- **Por atributos:** técnicos y de salud, sociales, ambientales, económicos.
- **Por categorías o subcategorías de los atributos:** ver Tabla 6-7.
- **Por componentes:** aspectos transversales, generación, prevención, recolección, estaciones de transferencia, valorización, eliminación (ver Tabla 6-5).

- **Por niveles y categorías de gobernanza:** ver Tabla 6-8.
- **Nivel geográfico:** un municipio o por regiones
- **Sin agregar:** visualizar la semaforización de indicadores individuales, en concordancia con lo plasmado por Sacramento Rivero (2012).

Se sugiere una agregación lineal de acuerdo al escenario seleccionado, simplemente sumando los valores obtenidos en verde, amarillo, rojo y se recomienda ampliamente también incluir los indicadores que no han sido contestados, para obtener un panorama más certero del avance que queda para tener una mejora en la gestión de los residuos (ver detalles en Capítulo 3). Se puede presentar por número de indicadores o en % de acuerdo a la agregación seleccionada.

Este tipo de agregación no se afecta por presencia de datos atípicos, sin embargo también se pierde información de la magnitud que pueden poseer las variables (Schuschny y Soto, 2009). Para lograr minimizar este problema, se debe mantener una clara trazabilidad de todos los indicadores y de su información base, como se ha plasmado a lo largo de esta guía, ya que permite un manejo por “capas” que permite una vista global o revisar en detalle cada aspecto de la gestión de residuos.

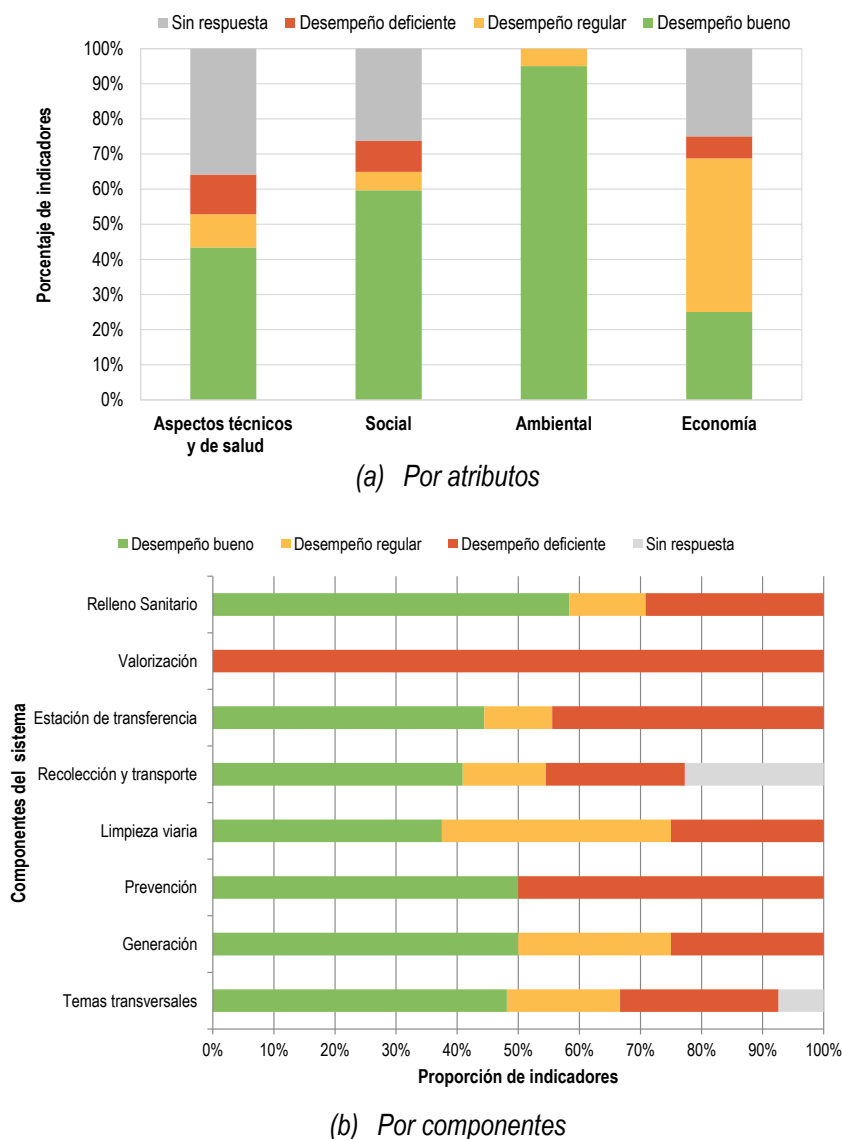
El escoger el método de agregación, es inevitablemente un juicio de valor, y sin importar las metodologías de ponderación y agregación elegidas, siempre habrá personas que no estén de acuerdo con la decisión final (Hsu et al., 2013). Sin embargo, el uso de diferentes escenarios (tanto de ponderación como agregación) permite que se tengan más herramientas para el análisis de resultados (Cifrian, 2013).

Como ayuda a la interpretación de los resultados obtenidos, se puede utilizar también la información detallada recabada sobre la información base y los indicadores, y en el caso de comparación entre ciudades esta será adecuada cuando se posee esta información (BID, 2013). Algunos ejemplos presentación de los resultados (diferentes escenarios de agregación) se muestran en la Figura 6-14.

6.3.5 ETAPA 4: Evaluación de la calidad

La evaluación de calidad de los datos es un proceso importante para detectar áreas de mejora en la recolección de información base que posteriormente se utilizará para calcular los indicadores. Si se utiliza información base de mala calidad, llevará a tomar decisiones incorrectas o sesgadas respecto a los sistemas de gestión de residuos.

En la gestión de residuos, históricamente han existido deficiencias importantes en la calidad y cantidad de información, por lo que deben ir adoptándose diversas estrategias que ayuden a establecer mejores prácticas en la colecta, procesamiento y uso de información de la gestión de residuos.



Desempeño			Calidad de indicadores					
■ Bueno	■ Regular	■ Deficiente	A Alta	B Aceptable	C Baja	U Desconocida	NC Indicador no contestado	

Indicadores	Unidades	Generación	
Tasa de generación de hogares	kg/cápita/año	284,09	■ A
Tasa de generación de comercios	kg/cápita/año	46,83	■ A
Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.	kg/cápita/año	2,09	■ A
Tasa de generación de neumáticos fuera de uso	kg/cápita/año	NC	

(c) Sin agregación

Figura 6-14. Ejemplos de presentación de resultados

Si bien este procedimiento es *opcional* para el usuario de la metodología, es altamente recomendable hacer el esfuerzo de clasificar la calidad de la información utilizada en la construcción de indicadores y documentar claramente su origen.

Como guía para los procedimientos para evaluar la calidad, se puede consultar la Tabla 6-9. Una vez aplicada la fórmula para calificar la calidad de la información base, se utiliza la Tabla 6-10. En la Figura 6-15 se muestra un ejemplo de matriz para el cálculo de la calidad de información base e indicadores.

Indicador			Información base							
Componente	Nombre	Calidad del indicador (Usando el peor valor en columna 5)	Descripción	1	2	3	4	5	6	Observaciones
				Origen de los datos	Nivel de incertidumbre	Cobertura temporal	Cobertura espacial	$[\sum (1)+(2)+(3)+(4)]$	Calidad de la información base	
Recolección	Intensidad del uso de suelo en recolección y transporte	B	Cantidad total de residuos recolectados	15	15	15	15	60	A	Ninguna.
			Superficie aproximada utilizada por las instalaciones auxiliares de limpieza viaria y/o recolección	10	10	5	10	35	B	Se hicieron adecuaciones en las instalaciones hace un año y los planos no se han actualizado.

Figura 6-15. Ejemplo de matriz para la evaluación de la calidad de información base e indicadores

De acuerdo al IPCC (Winiwarter et al., 2006) se debe documentar la ausencia de datos como parte del control de la calidad. Por lo que, cuando se procesa la información base y/o existen vacíos de información, se deben utilizar las siglas e instrucciones plasmados en la Tabla 6-11. Esto también ayudará a evitar problemas posteriores durante su procesamiento.

La recopilación información base es una parte esencial para el cálculo de los indicadores. Sin embargo, generar datos también está limitado por los recursos disponibles, por lo que debe priorizarse la información que es necesaria (Rypdal y Paciornik, 2006). Para iniciar, se sugiere utilizar primero el *nivel básico* de indicadores sugerido en la metodología, y se tendrá un panorama más acertado de qué información prioritaria aún necesita ser medida o evaluada.

Si después de agotar otras posibilidades o recursos aún no se tiene toda la información requerida, puede valorarse el uso de una metodología para la imputación de datos. La Tabla 6-12 muestra algunas pautas generales para orientar al usuario, y en medida de lo posible, evitar el uso de estos procedimientos para contribuir a mejorar la calidad de los datos sobre gestión de residuos. Estas limitaciones y generalidades sobre la imputación de datos han sido recopiladas a partir de: Goodwin, Woodfield, Ibmof, Koch, y Yan (2006), Medina y Galván (2007), Rypdal y Paciornik (2006) y Schuschny y Soto (2009).

Tabla 6-9. Metodología para la evaluación de la calidad a la información base y a los indicadores

Aspectos que se evalúan para obtener la calidad	Para realizar la evaluación de calidad	Fórmulas	¿En qué momento se debe evaluar?
Información base	Usar las cuatro tablas del Anexo G. Si uno o más de los aspectos evaluados tiene cero puntos, la calidad debe clasificarse como <i>desconocida</i> (ver en la Tabla 6-10).	Calidad de la información base= $f\{ \text{(origen de los datos)} + (\text{nivel de incertidumbre}) + (\text{cobertura temporal}) + (\text{cobertura espacial}) \}$	• Al realizar el listado de información base por primera vez y cada vez que se agregue información • Al realizar imputación de datos
Indicadores	Usar el resultado obtenido de la evaluación de la calidad de la información base.	Calidad de indicadores simples= el peor valor de calidad de toda la información base que los integran	• Al calcular los indicadores

Tabla 6-10. Clasificación de la calidad de la información base e indicadores

Tipo de calidad	Puntuación global*	Características				
		Origen de los datos	Nivel de incertidumbre	Cobertura temporal (años)		
Alta	A	60-55	Mediciones o evaluaciones directas	Bajo ó 0 - 5% ≤3	Toda el área evaluada	
Aceptable	B	50-40	Algunos datos calculados o modelados	Medio ó >5 - ≤25%	>3 - ≤10	Sólo una parte del área evaluada
Baja	C	35-20	Datos en su mayoría sustitutos o imputados	Alto ó >25%	>10	Áreas similares o cercanas a la que se está evaluando
Desconocida	U	≤15puntos	• Si se obtuvo una puntuación igual o menor a 15 • Si uno (o más de uno) de los criterios establecidos es desconocido o igual a cero • No se evaluó la calidad			
*Se obtienen a través de las fórmulas plasmadas en la Tabla 6-9.						

Tabla 6-11. Clasificación información faltante y otros

Sigla	Significado	Descripción	Observaciones
NA	No aplicable	El dato no corresponde al área en cuestión porque no existe el componente a evaluar (por ejemplo, no existen instalaciones de transferencia entonces todos los datos de transferencia serán NA).	No utilizar estas siglas para clasificar datos no disponibles, sin respuesta o desconocidos. Esta sigla es útil si se quieren comparar sistemas con componentes diferentes.
0	Cero	Se puede utilizar cuando dentro del rango de los datos sea posible el valor de cero.	No utilizar para clasificar no disponibles u otro tipo de información, ya que puede dificultar el posterior procesamiento de datos.
IE	Incluido en otro componente	Existe la información, pero está englobada en conjunto con otro componente (por ejemplo: m ² de instalaciones compartidas para recolección y limpieza viaria, presupuestos sin desglosar).	La información existente debe incluirse obligatoriamente en uno de los componentes y en el resto, usar las siglas IE identificando claramente donde se ha registrado la información compartida (por ejemplo: IE-recolección)
ND	Datos no disponibles	La información no existe (no se ha medido o evaluado por falta de recursos, etc.)	
SR	Sin respuesta	La información es desconocida por la persona entrevistada, o es información de difícil acceso que no está disponible públicamente.	Cuando hay datos base faltantes, clasificar en alguno de estos tres.
D	Desconocido	No se conoce la razón de la falta de información.	
NC	No calculado	Se aplica a los indicadores que no pudieron ser calculados por falta de información base	Cuando hay indicadores no calculados, usar estas siglas

Tabla 6-12. Pautas generales para valorar el uso de una metodología de imputación de datos

Generalidades
• Hay que priorizar. Por ejemplo, se sugiere usar el nivel básico de indicadores o establecer indicadores clave para recopilar los datos correspondientes y evitar la subsecuente imputación. • Para mejorar la calidad de la información: se deben establecer claramente las actividades de generación y recopilación de datos (planificación, ejecución, documentación, etc.). Mantener flujos de datos o crear nuevos: incluir acuerdos con proveedores de datos para que suministren flujos de información coherentes y continuos, reemplazar fuentes de datos cuando ya no están disponibles las utilizadas en la actualidad, generar procedimientos para estimaciones de nuevos indicadores o datos. Por estas razones es ampliamente sugerido utilizar la evaluación de calidad de datos descrita en esta sección. • Si la información es escasa, se puede omitir el cálculo de un indicador, pero se debe documentar la falta de información, tratando de anotar observaciones detalladas necesarias para después mejorar la colecta o generación de la información faltante. • Se puede asignar un porcentaje mínimo de datos perdidos para proceder a imputar. • Existe imputación simple y múltiple.
Limitaciones
• No existe el mejor método de imputación. Cada situación es diferente y la elección del procedimiento de sustitución de datos depende de la variable de estudio, del porcentaje de datos faltantes, etc. Se sugiere analizar los datos antes de elegir un método de imputación. El análisis exploratorio y la consistencia de la información, darán la pauta para elegir el método que genera los estimadores más eficientes. • Todos los métodos de imputación tienen limitaciones y su correcta aplicación depende de la manera en que se comporten los datos faltantes. Por ello no es aconsejable elegir un solo procedimiento de imputación y aplicarlo de forma generalizada. • Lo que funcionó en un estudio no necesariamente generará buenos resultados en otras investigaciones. • La imputación da lugar a sub-estimar la varianza y altera los coeficientes de correlación.

6.4 Conclusiones

Este capítulo muestra el resultado final obtenido, después de sucesivas versiones y pruebas que se han realizado al sistema de indicadores.

Entre las aportaciones principales desarrolladas, se encuentra el marco conceptual principal, que permite la evaluación integral de los sistemas de gestión de residuos independientemente de la diversa configuración de componentes que puedan existir. Esto significa, que la herramienta desarrollada, permite evaluar el resultado que se espera de una gestión sostenible de residuos sin importar cuáles son los elementos que aporten a su cumplimiento, permitiendo acercarse a obtener una herramienta comparativa de gran utilidad.

Se han desarrollado fichas exhaustivas con diversas ayudas metodológicas para todos los indicadores incluidos en el sistema. Esto también permite que los usuarios puedan utilizar indicadores individuales sin necesariamente seguir el marco conceptual diseñado.

También se ha integrado a este sistema de indicadores las experiencias de diversos especialistas, países, enfoques y estudios de caso, construyendo una herramienta que no sólo ayude a evaluar aspectos técnicos, sino también de otra índole, especialmente importantes para los países en desarrollo, tales como los aspectos sociales. Los estudios de caso no sólo han aportado mejoras al sistema diseñado, también han generado datos valiosos que sirven para ir definiendo las mejores prácticas o valores de referencia a nivel local.

Otra aportación ha sido la herramienta de evaluación de calidad de los datos, que también a través de las diversas experiencias en los estudios de caso, demostró ser de utilidad de cara a la interpretación de indicadores y a la toma de decisiones. En el sistema propuesto, el uso de esta herramienta es opcional por tratarse de algo novedoso y poco utilizado hasta ahora en la gestión de residuos, pero su uso y mejora en el futuro, aportará a ir consolidando bases de datos confiables que tanta falta hacen en este ámbito.

Finalmente, tal y como ha sido plasmado previamente por Hsu et al. (2013) y Kusek y Rist (2004), el llegar a un sistema de indicadores que sea completo y apropiado, llevará varios intentos, por lo que no se puede llegar de manera rápida a la consolidación de un sistema como el aquí propuesto, sin embargo se ha establecido una buena base para el comienzo.

6.5 Referencias

- Alegre, H., Baptista, J. H., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., ... Parena, R. (2006). Performance indicators for water supply services. IWA Publishing. Retrieved from <http://books.google.ca/books?id=9dZGWJy5gwEC>
- BID-Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía metodológica: Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. Anexo de indicadores* (Tercera). Retrieved from <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8132/Guia-Metodologica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edicion-Anexo-de-indicadores.pdf?sequence=1>

- CEPT University. (2010). *Performance measurement framework for urban water and sanitation. Vol. I, II*. Ahmedabad, India: CEPT University (PAS project). Retrieved from [https://ocw.un-ihe.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance Measurement Framework Report_Vol I II_not printed.pdf](https://ocw.un-ihe.org/pluginfile.php/3884/mod_resource/content/1/Performance%20Measurement%20Framework%20Report_Vol%20I%20II_not%20printed.pdf)
- Cifrian, E. (2013). *Desarrollo de un sistema de información ambiental para Cantabria basado en indicadores en el área de residuos*. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España.
- Cuartas, M., Lobo, A., Munizaga, J., y Pérez, F. (2015). Herramienta geo-referenciada para el modelado y optimización de sistemas de gestión de residuos. In S. Soto Córdoba (Ed.), *VI Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos Sólidos: hacia la carbono neutralidad 2021* (pp. 268–272). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Flores, C. J. (2018). *Sistema integrado de indicadores para la mejora de servicios de gestión de residuos municipales: aplicación al municipio de los Reyes, Michoacán*. Los Reyes de Salgado, México: Instituto Tecnológico Superior de los Reyes.
- González de Audicana Bengoechea, J., Turcott Cervantes, D. E., y Lobo, A. (2017). Aplicación de indicadores para evaluación y control de servicios de gestión de residuos en municipios del País Vasco. In *VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos: Hacia una Economía Circular*. Santander, España.
- González de Audicana, J. (2017). *Indicadores para control del servicio municipal de gestión de residuos: aplicación a varios municipios del País Vasco*. Universidad de Cantabria, Tesis de Máster. Bilbao-Santander, España.
- Goodwin, J., Woodfield, M., Ibnoaf, M., Koch, M., y Yan, H. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 2. Métodos para la recopilación de datos (p. 26). Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_2_Ch2_DataCollection.pdf
- Hsu, A., Johnson, L., y Lloyd, A. (2013). *Measuring progress. A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI)*. New Haven, EEUU: Yale Center for Environment Law & Policy. Retrieved from http://archive.epi.yale.edu/files/ycelp_measuring_progress_manual.pdf
- IBNET-The International Benchmarking Network. (2004). IBNET toolkit instructions. Retrieved from <https://www.ib-net.org/>
- Jiménez, J. (2015). *Plataforma para la gestión de indicadores de calidad en obras y servicios de ingeniería civil. Tesis de Grado*. Universidad de Cantabria. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/6944>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Woerden, F. Van. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot on solid waste management to 2050*. Washington D.C., EEUU: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Kusek, J. Z., y Rist, R. C. (2004). *Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system. A handbook for development practitioners*. Washington D.C., EEUU: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/14926/296720PAPER0100steps.pdf?sequence=1>
- Medina, F., y Galván, M. (2007). *Imputación de datos: teoría y práctica. Serie 54: estudios estadísticos y prospectivos*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4755/1/S0700590_es.pdf

- Munizaga, J. (2016). *Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos*. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>
- Niemeijer, D. (2002). Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5(2), 91–103. [http://doi.org/10.1016/S1462-9011\(02\)00026-6](http://doi.org/10.1016/S1462-9011(02)00026-6)
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017a). Information and assurance. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-and-assurance/>
- OFWAT-The economic regulator of the water sector in England and Wales. (2017b). Information quality. Retrieved September 6, 2017, from <http://www.ofwat.gov.uk/regulated-companies/company-obligations/information-quality/>
- Rich, D., Bhatia, P., Finnegan, J., Levin, K., Mitra, A., Bourrouet, A., ... Lazarus, M. (2014). *Policy and action standard. An accounting and reporting standard for estimating the greenhouse gas effects of policies and actions*. Washington D.C., EEUU: World Resources Institute. Retrieved from https://www.wri.org/sites/default/files/Policy_and_Action_Standard.pdf
- Rypdal, K., y Paciornik, N. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 1. Introducción a las directrices de 2006 (pp. 1–13). Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf
- Sacramento Rivero, J. C. (2012). A methodology for evaluating the sustainability of biorefineries: framework and indicators. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(1), 32–44. <http://doi.org/10.1002/bbb.335>
- Sanz Sánchez, M. J., Bhattacharya, S., y Mareckova, K. (2006). *Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 8. Orientación y cuadros para la generación de informes. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1: General Guidance and Reporting*. Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_8_Ch8_Reporting_Guidance.pdf
- Schuschny, A., y Soto, H. (2009). *Guía metodológica diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3661/1/S2009230_es.pdf
- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- Turcott Cervantes, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., y Lobo García de Cortázar, A. (2018). Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: a critical review. *Waste Management*, 80, 51–63. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- Wartmann, S., Harries, J., Salas, R., y Petrarulo, L. (2015). *Directrices para un marco genérico de MVR para*

NAMAS en Chile. (Ministerio de medio ambiente de Chile, Embajada Británica de Santiago, & Low emission capacity building programme Chile, Eds.). Santiago de Chile, Chile.

Winiwarter, W., Mangino, J., Ajavon, A.-L. N., y McCulloch, A. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. CAPÍTULO 6. Garantía de calidad / control de calidad y verificación (pp. 1–32). Institu. Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_6_Ch6_QA_QC.pdf



Capítulo 7

Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

La revisión bibliográfica de los indicadores existentes, permitió establecer algunas de las cualidades mínimas que un sistema de indicadores para evaluación de servicios de gestión de residuos municipales debería cumplir:

- Capacidad para evaluar los diferentes atributos de la gestión de residuos municipales.
- Flexibilidad, para ser adaptable a cualquier contexto (sistemas básicos y avanzados).
- Inclusión de indicadores cualitativos y cuantitativos, siendo ambos complementarios y necesarios.
- Tener consistencia metodológica: definir claramente el indicador, su metodología y la información base requerida para su cálculo, para que los resultados sean replicables y confiables.
- Adaptabilidad para evaluar diferentes niveles geográficos y facilitar la integración de la información.

En este trabajo se ha desarrollado una herramienta de diagnóstico de sistemas de gestión de residuos municipales, basada en indicadores existentes y otros nuevos, seleccionados y/o desarrollados a partir de las aportaciones de expertos y los resultados obtenidos en varios estudios de caso. A través del uso de valores de referencia para la semaforización (clasificación del desempeño) y normalización de los indicadores en un solo paso, la herramienta es útil con varios objetivos: seguimiento de un sistema de gestión de residuos a través del tiempo, evaluación comparativa entre sistemas a nivel local o regional y priorización de actuaciones de mejora a nivel individualizado o englobando diversos sistemas.

El método desarrollado reúne las cualidades identificadas:

- Se basa en un marco conceptual que incluye cuatro atributos (técnicos y de salud, sociales, ambientales y económicos) evaluados a través de 92 indicadores que analizan los distintos componentes que pueden conformar un sistema de gestión de residuos (temas transversales, generación, prevención, limpieza viaria, recolección, estaciones de transferencia, valorización y eliminación). Permite por tanto evaluar todos los aspectos necesarios para lograr una gestión sostenible de residuos.
- Es adaptable a la aparición de distintos componentes en el sistema de gestión de residuos y además flexible, pues permite seleccionar de forma personalizada los indicadores a utilizar.
- El sistema incluye valores de referencia para contextualizar el desempeño obtenido para cada indicador, que también pueden ser adaptados de acuerdo al contexto local.
- Incluye indicadores cualitativos y cuantitativos. Esto permite evaluar aspectos de distinto carácter, como la gobernanza, por un lado, para la cual la información es mayoritariamente cualitativa, y aspectos operativos por otro, que habitualmente se cuantifican numéricamente.
- Con consistencia metodológica lograda a través de:

- El desarrollo de las fichas individualizadas para los indicadores, así como un detallado desglose de la información base que se requiere para su cálculo. Esto permite que los indicadores puedan ser utilizados de forma independiente, y ayuda a sistematizar la recopilación de información base, para detectar carencias y posteriormente recopilar la faltante.
- La inclusión de una guía metodológica con descripción detallada del sistema de indicadores y las diferentes herramientas que lo componen, así como instrucciones para su uso.
- Permite diferentes formas de agregación de la información: es posible analizar los indicadores desglosados por cada componente, o en conjunto, a través del marco conceptual, para evaluar los diferentes atributos. A través de sus diferentes niveles de complejidad e integración, el usuario puede obtener una visión general o detallada según sea requerido.

Se ha desarrollado además una propuesta para evaluar la calidad, que facilita el seguimiento individualizado de las fuentes de la información y su fiabilidad. Esta propuesta forma parte del sistema de indicadores, lo que permite a su vez, detectar áreas donde debe aumentarse el seguimiento y control. También ayuda en la interpretación y toma de decisiones a partir de los indicadores, poniendo de manifiesto la incertidumbre de los valores "medidos".

También se ha incluido una propuesta de un grupo básico de indicadores y uno avanzado. Respecto al grupo de indicadores básico con 27 indicadores, fue propuesto a partir de la información disponible en los diferentes estudios de caso y de los aportes obtenidos durante la revisión bibliográfica, por lo que aún pueden realizarse ajustes conforme la metodología sea aplicada en otros casos.

Como parte de este trabajo se ha realizado la aplicación del sistema de indicadores a 90 estudios de caso (incluyendo municipios y mancomunidades). A partir de los resultados obtenidos, se han generado nuevos valores de referencia tanto para países desarrollados como en desarrollo, que pueden ser utilizados en regiones similares o para ir definiendo mejores prácticas.

Derivado de estos diversos estudios de caso se han obtenido conclusiones específicas para el contexto local, y también las siguientes **conclusiones generales**:

- Después de la aplicación del marco conceptual alternativo de gobernanza, se ha detectado la necesidad de crear otros indicadores para evaluar niveles avanzados, como por ejemplo, la categoría de *control de la corrupción*.
- También se ha corroborado la importancia del trabajo de campo y etnográfico para proveer de información necesaria para el cálculo de los indicadores, especialmente en aspectos cualitativos.
- La disponibilidad de información afecta los resultados obtenidos, por lo que debe evaluarse explícitamente a través de la categoría de *transparencia y rendición de cuentas*, e implícitamente al incluirse los indicadores no respondidos al realizar la agregación de la información obtenida.

- La herramienta ofrece resultados básicos de diagnóstico, sobre los que profundizar para identificar las problemáticas subyacentes que provocan los distintos niveles de desempeño. En esta fase posterior la contextualización y experiencia del evaluador juegan un papel fundamental.
- Se ha comprobado que es posible conseguir la información para evaluar el sistema siguiendo el marco conceptual diseñado, y a la vez se ha detectado la necesidad de encontrar nuevos indicadores o las correlaciones entre indicadores que lleven a evaluar con mayor certeza la prevención y el reúso de residuos.

En países en desarrollo:

- Se encontró mayor correlación entre legislación y políticas y el correcto funcionamiento del sistema.
- El papel del sector informal es fundamental: realizan trabajo que el municipio no llega a cubrir (especialmente en recuperación de materiales) pero a la vez impactan negativamente en ocultar costos reales del servicio y en otros aspectos.
- La mayoría de los municipios tienen un control económico deficiente, influido por la nula autonomía organizacional de los departamentos de gestión de residuos.

En sistemas avanzados:

- En sistemas con mayor cantidad de componentes y flujos interrelacionados (debido a recolecciones selectivas más complejas) se sugiere hacer uso de otras herramientas complementarias como el Análisis de Flujo de Materiales que proveen de bases de datos confiables para el posterior cálculo de indicadores.
- Los aspectos relacionados con ambiente o el personal formal parecen solventados, en el primer caso se requerirá de estándares más estrictos para seguir mejorando y en el segundo caso, realizar solamente una evaluación de control inicial.

7.2 Recomendaciones y trabajo futuro

El sistema de indicadores diseñado aportará mejoras a la gestión de residuos municipales si la información llega con rapidez a donde es necesaria para tomar decisiones que ayuden a generar cambios. Un software que simplifique la colecta de información, el procesamiento, el cálculo y la comparación de indicadores facilitaría esta secuencia de manera ágil.

En este trabajo se han realizado avances en este ámbito, al haber propuesto la estructura básica de una herramienta para gestión de la información (SAPICE-waste) y desarrollado los cuestionarios para recopilación de la información base requerida para el cálculo de indicadores. Esto ha sido probado en algunos casos de estudio a través de una plataforma web y ha quedado plasmado en el formato JSON que puede ser leído por cualquier lenguaje de programación. También han quedado avances plasmados en el Anexo G, en la hoja principal de

indicadores, donde se han establecido vínculos respecto a la información que se puede compartir o verificar, lo que puede ayudar a simplificar la captura de información.

Sin embargo, aún falta avanzar para lograr una herramienta informática que facilite la transmisión de la información entre diferentes actores de la gestión de residuos. Este tipo de herramientas serán más útiles y fáciles de implementar en países desarrollados, donde los sistemas de gestión son complejos, al contar con varias líneas de recolección diferenciada, y la información se encuentra dispersa entre diversas entidades. En España por ejemplo, municipios y diversas entidades de gestión de residuos mostraron interés en disponer de este tipo de herramientas de evaluación y seguimiento. En muchos municipios en países en desarrollo, por el contrario, difícilmente se lleva control del presupuesto o equipamiento; por lo que se deben establecer primero otro tipo de mecanismos (a nivel organizacional y de personal), antes de pensar en implementar herramientas informáticas de este tipo. En cualquier caso, sin embargo, es imprescindible sistematizar la adquisición de información y asegurar su trasmisión al tomador de decisiones, para poder mejorar el sistema.

Aunque todos los sistemas de gestión de residuos deben ir encaminados a lograr la sostenibilidad, el arreglo y complejidad de componentes con los que se logra este objetivo en cada municipio es diferente, por lo que no se puede predecir con exactitud que parámetros generarán los cambios esperados o deseados. Es decir, el comportamiento de un sistema complejo como la gestión de residuos no es lineal, tal y como ha sido descrito por otros autores.

Esto implica que deben evaluarse cuidadosamente los valores obtenidos en los distintos sistemas que pueden ser únicos, y también estudiar de manera más detallada todas las interrelaciones que pueden existir entre los diversos indicadores, lo que puede ayudar en un futuro, a detectar los parámetros más importantes de la gestión de residuos que serán los que probablemente permitan generar cambios importantes en los sistemas de gestión. Por ejemplo, independientemente de su nivel de avance o madurez, todos los sistemas de gestión de residuos siempre tendrán un componente de generación y eliminación presente, habrá actores involucrados y se hará uso del medio ambiente (consumo de recursos y contaminación), especialmente del suelo. Definiendo los componentes que inevitablemente existen en cualquier sistema de gestión de residuos, pueden aparecer indicios acerca de qué parámetros estarán más interrelacionados entre sí.

Por último, respecto al sistema de indicadores propuesto, aunque no se trata de la primera versión creada al haber pasado por sucesivas mejoras, aún se puede optimizar:

- Debido a que los cuatro atributos principales incluyen diferente número de indicadores, se pueden ir perfilando nuevos indicadores para incluir y otros que pueden modificarse. Esto ha derivado de lo discutido a lo largo de este trabajo: al haberse dado siempre prioridad a los aspectos técnicos, también se han perfeccionado más los indicadores para evaluar este atributo. Aunque los sistemas con mayor complejidad probablemente requieran de evaluaciones más detalladas en indicadores técnicos (lo que

implicará mayor número de estos), esto puede abordarse perfeccionando el nivel básico y avanzado de indicadores propuesto.

- Revisar la influencia que puede generar en la evaluación la ausencia de valores de referencia para desempeño regular (amarillos) en diecisiete de los indicadores propuestos. Esto puede implicar en algunos casos, la polarización del desempeño entre bueno o deficiente (verde y rojo) al realizar la agregación de la información. Esto también es posible subsanarlo al mejorar o incrementar los indicadores de aspectos ambientales y sociales, que son los casos en los que predomina la ausencia de estos valores de referencia de desempeño regular.
- A pesar del detalle incluido en la metodología para el cálculo de indicadores, es necesario desarrollar instrucciones más pormenorizadas para su instrumentación en campo, especialmente en lo referente a la información base que se utiliza en el cálculo de los indicadores. El municipio debe realizar un esfuerzo para establecer las responsabilidades en la colecta de esta información, así como los canales necesarios para su sistematización y análisis. En este sentido, se pueden establecer frecuencias mínimas de medición de la información base, más detalle respecto a la documentación y evidencias necesarias para la evaluación de indicadores cualitativos, entre otros.

7.3 Conclusions

The literature review on the existing indicators, allowed establishing some of the minimum qualities that an indicator system for the assessment of municipal solid waste management services should accomplish:

- Ability to evaluate the different attributes of municipal solid waste management.
- Flexibility, to be adaptable to any context (to basic as well as to advanced systems).
- Inclusion of qualitative and quantitative indicators, both complementary and necessary.
- Methodological consistency: have clearly defined the indicators, their methodology and the primary data required for their calculation, so that the results are replicable and reliable.
- Adaptability to evaluate different geographical levels and facilitate the integration of information.

In this work, a diagnostic tool for municipal solid waste management systems has been developed, based on existing indicators and new ones, selected and/or developed from the contributions of experts and the results obtained in several case studies. By using reference values for signaling (classification of performance) and standardization of indicators in a single step, the tool is useful with several objectives: monitoring a waste management system over time, comparative evaluation between systems at a local or regional level and prioritization of improvement actions at an individual level or encompassing various systems.

The developed method combines the identified qualities required:

- It is based on a conceptual framework that includes four attributes (technical and public health, social, environmental and economic) with 92 indicators to analyze the different components that may exist in a waste management system (transversal aspects, generation, prevention, street cleaning, collection, transfer stations, recovery and treatment, elimination). Therefore, it allows evaluating all the necessary aspects to achieve sustainable waste management.
- It is adaptable to the appearance of different components in the waste management system and also flexible, since it allows selecting the indicators to be used in a personalized way.
- The system includes reference values to contextualize the performance obtained for each indicator, which can also be adapted according to the local context.
- Includes qualitative and quantitative indicators. This allows assessing aspects of a different nature, such as governance, for which the information is mostly qualitative, and operational aspects, which are usually quantified numerically.
- It is a consistent methodology, since it includes:
 - The development of individualized sheets for the indicators, as well as a detailed breakdown of the primary data that is required for their calculation. This allows the indicators to be used

independently, and helps to systematize the collection of primary data, to detect gaps, and then collect the missing information.

- The inclusion of a methodological guide with a detailed description of the indicator system and the different tools that comprise it, as well as instructions for its use.
- It allows different forms of aggregation of information: it is possible to analyze the indicators corresponding to each component, and at the same time, through the conceptual framework, to evaluate the different attributes. The different levels of complexity and aggregation, allow the user to obtain a general or detailed view, as required.

A proposal has also been developed to evaluate data quality, which facilitates the individualized monitoring of information sources and their reliability. This proposal is part of the indicator system, which in turn allows detecting areas where monitoring and control should be increased. It also helps in the interpretation and decision making based on the indicators, showing the uncertainty of the "measured" values.

A proposal of a group of basic indicators and an advanced one have also been included. A group of *basic* indicators, including 27 indicators, was proposed based on the information available in the different case studies and the contributions obtained during the literature review, so that adjustments can still be made as the methodology is applied in other cases.

As part of this work, the application of the indicator system to 90 case studies (including municipalities and groups of municipalities) has been carried out. Based on the results obtained, new reference values have been generated for both developed and developing countries, which can be used in similar regions or to define best practices.

Derived from these various case studies, specific conclusions have been obtained for the local context, and also the following **general conclusions**:

- After applying the alternative conceptual framework of governance, the need to create other new indicators to evaluate advanced levels has been detected, such as for the *corruption control* category.
- The importance of field and ethnographic work to provide information necessary for the calculation of indicators has also been corroborated, especially for qualitative aspects.
- The availability of information affects the results obtained. It must be explicitly rated through the category of *transparency and accountability*, and implicitly by including the indicators that were not answered when the information obtained is aggregated.
- The tool offers basic diagnostic results, on which to identify the underlying problems that cause different levels of performance. In this later phase, the contextualization and experience of the evaluator play a fundamental role.
- It has been proven that it is possible to obtain the information to evaluate MSWM systems according to the conceptual framework designed, and at the same time, the need to find new indicators or the

correlations between parameters that lead to a more accurate evaluation of *waste prevention and reuse* has been detected.

For developing countries:

- Greater correlation was found between legislation and policies and the correct functioning of the system.
- The role of the informal sector is fundamental: they carry out work that municipalities do not cover (especially in waste recovery) but at the same time they have a negative impact on hiding real costs of the service and on other aspects.
- Most municipalities have poor economic control, influenced by the lack of organizational autonomy of the waste management departments.

In advanced systems:

- In systems with a greater number of components and interrelated flows (due to more complex selective collections), other complementary tools, such as Material Flow Analysis, can be used, that provide reliable databases for the subsequent calculation of indicators.
- Aspects related to the environment or formal staff seem to be solved. In the first case, stricter standards will be required to continue improving, and in the second case, only an initial control evaluation will be necessary (in case it results positive).

7.4 Recommendations and future work

The designed indicator system will contribute to improve municipal solid waste management if the information is quickly conveyed where it is necessary to make decisions that help generate changes. Software that simplifies information collection and processing, and indicators calculation and comparison would facilitate this sequence.

Advances have been made in this area during this work: a basic structure of a tool for information management (SAPICE-waste) has been proposed and questionnaires to gather the primary data required for the calculation of indicators have been developed. They have been proven in some case studies through a web platform capturing the data in the JSON format that can be read by any programming language. Progress has also been made in the main indicator sheet, shown in Annex F, where links have been established between data that can be shared or verified, to simplify the capture of information.

However, there is still a need to move forward to a computer tool that facilitates the exchange of information between different actors in waste management. This type of tools will be more useful and easier to implement in developed countries, where the management systems are complex, having several lines of selective collection, and the information is dispersed among different entities. In Spain for example, municipalities and various waste management entities showed interest in having this type of evaluation and monitoring tools. In many municipalities in developing countries, on the other hand, it is difficult to control the budget or equipment;

therefore, other types of mechanisms must first be established (at the organizational and personnel level), before implementing such tools. Nonetheless, it is essential to systematize the acquisition of information and ensure its transmission to the decision maker, in order to improve the system.

Even though all waste management systems should aim at achieving sustainability, the arrangement and complexity of the components with which this objective is achieved in each municipality is different, so that it is not possible to predict exactly which parameters will generate the expected or desired changes. That is, the behavior of a complex system such as waste management is not linear, as has been described by other authors.

This implies that the values obtained in the different systems can be unique and must be carefully evaluated, and all the interrelationships that may exist between the various indicators should be studied in depth, which may help, in the future, to detect the most important parameters to watch for a sustainable waste management. For example, regardless of their level of progress or maturity, all waste management systems will always have a generation and disposal component, there will be stakeholders involved and the environment will be used (consumption of resources and pollution), especially soil. By defining the components that always exist in any waste management system, there may be hint about which parameters will be most interrelated.

Finally, regarding the proposed indicator system, even though the current version has already gone through successive improvements, there is still room to optimize it:

- Because the four main attributes include different numbers of indicators, new indicators can be included and other ones modified. This has derived from what has been discussed throughout this work: priority has always been given to technical aspects, and thus indicators have been refined to evaluate this attribute. More complex systems probably require more detailed evaluations of technical indicators (which will involve a greater number of them), and this can be addressed by refining the basic and advanced level of indicators proposed.
- Review the absence of reference values for regular performance (yellows) in seventeen of the proposed indicators, and its influence in the assessment. This may imply the polarization of performance between good or deficient (green and red) when aggregating the information in some cases. This can be corrected by improving or increasing indicators of environmental and social aspects, which are the cases in which the absence of these reference values of regular performance predominates.
- In spite of the detail included in the methodology for the calculation of indicators, it is necessary to develop further instructions for its instrumentation in the field, especially in relation to the primary data used in the calculation of the indicators. Municipality should make efforts to establish the responsibilities for the collection of this information as well as the necessary channels for its systematization and analysis. It is possible to establish minimum frequencies of measurement of the primary data, more detail regarding the documentation and evidences necessary for the evaluation of qualitative indicators, among others.



Anexos



Anexo A

Tablas del análisis detallado
para definir atributos, categorías
y componentes

Tabla A-1. Detalle de análisis comparativo de los autores para definir los atributos a evaluar en la gestión de residuos municipales

Referencia	Salud pública	Socialmente aceptable	Protección del ambiente	Económicamente viable	Otros
(Brunner y Fellner, 2007)	Protección de la salud humana Bienestar de las generaciones presentes y futuras	-	Protección del ambiente Conservación de recursos	-	-
(Klunder y Anschütz, 2001)	Salud pública	Razones políticas (Servicio visible y políticamente sensible. Afecta la credibilidad sobre las administraciones públicas). Soluciones socialmente aceptables	Razones ambientales (que no degraden el ambiente)	Economía (económicamente viable)	Técnicamente apropiado GRIS ^[1] =eficiencia, eficacia y sostenibilidad (eficacia ambiental)
(F. McDougall, White, Franke, y Hindle, 2001)	Salud humana (salvaguardar la salud pública)	Socialmente aceptable	Ambientalmente eficaz Sistema sostenible	Económicamente asequible	Seguridad (seguro para los trabajadores) GRI ^[2]
(Marshall y Farahbakhsh, 2013)	Salud pública	Conciencia pública y participación	Ambiente/ Estética/ Uso de suelo/ Escasez de recursos / Cambio Climático	Preocupaciones económicas	Todos los motivos/propósitos primarios de la gestión de residuos sólidos Movimiento ambiental en agendas públicas y políticas
(Seadon, 2010)	Salud humana	-	Evitar la contaminación/ impactos (ambiente)	-	Evitar los impactos del vertido de residuos (contamina agua, aire o rellenos sanitarios repletos) que afectan a las personas
(Wilson, 2007)	Salud pública	Conciencia pública	Protección ambiental Valorización de recursos de los residuos Cerrar ciclos	-	Cuestiones institucionales y de responsabilidad

[1] GRIS= Gestión de Residuos Integrada y Sostenible o ISWM (por sus siglas en inglés: Integrated Sustainable Waste Management)
[2] GRI=Gestión de Residuos Integrada o IWM (por sus siglas en inglés: *Integrated Waste Management*)

Tabla A-2. Detalle de análisis comparativo de los autores para definir los componentes físicos de la gestión de residuos municipales

	Componente																
Referencia	Generación (todas las fuentes)	Separación	Preparación para la reutilización	Prevención	Minimización (reducción)	Reuso	Almacenamiento	Barrido	Recogida	Transferencia	Transporte	Tratamiento	Reciclaje	Compostaje	Recuperación	Valorización (incluida la energética)	Eliminación
(Klunder y Anschütz, 2001)	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
(F. McDougall et al., 2001)									✓			✓					✓
(Marshall y Farahbakhsh, 2013)	✓			✓	✓										✓		✓
(Seadon, 2010)	✓								✓								✓
(Wilson et al., 2015)					✓	✓			✓			✓	✓				✓
(Tchobanoglous, Theisen, y Vigil, 1994)	✓	✓					✓		✓	✓	✓	✓					✓
(Rodríguez, 2009)	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓
(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	✓	✓						✓	✓	✓	✓				✓		✓
(UE, 2008)			✓	✓									✓			✓	✓
(Munizaga, 2016)									✓				✓		✓	✓	✓
Total	6	4	1	2	3	2	2	2	8	4	4	5	4	2	4	2	10

Tabla A-3. Detalle de análisis comparativo de los autores para definir las categorías del atributo ambiental de la gestión de residuos municipales

	Categorías						
Referencia	Conservación	Estética	Otras consideraciones ambientales	Agua	Aire	Suelo	Vida
(Tchobanoglous et al., 1994)	✓	✓	✓				
(Rodríguez, 2009)				✓	✓	✓	✓
Total	1	1	1	1	1	1	1

Tabla A-4. Detalle de análisis comparativo de los autores para definir las categorías del atributo económico de la gestión de residuos municipales

Referencia	Categorías		
	Económica/ finanzas	Sustentabilidad financiera	Esquema tarifario
(Klunder y Anschütz, 2001)	✓		
(Wilson et al., 2015)		✓	
(Zurbrügg, Caniato, y Vaccari, 2014)	✓		
(Tchobanoglous et al., 1994)	✓		
(LGPGIR, 2003)	✓	✓	
(Rodríguez, 2009)	✓		✓
Total	5	2	1

Tabla A-5. Detalle de análisis comparativo de los autores para definir las categorías del atributo social de la gestión de residuos municipales

Referencia	Categorías										
	Stakeholders	Socio-cultural	Institucional	Políticas y legislación	Política	Organizacional	Seguridad (para trabajadores)	Planificación y programas	Administrativas	Expectativas públicas	Educación ambiental
(Klunder y Anschütz, 2001)	✓	✓	✓	✓	✓						
(F. McDougall et al., 2001)							✓				
(Marshall y Farahbakhsh, 2013)	✓	✓	✓		✓						
(Wilson et al., 2015)	✓		✓	✓							
(Zurbrügg et al., 2014)		✓	✓	✓		✓					
(Tchobanoglous et al., 1994)				✓				✓	✓	✓	
(LGPGIR, 2003)		✓		✓				✓	✓		✓
(Rodríguez, 2009)	✓		✓	✓	✓			✓		✓	✓
Total	4	4	5	6	3	1	1	3	2	2	2

Referencias

- Brunner, P. H., y Fellner, J. (2007). Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management y Research*, 25(3), 234–240. <http://doi.org/10.1177/0734242X07078296>
- Klunder, A. Van De, y Anschütz, J. (2001). *Integrated sustainable waste management - the concept. Tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme (1995-2001)*. (A. Scheinberg, Ed.). Gouda, Países Bajos: WASTE. Retrieved from e-mail: justine@intouch.com
- LGPGIR. (2003). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. Diario Oficial de la Federación. México D.F., México.
- Marshall, R. E., y Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988–1003. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.023>
- McDougall, F., White, P., Franke, M., y Hindle, P. (2001). *Integrated solid waste management*. (F. R. McDougall, P. R. White, M. Franke, y P. Hindle, Eds.) (Segunda). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing Company. <http://doi.org/10.1002/9780470999677>
- Munizaga, J. (2016). *Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos*. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>
- Rodríguez, M. (2009). La experiencia de la GTZ en la gestión integral de RSU en los municipios de México. In G. Paz Balderrama y S. Blanco (Eds.), *Simposio internacional: Políticas ambientales municipales exitosas de gestión de residuos sólidos en América Latina y Bolivia*. Cochabamba, Bolivia.
- Seadon, J. K. (2010). Sustainable waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 18(16–17), 1639–1651. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.009>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. (J. I. Tejero, J. L. Gil, y M. Szanto, Trans.) (Primera, Vol. I). Madrid, España: McGraw-Hill.
- UE-Unión Europea. (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. *Diario Oficial de La Unión Europea*, L312, pp 3-30. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:01:ES:HTML>
- Wehenpohl, G., y Hernández Barrios, C. P. (2006). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. México D.F., México: SEMARNAT-GTZ.
- Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management y Research*, 25(3), 198–207. <http://doi.org/10.1177/0734242X07079149>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Zurbrügg, C., Caniato, M., y Vaccari, M. (2014). How assessment methods can support solid waste management in developing countries—a critical review. *Sustainability*, 6(2), 545–570. <http://doi.org/10.3390/su6020545>



Anexo B

Listado final de indicadores
identificados en la revisión
crítica

Instrucciones para la consulta de las tablas

Se muestra a continuación el listado de los 377 indicadores sintetizados a partir de los 40 grupos analizados. Están divididos en cinco atributos: 1) aspectos técnicos, 2) salud pública, 3) social, 4) ambiente y 5) economía. Cada atributo contiene una tabla dividida en:

- Una síntesis del indicador, primero, para evitar plasmar todas las repeticiones, y segundo, para no incluir las unidades (indicadores cuantitativos) o las respuestas (indicadores cualitativos) del indicador ya que cada autor presenta diferentes escalas.
- Número de veces que se ha repetido el indicador durante el análisis. En algunos casos, el indicador se ha repetido dentro de un mismo grupo de indicadores.
- Las referencias originales de donde se ha extraído el indicador para realizar consultas más detalladas.
- Las categorías correspondientes a cada atributo, que están descritas al final de cada tabla.
- El componente del sistema al que pertenece el indicador:
 - A: Aplicable a varios componentes (transversal)
 - B: Generación
 - C: Prevención
 - D: Limpieza viaria
 - E: Recolección
 - F: Estaciones de transferencia
 - G: Valorización y tratamiento
 - H: Eliminación

Tabla B-1. Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Aumento de generación	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	1,1	B
Tasa de generación de hogares	23	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (EUROSTAT, 2013); (FOEN, 2014); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero, Maas, y Hogland, 2013); (Hotta, 2014); (MADSA, 2012); (OCDE, 2013); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (SEMARNAT, 2013a); (SEMARNAT, 2013b); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Tello-Espinoza, Martínez-Arce, Daza, Soulier-Faure, y Terraza, 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (USAID, BID, BIRF, y OPS, 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006); (Wilson et al., 2015)	1,1	B
Variabilidad estacional de residuos domiciliarios	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MIMARM, 2010)	1,1	B
Porcentaje de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) dentro de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	1	(Tello-Espinoza et al., 2011)	1,1	B
Cantidad de RSD separados para su reutilización y reciclaje	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	1,1	G
Tasa de generación de comercios	2	(UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	B
Tasa de residuos institucionales, parques, mercados, etc.	2	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	B
Tasa de generación de industria	2	(UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	B
Incremento en la generación de residuos por presión turística	4	(FEMP, 2008); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (USAID et al., 1995)	1,1	B
Residuos comerciales/empresariales recogidos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	E
Residuos institucionales recogidos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	E
Residuos de parques públicos recogidos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	E
Residuos de mercados recogidos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	E
Grado de separación de residuos médicos en los centros sanitarios	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,1	G
Tasa de residuos peligrosos específicos producidos	6	(AENOR, 2015); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Global Cities Institute, 2015); (Hotta, 2014); (Slovenian Environment Agency, 2014); (UN-DESA, 2015)	1,1	B
Tasa de generación de construcción y demolición	2	(MAGRAMA, 2013); (UNEP, 2005)	1,1	B
Tasa de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	3	(EEA, 2015); (Hotta, 2014); (MAGRAMA, 2013)	1,1	B
Cantidad total de residuos de pilas y acumuladores/año	1	(MAGRAMA, 2013)	1,1	B
Cantidad total de vehículos al final de su vida útil/año	1	(MAGRAMA, 2013)	1,1	B
Cantidad de neumáticos fuera de uso/año	1	(MAGRAMA, 2013)	1,1	B
Generación de residuos orgánicos, grasas y aceites de cocinas	4	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	B
Cantidad de residuos de envases generados por tipo de material	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	B
Cantidad total de residuos de envases/año	1	(MAGRAMA, 2013)	1,1	B

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Generación de lodos de plantas depuradoras y de limpieza de desagües	2	(Slovenian Environment Agency, 2014); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	B
RAEE totales recogidos	3	(EEA, 2015); (FOEN, 2014)	1,1	E
Cantidad de residuos recogidos de aceites y grasas comestibles.	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	E
Cantidad de residuos orgánicos de cocina recolectados de hogares y actividades del servicio de alimentos	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	E
Los residuos de envases recogidos selectivamente	1	(ERSAR, 2013)	1,1	E
Tasa de recogida de vidrio	1	(FOEN, 2014)	1,1	E
Tasa de recogida de papel	1	(FOEN, 2014)	1,1	E
Residuos de drenaje recolectados	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	E
Cantidad de papel y cartón recuperado/reciclado	5	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Cantidad de aluminio recuperado/reciclado	2	(Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Cantidad de metal (hierro) recuperado/reciclado	4	(L. A. Guerrero et al., 2013); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
RAEE separados, reutilizados y reciclados	2	(EEA, 2015); (L. A. Guerrero et al., 2013)	1,1	A
Residuos de construcción reciclados	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Cantidad de residuos de envases recuperados / reciclados por tipo de material	3	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Cantidad de plástico y envases recuperados/reciclados	4	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Cantidad de embalajes para bebidas en circulación, en función de los envases puestos en el mercado	1	(FOEN, 2014)	1,1	A
Cantidad de vidrio recuperado/reciclado	3	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Cantidad de trapos recuperado	1	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Grado de separación de baterías a nivel municipal	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,1	G
Recuperación de aceites y grasas comestibles	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Cantidad de residuos orgánicos/de cocina recuperados	2	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Eliminación de aceites y grasas comestibles	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	H
Residuos orgánicos de cocina depositados en vertedero	4	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	H
Residuos orgánicos de cocina recuperados en una instalación de biogás	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Relación entre ingresos económicos versus generación de residuos	6	(EEA, 2015); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MAGRAMA, 2013); (Paraguassú y Rojas, 2002); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a)	1,1	B
Total de residuos municipales generados	12	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (FOEN, 2014); (Hotta, 2014); (MAGRAMA, 2013); (OCDE, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Wilson et al., 2015); (Zaman, 2014)	1,1	B

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Cantidad de residuos generados por fuente	8	(MacDonald, 1996); (MAGRAMA, 2013); (Sartor, 1998); (Slovenian Environment Agency, 2014); (UN-DESA, 2015); (Zaman, 2014)	1,1	B
Residuos de barrido de calles	2	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	B
Separación en origen y recolección diferenciada	10	(Armijo, Puma, y Ojeda, 2011); (ERSAR, 2013); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Munizaga, 2016); (Tello-Espinoza et al., 2011)	1,1	E
Composición de los residuos recolectados	3	(Armijo et al., 2011); (FOEN, 2014); (Zaman, 2014)	1,1	E
Proporción de residuos recolectados sobre residuos sólidos generados	3	(Armijo et al., 2011); (USAID et al., 1995)	1,1	E
Comparación de toneladas recolectadas versus horas pagadas	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,1	E
Tasa de recuperación de materiales	6	(Armijo et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Munizaga, 2016); (USAID et al., 1995)	1,1	G
Cantidad de residuos reciclados	19	(AENOR, 2015); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (ERSAR, 2013); (FOEN, 2014); (Global Cities Institute, 2015); (Hotta, 2014); (MADSA, 2016); (Nicolli, 2012); (OCDE, 2013); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UN-DESA, 2015); (UNSD, 2011); (Wilson et al., 2015); (Zaman, 2014)	1,1	G
Residuos municipales valorizados	9	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (OCDE, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Zaman, 2014)	1,1	G
Porcentaje de residuos peligrosos de la ciudad que se recicla	1	(AENOR, 2015); (Global Cities Institute, 2015)	1,1	G
Residuos valorizados energéticamente	6	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (FOEN, 2014); (Munizaga, 2016); (OCDE, 2013)	1,1	G
Cantidad de residuos manejados/tratados en las instalaciones de recuperación de recursos	7	(ERSAR, 2013); (JICA, 2015); (UNEP, 2005); (Zaman, 2014)	1,1	G
Residuos municipales compostados	10	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (OCDE, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNSD, 2011)	1,1	G
Recuperación de residuos: utilizados para la producción de disolventes	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Recuperación de residuos: utilizados como combustible o energía	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Residuos utilizados como combustible (municipales, servicios y productos, peligrosos)	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	G
Número y rendimiento estimado de las instalaciones de recuperación por población total	2	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (FEMP, 2008)	1,1	G
Tasa de reciclaje por productos	12	(Brighenti, Zandonade, & Günther, 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (FOEN, 2014); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Slovenian Environment Agency, 2014); (USAID et al., 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,1	G
Porcentaje de residuos biodegradables eliminados en vertedero	1	(Munizaga, 2016)	1,1	H
Residuos eliminados incontroladamente	4	(AENOR, 2015); (Global Cities Institute, 2015); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Munizaga, 2016); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a)	1,1	H

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Residuos eliminados en vertedero / relleno sanitario	10	(AENOR, 2015); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (ERSAR, 2013); (Global Cities Institute, 2015); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Nicolli, 2012); (OCDE, 2013); (Sartor, 1998); (Slovenian Environment Agency, 2014); (UNSD, 2011)	1,1	H
Tipo de residuos dispuestos en vertederos	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	H
Residuos no municipales en vertederos	1	(ERSAR, 2013)	1,1	H
Residuos tratados antes de su eliminación	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Munizaga, 2016)	1,1	G
Otras operaciones de disposición	3	(AENOR, 2015); (Global Cities Institute, 2015); (OCDE, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014)	1,1	H
Cantidad de residuos incinerados sin recuperación de energía	7	(ERSAR, 2013); (Nicolli, 2012); (OCDE, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014); (UNSD, 2011)	1,1	H
Proporción del flujo de residuo manejado por el método <i>t</i> .	2	(MacDonald, 1996)	1,1	A
Cantidad de residuos eliminados con incineración (con/sin recuperación de energía)	4	(AENOR, 2015); (FOEN, 2014); (Global Cities Institute, 2015); (OCDE, 2013)	1,1	A
Cantidad de residuos procesados en cada instalación	2	(Munizaga, 2016); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,1	A
Operaciones de tratamiento controlado, recuperación y eliminación	4	(Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UN-DESA, 2015); (UN-HABITAT, 2010); (Wilson et al., 2015)	1,1	A
Total de residuos recogidos	11	(AENOR, 2015); (ERSAR, 2013); (FEMP, 2008); (Global Cities Institute, 2015); (JICA, 2015); (MIMARM, 2010); (UN-DESA, 2015); (UNEP y CalRecovery, 2005); (UNSD, 2011)	1,1	E
Papel reutilizado dentro del municipio	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,2	C
Botellas de vidrio reutilizadas dentro del municipio	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,2	C
Materiales reutilizables	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	1,2	C
Grado de pureza de materiales separados	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Munizaga, 2016)	1,2	E
Rendimiento de la recolección selectiva	9	(Armijo et al., 2011); (Brighenti et al., 2011); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002)	1,2	E
Contenido de impropios	4	(MIMARM, 2010); (Munizaga, 2016); (Zaman, 2014)	1,2	G
Índice de rechazo de la planta de tratamiento	1	(FEMP, 2008)	1,2	G
Rendimiento de compost por tonelada de residuo	2	(FEMP, 2008); (Paraguassú y Rojas, 2002)	1,2	G
Porcentaje de material de rechazo generado	1	(Munizaga, 2016)	1,2	G
Eficiencia de reciclaje	3	(Armijo et al., 2011); (Brighenti et al., 2011); (Zaman, 2014)	1,2	G
Cantidad de producto generado en cada instalación	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,2	A
Cantidad de residuos generados en cada instalación.	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,2	A
Número de edificios (viviendas, instituciones, etc.)	1	(Zaman, 2014)	1,3	A
Cobertura de barrido en vías	10	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Tello-Espinoza et al., 2011); (USAID et al., 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,3	D
Longitud total de la red de carreteras	1	(Zaman, 2014)	1,3	D

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Radio medio de cobertura de los contenedores/puntos limpios	2	(Munizaga, 2016); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,3	E
Cobertura del servicio de recolección	32	(AENOR, 2015); (Armijo et al., 2011); (Brighenti et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Global Cities Institute, 2015); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Guimarães, Simões, y Marques, 2010); (JICA, 2015); (MacDonald, 1996); (MADSA, 2016); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Sartor, 1998); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UN-HABITAT, 2010); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (UNSD, 2011); (USAID et al., 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006); (Wilson et al., 2015)	1,3	E
Viviendas con servicio de recogida de residuos indiferenciados	1	(ERSAR, 2013)	1,3	E
Cobertura de servicio de transferencia en relación a residuos generados/recolectados	3	(Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,3	F
Cobertura de valorización con respecto a la generación/recolección	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,3	G
Población en el área de servicio	1	(Zaman, 2014)	1,3	A
Cobertura de la disposición final	8	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,3	H
Densidad de los residuos	2	(Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	A
Propiedades de los residuos (densidad, contenido en humedad y composición química)	1	(Zaman, 2014)	1,4	A
Contenido de humedad de los residuos	2	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	A
Composición química (N, C, P, Ca, K, etc.)	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	A
Valores caloríficos más altos y más bajos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	A
Número de barredoras por habitante	2	(Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	D
Consumo de bolsas y escobas	3	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	D
Número de centros de reutilización operativos	1	(MAGRAMA, 2013)	1,4	C
Número, tipo y localización de contenedores	15	(ERSAR, 2013); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	1,4	E
Tamaño o capacidad instalada de los contenedores	6	(ERSAR, 2013); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	1,4	E
Llenado / desbordamientos de contenedores	5	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MIMARM, 2010)	1,4	E
Infraestructura adecuada y suficiente para flujos de residuos específicos	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	A
Frecuencia media de recogida	13	(Brighenti et al., 2011); (FEMP, 2008); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Guimarães et al., 2010); (Munizaga, 2016); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	1,4	E
Capacidad instalada de los vehículos de recogida de residuos	5	(ERSAR, 2013); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,4	E
Tipo de vehículos para recolección y transporte	3	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E
Cantidad de equipamiento para transporte	6	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Antigüedad de la flota usada para recolección	2	(Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E
Tiempo de inactividad promedio	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E
Operatividad de los vehículos de recolección	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	E
Eficiencia y calidad del sistema de recolección de los residuos	18	(ERSAR, 2013); (FEMP, 2008); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero et al., 2013); (JICA, 2015); (MIMARM, 2010); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (USAID et al., 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006); (Wilson et al., 2015)	1,4	E
Productividad de la recogida	6	(Brighenti et al., 2011); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	E
Calidad de las carreteras para la recogida de residuos	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	E
Sistema de recolección de residuos sólidos estructurado disponible	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	E
Población servida por vehículo	3	(Paraguassú y Rojas, 2002); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E
Eficiencia del mantenimiento a equipos de recolección	3	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (USAID et al., 1995)	1,4	E
Mantenimiento, lavado, vandalismo en contenedores	7	(Brighenti et al., 2011); (ERSAR, 2013); (FEMP, 2008); (Guimarães et al., 2010); (Munizaga, 2016); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	E
Los métodos / prácticas para la recolección de residuos municipales no inhiben / previenen el uso eficiente de los recursos	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	E
Están suficientemente desarrollados los sistemas para transferencia y transporte a granel de residuos peligrosos y difíciles a un tratamiento centralizado	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	F
Número de estaciones de transferencia	2	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	F
Capacidad por viaje o día de los vehículos de transferencia	3	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,4	F
Tasa de operación de la estación de transferencia	3	(JICA, 2015)	1,4	F
Mejora en la eficiencia del tratamiento	1	(JICA, 2015)	1,4	G
Densidad de los residuos (en la unidad de transferencia)	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	F
Programación realizada para la recolección de residuos en la (s) estación (es) de transferencia	2	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	F
Capacidad instalada de las plantas de compostaje	2	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	G
Instalaciones para almacenar, tratar, procesar y/o exportar residuos peligrosos existen y funcionan adecuadamente	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	G
Capacidad instalada para procesamiento de flujos específicos de residuos	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	G
Repuestos y otros materiales	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	G

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Instalaciones de tratamiento/procesamiento de residuos cumplen con estándares modernos de diseño y operación	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	G
Calidad del compost controlado	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	G
Grado de aprovechamiento (recuperación y reciclaje)	5	(FEMP, 2008); (Fragkou, Vicent, y Gabarrell, 2010); (Munizaga, 2016); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,4	G
Tasa de operación de la instalación de recuperación de recursos	3	(JICA, 2015); (Munizaga, 2016)	1,4	G
Número de instalaciones de tratamiento, procesamiento y recuperación de recursos	7	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (ERSAR, 2013); (EUROSTAT, 2013); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MADSA, 2016); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	G
Puntos o compañías de reciclaje	5	(Brighenti et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EUROSTAT, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Zaman, 2014)	1,4	G
Incineradores con recuperación de energía	2	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	G
Número de plantas de compostaje y digestión	5	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (ERSAR, 2013); (EUROSTAT, 2013); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	G
Formas de disposición final por población	1	(Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	H
Depósito de residuos	15	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (ERSAR, 2013); (FEMP, 2008); (FOEN, 2014); (Munizaga, 2016); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a); (Slovenian Environment Agency, 2014); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (USAID et al., 1995); (Zaman, 2014)	1,4	H
Existencia de sitio de disposición oficial	3	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016)	1,4	H
Existencia de sitio de disposición bien diseñado	6	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (EUROSTAT, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (SEMARNAT, 2013b); (SEMARNAT, 2013a); (Slovenian Environment Agency, 2014); (Zaman, 2014)	1,4	H
Número de vertederos ilegales	3	(L. A. Guerrero et al., 2013); (JICA, 2015); (Zaman, 2014)	1,4	H
Cantidad y ubicación de otros tipos de eliminación de residuos	1	(Slovenian Environment Agency, 2014)	1,4	H
Densidad de los residuos (en relleno sanitario)	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	H
Vida útil del vertedero	9	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MADSA, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (UN-DESA, 2015); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	1,4	H
Distancia media desde la fuente de generación hasta la eliminación	2	(L. A. Guerrero et al., 2013);	1,4	H
Rendimiento de vertedero	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Munizaga, 2016); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	1,4	H
Lista de equipamiento	3	(UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	H
Tasa de operación del equipo en el sitio de disposición final	3	(JICA, 2015); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	H
Residuos cubiertos en el sitio de disposición	5	(L. A. Guerrero et al., 2013); (JICA, 2015); (Zaman, 2014)	1,4	H
Mejora en el estado del sitio de disposición final	2	(JICA, 2015); (Wilson et al., 2015)	1,4	A
Existen suficientes instalaciones para la disposición final de los residuos de manera ambientalmente adecuada	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	1,4	H

Tabla B-1 (continuación). Indicadores para el atributo de aspectos técnicos

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Número de incineradores sin recuperación de energía	3	(ERSAR, 2013); (EUROSTAT, 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	H
Capacidad de los incineradores de RSU (sin recuperación de energía)	1	(Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	H
Rendimiento de neumáticos	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	1,4	A
Eficiencia de mantenimiento preventivo de equipos de servicio de aseo	1	(Sakurai, 1983)	1,4	A
Capacidad instalada de incineración (con o sin recuperación de energía)	1	(ERSAR, 2013)	1,4	A
Número de empresas grandes, medianas y pequeñas dedicadas a labores relacionadas a aseo urbano	1	(USAID et al., 1995)	1,4	A
Cantidad de equipos disponibles para la gestión de los residuos	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	A
Número de instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos municipales	1	(UN-DESA, 2015)	1,4	A
Capacidad de diseño para cada instalación	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	1,4	A
Adecuación de la infraestructura para gestionar los residuos	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,4	A
Capacidad disponible de depósito en contenedores por habitante	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (FEMP, 2008); (Munizaga, 2016)	1,4	E
Capacidad de los incineradores de RSU (con recuperación de energía)	1	(Tello-Espinoza et al., 2011)	1,4	G
Composición de los residuos	9	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (FOEN, 2014); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MADSA, 2012); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UN-DESA, 2015); (UNEP, 2005); (Wilson et al., 2015)	1,5	A
Pesaje y registro de información	1	(MADSA, 2016)	1,5	A
Cantidad y calidad de materiales prevenidos y reutilizados	4	(UN-HABITAT, 2010); (Wilson et al., 2015); (Zaman, 2014)	1,5	C
Residuos capturados por el sistema (importaciones y exportaciones)	8	(MADSA, 2012); (Sartor, 1998); (UN-DESA, 2015); (UN-HABITAT, 2010); (Wilson et al., 2015); (Zaman, 2014)	1,5	A
Potencialidad de instalación de planta separadora	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	1,5	G
Recuperación informal de materiales	5	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Sartor, 1998); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Zaman, 2014)	1,5	A
Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuesto fuera del sitio de disposición final	1	(MADSA, 2016)	1,5	H
Medición de la reducción de residuos, reutilización y reciclaje mediante simbiosis industrial	1	(Hotta, 2014)	1,5	A
Nivel de compostaje realizado por los hogares	3	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013)	1,5	G
Residuos de restaurante utilizados para alimentar animales	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,5	G
Empresas de compra de bienes reciclables en los alrededores de la ciudad	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	1,5	G

*1,1: Entradas; 1,2: Salidas; 1,3: Cobertura; 1,4: Instalaciones y equipamiento; 1,5: Balance.

Tabla B-2. Indicadores para el atributo de salud pública

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Calles utilizadas como estaciones de transferencia	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	2,1	F
Toneladas de RSD acumuladas por particulares	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	2,1	A
Riesgo sobre la salud humana	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	2,1	G
Vulnerabilidad salud humana/existencia de vectores	4	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (MADSA, 2016)	2,1	A
Residuos que ensucian el camino mientras son transportados	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	2,1	E
Población afectada con enfermedades vinculadas a los residuos	2	(Sartor, 1998); (USAID et al., 1995)	2,1	A
Número de programas de educación sanitaria a la comunidad	1	(USAID et al., 1995)	2,1	A
Grado de residuos dispersos en la ciudad	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	2,1	A
*2,1: Aspectos de salud pública				

Tabla B-3. Indicadores para el atributo social

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Grado de implementación de leyes del país	2	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Munizaga, 2016)	3,1	A
Existencia de legislación sobre gestión de residuos	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Zaman, 2014)	3,1	A
Marco legal adecuado y suficientemente desarrollado	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Wilson et al., 2015)	3,1	A
La interfase entre la legislación de la gestión de residuos nacional y las regulaciones locales está clara y plenamente articulada	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,1	A
Marco legal para flujos de residuos específicos de residuos	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EPA, 2015a); (EPA, 2015b)	3,1	A
Ordenamientos municipales respecto a residuos y/o sus tarifas	2	(MADSA, 2016); (Tello-Espinoza et al., 2011)	3,1	A
Aplicación o número de sanciones	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,1	A
Práctica, seguimiento y cumplimiento de la ley	6	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016)	3,1	A
La legislación, terminología y los estándares están suficientemente desarrollados y aplicados eficientemente	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,1	A
Análisis realizados a los lixiviados tratados para cumplir la legislación	3	(ERSAR, 2013); (Paraguassú y Rojas, 2002)	3,1	H
Documentación y requisitos normativos para el vertido final (titularidad del predio, estudio de impacto ambiental, etc.)	3	(Armijo et al., 2011); (MADSA, 2016)	3,1	H
Existencia de instrumentos económicos	5	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Zaman, 2014)	3,1	A
Cumplimiento de la normativa de seguridad e higiene en el trabajo	1	(MADSA, 2016)	3,1	A
Políticas para regulación de flujos específicos de residuos o con responsabilidad extendida del productor	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Hotta, 2014)	3,1	A
Estrategias y políticas adecuadas, comprensibles, que abordan todas las áreas de los residuos sólidos	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013)	3,1	A
Políticas, promoción y apoyo para mercado de subproductos (residuos como recurso)	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Hotta, 2014)	3,1	G
La estructura, el contenido y la implementación de la contratación verde	1	(Hotta, 2014)	3,1	C
Realización de estudios: generación y caracterización, materiales entrantes y salientes del sistema, situación actual de la gestión de residuos	3	(L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Sartor, 1998)	3,1	A
Existencia de planes, programas y objetivos para la gestión de residuos	8	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Zaman, 2014)	3,1	A
Desarrollo y cumplimiento de un plan de gestión Integral de los residuos urbanos municipal	1	(MADSA, 2016)	3,1	A
Existencia de estrategias de reutilización y reducción	2	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,1	C
Existencia de incentivos económicos para prevenir y reducir residuos	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,1	C

Tabla B-3 (continuación). Indicadores para el atributo social

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Límites máximos permisibles de generación de ruido	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	3,1	A
Límites máximos permisibles para las emisiones de gases	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	3,1	A
Certificación de sistemas de gestión y auditorías medioambientales	2	(ERSAR, 2013); (MAGRAMA, 2013)	3,2	A
Existencia de Indicadores o certificaciones de calidad y mejora continua	5	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (ERSAR, 2013); (Guimarães et al., 2010); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Zaman, 2014)	3,2	A
Certificación del sistema de seguridad y salud en el trabajo	1	(ERSAR, 2013)	3,2	A
Otras certificaciones	1	(ERSAR, 2013)	3,2	A
Prioridad de la gestión de residuos por parte de las autoridades	3	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Nivel de corrupción en el municipio o relación con mafias	3	(L. A. Guerrero et al., 2013); (Nicolli, 2012)	3,2	A
Las autoridades municipales perciben alto costo por tecnologías alternativas para el sistema de gestión de los residuos	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Disponibilidad de acceso a la información sobre todos los aspectos del sistema de gestión de residuos municipal	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,2	A
Número de quejas o reclamaciones sobre el sistema de gestión de residuos municipal por habitante o al año	15	(Bringhenti et al., 2011); (ERSAR, 2013); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Guimarães et al., 2010); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,2	A
Respuestas a quejas y sugerencias	4	(ERSAR, 2013); (Guimarães et al., 2010); (Munizaga, 2016)	3,2	A
Participación social a través de % de comentarios a favor del reciclaje	1	(Armijo et al., 2011)	3,2	A
Sector informal paga una tarifa por los reciclables que colectan	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Formalización o plan de inclusión de los recicladores	3	(E. Guerrero y Erbiti, 2004), (MADSA, 2016)	3,2	A
Número de actores	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Mecanismos de consulta, participación y coordinación de las partes interesadas	17	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Sartor, 1998); (UN-HABITAT, 2010); (Wilson et al., 2015)	3,2	A
Número de participantes o personas que conocen el programa de manejo de residuos	2	(Armijo et al., 2011); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,2	A
Grado de satisfacción / percepción pública	10	(Armijo et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Guimarães et al., 2010); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Zaman, 2014)	3,2	A
Comunidad dispuesta a pagar por la recogida de residuos	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	E
Los productores, consumidores y otros generadores de residuos están conscientes sobre prevención, reducción, valorización, etc.	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,2	A
Situación de los segregadores y su núcleo familiar	2	(L. A. Guerrero et al., 2013), (MADSA, 2016)	3,2	A

Tabla B-3 (continuación). Indicadores para el atributo social

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Tipología del área de intervención: a) Área medianamente urbana, b) Área predominantemente rural, c) Área predominantemente urbana	1	(ERSAR, 2013)	3,2	A
Campañas de sensibilización pública disponibles para soluciones de la gestión de residuos	9	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (MAGRAMA, 2013); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	3,2	A
Entidad responsable de las campañas de sensibilización	2	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Temas de residuos municipales están suficientemente abordados en programas educativos	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,2	A
Medir la conciencia pública o participación social	3	(Armijo et al., 2011); (Hotta, 2014); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,2	A
Evolución en la diversidad y durabilidad de productos	1	(Sartor, 1998)	3,2	C
Porcentaje de la población o número de casas o establecimientos atendidos por contratistas o por transportistas privados para cada categoría de residuos	8	(L. A. Guerrero et al., 2013); (UNEP y CalRecovery, 2005); (USAID et al., 1995); (Zaman, 2014)	3,2	E
Transferencia privada	1	(USAID et al., 1995)	3,2	F
Tratamiento privado	1	(USAID et al., 1995)	3,2	G
Mercado de compost	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	G
Disposición final privada	1	(USAID et al., 1995)	3,2	H
Menores en el sitio de disposición final	1	(MADSA, 2016)	3,2	H
Tecnologías locales disponibles de bajo costo para la gestión del residuo	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,2	A
Coherencia y suficiencia institucional para cumplir responsabilidades y tareas	6	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (MADSA, 2016); (UN-HABITAT, 2010); (Wilson et al., 2015)	3,3	A
Son claras, bien definidas y coordinadas las responsabilidades y funciones institucionales	4	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013)	3,3	A
Tipo de modelo de operación: concesión, intermunicipal, municipio, etc.	2	(ERSAR, 2013)	3,3	A
Periodo de vigencia del contrato	1	(ERSAR, 2013)	3,3	A
Coordinación/cooperación intermunicipal y sectorial, así como acuerdos y convenios (incluyendo sector privado)	7	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MAGRAMA, 2013); (Tello-Espinoza et al., 2011)	3,3	A
El municipio tiene estándares, bases o series de datos, monitoreo sobre la gestión de residuos y son de calidad	8	(BSWMA, 2015a); (Guimarães et al., 2010); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Zaman, 2014)	3,3	A
Indicadores basados en el análisis de flujo de materiales y productividad de recursos	1	(Hotta, 2014)	3,3	A
Los conocimientos, habilidades, capacidades, perfil técnico del personal que trabaja en el municipio o en empresas gestoras de residuos son adecuados	8	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016)	3,4	A
Cantidad total de personas dedicadas a segregación informal	6	(Brighenti et al., 2011); (Sartor, 1998); (Tello-Espinoza et al., 2011)	3,4	A
Rotación de recogedores	2	(Brighenti et al., 2011); (E. Guerrero y Erbiti, 2004)	3,4	A
Eficiencia del personal en barrido de vías o plazas	7	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	3,4	D

Tabla B-3 (continuación). Indicadores para el atributo social

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría*	Componente
Recursos humanos municipales para barrido	3	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Tello-Espinoza et al., 2011)	3,4	D
Número de empleos asociados a centros de reutilización	1	(MAGRAMA, 2013)	3,4	C
Eficiencia del personal de recolección	15	(FEMP, 2008); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (USAID et al., 1995); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	3,4	E
Número de trabajadores en recolección	4	(Guimarães et al., 2010); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	E
Beneficios complementarios (por ejemplo, seguro de salud, pensión, vacaciones pagadas)	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	E
Riesgo/cantidad de accidentes	3	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Paraguassú y Rojas, 2002)	3,4	A
Eficiencia del personal de transferencia	1	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	3,4	F
Recursos humanos municipales para transferencia	1	(Tello-Espinoza et al., 2011)	3,4	F
Eficiencia en la selección de mano de obra	4	(Bringhenti et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	3,4	G
Número de empleados en recuperación de materiales	3	(Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	G
Beneficios complementarios (por ejemplo, seguro de salud, pensión, vacaciones pagadas) en el procesamiento y recuperación de recursos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	G
Número de empleados en disposición final	3	(Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	H
Recuperadores informales trabajando regularmente en SDF	1	(MADSA, 2016)	3,4	H
Incremento o disminución anual de segregadores en disposición final (en los últimos 5 años).	1	(USAID et al., 1995)	3,4	H
Beneficios complementarios (por ejemplo, seguro de salud, pensión, vacaciones pagadas) en disposición final	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	3,4	H
Recursos humanos totales	14	(ERSAR, 2013); (Guimarães et al., 2010); (Munizaga, 2016); (Sakurai, 1983); (Tello-Espinoza et al., 2011); (USAID et al., 1995); (Zaman, 2014)	3,4	A
Trabajadores municipales dispuestos a cambiar sus formas de trabajo y motivación	2	(L. A. Guerrero et al., 2013)	3,4	A
Absentismo	3	(Guimarães et al., 2010); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983)	3,4	A
Trabajos creados a través de la reutilización, el reciclaje y la eliminación	1	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b)	3,4	A
Productividad en mantenimiento	4	(Paraguassú y Rojas, 2002)	3,4	A
Porcentaje promedio de crecimiento salarial	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Guimarães et al., 2010)	3,4	A
Número de sugerencias de empleados	1	(Guimarães et al., 2010)	3,4	A
Es suficiente el número de trabajadores empleado en las actividades relacionadas con gestión de residuos municipales por el gobierno y las autoridades locales	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	3,4	A
Acciones / programas de formación	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Guimarães et al., 2010); (Zaman, 2014)	3,4	A

Tabla B-3 (continuación). Indicadores para el atributo social

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Frecuencia de accidentes/enfermedades en los trabajadores	8	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Zaman, 2014)	3,4	A
Equipo y condiciones de seguridad y salud	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (MADSA, 2016);	3,4	A
*3,1: Legislación y políticas; 3,2: Actores involucrados; 3,3: Marco institucional y organizacional; 3,4: Aspectos laborales				

Tabla B-4. Indicadores para el atributo ambiente

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Gastos o compras de casa-habitación	3	(Zaman, 2014)	4,1	A
Consumo de comida	1	(Zaman, 2014)	4,1	B
Consumo de recursos	1	(Zaman, 2014)	4,1	A
Intensidad de uso de suelo	2	(Munizaga, 2016); (Sartor, 1998)	4,1	A
Consumo de combustible	2	(ERSAR, 2013); (UNEP y CalRecovery, 2005)	4,1	E
Rendimiento del combustible	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	4,1	E
Superficie de ecosistemas productivos destinada al acopio de materiales reciclables	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,1	G
Utilidades consumidas (electricidad, gas, agua, etc.) en el procesamiento y recuperación de recursos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	4,1	G
Terrenos en procesamiento y recuperación de recursos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	4,1	G
Terreno en disposición final	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	4,1	H
Suministro de energía eléctrica y agua en disposición final	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	4,1	H
Costo energético para recuperación de desechos y costo de tratamiento de disposición final	1	(Sartor, 1998)	4,1	A
Energía consumida de la red exterior	2	(ERSAR, 2013); (Munizaga, 2016)	4,1	A
Intensidad de uso de agua	1	(Munizaga, 2016)	4,1	A
Las emisiones de CO ₂ de los vehículos de recogida de residuos	2	(ERSAR, 2013); (E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	E
Ruido emitido por vehículos de recolección	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	E
Exudado de residuos	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	A
Riesgo de contaminación de aguas superficiales	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	G
Riesgo de contaminación de aguas subterráneas	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	G
Percepción de olores	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	A
Riesgo de contaminación de suelos	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	G
Generación/venteo de biogás	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Paraguassú y Rojas, 2002)	4,2	A
Lixiviados generados/tratados	3	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002)	4,2	H
Porcentaje de residuos sólidos de la ciudad que se queman al aire libre	1	(AENOR, 2015); (Global Cities Institute, 2015)	4,2	H
Nivel de contaminación/vulnerabilidad de aguas superficiales	7	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Sartor, 1998)	4,2	H
Nivel de contaminación/vulnerabilidad de aguas subterráneas	6	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	H
Vulnerabilidad aire	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	H
Nivel de contaminación/vulnerabilidad de suelos	6	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,2	H
Grado de contaminación de aguas	1	(MADSA, 2016)	4,2	A
Contaminación de aire	3	(MADSA, 2016); (Munizaga, 2016); (Zaman, 2014)	4,2	A
Grado de contaminación de suelos	1	(MADSA, 2016)	4,2	A
Nivel de quema doméstica de residuos a nivel doméstico	1	(L. A. Guerrero et al., 2013)	4,2	H
Energía/eficiencia obtenida por valorización energética	4	(ERSAR, 2013); (FOEN, 2014); (L. A. Guerrero et al., 2013)	4,3	G
Beneficios de gases de efecto invernadero asociados con la recuperación de materiales específicos	1	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b)	4,3	G
Intensidad de energía generada	1	(Munizaga, 2016)	4,3	H
Avances en el manejo de sitios contaminados	5	(EEA, 2015); (Sartor, 1998)	4,3	A
Cantidad de energía producida	2	(Munizaga, 2016); (Tello-Espinoza et al., 2011)	4,3	G

Tabla B-4 (continuación). Indicadores para el atributo ambiente

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Co-beneficios de las 3Rs de los RSU en la mitigación del cambio climático	1	(Hotta, 2014)	4,3	A
Hectáreas de ecosistemas productivos consumidos/RSD generados o producción de bienes y servicios	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	B
Riesgo de disminución en la calidad del hábitat (valorización)	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	G
Riesgo de disminución en la calidad del hábitat (basurales)	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	H
Impacto visual (manipulación, acumulación, separación)	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	G
Afectación de la calidad paisajística y turística	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	H
Pérdida de biomasa por ocupación ecosistemas productivos	2	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	4,4	H
Pérdida de valor inmobiliario de tierras aledañas a sitios de disposición final	3	(E. Guerrero y Erbiti, 2004); (Sartor, 1998)	4,4	H
*4,1: Uso de recursos; 4,2: Contaminación; 4,3: Mitigación; 4,4: Otros				

Tabla B-5. Indicadores para el atributo economía

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Recuperación de costos por servicios de la gestión de RSU o sostenibilidad financiera	28	(Armijo et al., 2011); (Bringhenti et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (FEMP, 2008); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Guimarães et al., 2010); (MADSA, 2016); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (UNEP y CalRecovery, 2005); (USAID et al., 1995); (Wilson et al., 2015); (Zaman, 2014)	5,1	A
Sistemas de cálculo de costes disponibles en el municipio	7	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (L. A. Guerrero et al., 2013); (MADSA, 2016); (Nicoli, 2012); (Sartor, 1998)	5,1	A
Tarifa del servicio de gestión de residuos municipales por tonelada, por vivienda o por año	3	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (USAID et al., 1995)	5,1	A
Monto de facturación por concepto de aseo por usuario por mes o año	3	(Sakurai, 1983); (Tello-Espinoza et al., 2011)	5,1	A
Método de pago	5	(FOEN, 2014), (Guimarães et al., 2010); (Tello-Espinoza et al., 2011)	5,1	A
Ingresos por tasas/impuestos están apropiada y equitativamente repartidos en las autoridades locales	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	5,1	A
Renta media o salario mínimo mensual versus tasa cobrada	2	(ERSAR, 2013); (USAID et al., 1995)	5,1	A
Total de ingresos y ganancias al mes o año	6	(Bringhenti et al., 2011); (ERSAR, 2013); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	5,1	A
Ahorro ambiental o ahorro corriente	4	(FEMP, 2008); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Zaman, 2014)	5,1	A
Eficiencia de la cobranza por municipios, viviendas o habitantes	12	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (JICA, 2015); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UN-HABITAT, 2010); (USAID et al., 1995)	5,1	A
Cuotas nacionales de vertido de vertederos	1	(EPA, 2015a); (EPA, 2015b)	5,1	H
Las tarifas para la disposición final de los residuos refleja los costos de disponer los residuos en concordancia con mejores prácticas	1	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b)	5,1	H
Tasas por incineración de residuos	1	(FOEN, 2014)	5,1	A
Costo unitario por tonelada o habitante/año	14	(Armijo et al., 2011); (Bringhenti et al., 2011); (FEMP, 2008); (Guimarães et al., 2010); (MacDonald, 1996); (MADSA, 2016); (Munizaga, 2016); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Tello-Espinoza et al., 2011); (USAID et al., 1995)	5,2	A
Costos por residuos: % del total gastado dividido en: 1) Embalajes para llevar, 2) Envases de bebidas, 3) Periódicos y folletos, 3) Cigarrillos, 4) Varios	1	(FOEN, 2014)	5,2	A
Costo por hora de operación de los vehículos	1	(Paraguassú y Rojas, 2002)	5,2	A
Costo de mantenimiento versus costo total del servicio o por kilómetro	2	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983)	5,2	A
Valor de la hora hombre	1	(Sakurai, 1983)	5,2	A
Costo del barrido	14	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	D
Fracción del costo destinada a mantenimiento (barrido mecánico)	1	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	D
Costo por empleado de barrido manual	1	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	D
Los salarios medios y totales	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	5,2	E

Tabla B-5 (continuación). Indicadores para el atributo economía

Indicador	Número de repeticiones	Referencias	Categoría *	Componente
Costo por tonelada recolectada	19	(Bringhenti et al., 2011); (FEMP, 2008); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	E
Costo del servicio de mantenimiento para recolección	7	(Paraguassú y Rojas, 2002); (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	E
Costo de compra de contenedores	3	(UNEP y CalRecovery, 2005)	5,2	E
Costo unitario de transferencia	9	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Tello-Espinoza et al., 2011); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	F
Costo del mantenimiento (transferencia)	2	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	F
Salarios medios y totales en procesamiento y recuperación de recursos	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	5,2	G
Costo por tonelada del proceso (valorización)	9	(Bringhenti et al., 2011); (BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (FEMP, 2008); (E. Guerrero y Erbiti, 2004); (UNEP, 2005) (UNEP y CalRecovery, 2005); (Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	G
Costo por empleado (tratamiento)	1	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	G
Salarios medios y totales en disposición final	1	(UNEP y CalRecovery, 2005)	5,2	H
Costo unitario de los residuos dispuestos	12	(FEMP, 2008); (Guimarães et al., 2010); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (Sánchez López y Hernández Median, 2009); (Tello-Espinoza et al., 2011); (UNEP, 2005); (UNEP y CalRecovery, 2005);	5,2	H
Costo diario del mantenimiento (disposición final)	2	(Wehenpohl y Hernández Barrios, 2006)	5,2	H
Presupuesto dedicado a la innovación	1	(Guimarães et al., 2010)	5,2	A
Existencia de un presupuesto formal para la gestión de RSU	3	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (MADSA, 2016)	5,2	A
Presupuesto total para la gestión de RSU al año	4	(ERSAR, 2013); (L. A. Guerrero et al., 2013); (Guimarães et al., 2010)	5,2	A
Presupuesto total para la gestión de RSU versus presupuesto municipal total al año	4	(FEMP, 2008); (Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (USAID et al., 1995)	5,2	A
Inversiones de capital versus total presupuesto del servicio de aseo	3	(Paraguassú y Rojas, 2002); (Sakurai, 1983); (USAID et al., 1995)	5,2	A
Endeudamiento del activo o patrimonial	4	(Paraguassú y Rojas, 2002)	5,2	A
Annual per capita expenditure on marketing and education	1	(Bringhenti et al., 2011)	5,2	A
Número y cuantía económica de los proyectos de I+D+I ejecutados anualmente relacionados con la prevención de residuos y el consumo sostenible	1	(MAGRAMA, 2013)	5,2	C
Costo del financiamiento de un relleno sanitario	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (Paraguassú y Rojas, 2002)	5,2	H
Expenditures for management of contaminated sites	2	(BSWMA, 2015a); (BSWMA, 2015b); (EEA, 2015)	5,2	A
Pérdidas de valor de los RSD para reciclaje y reutilización	1	(E. Guerrero y Erbiti, 2004)	5,2	A

*5,1: Ingresos; 5,2: Egresos

Referencias

- AENOR. (2015). UNE-ISO 37120. Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida. Madrid, España: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Armijo, C., Puma, A., & Ojeda, S. (2011). A set of indicators for waste management programs. In 2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications (Vol. 17, pp. 144–148). Shanghai, China.
- Bringhenti, J. R., Zandonade, E., & Günther, W. M. R. (2011). Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 876–884. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.010>
- BSWMA-Belize Solid Waste Management Authority. (2015a). National solid waste management policy. Belmopán, Belize.
- BSWMA-Belize Solid Waste Management Authority. (2015b). National solid waste management strategy and implementation plan. Belmopán, Belize. Retrieved from <http://www.racrempeitc.org/sites/default/files/AnnexD-App1Belize-NSWM-Strategy.pdf>
- EEA-Agencia Europea de Medioambiente. (2015). Waste generation. Retrieved January 5, 2016, from <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-generation-1/assessment>
- EPA-Environmental Protection Agency. (2015a). Advancing sustainable materials management: facts and figures 2013. Assessing trends in material generation, recycling and disposal in the United States. Washington, Estados Unidos.
- EPA-Environmental Protection Agency. (2015b). Advancing sustainable materials management: facts and figures 2013. Fact Sheet. Washington, Estados Unidos.
- ERSAR-Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos. (2013). Dados e indicadores do ciclo de avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores. Retrieved January 8, 2016, from http://www.ersar.pt/Website_en/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSiteEN%5CMenu_Main%5CDocumentation%5CERSAR_OtherDocuments&Section=Menu_Main&BookTypeID=41&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSiteEN%5CMenu_Main%5CDocumentation&BookCategoryID=
- EUROSTAT-Oficina Europea de Estadística. (2013). Waste related indicators. Retrieved January 6, 2016, from <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams>
- FEMP-Federación Española de Municipios y Provincias. (2008). Implantación de un sistema de costes en la administración local. Servicio de recogida, tratamiento y eliminación de residuos. (H. Robleda Cabezas & C. Prieto Martín, Eds.). Madrid, España: FEMP. Retrieved from http://www.costes-indicadores.com/Guia_Implant.pdf
- FOEN-Federal Office for the Environment. (2014). Indicators: topic waste management. Retrieved January 11, 2016, from <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren/14643/index.html?lang=en>
- Fragkou, M. C., Vicent, T., & Gabarrell, X. (2010). A general methodology for calculating the MSW management self-sufficiency indicator: Application to the wider Barcelona area. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(6), 390–399. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.09.004>
- Global Cities Institute. (2015). Cities and sustainable infrastructure. In GCI Policy Snapshot No. 3. (p. 40). Toronto, Canadá, Paris, Francia.

- Guerrero, E., & Erbiti, C. (2004). Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos domiciliarios, Municipio de Tandil, Argentina. *Rev. Geogr. Nte. Gde.*, 32, 71–86. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/300/30003205.pdf>
- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Guimarães, B., Simões, P., & Marques, R. C. (2010). Does performance evaluation help public managers? A balanced scorecard approach in urban waste services. *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2632–2638. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.039>
- Hotta, Y. (2014). 3R Policy indicator factsheets (1st ed.). (Y. Hotta, Ed.). Kanagawa, Japón: Institute for Global Environmental Strategies. Retrieved from https://pub.iges.or.jp/system/files/publication_documents/pub/discussionpaper/3890/3RIndicator_B5report_web.pdf
- JICA-Japan International Cooperation Agency. (2015). Standard indicator reference for grant aid projects. Retrieved from https://www.jica.go.jp/english/our_work/evaluation/indicators/grant.html
- MacDonald, M. L. (1996). Bias issues in the utilization of solid waste indicators. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 236–242. <http://doi.org/10.1080/01944369608975687>
- MADSA-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2012). Sistema de estadística ambiental de Argentina (SIDSA). Indicadores de desarrollo sustentable. Retrieved January 13, 2016, from <http://estadisticas.ambiente.gob.ar/?idarticulo=13758#close>
- MADSA-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2016). Proyectos para la gestión integral de residuos sólidos urbanos con financiamiento internacional. Herramientas de gestión local. Monitoreo y evaluación. Retrieved January 13, 2016, from <http://www.ambiente.gob.ar/?idarticulo=13350>
- MAGRAMA-Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. (2013). Programa estatal de prevención de residuos 2014-2020. Madrid, España.
- MIMARM-Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino. (2010). Nuevo marco para la gestión de los residuos municipales. (FEMP, Ed.). Madrid, España.
- Munizaga, J. (2016). Metodología para la evaluación integral de sistemas de gestión de residuos domésticos. Universidad de Cantabria, Tesis Doctoral. Santander, España. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8431>
- Nicolli, F. (2012). Convergence of waste-related indicators of environmental quality in Italy. *Environmental Economics and Policy Studies*, 14(4), 383–401. <http://doi.org/10.1007/s10018-012-0042-6>
- OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2013). Waste: municipal waste. Retrieved January 12, 2016, from http://www.oecd-ilibrary.org/environment/data/oecd-environment-statistics/municipal-waste_data-00601-en
- Paraguassú, F. A., & Rojas, C. R. (2002). Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública (Segunda). Lima, Perú: CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/indicadores/indicadores.pdf>
- Sakurai, K. (1983). Macro indicadores para gerencia del servicio de aseo (Segunda). Lima, Perú: CEPIS.

- Sánchez López, R., & Hernández Median, C. (2009). Programa municipal de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos de San José de Gracia, Aguascalientes. México: Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Tomo LXXII, Núm. 42.
- Sartor, A. (1998). Los residuos, un componente a considerar en la sustentabilidad del sistema urbano. La complejidad de su gestión. Caso Bahía Blanca. In IV Seminario Latinoamericano de calidad Urbana, CIG-FHG. Argentina. Retrieved from http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL_B4.pdf
- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013a). Indicadores básicos del desempeño ambiental en México-SNIARN. Retrieved May 23, 2015, from http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/04_res_solidos/04_res_solidos_esquema.html
- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013b). Indicadores clave. Residuos sólidos urbanos dispuestos sin control. México. Retrieved May 23, 2015, from <http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/clave/clave04.html>
- Slovenian Environment Agency. (2014). Municipal waste and waste management indicators. Retrieved January 7, 2016, from http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=653&lang_id=94
- Tello-Espinoza, P., Martínez-Arce, E., Daza, D., Soulier-Faure, M., & Terraza, H. (2011). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en America Latina y el Caribe, 2010. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo - Organización Panamericana de la Salud.
- UN-DESA-Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. (2015). Framework for the Development of Environment Statistics (FDES 2013). Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. Retrieved from <http://unstats.un.org/unsd/environment/FDES/FDES-2015-supporting-tools/FDES.pdf>
- UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010. Londres, Washington: Naciones Unidas.
- UNEP-United Nations Environment Programme. (2005). Integrated waste management scoreboard: a tool to measure performance in municipal solid waste management. Osaka, Japón: UNEP. Retrieved from http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/iwm_scoreboard-binder.pdf
- UNEP-United Nations Environment Programme, & CalRecovery. (2005). Solid waste management (Vol. I). UNEP.
- UNSD-United Nations Statistics Division. (2011). Environmental Indicators: Waste. Retrieved January 6, 2016, from <http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/qindicators.htm>
- USAID-Agencia para el Desarrollo Internacional, BID-Banco Interamericano de Desarrollo, BIRF- Banco Mundial, & OPS -Organización Panamericana de la Salud. (1995). Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos. Washington, Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/methodo.pdf>
- Wehenpohl, G., & Hernández Barrios, C. P. (2006). Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. México D.F., México: SEMARNAT-GTZ.
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). 'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. Waste Management, 35, 329–342. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>

Zaman, A. U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. *Ecological Indicators*, 36, 682–693. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024>



Anexo C

Resultados obtenidos por cada
municipio (Capítulo 4)

Códigos y breve descripción de las tablas

Los resultados obtenidos de los 66 municipios se presentan en tres tablas:

- Tabla C-1: Datos generales y resultados obtenidos por cada municipio en la categoría *Legislación y políticas*
- Tabla C-2: Resultados obtenidos por cada municipio en la categoría *Desarrollo de personal*. Se ha agregado el indicador *Limpieza viaria (empleados/1000 t)* a efectos de comparación solamente, por eso no incluye desempeño ni calidad.
- Tabla C-3: Resultados obtenidos por cada municipio en la categoría *Economía*. Al igual que en la tabla anterior, a efectos de comparación, se ha agregado *Costo de limpieza viaria (USD/t)*, por eso tampoco incluye desempeño ni calidad.

Los códigos que se encuentran en cada sección son los siguientes:

I= Valor del indicador				
P= desempeño del indicador:	 Bueno	 Regular	 Deficiente	
Q=Calidad del indicador	<u>A</u> Alta	<u>B</u> Aceptable	<u>C</u> Baja	<u>U</u> Desconocida
Pa=Parcialmente				
NC= No contestado				

Tabla C-1. Datos generales y resultados obtenidos por cada municipio en la categoría Legislación y políticas

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS											
Estado	ID	Población [1]	Densidad de población (hab/km ²) [2]	Ingresos municipales (USD/año) [3][4][5]	Población en situación de pobreza (%) [2]	Existencia de legislación			Cumplimiento con la legislación			Planeamiento de la gestión de residuos			Diagnóstico de la gestión de residuos		
						I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q
Guerrero	1	31.406	43	9.883.292	61	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Guerrero	2	19.746	16	6.216.368	68	Si		B	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Guerrero	3	5.780	24	2.123.951	84	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Guerrero	4	6.883	24	2.786.859	79	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Guerrero	5	12.900	71	7.364.198	73	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		B
Guerrero	6	57.377	53	16.026.776	72	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Guerrero	7	14.658	60	4.308.452	74	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
EdoMex	9	35.552	30	15.521.373	60	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	10	27.482	12	9.498.166	66	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	11	34.485	10	11.128.076	66	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	12	26.832	45	14.662.687	83	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	13	12.324	132	10.156.364	55	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	14	14.958	54	11.083.598	73	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	15	16.927	81	8.608.383	84	No		U	No		U	No		U	No		U
Morelos	16	9.768	114	5.312.981	58	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Morelos	17	366.321	1.823	113.910.338	26	Si		A	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Morelos	18	19.231	91	4.895.411	51	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Morelos	19	26.713	116	7.698.268	69	Si		A	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
EdoMex	20	29.572	229	6.285.589	63	Si		B	Pa		U	No		U	Si		B

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS											
Estado	ID	Población [1]	Densidad de población (hab/km ²) [2]	Ingresos municipales (USD/año) [3][4][5]	Población en situación de pobreza (%) [2]	Existencia de legislación			Cumplimiento con la legislación			Planeamiento de la gestión de residuos			Diagnóstico de la gestión de residuos		
						I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q
Morelos	21	11.992	179	6.613.156	74	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Morelos	22	18.580	194	6.002.874	68	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Morelos	24	7.166	61	5.865.852	67	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	25	16.896	46	4.277.580	66	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	26	13.789	44	3.823.382	69	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
EdoMex	27	26.610	41	11.741.497	67	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	28	77.799	106	24.018.075	70	Si		B	No		U	No		U	Si		B
EdoMex	29	27.860	39	10.397.591	82	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	30	63.721	173	25.005.709	74	No		U	No		U	No		U	Pa		U
Queretaro	31	268.408	313	67.865.303	36	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Queretaro	32	61.259	87	25.240.732	76	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Hidalgo	33	109.093	308	19.092.165	43	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Si		B
EdoMex	34	34.937	42	20.292.695	74	No		U	No		U	No		U	No		U
Hidalgo	35	10.342	123	1.923.240	47	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	36	54.373	212	10.560.926	41	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
EdoMex	37	25.436	167	7.794.400	63	Si		C	Pa		U	No		U	Si		B
EdoMex	38	29.114	589	7.666.946	61	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	39	9.414	184	4.169.338	72	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	40	19.843	422	5.787.810	60	No		U	No		U	No		U	No		U
Morelos	41	52.651	264	11.244.989	60	Si		A	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS											
Estado	ID	Población [1]	Densidad de población (hab/km ²) [2]	Ingresos municipales (USD/año) [3][4][5]	Población en situación de pobreza (%) [2]	Existencia de legislación			Cumplimiento con la legislación			Planeamiento de la gestión de residuos			Diagnóstico de la gestión de residuos		
						I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q
Morelos	42	22.079	237	9.972.099	57	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
EdoMex	43	30.945	170	12.146.807	70	No		U	No		U	No		U	No		B
EdoMex	44	35.274	174	10.439.154	57	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	45	87.927	142	29.467.031	62	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	46	8.960	105	5.578.802	54	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	47	29.347	363	13.226.985	57	No		U	No		U	No		U	Si		B
EdoMex	48	27.709	110	7.777.282	59	Si		B	No		U	No		U	No		B
EdoMex	49	28.289	94	10.801.630	66	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	50	128.486	842	31.481.096	36	Si		B	Pa		U	No		U	Si		B
EdoMex	51	13.290	91	8.574.146	57	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	53	36.902	276	8.446.469	61	Si		B	Pa		U	No		U	Si		B
EdoMex	54	47.151	146	14.412.639	67	Si		B	Pa		U	No		U	Pa		U
EdoMex	55	43.784	170	12.865.032	67	No		U	No		U	No		U	No		U
EdoMex	57	38.622	218	9.301.940	59	No		U	No		U	No		U	Pa		U
EdoMex	58	199.069	710	43.966.309	50	No		U	No		U	No		U	No		B
Hidalgo	59	12.413	128	2.965.668	63	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	60	16.733	113	3.238.740	54	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U
Hidalgo	61	119.442	1.267	23.518.353	34	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	62	87.442	227	14.174.327	41	Si		B	Pa		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Si		B
Hidalgo	63	38.564	255	9.760.249	38	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS											
Estado	ID	Población [1]	Densidad de población (hab/km ²) [2]	Ingresos municipales (USD/año) [3][4][5]	Población en situación de pobreza (%) [2]	Existencia de legislación			Cumplimiento con la legislación			Planeamiento de la gestión de residuos			Diagnóstico de la gestión de residuos		
						I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q
Hidalgo	64	18.320	67	3.704.599	57	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
EdoMex	65	66.034	131	21.231.964	72	Si		A	No		U	No		U	No		B
EdoMex	66	49.026	99	15.876.075	57	No		U	No		U	No		U	Pa		U
EdoMex	67	13.851	102	10.366.195	53	No		U	No		U	No		U	Si		B
Hidalgo	68	36.079	108	5.232.995	53	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	69	45.382	122	6.553.653	51	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	No		U
Hidalgo	70	14.825	108	2.515.731	49	No		U	No		U	Publicado pero a un nivel superior		U	Pa		U

[1] (INEGI, 2016)

[2] (SEDESOL, 2010)

[3] (APDF, 2015)

[4] (IGECEM, 2015)

[5] (INAFED, 2014)

Tabla C-2. Resultados obtenidos por cada municipio en la categoría Desarrollo de personal

DESARROLLO DE PERSONAL																																														
ID	Perfil del personal en puestos clave			Proporción de personal informal (%)						Personal formal en limpieza viaria (empleados/1000 hab)			Salario promedio en comparación con el salario mínimo (%)						Beneficios relacionados con el salario (servicio médico)																											
				Total	Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección				Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición																											
	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q																			
1	No		U	NC	0		B	NC		NC	16		B	5	1		U	NC	82		B	NC		NC	No		B	NC		NC																
2	No		A	NC	0		B	0		B	NC	5		B	5	4		B	NC	107		B	127		B	NC	No		B	Si		B	NC													
3	NC			NC	0		B	NC		NC	9		B	6	5		U	NC	206		B	NC		NC	Si		B	NC		NC																
4	No		U	NC	50		B	NC		NC	6		B	13	NC			NC	NC	NC		NC	NC		NC	Si		B	NC		NC															
5	Si		A	NC	0		A	0		B	NC	2		B	3	6		B	NC	206		B	279		B	NC	No		B	NC		NC														
6	NC			NC	NC			NC		NC	NC			NC	NC			NC	NC	NC		NC	NC		NC	Si		B	NC		NC															
7	No		A	NC	0		B	NC		NC	2		B	1	1		U	1		B	115		B	230		B	230		B	Si		B	NC	Si		B										
9	No		A	NC	NC			0		B	NC	3		B	1	2		B	NC	NC		B	185		B	NC	NC		B	Si		B	NC													
10	No		A	NC	NC			0		B	NC	15		B	5	5		B	NC	103		B	156		B	NC	Si		B	Si		B	NC													
11	No		A	NC	0		B	0		B	NC	2		B	1	2		B	NC	197		B	NC		NC	Si		B	NC		NC															
12	NC			NC	NC			25		B	NC	5		B	13	5		B	NC	NC		B	194		B	NC	Si		B	Pa		B	NC													
13	NC			NC	0		B	0		B	NC	1		B	0	3		B	NC	247		B	308		B	NC	Si		B	Si		B	NC													
14	NC			NC	NC			0		B	NC	8		B	5	5		B	0		B	NC		B	177		B	206		B	Si		B	Si		B										
15	NC			NC	0		B	0		B	NC	1		B	0	4		B	NC	NC		B	185		B	NC	Si		B	Si		B	NC													
16	Pa		A	28,6		B	0		B	0		B	100		B	12		B	3	3		B	0		B	123		B	111		B	206		B	No		B	No		B	Si		B			
17	NC			NC	0		B	NC			NC	2		B	1	1		U	NC	119		B	NC		NC	NC	Si		B	NC		NC														
18	No		U	31,3		B	0		B	0		B	100		U	7		B	2	1		B	0		U	214		B	238		B	NC	No		B	No		U	NC							
19	No		A	30,0		B	25		B	19		B	71		B	22		B	10	2		B	1		B	164		B	156		B	339		B	No		B	No		U	NC					
20	No		A	27,8		B	0		A	0		B	88		B	9		B	3	1		B	0		B	206		B	205		B	U	206		B	U	Si		B	Si		B	Si		B	U
21	No		A	NC	0		B	0		B	NC	3		B	1	2		B	NC	NC		B	NC		NC	NC	No		B	Si		B	NC		NC											
22	NC			NC	0		B	NC		NC	11		B	9	5		U	NC	103		B	NC		NC	NC	Si		B	NC		NC	NC		NC												
24	NC			NC	0		B	0		B	NC	1		B	1	8		B	NC	247		B	NC		NC	NC	No		B	Si		B	NC		NC											

DESARROLLO DE PERSONAL

ID	Perfil del personal en puestos clave	Proporción de personal informal (%)			Personal formal en limpieza viaria (empleados/10000 hab)	Personal formal (empleados/1000 t)			Salario promedio en comparación con el salario mínimo (%)			Beneficios relacionados con el salario (servicio médico)		
		Total	Limpieza viaria	Recolección		Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición
25	Pa A	NC	0 B	NC	2 B	2	6 U	NC	NC	NC	NC	No B	NC	NC
26	NC	0 B	0 B	0 B	5 B	4	2 B	1 B	206 B	205 B	NC	No B	NC	Si B
27	Pa U	NC	NC	0 B	3 B	3	5 B	NC	NC	185 B	NC	Pa B	Si B	NC
28	Pa U	10,6 U	0 A	0 B	8 B	3	1 B	0 U	164 B	185 B	NC	Si B	Si B	NC
29	Pa U	NC	NC	0 B	8 B	2	1 B	NC	NC	226 B	NC	NC	Si B	NC
30	NC	NC	NC	0 B	3 B	NC	NC	NC	NC	NC	NC	Si B	Si B	NC
31	NC	NC	67 B	NC	2 B	1	0 U	NC	164 B	NC	NC	No B	NC	NC
32	Si A	19,7 B	0 B	0 B	3 B	2	3 B	0 B	206 B	259 B	296 B	No B	Si B	Si B
33	Pa A	NC	0 B	NC	2 B	1	2 U	NC	NC	NC	NC	Si B	NC	NC
34	NC	NC	NC	0 B	1 B	0	4 B	NC	NC	226 B	NC	NC	Si B	NC
35	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1 B	NC	NC	NC	NC	NC	NC
36	NC	NC	0 B	NC	2 B	1	2 U	NC	164 B	172 B	NC	Si B	NC	NC
37	Pa A	0 B	0 A	0 B	4 B	2	2 B	2 B	173 B	164 B	193 B	No B	No B	No B
38	Pa U	NC	NC	0 B	4 B	1	0 B	NC	NC	247 B	NC	NC	Si B	NC
39	NC	NC	0 B	0 B	2 B	3	6 B	NC	164 B	185 B	NC	No B	No B	NC
40	NC	NC	NC	0 B	NC	NC	2 B	NC	NC	148 B	NC	NC	No B	NC
41	NC	NC	0 B	NC	1 B	1	2 U	NC	NC	NC	NC	Si B	NC	NC
42	No A	NC	0 B	0 B	9 B	6	4 B	NC	NC	NC	NC	No B	NC	NC
43	No A	21,1 B	0 A	0 B	1 B	0	2 B	0 B	148 B	164 B	110 B	Si B	No B	Si B
44	NC	NC	0 B	0 B	4 B	3	1 B	NC	148 B	148 B	NC	Si B	Si B	NC
45	NC	NC	0 B	0 B	2 B	2	1 B	0 B	90 B	263 B	206 B	Si B	Pa B	Si B
46	NC	NC	0 B	0 B	3 B	3	4 B	NC	164 B	189 B	NC	Si B	Si B	NC
47	Pa C	NC	70 B	NC	4 B	8	6 U	NC	NC	NC	NC	Pa B	NC	NC
48	No A	26,1 B	0 A	0 B	3 B	2	2 B	0 B	140 B	140 B	329 U	Si B	Si B	Si B

DESARROLLO DE PERSONAL

ID	Perfil del personal en puestos clave	Proporción de personal informal (%)				Personal formal en limpieza viaria (empleados/10000 hab)	Personal formal (empleados/1000 t)			Salario promedio en comparación con el salario mínimo (%)			Beneficios relacionados con el salario (servicio médico)			
		Total	Limpieza viaria	Recolección	Disposición		Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición	Limpieza viaria	Recolección	Disposición	
49	Pa A	34,6 B	30 B	0 B	86 B	2 B	1	2 B	0 B	230 B	185 B	230 B	Si B	Pa B	No B	
50	Si A	33,3 B	0 A	13,0 B	88 B	3 B	1	1 B	0 B	173 B	226 B	315 B	Si B	Si B	Si U	
51	NC	NC	0 B	0 B	NC	5 B	4	3 B	NC	NC	NC	NC	Si B	NC		
53	Pa A	26,3 B	0 A	0 B	100 B	1 B	1	3 B	0 B	288 B	267 B	NC	Si B	Si B	NC	
54	Pa A	NC	0 A	NC	100 B	3 B	2	3 U	0 B	123 B	222 U	NC	Si B	Si B	NC	
55	Pa U	NC	NC	NC	NC	NC	NC	3 U	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	
57	No A	NC	0 B	0 B	NC	1 B	1	2 B	NC	164 B	181 B	NC	NC	Si B	NC	
58	NC	21,1 B	0 A	0 B	80 B	0 B	0	0 B	0 B	296 B	329 B	206 B	Si B	Si B	NC	
59	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	1 U	NC	NC	NC	NC	NC	Pa C	NC	
60	Pa U	NC	NC	NC	NC	4 B	2	NC	NC	132 B	NC	NC	Si B	NC	NC	
61	Pa A	NC	NC	NC	NC	1 B	1	NC	NC	156 B	NC	NC	No B	NC	NC	
62	Si A	0 B	0 A	0 B	0 B	2 B	1	3 U	0 B	185 B	238 U	316 U	NC	NC	No U	
63	Pa A	NC	0 B	0 B	NC	2 B	1	2 B	NC	411 B	230 B	NC	No B	Si B	NC	
64	Pa U	NC	NC	NC	57 B	2 B	1	NC	2 B	214 B	NC	NC	NC	NC	NC	
65	Pa A	NC	0 A	0 B	NC	1 B	2	4 B	NC	226 B	226 B	NC	Si B	Si B	NC	
66	No U	NC	NC	NC	71 B	4 B	4	4 U	1 B	132 B	263 B	NC	Si B	NC	NC	
67	NC	NC	0 B	0 B	NC	7 B	3	3 B	NC	132 B	246 B	NC	NC	NC	NC	
68	NC	NC	NC	50 B	NC	1 B	1	2 B	NC	NC	NC	NC	Si B	NC	NC	
69	NC	NC	NC	NC	NC	2 B	3	1 U	2 B	NC	NC	NC	NC	NC	NC	
70	No U	NC	0 B	NC	NC	5 B	2	1 U	NC	NC	NC	NC	Si B	NC	NC	

Tabla C-3. Resultados obtenidos por cada municipio en la categoría Economía

ECONOMÍA																								
ID	Presupuesto para la gestión de residuos			Presupuesto para la gestión de residuos del presupuesto municipal (%)			Existencia de una tasa específica (hogares)			Costo de limpieza viaria (USD/km)			Costo (USD/t)											
													Total			Limpieza viaria	Recolección			Disposición				
I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I		P	Q	I	P	Q			
1	No		U	NC			NC			NC			NC			6,9	NC			NC				
2	No		C	NC			No		B	17,5		U	NC			8,1	35,8		B	NC				
3	No		C	NC			No		B	17,6		U	55		U	27,1	20,9		U	6,6		U		
4	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			4,1		U		
5	No		B	NC			No		B	7,1		U	64		U	11,1	34,2		B	19,0		U		
6	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			NC				
7	No		C	NC			No		B	28,7		B	28		U	5,5	13,7		B	9,0		C		
9	No		U	NC			No		B	NC			NC			NC	5,7		U	NC				
10	No		C	NC			No		B	5,1		U	89		U	8,6	72,1		B	NC				
11	No		C	NC			No		B	NC			NC			4,6	NC			8,2		U		
12	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	22,1		U	NC				
13	No		C	NC			No		B	16,0		U	NC			1,2	45,5		U	1,5		U		
14	No		C	NC			No		B	NC			55		U	0,2	34,2		B	NC				
15	No		C	NC			No		B	1,1		U	38		U	0,1	31,1		U	20,3		U		
16	No		C	NC			No		B	NC			13		U	6,6	5,3		U	7,0		U		
17	No		C	NC			No		B	24,4		B	NC			1,6	NC			0,9		U		
18	No		C	NC			No		B	NC			NC			7,4	9,6		B	NC				
19	No		C	NC			No		B	42,8		U	49		U	24,7	10,6		U	NC				
20	Si		B	6,7		B	No		B	10,5		B	135		U	10,1	28,3		B	13,3		U		
21	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	3,9		U	2,0		U		
22	No		C	NC			No		B	NC			NC			14,4	10,8		U	NC				
24	No		C	NC			No		B	NC			NC			2,1	15,2		U	NC				
25	No		C	NC			No		B	5,7		U	NC			1,6	NC			NC				
26	No		C	NC			No		B	3,9		U	45		U	12,0	24,6		B	NC				
27	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	46,0		B	NC				

ECONOMÍA

ID	Presupuesto para la gestión de residuos			Presupuesto para la gestión de residuos del presupuesto municipal (%)			Existencia de una tasa específica (hogares)			Costo de limpieza viaria (USD/km)			Costo (USD/t)											
													Total			Limpieza viaria	Recolección			Disposición				
	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	I	P	Q	I	P	Q					
28	No		B	NC			No		B	4,3		U	NC			7,4	6,2		U	8,2		U		
29	No		C	NC			No		B	0,2		U	11		U	0,2	10,0		B	2,4		U		
30	No		U	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			NC				
31	No		C	NC			No		B	6,1		U	16		U	1,9	1,0		U	0,6		U		
32	Si		C	4.5		B	No		B	13,4		U	30		U	5,0	21,7		U	NC				
33	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			13,5		U		
34	No		C	NC			No		B	107,0		U	NC			7,6	27,9		B	1,9		U		
35	Si		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			0,3		U		
36	No		C	NC			No		B	26,7		U	9		U	1,4	3,9		U	NC				
37	Si		B	NC			No		B	5,5		U	30		U	6,2	12,0		U	6,2		B		
38	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	0,7		U	3,3		U		
39	No		C	NC			No		B	21,4		U	NC			8,2	26,8		B	11,5		U		
40	No		C	NC			No		B	3,2		U	NC			0,3	10,4		U	NC				
41	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			NC				
42	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	11,7		U	NC				
43	No		B	NC			No		B	14,3		U	12		U	0,8	9,3		U	3,0		U		
44	No		C	NC			No		B	9,6		U	NC			6,0	9,4		B	NC				
45	No		C	NC			No		B	1,8		B	20		U	2,4	15,4		U	1,5		U		
46	No		C	NC			No		B	11,0		U	NC			8,4	33,0		B	NC				
47	Si		C	NC			No		U	NC			NC			NC	NC			1,6		U		
48	No		B	NC			No		B	14,6		B	16		U	4,1	14,5		U	NC				
49	No		U	NC			No		B	11,0		U	22		U	5,6	13,6		U	NC				
50	No		B	NC			No		B	NC			9		U	1,9	4,9		U	1,3		B		
51	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	12,8		U	2,7		U		
53	No		B	NC			No		B	4,6		B	39		U	2,5	22,7		B	2,7		U		
54	Si		B	3.1		B	No		B	10,3		B	69		U	4,7	26,0		U	NC				
55	No		U	NC			No		B	NC			NC			NC	14,6		U	NC				

ECONOMÍA																						
ID	Presupuesto para la gestión de residuos			Presupuesto para la gestión de residuos del presupuesto municipal (%)			Existencia de una tasa específica (hogares)			Costo de limpieza viaria (USD/km)			Costo (USD/t)									
	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	I	P	Q	Total			Limpieza viaria	Recolección			Disposición		
													I	P	Q	I	I	P	Q	I	P	Q
57	No		C	NC			No		B	21,8		U	NC			3,2	12,5		B	13,3		U
58	No		B	NC			No		B	NC			7		U	1,6	3,8		U	17,5		U
59	No		C	NC			No		B	NC			NC			NC	NC			NC		
60	No		C	NC			No		B	NC			NC			4,8	NC			NC		
61	No		C	NC			No		B	NC			NC			3,4	NC			NC		
62	Si		B	NC			No		B	5,0		U	47		U	2,5	24,9		U	1,2		U
63	Si		C	0.4		B	No		B	26,7		U	NC			4,4	18,7		B	NC		
64	No		U	NC			No		U	16,7		U	NC			4,0	NC			NC		
65	No		B	NC			No		B	22,5		B	39		U	6,2	32,7		B	NC		
66	No		C	NC			No		B	17,8		B	41		U	8,0	32,5		U	1,4		U
67	No		C	NC			No		B	8,8		U	NC			6,2	13,5		U	NC		
68	No		C	NC			No		U	NC			NC			NC	18,7		U	NC		
69	No		U	NC			No		U	NC			NC			NC	3,9		U	0,5		U
70	Si		C	NC			No		B	NC			NC			NC	3,8		U	0,5		U

Referencias

APDF-Administración Pública del Distrito Federal. Decreto por el que se expide el presupuesto de egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2016, Gaceta Oficial del Distrito Federal (2015). México D.F., México.

IGCEM-Instituto de Información e Investigación Geográfica Estadística y Catastral del Estado de México. (2015). Estadística básica municipal. Retrieved November 1, 2016, from http://igcem.edomex.gob.mx/estadistica_basica_municipal

INAFED-Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2014). Datos ingresos y egresos por municipio. Retrieved December 1, 2016, from http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Principales_Datos_Socioeconomicos_por_Municipio

INEGI-Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Cuéntame. Población 2015. Retrieved June 7, 2017, from <http://www.cuentame.inegi.org.mx>

SEDESOL-Secretaría de Desarrollo Social. (2010). Unidad de microrregiones, cédulas de información municipal (SCIM). Retrieved October 31, 2016, from <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=15&mun=001>



Anexo D

Indicadores y valores de
referencia utilizados (Capítulo 5)

Descripción de las tablas

En las siguientes tablas se muestran los indicadores utilizados para el caso del Capítulo 5 (ciudad de Viena), distribuidos en los atributos del marco conceptual: aspectos técnicos y de salud pública, sociales, ambientales y económicos.

También se muestran los valores de referencia utilizados para la semaforización-normalización. Cuando los valores de referencia son diferentes para cada componente o por otras razones, se especifican los valores dentro de cada tabla.

Las respectivas referencias de cada uno de estos valores pueden encontrarse a detalle en el Anexo G: archivo detallado de indicadores en Excel.

Tabla D-1. Indicadores y valores de referencia de aspectos técnicos y de salud pública

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
A. Entradas	Tasa de generación de hogares	kg/cápita/año	≤200	>200 - ≤500	>500
	Grado de fraccionamiento	%	Envases: ≤10 - ≥5	<5 - ≥3 ó >10 - ≤12	<3 ó >12
			Fracción orgánica: ≤15 - ≥5	<5 - ≥3 ó >15 - ≤17	<3 ó >17
			Papel y cartón: ≤15 - ≥10	<10 - ≥5 ó >15 - ≤20	<5 ó >20
			Vidrio: ≤10 - ≥5	<5 - ≥3 ó >10 - ≤12	<3 ó >12
			Residuos mezclados: ≤40 - ≥20	<20 - ≥10 ó >40 - ≤50	<10 ó >50
	Tasa de generación de comercios	kg/cápita/año	≤0,5	>0,5 - ≤1	>1
	Tasa de generación de servicios	kg/cápita/año	≤0,5	>0,5 - ≤1	>1
	Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal	kg/cápita/año	≤100	>100 - ≤500	>500
	Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.	kg/cápita/año	≤5	>5 - ≤20	>20
	Tasa de generación de residuos de construcción y demolición	kg/cápita/año	≤200	>200 - ≤500	>500
	Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos	kg/cápita/año	≤3	>3 - ≤5	>5
	Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores	kg/cápita/año	≤0,3	>0,3 - ≤0,5	>0,5
	Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil	kg/cápita/año	≤0,01	>0,01 - ≤0,03	>0,03
	Tasa de generación de neumáticos fuera de uso	kg/cápita/año	≤0,5	>0,5 - ≤3	>3
	Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles	kg/cápita/año	≤0,5	>0,5 - ≤1	>1
	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	kg/cápita/año	≤15	>15 - ≤20	>20
	Evolución de la tasa de generación de residuos municipales	%	≤0	>0 - ≤1	>1
	Residuos recolectados	%	≥90	<90 - ≥70	<70
	Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario	%	≤20	>20 - ≤40	>40
	Residuos eliminados en relleno sanitario	%	≥90	<90 - ≥80	<80

Tabla D-1 (continuación). Indicadores y valores de referencia de aspectos técnicos y de salud pública

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
B. Salidas	Reutilización de flujos de residuos específicos	Número de flujos para reutilización	≥5	<5 - ≥1	0
	Residuos resultantes de limpieza viaria	ton/km	≤0,03	>0,03 - ≤0,5	>0,5
	Grado de separación en origen	%	Envases: ≥15	<15 - ≥5	<5
			Fracción orgánica: ≥15	<15 - ≥5	<5
			Papel y cartón: ≥15	<15 - ≥5	<5
			Vidrio: ≥30	<30 - ≥20	<20
	Grado de pureza de materiales separados	%	Envases: ≥70	<70 - 50	<50
			Fracción orgánica: ≥70	<70 - 50	<50
			Papel y cartón: ≥70	<70 - 50	<50
			Vidrio: ≥80	<80 - 60	<60
			Residuos mezclados: ≥35	<35 - 15	<15
	Residuos valorizados y/o tratados	%	≥45	<45 - ≥10	<10
	Tasa de recuperación de materiales en valorización	%	≥90	<90 - ≥70	<70
	Contenido de impropios en valorización	%	PET: ≤4,5	-	>4,5
			PEAD: ≤10		>10
			Film: ≤18		>18
			Plástico mezcla: ≤20		>20
			Cartón para bebidas/alimentos: ≤5		>5
			Papel y cartón [1]: ≤3		>3
			Metálicos de acero y aluminio: ≤10		>10
			Vidrio: ≤2		>2
			Bioestabilizado [2]: ≤3		>3
C. Cobertura	Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)	Kg/tonelada	≤200	>200 - ≤300	>300
	Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)	Kg/tonelada	≤50	>50 - ≤100	>100
	Cobertura de limpieza viaria	%	≥85	<85 - ≥60	<60
	Población atendida por el servicio de recolección	%	≥90	<90 - ≥70	<70
	Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección	Metros	≤150	-	>150

[1] Referido a material con una humedad máxima de 10%

[2] De acuerdo a definición de la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados de España, el material bioestabilizado se obtiene a través del material orgánico de plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, y este % de impurezas considera: metales, vidrios y plásticos eventualmente presentes de diámetro superior a 2mm.

Tabla D-1 (continuación). Indicadores y valores de referencia de aspectos técnicos y de salud pública

ATRIBUTO 1. Aspectos técnicos y de salud pública					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
D. Instalaciones y equipamiento	Disponibilidad del servicio	%	≥85	<85 - ≥70	<70
	Rendimiento del trabajo	km/empleador/día	Barrido manual: ≤1,5 - ≥1,3	<1,3 - ≥0,8; ó >1,5 - ≤2	<0,8 ó >2
			Barrido mecánico: ≤35 - ≥15	<15 - ≥9; ó >35 - ≤45	<9 ó >45
		ton/hora	Recolección: ≥0,5	<0,5 - ≥0,2	<0,2
			Estaciones de transferencia: ≥50	<50 - ≥25	<25
			Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≥15	<15 - ≥2	<2
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≥10	<10 - ≥5	<5
	Grado de aprovechamiento de contenedores	%	≤100 - ≥80	<80 - ≥50	<50 ó >100
	Grado de aprovechamiento de las instalaciones	%	≤100 - ≥80	<80 - ≥50	<50 ó >100
	Intensidad de desplazamiento	km/ton	Recolección: ≤15 Estaciones de transferencia: ≤5	>15 - ≤30 >5 - ≤10	>30 >10
	Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos	Lavado/año	Contenedores: ≥7 Vehículos: ≥50	<7 - ≥4 <50 - ≥25	<4 <25
E. Salud Pública	Sistema de monitoreo continuo	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Vida útil disponible del vertido	Años	≥8	<8 - ≥5	<5
F. Salud Pública	Riesgos relacionados con salud pública	Si/No	No	-	Si

Tabla D-2. Indicadores y valores de referencia de aspectos sociales

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
A. Legislación y políticas	Existencia de legislación	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Cumplimiento de la legislación	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Registro de sanciones/avisos	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Número de sanciones por cada 10.000 habitantes	Nº de sanciones registradas al año/ 10.000 habitantes	≤5	>5 - ≤15	>15
	Existencia de instrumentos económicos	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas	Si/No	Si	-	No
	Incentivos económicos para la prevención de residuos	Si/No	Si	-	No
	Planeamiento para la gestión de residuos	Si/Si pero publicado por un nivel superior/No	Si	Si pero publicado por un nivel superior	No
	Planes y políticas para flujos de residuos específicos	Si/Si pero publicado por otra entidad/No	Si	Si pero publicado por otra entidad	No
	Cumplimiento de planes o políticas	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Diagnóstico de la gestión de residuos	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Sistema de quejas y sugerencias	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
B. Grupos de interés	Quejas por cada 10 000 habitantes	# quejas/10 000 habitantes/año	≤10	>10 - ≤50	>50
	Tiempo medio de respuesta a quejas	Días	≤5	>5 - ≤15	>15
	Disponibilidad pública de información	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Grado de satisfacción de los usuarios	Satisfechos/No satisfechos/No se realiza encuesta	Satisfechos	No satisfechos	No se realiza encuesta
	Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación	%	≥5	<5 - ≥0	0
	Certificaciones y auditorías	Número de certificaciones	≥1	-	0
	Procedimientos para comunicación, consulta y participación	Si/No	Si	-	No
	Inclusión del sector informal	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No

Tabla D-2 (continuación). Indicadores y valores de referencia de aspectos sociales

ATRIBUTO 2. Aspectos sociales					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
C. Marco organizacional	Cooperación institucional	Si/No	Si	-	No
	Coordinador del servicio	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Asignación de funciones y responsabilidades	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
	Control de la prestación de servicios	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
D. Desarrollo de empleados	Perfil del personal en puestos clave	%	≥80	<80 - ≥60	<60
	Estrategias de capacitación y formación	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No
		Trabajadores/ 10000 habitantes	Limpieza viaria: ≥4	<4 - ≥2	<2
	Personal formal en los distintos componentes	Trabajadores /1000 toneladas	Recolección y Estaciones de transferencia: ≥0,1	<0,1 - ≥0,001	<0,001
			Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≥0,5	<0,5 - ≥0,1	<0,1
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≥0,05	<0,05 - ≥0,02	<0,02
	Personal informal en los distintos componentes	%	≤10	>10 - ≤35	>35
	Salario promedio comparado con el salario mínimo	%	≥200	<200 - ≥100	<100
	Prestaciones relacionadas con el salario	%	≥90	<90 - ≥80	<80
	Aspectos relacionados con seguridad e higiene	Si/Parcialmente/No	Si	Parcialmente	No

Tabla D-3. Indicadores y valores de referencia de aspectos ambientales

ATRIBUTO 3. Aspectos ambientales					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
A. Uso de recursos	Intensidad de uso del agua	L/tonelada	Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: ≤ 150	$>150 - \leq 500$	>500
			Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤ 500	$>500 - \leq 1000$	>1000
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 10	$>10 - \leq 20$	>20
	Intensidad de consumo energético	kWh/tonelada	≤ 1000	$>1000 - \leq 7000$	>7000
			Limpieza viaria: Recolección y Estaciones de transferencia: ≤ 200	$>200 - \leq 500$	>500
			Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤ 500	$>500 - \leq 3000$	>3000
B. Contaminación	Intensidad de uso del suelo	m ² /tonelada	Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 30	$>30 - \leq 50$	>50
			Todos los componentes excepto vertido: $\leq 0,5$	$>0,5 - \leq 1$	>1
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 5	$>5 - \leq 10$	>10
	Intensidad de agua residual/lixiviado generado	L/tonelada	Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: $\leq 0,5$	$>0,5 - \leq 1$	>1
			Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤ 150	$>150 - \leq 500$	>500
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 100	$>100 - \leq 200$	>200
	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero	t CO ₂ eq/tonelada	Limpieza viaria: ≤ 1	$>1 - \leq 5$	>5
			Recolección y Estaciones de transferencia: ≤ 10	$>10 - \leq 20$	>20
			Valorización: $\leq 0,5$	$>0,5 - \leq 1$	>1
	Contaminación por olores	Si/No	Todos los tipos de eliminación: ≤ 5	$>5 - \leq 10$	>10
			Si	-	No
			Si	-	No
	Contaminación por ruido	Si/No	Si	-	No
	Contaminación de suelo	Si/No	Si	-	No

Tabla D-3 (continuación). Indicadores y valores de referencia de aspectos ambientales

ATRIBUTO 3. Aspectos ambientales					
Categorías	Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
C. Mitigación	Gestión de agua residual/lixiviado generado	Si/No	Si	-	No
	Intensidad de energía generada	kWh/tonelada	Valorización: ≥ 1500 Relleno sanitario y vertido controlado: ≥ 150	<1500 - ≥ 500 <150 - ≥ 100	<500 <100
	Gestión de sitios contaminados	Clausurados o rehabilitados/ En proceso/ Sin gestión	Clausurados o rehabilitados	En proceso	Sin gestión
D. Otros	Aspectos relacionados con impacto visual	Si/No	No	-	Si

Tabla D-4. Indicadores y valores de referencia de aspectos económicos

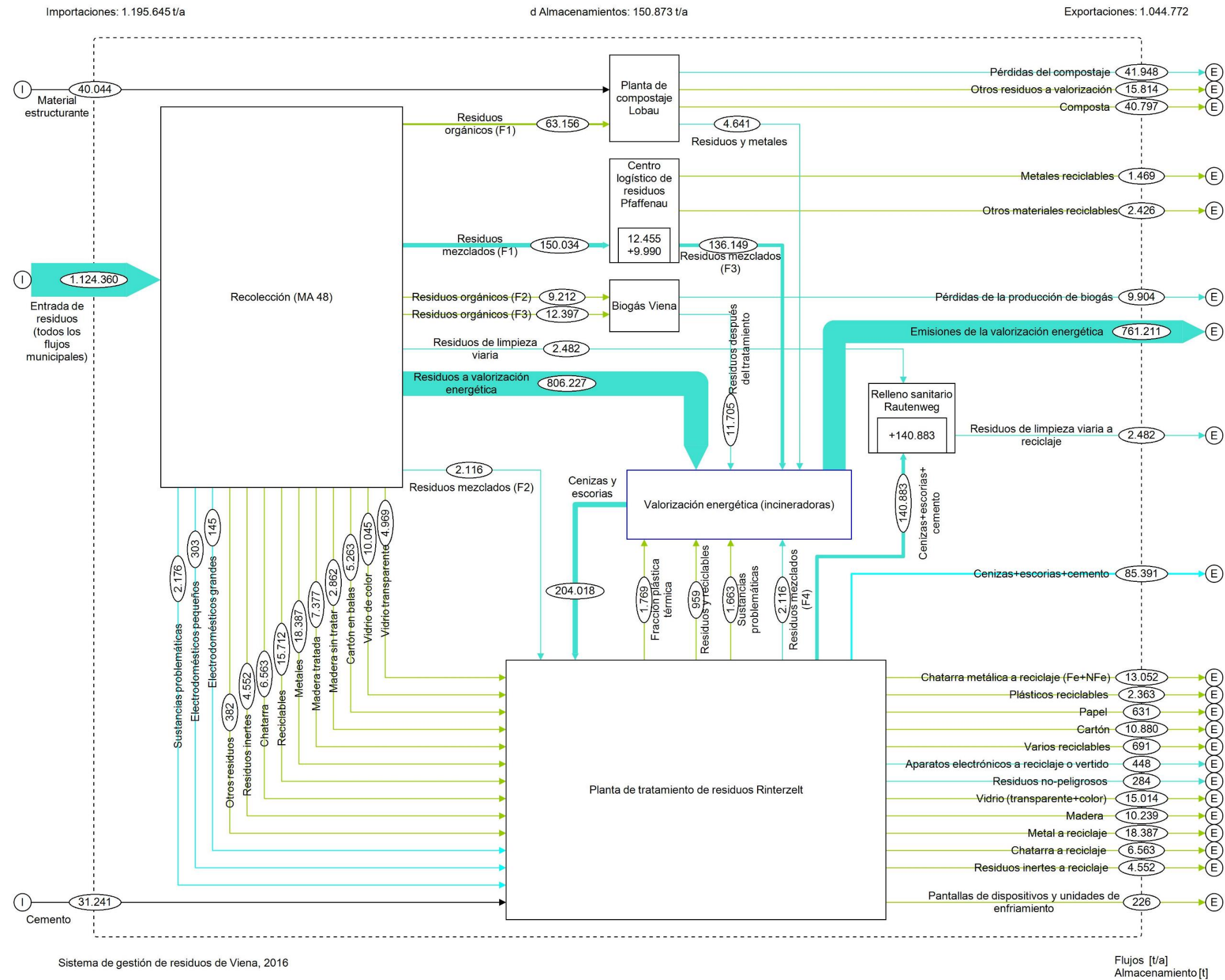
ATRIBUTO 4. Aspectos económicos						
Categorías		Indicadores	Unidades	Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
A. Ingresos	Existencia de tarifa específica (hogares)		Si/No	Si	-	No
	Capacidad de pago de los usuarios		%	≤1	-	>1
	Hogares que pagan el servicio		%	≥75	<75 - ≥25	<25
	Tarifas promedio de cobro de los servicios	USD\$/tonelada	Limpieza viaria:	≥3	<3 - ≥1	<1
			Todos los componentes excepto vertido:	≥15	<15 - ≥5	<5
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido:	≥10	<10 - ≥5	<5
	Recuperación de costos del organizador del servicio		%	≥90	<90 - >50	≤50
Presupuesto para la gestión de residuos		Si/No	Si	-	No	
Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal		%	≤15% - ≥10	<10 - ≥5; ó >15 - ≤20	<5 ó >20	
B. Egresos			USD\$/km	≤20 - ≥15	<15 - ≥10; ó >20 - ≤25	<10 ó >25
	Costo de cada componente	USD\$/tonelada	Todos los componentes excepto vertido:	≤100 - ≥30	<30 - ≥15; ó >100 - ≤130	<15 ó >130
			Relleno sanitario y otros tipos de vertido:	≤20 - ≥8	<5 - ≥8; ó >20 - ≤25	<5 ó >25
	Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita	Presupuesto anual(USD\$/habitante o No hay presupuesto para I+D+i	≥0,5	<0,5 - ≥0	No hay presupuesto para I+D+i	
	Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación		USD\$/habitante/año	≥5	<5 - ≥0	0
	Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos		Si/No	Si	-	No



Anexo E

Diagrama del Análisis de Flujo de Materiales de la ciudad de Viena

Figura E-1. Diagrama del Análisis de Flujo de Materiales de la ciudad de Viena, realizado con el software STAN 2.6





Anexo F

Comparación de indicadores entre municipios (Capítulo 5)

Tabla F-1. Comparación de indicadores entre los tres municipios estudiados

Atributo	Nombre del indicador	Viena		Zapopan		Los Reyes	
		Desempeño	Calidad	Desempeño	Calidad	Desempeño	Calidad
ASPECTOS SOCIALES	Existencia de legislación		B		B		B
	Cumplimiento de la legislación		B		B		B
	Registro de sanciones/avisos		B		A		B
	Número de sanciones por cada 10000 habitantes		A		B		B
	Existencia de instrumentos económicos		B		B		B
	Planeamiento para la gestión de residuos		A		A		B
	Cumplimiento de planes o políticas		A		A		B
	Diagnóstico de la gestión de residuos		A		B		B
	Coordinador del servicio		A		B		B
	Cooperación institucional		B		A		B
	Sistema de quejas y sugerencias		B		A		B
	Disponibilidad pública de información		B		B		B
	Grado de satisfacción de los usuarios		A		A		B
	Procedimientos para comunicación, consulta y participación		U		B		B
	Inclusión del sector informal		B		B		B
	Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación		B		B		A
	Personal formal en limpieza viaria por cada 10000 habitantes		A		A		B
	Prestaciones relacionadas con el salario en limpieza viaria		A		A		B
	Estrategias de capacitación y formación en limpieza viaria		A		B		B
	Aspectos relacionados con seguridad e higiene en limpieza viaria		B		B		B
	Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas		B		B		B
	Personal formal en recolección por cada 1000 toneladas		A		B		B
	Prestaciones relacionadas con el salario en recolección		U		A		B
	Estrategias de capacitación y formación en recolección		A		B		B
	Proporción de personal informal en recolección		B		B		B
	Aspectos relacionados con seguridad e higiene en recolección		B		B		B
	Personal formal en relleno sanitario por cada 1000 toneladas		A		B		B
	Prestaciones relacionadas con el salario en relleno sanitario		B		A		B
	Estrategias de capacitación y formación en relleno sanitario		A		B		B
	Proporción de personal informal en relleno sanitario		B		B		B
	Aspectos relacionados con seguridad e higiene en relleno sanitario		B		B		B

Tabla F-1 (continuación). Comparación de indicadores entre los tres municipios estudiados

Atributo	Nombre del indicador	Viena		Zapopan		Los Reyes	
		Desempeño	Calidad	Desempeño	Calidad	Desempeño	Calidad
ASPECTOS TÉCNICOS	Reutilización de flujos de residuos específicos		B		A		B
	Evolution of the municipal waste generation rate		A		B		B
	Evolución de la tasa de generación de residuos municipales		A		C		B
	Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales		A		B		C
	Residuos recolectados		B		C		C
	Población atendida por el servicio de recolección		A		B		C
	Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección		B		B		B
	Residuos eliminados en relleno sanitario		B		B		A
	Vida útil disponible del vertido		B		C		C
	Sistema de monitoreo continuo en relleno sanitario		B		B		B
SALUD PÚBLICA	Riesgos relacionados con salud pública en limpieza viaria y/o recolección		B		A		A
	Riesgos relacionados con salud pública en relleno sanitario		B		A		A
ASPECTOS AMBIENTALES	Gestión de sitios contaminados		B		A		A
	Intensidad de consumo energético en limpieza viaria		A		B		B
	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en limpieza viaria		A		B		B
	Intensidad de uso del suelo en limpieza viaria y/o recolección		B		B		B
	Intensidad de uso del agua en recolección		B		B		B
	Aspectos relacionados con impacto visual en limpieza viaria y/o recolección		B		A		A
	Intensidad de uso del suelo en relleno sanitario		B		B		B
	Intensidad de uso del agua en relleno sanitario		A		B		B
	Intensidad de consumo energético en relleno sanitario		A		B		B
	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en relleno sanitario		A		B		B
	Gestión de agua residual y/o lixiviado generado en relleno sanitario		B		A		B
	Contaminación del suelo en relleno sanitario		B		A		B
	Contaminación por ruido en relleno sanitario		B		A		B
	Contaminación por olores en relleno sanitario		B		A		B
	Aspectos relacionados con impacto visual en rellenos sanitarios		B		A		A
ASPECTOS ECONÓMICOS	Presupuesto para la gestión de residuos		A		A		B
	Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal		A		A		B
	Existencia de una tarifa específica (hogares)		A		A		A



Anexo G

Archivo detallado de indicadores
en Excel

Índice de secciones incluidas en el Anexo G

G-1	<i>Fichero 1. Datos generales del municipio y de la evaluación</i>
G-2	<i>Fichero 2. Componentes del sistema de gestión de residuos</i>
G-3	Marco conceptual principal con atributos y componentes
G-4	Marco conceptual principal con indicadores distribuidos por atributos
G-5	Marco conceptual alternativo de gobernanza con indicadores
G-6	Fichas metodológicas de los indicadores
G-7	Información base para el cálculo de los indicadores
G-8	Base de datos de valores de referencia (<i>disponible sólo en versión Excel</i>)

G-1

Fichero 1: Datos generales del
municipio y de la evaluación

G-1. Fichero 1: Datos generales del municipio y de la evaluación

DATOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN

Fecha de inicio (día/mes/año): / /

Fecha de finalización (día/mes/año): / /

Nombre de la persona/equipo que colecta los datos:

DATOS DE CONTACTO PRINCIPAL EN EL GOBIERNO LOCAL

Nombre:

Cargo:

Nombre de de la dependencia/empresa:

Dirección postal:

Teléfono:

Correo electrónico:

DATOS DEL MUNICIPIO

Nombre del municipio:

Provincia/comunidad/estado/región a la que pertenece:

Intermunicipalidad o mancomunidad a la que pertenece (si aplica):

Número total de habitantes en el municipio:

País:

G-2

*Fichero 2. Componentes del
sistema de gestión de residuos*

G-2. Fichero 2: Componentes del sistema de gestión de residuos

DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES O DE INTERÉS EN LA EVALUACIÓN

Componente	Incluido en la evaluación (marcar con "X")	Número de instalaciones	Modelo de operación (marcar con "X" u opcionalmente escribir el nombre del de la dependencia/empresa que realiza la operación del componente)					
			Público	Privado	Mixto	Intermunicipalidad o mancomunidad (también puede ser público, privado o mixto, especificar aquí)	Otros (especificar)	Observaciones
Temas transversales a todo el sistema		NA						
Generación		NA						
Prevención								
Limpieza viaria								
Recolección (en caso de recolección selectiva, agregar detalles en la siguiente sección)								
Estaciones de transferencia								
Valorización								
Relleno sanitario								
Vertido controlado								
Vertido incontrolado								
Incineración sin recuperación de energía								
		NA=	No Aplica					

DATOS SOBRE RECOLECCIÓN SELECTIVA

Recolección selectiva (marcar con "X"):

No

Si o parcialmente (*sólo en algunas zonas del municipio*)

[illegible]

G-3

Marco conceptual principal con
atributos y componentes

G-3. Marco conceptual principal con atributos y componentes

Atributos	Categorías	Componentes								Número de indicadores
		Aspectos transversales	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Eliminación	
Técnicos y de salud pública	Entradas	-	12	1			4			38
	Salidas	-	-	1			8			
	Cobertura	-	-	-			3			
	Instalaciones y equipamiento	-	-	-			8			
	Salud pública	-	-	-			1			
Sociales	Legislación y políticas	9	-	2			-			31
	Grupos de interés	9	-	-			-			
	Marco organizacional	3	-	-			1			
	Desarrollo de empleados	-	-	-			7			
Medio Ambientales	Uso de recursos	-	-	-			3			12
	Contaminación	-	-	-			5			
	Mitigación	1	-	-			2			
	Otros	-	-	-			1			
Económicos	Ingresos	4	-	-			1			11
	Egresos	4	-	1			1			
Número de indicadores		30	12	5			45			92

G-4

Marco conceptual principal con
indicadores distribuidos por
atributos

G-4. Marco conceptual principal con indicadores distribuidos por atributos

Notación de indicadores

I-1	Indicador normal.
I-65 F	Sólo es posible aplicarlo a los municipios que realicen recolección diferenciada (por fracciones).
I-90 D	Sólo aplica a países que tengan una legislación específica al respecto (usualmente países desarrollados).
I-91 A	Existe una variación de estos indicadores (p.e. I-91 B) que evalúan lo mismo, pero con diferencias en unidades de medida y/o variaciones explicadas en el método de cálculo.

ATRIBUTO 1.

Aspectos técnicos y de salud pública

Categorías	Subcategorías	Indicadores	# del Indicador	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía
A. Entradas	A1. Residuos domésticos	Tasa de generación de hogares	I-51	X									
		Grado de fraccionamiento	I-65 F				X						
	A2. Residuos comerciales, de servicios e industriales	Tasa de generación de comercios	I-52	X									
		Tasa de generación de servicios	I-53	X									
		Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municip	I-54	X									
	A3. Flujos de residuos específicos	Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.	I-56	X									
		Tasa de generación de residuos de construcción y demolición	I-57	X									
		Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos	I-58	X									
		Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores	I-59	X									
		Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil	I-60	X									
		Tasa de generación de neumáticos fuera de uso	I-61	X									
		Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles	I-62	X									
		Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	I-63	X									
	A4. Varios flujos	Evolución de la tasa de generación de residuos municipales	I-49	X	X								
		Residuos recolectados	I-64				X						
		Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario	I-90 D							X			
		Residuos eliminados (relleno sanitario, vertido controlado o incontrolado, residuos incinerados sin recuperación de energía)	I-91 A	X						X	X	X	X
B. Salidas	B1. Salidas de diversos componentes	Reutilización de flujos de residuos específicos	I-48		X								
		Residuos resultantes de limpieza viaria	I-55			X							
		Grado de separación en origen	I-66 F				X						
		Grado de pureza de materiales separados	I-67 F				X						
		Residuos valorizados y/o tratados	I-84						X				
		Tasa de recuperación de materiales en valorización	I-85						X				
		Contenido de impropios en valorización	I-86						X				
		Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)	I-88						X				X
		Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)	I-89						X				X
C. Cobertura	C1. Cobertura de limpieza viaria y recolección	Cobertura de limpieza viaria	I-32			X							
		Población atendida por el servicio de recolección	I-72			X							
		Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección	I-73			X							
D. Instalaciones y equipamiento	D1. Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Disponibilidad del servicio	I-33			X	X	X	X	X	X	X	X
		Rendimiento del trabajo	I-35 A			X	X	X	X	X	X	X	X
		Grado de aprovechamiento de contenedores	I-68			X							
		Grado de aprovechamiento de las instalaciones	I-69			X	X	X					X
		Intensidad de desplazamiento	I-70			X	X						
		Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos	I-71			X							
		Sistema de monitoreo continuo	I-83					X	X	X	X	X	X
		Vida útil disponible del vertido	I-92						X	X	X		
E. Salud pública	E1. Afectaciones a la salud pública	Riesgos relacionados con salud pública	I-74			X	X	X	X	X	X	X	X

ATRIBUTO 2.											
Aspectos sociales											
Categorías	Subcategorías	Indicadores	# del indicador	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario	Vertido controlado
A. Legislación y políticas	A1. Legislación y normatividad	Existencia de legislación	I-1								
		Cumplimiento de la legislación	I-2								
		Registro de sanciones/avisos	I-3								
		Número de sanciones por cada 10 000 habitantes	I-4								
		Existencia de instrumentos económicos	I-5								
		Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas	I-46								
		Incentivos económicos para la prevención de residuos	I-47								
	A2. Políticas y planeamiento	Planeamiento para la gestión de residuos	I-6								
		Planes y políticas para flujos de residuos específicos	I-7								
		Cumplimiento de planes o políticas	I-8								
B. Grupos de interés	B1. Comunicación y transparencia	Diagnóstico de la gestión de residuos	I-9								
		Sistema de quejas y sugerencias	I-21								
		Quejas por cada 10 000 habitantes	I-22								
		Tiempo medio de respuesta a quejas	I-23								
		Disponibilidad pública de información	I-24								
		Grado de satisfacción de los usuarios	I-25								
	B2. Concienciación y educación ambiental	Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación	I-28								
	B3. Participación	Certificaciones y auditorías	I-11								
		Procedimientos para comunicación, consulta y participación	I-26								
		Inclusión del sector informal	I-27								
C. Marco organizacional	C1. Cooperación	Cooperación institucional	I-14								
	C2. Estructuras de gestión	Coordinador del servicio	I-12								
		Asignación de funciones y responsabilidades	I-13								
	C3. Supervisión y control de los servicios	Control de la prestación de servicios	I-30			X	X	X	X	X	X
D. Desarrollo de empleados	D1. Formación, capacitación y experiencia	Perfil del personal en puestos clave	I-31			X	X	X	X	X	X
		Estrategias de capacitación y formación	I-38			X	X	X	X	X	X
	D2. Personal formal	Personal formal en los distintos componentes	I-34 A			X	X	X	X	X	X
	D3. Personal Informal	Personal informal en los distintos componentes	I-39			X	X	X	X	X	X
	D4. Salarios y prestaciones	Salario promedio comparado con el salario mínimo	I-36			X	X	X	X	X	X
		Prestaciones relacionadas con el salario	I-37			X	X	X	X	X	X
	D5. Seguridad e higiene	Aspectos relacionados con seguridad e higiene	I-40			X	X	X	X	X	X

ATRIBUTO 3. Aspectos ambientales													
Categorías	Subcategorías	Indicadores	# del indicador	Generación	Prevención	Limpieza viaaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía
A. Uso de recursos	A1. Agua	Intensidad de uso del agua	I-76			X	X	X	X	X	X	X	X
	A2. Emisiones y energía	Intensidad de consumo energético	I-44			X	X	X	X	X	X	X	X
	A3. Suelo	Intensidad de uso del suelo	I-75			X	X	X	X	X	X	X	X
B. Contaminación	B1. Agua y lixiviado	Intensidad de agua residual/lixiviado generado	I-77			X	X	X	X	X	X	X	X
	B2. Emisiones y energía	Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero	I-45			X	X	X	X	X	X	X	X
	B3. Olores	Contaminación por olores	I-82					X	X	X	X	X	X
	B4. Ruido	Contaminación por ruido	I-81					X	X	X	X	X	X
	B5. Suelo	Contaminación de suelo	I-80					X	X	X	X	X	X
C. Mitigación	C1. Agua y lixiviado	Gestión de agua residual/lixiviado generado	I-78				X	X	X	X	X	X	X
	C2. Emisiones y energía	Intensidad de energía generada	I-87						X	X	X		
	C3. Suelo	Gestión de sitios contaminados	I-41							X	X	X	
D. Otros	D1. Impacto visual	Aspectos relacionados con impacto visual	I-79			X	X	X	X	X	X	X	X

ATRIBUTO 4.
Aspectos económicos

Categorías	Subcategorías	Indicadores	# del indicador	Generación	Prevención	Limpieza viaria	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía
A. Ingresos	A1. Por cobro a hogares	Existencia de tarifa específica (hogares)	I-17										
		Capacidad de pago de los usuarios	I-18										
		Hogares que pagan el servicio	I-20										
	A2. Operacionales	Tarifas promedio de cobro de los servicios	I-43			X	X	X	X	X	X	X	X
	A3. Sustentabilidad económica	Recuperación de costos del organizador del servicio	I-19										
B. Egresos	B1. Control de presupuestos	Presupuesto para la gestión de residuos	I-15										
		Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal	I-16										
	B2. Operacionales	Costo de cada componente	I-42 A			X	X	X	X	X	X	X	X
	B3. Otros	Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita	I-10										
		Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación	I-29										
		Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos	I-50		X								

G-5

Marco conceptual alternativo de
gobernanza con indicadores

G-5. Marco conceptual alternativo de gobernanza con indicadores

NIVEL I.
Categoría de marco institucional
Indicadores
Existencia de legislación
Existencia de instrumentos económicos
Planeamiento para la gestión de residuos
Planes y políticas para flujos de residuos específicos
Diagnóstico de la gestión de residuos
Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas
Incentivos económicos para la prevención de residuos
Tarifas promedio de cobro de los servicios

NIVEL II.

Categoría de efectividad gubernamental

Indicadores

Cumplimiento de la legislación

Registro de sanciones/aviso

Número de sanciones por cada 10 000 habitantes

Cumplimiento de planes o políticas

Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita

Coordinador del servicio

Asignación de funciones y responsabilidades

Presupuesto para la gestión de residuos

Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal

Capacidad de pago de los usuarios

Grado de satisfacción de los usuarios

Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación

Control de la prestación de servicios

Cobertura de limpieza viaria

Disponibilidad del servicio

Personal formal en los distintos componentes

Rendimiento del trabajo

Salario promedio comparado con el salario mínimo

Prestaciones relacionadas con el salario

Estrategias de capacitación y formación

Aspectos relacionados con seguridad e higiene

Gestión de sitios contaminados

Costo de cada componente

Intensidad de consumo energético

Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero

Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos

Tasa de generación de comercios

Tasa de generación de servicios

Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal

Tasa de generación de residuos de construcción y demolición

Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos

Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores

Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil

Tasa de generación de neumáticos fuera de uso

Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles

Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Residuos recolectados

Grado de aprovechamiento de contenedores

Grado de aprovechamiento de las instalaciones

Intensidad de desplazamiento

Frecuencia de lavado de contenedores/vehículos

Población atendida por el servicio de recolección

Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección

Riesgos relacionados con salud pública

Intensidad de uso del suelo

Intensidad de uso del agua

Intensidad de agua residual/lixiviado generado

Gestión de agua residual/lixiviado generado
Aspectos relacionados con impacto visual
Contaminación de suelo
Contaminación por ruido
Contaminación por olores
Sistema de monitoreo continuo
Tasa de recuperación de materiales en valorización
Contenido de impropios en valorización
Intensidad de energía generada
Residuos no peligrosos generados (después de valorización o incineración)
Residuos peligrosos generados (después de valorización o incineración)
Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario
Residuos eliminados (relleno sanitario, vertido controlado o incontrolado, residuos incinerados sin recuperación de energía)
Vida útil disponible del vertido

NIVEL III.

Categoría de transparencia y rendición de cuentas

Indicadores

Existencia de tarifa específica

Recuperación de costos del organizador del servicio

Tiempo medio de respuesta a quejas

Disponibilidad pública de información

NIVEL IV.

Categoría de participación

Indicadores

Hogares que pagan el servicio

Sistema de quejas y sugerencias

Quejas por cada 10 000 habitantes

Procedimientos para comunicación, consulta y participación

Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación

Reutilización de flujos de residuos específicos

Evolución de la tasa de generación de residuos municipales

Tasa de generación de hogares

Residuos resultantes de limpieza viaria

Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.

Grado de fraccionamiento

Grado de separación en origen

Grado de pureza de materiales separados

Residuos valorizados y/o tratados

NIVEL V.

Categoría de creación de redes

Indicadores

Certificaciones y auditorías

Cooperación institucional

Inclusión del sector informal

Personal informal en los distintos componentes

NIVEL VI.

Categoría de control de la corrupción

Indicadores

Perfil del personal en puestos clave

G-6

Fichas metodológicas de los indicadores

Indicador I-1 Existencia de legislación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de legislación marco actualizada sobre gestión de residuos, además de otras leyes y reglamentos relacionados.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe legislación nacional y/o local específica sobre gestión de residuos?. Si la respuesta es SI se debe completar la tabla I-1 para poder evaluar el indicador: a) realizar una lista con el nombre de las leyes o reglamentos, su año de publicación y/o última actualización. En el análisis quedan excluidas leyes o reglamentos que solamente incluyan la gestión de residuos como un tema, por ejemplo, leyes generales sobre medio ambiente o sobre contaminación. b) seleccionar cual es la legislación marco (si es que existe). c) clasificar las etapas de la gestión de residuos incluidas en cada legislación o reglamento listado. Se sugiere incluir la evaluación de los niveles superiores (regional, nacional, etc.), ya que la estructura jerárquica de la legislación de cada país es diferente, en ocasiones los aspectos legales quedan regulados por leyes superiores u otras legislaciones relacionadas, cubriendo deficiencias del marco local. Una vez completada la tabla I-1, contestar Si/Parcialmente/No

Información base para su cálculo

95 96

Documentos anexos

Tabla I-1.

Limitaciones del indicador

Aunque no se incluye o evalúa explícitamente dentro del indicador, se sugiere revisar si la legislación local está alineada a la legislación nacional.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si (existe una legislación marco a nivel local y otras leyes o reglamentos relacionados)

Desempeño regular

Parcialmente (sólo existe una legislación marco y no hay otras leyes o reglamentos relacionados)

Desempeño deficiente

No (no existe legislación marco)

Indicador I-2 Cumplimiento de la legislación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa el nivel de cumplimiento de la legislación existente sobre gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Cómo es el estatus de cumplimiento de la legislación existente?. Completar la tabla I-2 para poder evaluar el indicador. Calificar los aspectos que el nivel o ente evaluado debe supervisar o controlar. Se puede realizar una lista de verificación con los aspectos que deben cumplirse de la legislación o a partir de lo publicado en planes/programas o directamente de la legislación. En caso de que existan reportes publicados respecto al cumplimiento, reportar como referencia. Una vez completada la tabla I-2, contestar Si/Parcialmente/No

Información base para su cálculo

97 98 95 96

Documentos anexos

Tabla I-2.

Limitaciones del indicador

Quando se realiza a un nivel macro, la evaluación del cumplimiento del marco legal puede convertirse en algo subjetivo y complejo, si no existen por un lado registros detallados de las inspecciones y sanciones realizadas, y por otro reglamentos, normas y/o guías que instrumenten su implementación. Sin embargo, es un indicador que, complementado con otros, puede brindar una visión de como se encuentra actualmente el sistema de gestión de residuos.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si (cumplimiento elevado)

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No (no se cumple/no se sabe el estatus de cumplimiento)

Indicador I-3 Registro de sanciones/avisos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si se lleva un registro de las sanciones/avisos relacionadas con la gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Opera de forma regular el registro de las sanciones/avisos relacionadas con la gestión de residuos municipales?. No es válido si no ha funcionado en más de un año. Si la respuesta es SI se debe completar la tabla I-3 para poder evaluar el indicador, especificando las características del sistema de registro. El sistema de registro puede existir en una o varias modalidades a la vez y ser válido: digital, impreso, en plataforma web, etc. Se pueden considerar válidos los registros aplicados por el operador del servicio: a) cualquier tipo de sanción de acuerdo a la legislación vigente, b) imputada a cualquier persona física o empresa/institución.

Información base para su cálculo

101

Documentos anexos

Tabla I-3.

Limitaciones del indicador

Las sanciones corresponden a un incumplimiento de la legislación vigente, por lo que pueden correlacionarse con el indicador "Cumplimiento de la legislación". Sin embargo se debe ser cauteloso porque, aún con un sistema de registro en funcionamiento, es posible que no se utilice de manera adecuada. Cuanto más detallado sea el registro y seguimiento de las sanciones/avisos, puede brindar mejor visión del estado de un sistema de gestión de residuos.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-4 Número de sanciones por cada 10 000 habitantes

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Número de sanciones registradas al año/10 000 habitantes

Descripción breve

Evalúa el número de sanciones registradas sobre la gestión de residuos, relacionada con la cantidad de habitantes.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Número de sanciones por cada 10 000 habitantes= (Número de sanciones referentes a gestión de residuos municipales registradas al año/población total del área evaluada)*10 000. Si existe información detallada sobre las sanciones se puede evaluar el % correspondiente a cada etapa de la gestión de residuos y así obtener una valoración sencilla de las deficiencias del sistema (tomar en cuenta las limitaciones del indicador). Se pueden considerar válidos los registros aplicados por el operador del servicio: a) cualquier tipo de sanción de acuerdo a la legislación vigente, b) imputada a cualquier persona física o empresa/institución.

Información base para su cálculo

37 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Este indicador no valora la gravedad y tipo de sanción, sólo la cantidad. Su utilidad depende completamente de cómo se realice el registro de las sanciones (si realmente se registran todas las sanciones aplicadas). Se podría utilizar para detectar que componente del sistema tiene deficiencias, en caso de que exista la información detallada.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤5

Desempeño regular

>5- ≤15

Desempeño deficiente

>15

Indicador I-5 Existencia de instrumentos económicos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de instrumentos económicos y que promuevan todas las etapas de gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existen instrumentos económicos que promuevan la ejecución de alguna etapa de la gestión de residuos?. Si la respuesta es SI, se debe completar la tabla I-5 para poder evaluar el indicador. Se puede realizar primero un listado con los instrumentos económicos existentes a partir de la legislación vigente. Debe realizarse una evaluación del nivel superior al que se evalúe (nacional, regional, municipal) porque existen instrumentos aplicables a varios niveles. Los resultados obtenidos se puede relacionar con qué etapa de la jerarquía de gestión de residuos se está "potenciando" más.

Información base para su cálculo

95 96 97 98 102

Documentos anexos

Tabla I-4.

Limitaciones del indicador

Puede ser posible que, cuando se realice la evaluación de un nivel determinado, se desconozcan los instrumentos económicos de niveles superiores, sesgando la evaluación.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-6 Planeamiento para la gestión de residuos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Políticas y planeamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Si pero publicado por un nivel superior/No

Descripción breve

Evalúa la existencia y vigencia de un plan integral para la gestión de residuos publicado por la entidad evaluada o por un nivel superior.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe un plan marco o integral para la gestión de residuos municipales?. Si la respuesta es SI, o publicado por un nivel superior, completar la tabla I-6. Solamente deben incluirse planes o programas marco, los correspondientes a flujos de residuos específicos (dentro de los municipales) se evalúan en el "Planes y políticas para flujos de residuos específicos".

Información base para su cálculo

97 98

Documentos anexos

Tabla I-5.

Limitaciones del indicador

Aunque no se incluye o evalúa explícitamente dentro del indicador, se sugiere revisar si los planes locales están alineados al planeamiento nacional.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Si (por lo menos existe un plan marco local y está vigente)	Si pero publicado por un nivel superior (existe el plan marco y está vigente)	No

Indicador I-7 Planes y políticas para flujos de residuos específicos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Políticas y planeamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Si pero publicado por otra entidad/No

Descripción breve

Evalúa la existencia y vigencia de planes o políticas para la gestión de flujos de residuos específicos (residuos peligrosos municipales u otros considerados prioritarios) publicados por la entidad evaluada o por otra entidad (un nivel superior, iniciativa privada a través de Responsabilidad Extendida del Productor -REP-, etc.)

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existen planes o políticas para el manejo de flujos de residuos específicos?. Se deben considerar los planes y políticas de todos los flujos de residuos específicos municipales o prioritarios que sean de aplicables a la zona evaluada, independientemente quien los haya publicado. Si la respuesta es SI o publicado por otra entidad, se solicita un listado de los flujos específicos de residuos contemplados o prioritarios, completando la tabla I-7 para poder evaluar el indicador.

Información base para su cálculo

99 100

Documentos anexos

Tabla I-6.

Limitaciones del indicador

Cuando los planes y políticas para el manejo de flujos de residuos específicos han sido publicados un nivel superior, puede volver complicada la instrumentalización en la práctica. Por esto se debe complementar con la respuesta del indicador "Cumplimiento de planes o políticas". Aunque no se incluye o evalúa explícitamente dentro del indicador, se sugiere revisar si los planes locales están alineados al planeamiento nacional.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si (por lo menos existe un plan local y está vigente)

Desempeño regular

Si pero publicado por otra entidad (existe por lo menos un plan y está vigente)

Desempeño deficiente

No

Indicador I-8 Cumplimiento de planes o políticas

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Políticas y planeamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa el cumplimiento de los planes integrales y de flujos de residuos específicos aplicables a la entidad evaluada.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Se cumplen las planeaciones de gestión de residuos?. Completar la tabla I-8 para poder evaluar el indicador. Se podría relacionar con objetivos o metas de cumplimiento cuantitativas (por ejemplo, toneladas enviadas a reciclaje o a disposición final adecuada). Se puede realizar una lista de verificación a partir de lo planteado en los planes/programas y a partir de ahí verificar su cumplimiento. En caso de que se tengan publicados y disponibles indicadores para evaluar el cumplimiento de los planes/programas, utilizar como referencia para evaluar este indicador.

Información base para su cálculo

97 98

Documentos anexos

Tabla I-7.

Limitaciones del indicador

La evaluación del cumplimiento de un plan o política puede volverse subjetivo, dependiendo de la claridad de lineamientos, objetivos y/o metas descritas, así como del establecimiento de fechas límite para la consecución de objetivos.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-9 Diagnóstico de la gestión de residuos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Políticas y planeamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si se ha realizado un diagnóstico integral de todo el sistema de manejo y otros estudios complementarios sobre gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Se han realizado estudios para evaluar la situación actual de la gestión de los residuos?. Si la respuesta es SI, completar la tabla I-9 para poder evaluar el indicador. Tomar en cuenta estudios que se realizan de manera puntual, no confundir con mediciones en continuo (por ejemplo, medición diaria de las toneladas de ingreso de residuos a vertido final, etc.).

Información base para su cálculo

103 104

Documentos anexos

Tabla I-8.

Limitaciones del indicador

En muchas ocasiones el conocimiento de la existencia de un diagnóstico depende de la continuidad durante los cambios de gobierno o de personal (falta de una adecuada entrega-recepción, se pierden documentos, etc.). Por ello el indicador, puede llegar a valorarse de manera inadecuada, para evitarlo es deseable abordar todas las fuentes posibles para conocer esta información clara y detalladamente, y minimizar esta limitante.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-10 Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos	X			
Sub-categoría	Otros	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	Presupuesto anual(USD\$)/habitante ó No existe presupuesto para I+D+i

Descripción breve

Evalúa el presupuesto anual destinado en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en gestión de residuos y relacionado con la cantidad de habitantes.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Presupuesto anual/habitante=(Presupuesto total anual para I+D+i en gestión de residuos en USD\$/población total del área evaluada) ó $\sum$ (Inversión anual en proyectos de I+D+i en prevención, preparación para la reutilización, reciclaje, otros tipos de valorización y eliminaciónUSD\$/población total del área evaluada). Usar de apoyo la tabla I-10 Considerar solamente: a) Fondos públicos, b) Fondos públicos con co-participación de otras entidades (Iniciativa privada, Universidades, Centros de Investigación, entre otros).

Información base para su cálculo

7 8 9 10 11 12 1

Documentos anexos

Tabla I-9.

Limitaciones del indicador

Lo ideal es que en la información complementaria solicitada para el indicador, se tenga la inversión desglosada en cada una de las etapas de gestión de residuos, para valorar cual de ellas se está potenciando.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno ≥0,5	Desempeño regular <0,5- ≥0%	Desempeño deficiente No existe inversión en I+D+i

Indicador I-11 Certificaciones y auditorías

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Participación	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Creación de Redes				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	Número de certificaciones

Descripción breve

Evalúa la existencia de certificaciones otorgadas a la entidad evaluada.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe alguna de las siguientes certificaciones para el sistema gestión de residuos? Se puede seleccionar más de una opción. a) Sistemas de Gestión Ambiental y/o ISO 14001, b) Gestión de la calidad y/o ISO 9001, c) Auditorías ambientales y certificaciones relacionadas, d) Seguridad, higiene y salud en el trabajo (OSHA 18000 o relacionadas), e) Otras certificaciones (especificar cuáles)_____. En otras certificaciones son válidas aquellas otorgadas por entidades independientes o terceros (ya sean locales, nacionales, internacionales). Cada certificación que se tenga se contabiliza para reportar en el indicador. No son válidas aquellas que estén aún en proceso de certificación, solamente las que estén vigentes en el momento de realizar la evaluación del indicador.

Información base para su cálculo

105

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Aunque este indicador no necesariamente puede considerarse indispensable para evaluar la eficacia y eficiencia del sistema, la existencia de diversas certificaciones informa del interés de evolucionar la gestión de residuos en diversos aspectos (se tiene que invertir dinero, organización, capacidad humana, etc.).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥1

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

0

Indicador I-12 Coordinador del servicio

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Marco organizacional	X			
Sub-categoría	Estructuras de gestión	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de una entidad responsable de coordinar la gestión de residuos o si existe fragmentación/duplicidad de responsabilidades.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Seleccione la opción que más se ajuste a la situación actual en la gestión de residuos (ver la tabla I-12 como apoyo): a) SI: Existe una sola instancia que es responsable de asegurar que los servicios de gestión de residuos sólidos se planifiquen, realicen y financien (existe una coordinación central) y cada responsabilidad de la gestión de residuos está claramente asignada a alguna entidad o departamento (existe claridad sobre quién lo debe hacer). El coordinador central puede existir aunque no ejecute directamente todas las funciones (planificar, operar el servicio o ejercer el presupuesto). b) PARCIALMENTE: Aunque no existe un coordinador central para planificar, ejecutar y proveer de financiamiento, cada responsabilidad de la gestión de residuos está claramente asignada a alguna entidad o departamento (existe claridad sobre quién lo debe hacer) c) NO: Existe dificultad para identificar y/o duplicidad de responsabilidades entre las entidades involucradas. Para facilitar la selección de la opción se puede: 1) Identificar y contabilizar el número de entidades dentro del nivel evaluado, con responsabilidades de gestión de residuos. 2) Evaluar que las funciones de organización del servicio (planificar, ejecutar y financiar) recaen sobre un solo nodo, es decir, evaluar la interdependencia de las funciones entre las diferentes entidades. Usar como apoyo los documentos que se solicitan en la información base (organigramas, reglamento interno, perfiles de puesto). En el caso de mancomunidades/intermunicipalidades: se debe incluir la información de la mancomunidad+municipio para poder realizar la evaluación como se ha explicado (usualmente la mancomunidad es la que coordina total o parcialmente la gestión de residuos).

Información base para su cálculo

106 107 108 109

Documentos anexos Limitaciones del indicador

Tabla I-10.

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-13 Asignación de funciones y responsabilidades

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Marco organizacional	X			
Sub-categoría	Estructuras de gestión	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si existe una clara definición y asignación de funciones y responsabilidades al interior del departamento de gestión de residuos sólidos y/o de cada departamento con alguna responsabilidad.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Del listado de entidades y responsabilidades evaluados en el indicador "Coordinador del servicio", responder lo siguiente: ¿Existe un organigrama detallado del departamento de gestión de residuos sólidos y/o de cada departamento con alguna responsabilidad (¿está claro dentro de la estructura organizacional que debe ejercer cada puesto y quién es responsable de ejecutar la función?). Se debe evaluar a cada entidad involucrada, integrando las respuestas como sigue: Si=todas las entidades cumplen (tienen organigrama y claridad en las funciones, sin duplicidad de responsabilidades), Parcialmente= algunos cumplen y otros no (algunos tienen organigrama y claridad en las funciones, sólo algunas responsabilidades duplicadas), No= ninguna de las entidades cumple (sin organigrama, no hay claridad en funciones y responsabilidades). Usar como apoyo los documentos que se solicitan en la información base (organigramas, reglamento interno, perfiles de puesto). En el caso de mancomunidades/intermunicipalidades: se debe incluir la información de la mancomunidad+municipio para poder realizar la evaluación como se ha explicado (usualmente la mancomunidad asume total o parcialmente funciones y responsabilidades en la gestión de residuos).

Información base para su cálculo

106 107 108 111

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-14 Cooperación institucional

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Marco organizacional	X			
Sub-categoría	Cooperación	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Creación de Redes				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si existe cooperación con otras entidades para crear sinergias en diversos aspectos de la gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe cooperación y/o coordinación con otras dependencias gubernamentales, no gubernamentales, entidades privadas, agencias u otras?. Si la respuesta es SI, completar la tabla I-14 para poder evaluar el indicador.

Información base para su cálculo

97 98 106 107 108 118 119

Documentos anexos

Tabla I-11.

Limitaciones del indicador

Sólo se evalúa en el indicador la existencia o no de diversos tipos de cooperación, pero no se evalúa el efecto de esta cooperación en la gestión de residuos. Para ello sería necesario un análisis más detallado de lo que se recopile en la tabla I-14.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-15 Presupuesto para la gestión de residuos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos	X			
Sub-categoría	Control de presupuestos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de un presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe un presupuesto específico asignado para la gestión de residuos?. Si o No. Aunque no exista un ente (s) específico (s) que coordine o centralice toda la gestión de residuos, se considera un presupuesto específico cuando todos los egresos están claramente diferenciados de otros servicios (por ejemplo, combustible, mantenimiento, sueldos, etc.), Se puede ver como apoyo la tabla I-15, ejemplos de gastos.

Información base para su cálculo

120

Documentos anexos

Tabla I-12.

Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-16 Porcentaje del presupuesto de aseo respecto al presupuesto municipal

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos	X			
Sub-categoría	Control de presupuestos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa el porcentaje de presupuesto municipal que corresponde a la gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = \text{Presupuesto total para la gestión de residuos (sea municipal, regional/estatal, etc., según sea el caso)} \times 100 / \text{Presupuesto total (sea municipal, regional/estatal, etc., según sea el caso)}$. Para el caso del presupuesto para la gestión de residuos puede usarse de guía la tabla I-15, sobre todo si no se tiene un presupuesto específico y diferenciado, para detectar y reportar que gastos/egresos no se están incluyendo en el cálculo del indicador.

Información base para su cálculo

3 4

Documentos anexos

Tabla I-12.

Limitaciones del indicador

En algunos países la información puede verse limitada en dos casos: a) que el presupuesto de gestión de residuos aún esté combinado con otros servicios públicos y sea imposible diferenciarlo, b) que sólo se tenga información parcial, por ejemplo, correspondiente a sólo un componente (por ejemplo, recolección, vertido, etc.). En ambos casos, si se realiza el cálculo de algún indicador, deberá especificarse que tipo de información se ha utilizado y las limitaciones.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

$\leq 15 - \geq 10\%$

Desempeño regular

$< 10 - \geq 5\%$ ó $> 15 - \leq 20\%$

Desempeño deficiente

< 5 ó $> 20\%$

Indicador I-17 Existencia de tarifa específica (hogares)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos	X			
Sub-categoría	Por cobro a hogares	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Transparencia y Rendición de Cuentas				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de una tarifa específica para el cobro del servicio de gestión de residuos a los ciudadanos dentro del área evaluada.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe una tasa específica cobrada a los usuarios (hogares) por la gestión de residuos?. Si o No. Puede existir la tarifa aunque sea cobrada de forma conjunta/indirectamente con otros servicios (por ejemplo, se especifica un rubro cobrado por gestión de residuos en algunos recibos de agua ó electricidad, impuestos de propiedad, etc.), siempre y cuando esté claramente especificada y diferenciada. Se debe considerar solamente el cobro de la gestión de residuos a hogares.

Información base para su cálculo

121

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En este indicador queda directamente plasmado la forma en la que se realiza el cobro (en conjunto con otros servicios, etc.), pero es recomendable documentarlo en las observaciones del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-18 Capacidad de pago de los usuarios (hogares)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos	X			
Sub-categoría	Por cobro a hogares	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa la capacidad de pago de los usuarios del sistema (hogares) de gestión de residuos, comparando la tarifa media anual vs. el ingreso medio anual

Descripción metodológica

Método de cálculo

Capacidad de pago (hogares)=(Tarifa media anual por hogar X 100)/ el ingreso medio anual de los hogares.

Información base para su cálculo

2 5

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Tanto el ingreso como la tarifa usadas para el cálculo son un promedio, por lo que el indicador puede ocultar diferencias entre estratos económicos o diferentes tarifas existentes.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤1%

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

>1%

Indicador I-19 Recuperación de costos del organizador del servicio

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos	X			
Sub-categoría	Sustentabilidad económica	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Transparencia y Rendición de Cuentas				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa el % de gastos recuperados por la administración organizadora del sistema de gestión de residuos a través de los diferentes ingresos generados.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = (\text{Ingresos al año} \times 100) / \text{Presupuesto total para la gestión de residuos al año}$ (sea municipal, regional/estatal, etc., según sea el caso). Los ingresos pueden incluir uno o varios de los siguientes (exceptuando subvenciones o subsidios para gasto corriente entregados por algún ente gubernamental o de ayuda internacional): a) Tasas específicas cobradas a hogares, comercios, servicios, industria, b) Tasas cobradas por disposición final, c) Venta de materiales para reciclaje o valorización, d) Ingresos por sanciones, e) Ingresos por venta de energía o combustibles; f) Ingresos por cobro de derechos por trámites o licencias relacionadas con manejo de residuos, ventas de bases de licitación, g) Ingresos por productos financieros. Si no se tiene información detallada o completa de ingresos, debe calcularse por lo menos con la cantidad de ingresos cobrados directamente a través de tasas a usuarios.

Información base para su cálculo

4 6

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En algunos países la información puede verse limitada en dos casos: a) que el presupuesto de gestión de residuos aún esté combinado con otros servicios públicos y sea imposible diferenciarlo, b) que sólo se tenga información parcial, por ejemplo, correspondiente a sólo un componente (por ejemplo, recolección, vertido, etc.). En ambos casos, si se realiza el cálculo de algún indicador, deberá especificarse que tipo de información se ha utilizado y las limitaciones.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno ≥90%	Desempeño regular <90- >50%	Desempeño deficiente ≤50%

Indicador I-20 Hogares que pagan el servicio

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos	X			
Sub-categoría	Por cobro a hogares	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Porcentaje de hogares usuarios del servicio que lo pagan. Se centra en el número de usuarios, no en los costos totales que pagan.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Porcentaje de hogares que pagan el servicio= (Hogares que pagan el servicio/Hogares que reciben servicio de recolección)*100.
El pago del servicio puede hacerse directamente (cargo directo al hogar/usuario) o indirectamente (impuestos de propiedad, cargos de servicios comunales o una factura de servicios públicos o un componente de una factura de servicios públicos vinculada a cuentas de agua/tratamiento de agua o electricidad). Wilson, David C. et al. 2015. "Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities." Waste Management 35: 329–42.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>.

Información base para su cálculo

15 16

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Se debe relacionar con el indicador de cobertura del servicio de recolección como complemento, ya que puede suceder que no todos los hogares reciban servicio.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥75%

Desempeño regular

<75- ≥25%

Desempeño deficiente

<25%

Indicador I-21 Sistema de quejas y sugerencias

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Comunicación y transparencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si se tiene implementado un sistema para la recepción, registro, procesamiento y respuesta a quejas y sugerencias

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Se tiene implementado un sistema para recepción, registro, procesamiento y respuesta a quejas y sugerencias?. a) Si (está en funcionamiento y tiene un proceso claro de recepción, seguimiento y respuesta), b) Parcialmente (se da seguimiento o respuesta a quejas y sugerencias, pero no se documenta el proceso) ó (no se da seguimiento ni respuesta a las quejas y sugerencias, aunque exista la recepción), c) No (no existe nada, ni sistema de recepción, por lo tanto tampoco de respuesta). Un sistema de recolección, procesamiento y respuesta a quejas y sugerencias puede incluir uno o varios de los siguientes medios: digital, vía web, teléfono, redes sociales electrónicas, integrada con una red de retroalimentación municipal con inspectores comunitarios* o documentación en papel. *Como el caso de la Swabhimana platform, en Bengaluru, India. (UN-HABITAT. 2010). En el caso de mancomunidades/intermunicipalidades: se debe incluir la información de la mancomunidad+municipio para poder realizar la evaluación como se ha explicado (usualmente la mancomunidad es la que coordina total o parcialmente la gestión de residuos).

Información base para su cálculo

122 123

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Todo sistema de quejas puede verse influido por: 1) una buena o mala organización del servicio (lo que dará motivo a más o menos quejas), 2) la participación activa y honesta de los usuarios para un adecuado registro. Cuando el sistema de registro es completamente funcional y sistemático se puede tomar como una medida indirecta de la participación ciudadana activa, de su interés por temas de gestión de residuos y de su nivel de concienciación. Aunque actualmente se privilegia el uso de plataformas digitales para el registro de este tipo de información, no significa que la información siempre sea pública, lo cual se evalúa con el indicador "Disponibilidad pública de información"

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Si	Parcialmente	No

Indicador I-22 Quejas por cada 10 000 habitantes

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Comunicación y transparencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	# quejas/10 000 habitantes/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de quejas recibidas sobre el sistema de gestión de residuos municipales en un año, relacionada con la cantidad de habitantes.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Número de quejas por cada 10 000 habitantes= (Número de quejas referentes a gestión de residuos municipales registradas en un año/población total del área evaluada)*10 000. Si existe información detallada sobre las quejas se puede evaluar el % correspondiente a cada etapa de la gestión de residuos y obtener una valoración sencilla de las deficiencias del sistema percibidas por los usuarios (tomar en cuenta las limitaciones del indicador). Se debe tener cuidado en este aspecto: aunque alguna etapa de la gestión de residuos sea eficaz y eficiente, puede recibir quejas solamente por la percepción de los usuarios, que puede deberse a una inadecuada comunicación entre usuario-prestador del servicio, por ejemplo.

Información base para su cálculo

20 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Es un indicador que debe interpretarse de manera cuidadosa, ya que mayor o menor cantidad de quejas, no significa que el sistema de gestión de residuos sea mejor o peor, tal y como se mencionó en el indicador "Sistema de quejas y sugerencias", es parcialmente influido por la participación activa de los usuarios; por ejemplo, usuarios más concienciados y participativos pueden generar más reclamaciones, aunque el sistema de gestión de residuos no sea ineficiente o por el propio sistema de registro de quejas (que sea completamente funcional o no).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
≤10	>10- ≤50	>50

Indicador I-23 Tiempo medio de respuesta a quejas

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Comunicación y transparencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Transparencia y Rendición de Cuentas				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Días

Descripción breve

Evalúa el tiempo promedio de respuesta a las quejas

Descripción metodológica

Método de cálculo

Calcular los días promedio del proceso de seguimiento que se le da a las quejas hasta la obtención de una respuesta, que no es necesariamente la solución al problema. Si se tiene un "Sistema de quejas y sugerencias" el sistema debería registrar ese tiempo.

Información base para su cálculo

21

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Ya que se reporta un promedio, puede ocultar variaciones importantes en el tiempo de respuesta.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤5

Desempeño regular

>5- ≤15

Desempeño deficiente

>15

Indicador I-24 Disponibilidad pública de información

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Comunicación y transparencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Transparencia y Rendición de Cuentas				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si está disponible públicamente información sobre diversos aspectos del sistema de gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Está públicamente disponible la siguiente información, relativa al sistema de gestión de residuos?: a) Datos sobre el servicio (días y horarios de recolección, ubicación de puntos limpios, solicitudes sobre servicios especiales, etc.); b) Indicadores y/o mediciones del sistema de monitoreo continuo o evaluando metas y objetivos; c) Estudios, diagnósticos, reportes u otros similares; d) Quejas y sugerencias realizadas y su respuesta; e) Presupuestos, costos, inversiones y otros aspectos económicos. Si se cumplen las 5 opciones la respuesta es SI (que implica que están disponibles y actualizados con fecha máximo de antigüedad de dos años), en caso de cumplir una o más es PARCIALMENTE, cuando no se cumple ninguna opción es NO. Se considera que la información está disponible públicamente si: 1) ha sido transmitida o publicada por algún medio (informes anuales, páginas web, un sistema nacional de información sobre residuos, etc.); 2) cuando puede transmitirse porque el usuario realiza una solicitud de información (exceptuando la información protegida, dependiendo de la legislación de cada país).

Información base para su cálculo

124 125 126 103 104 97 98

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Evalúa la disponibilidad pública de la información, pero no su calidad.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Si	Parcialmente	No

Indicador I-25 Grado de satisfacción de los usuarios

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Comunicación y transparencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Satisfechos/No satisfechos/ No se realiza encuesta

Descripción breve

Evalúa la satisfacción de la población respecto al funcionamiento del sistema de gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Grado de satisfacción de usuarios obtenido a través de encuesta: a) No se realiza encuesta, b) No satisfechos: se realiza encuesta y sólo están satisfechos o conformes entre un 69% a un 0% de la población (o han otorgado una calificación al servicio menor de 7/10 o su equivalente), c) Satisfechos: se realiza encuesta y además están satisfechos $\geq 70\%$ de la población (o han otorgado una calificación al servicio mayor a 7/10 o su equivalente). Debido a la diversidad de mecanismos para la evaluación de la satisfacción del usuario, satisfacción puede implicar uno o varios de los siguientes conceptos: puntualidad, amabilidad de atención, efectividad, rapidez en resultados, etc. Si se aplicó la encuesta a una muestra de la población, se toma como válida para interpolar la cantidad de usuarios satisfechos respecto a la población total servida. Se debe ser cuidadoso al tomar la información de las encuestas aplicadas si sólo fueron dirigidas a un sector específico o sólo a usuarios servidos con recolección o a toda la población en general. No es necesario que la evaluación haya sido realizada directamente por el municipio o por la entidad que gestiona los residuos, también es válido si es realizada por algún ente externo (por ejemplo, comités de vigilancia ciudadana, Universidad o Centro de investigación, etc.). (Valores propuestos en base a: Observatorio ciudadano de León, 2012. Ministerio del interior, 2007. Iniciativa de las Cámaras de Comercio de Cali y de Bogotá, 2012. Secretaría general, 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012).

Información base para su cálculo

127

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

El indicador no evalúa la manera en la que se realizó la encuesta, la calidad/consistencia durante su aplicación y procesamiento de la información, ni si el tamaño de muestra (cuando sea el caso) fue suficiente. Tampoco se evalúa si el resultado es efectivamente usado como un mecanismo de retroalimentación del sistema de gestión de residuos.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Satisfechos	No satisfechos	No se realiza encuesta de satisfacción

Indicador I-26 Procedimientos para comunicación, consulta y participación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Participación	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/No

Descripción breve

Evalúa la existencia y funcionalidad de procedimientos para comunicación, consulta y participación de los grupos de interés.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Primero, identificar a los grupos de interés, usando como apoyo la tabla I-26. Segundo, contestar SI (si han participado todos o la mayoría de los grupos de interés) o No (si sólo han participado algunos o ningún grupo de interés): ¿Existen y funcionan procedimientos para comunicación, consulta y participación de la población y/o de los grupos de interés en...?: a) Mejoras en los servicios; b) Formulación de políticas y legislación; c) Establecimiento de metas, objetivos, planeamiento; d) Participación en proyectos específicos; e) Otros diferentes a los mencionados (especificar cuáles). Si se ha contestado a una o más de las opciones con SI, la evaluación del indicador es Si. Los buzones de quejas y sugerencias quedan excluidos de este indicador porque ya han sido evaluados previamente (indicador: "Sistema de quejas y sugerencias"). En el caso de políticas, metas, objetivos y planeamiento, puede realizarse una revisión a partir de lo publicado en los planes/programas de residuos vigentes, y verificar la participación efectiva de grupos de interés en su formulación.

Información base para su cálculo

97 98 124 128 129

Documentos anexos

Tabla I-13.

Limitaciones del indicador

No se evalúa si la participación de grupos de interés está legalmente fundamentada. Tampoco evalúa el impacto y profundidad de la inclusión de grupos de interés: 1) No permite detectar si efectivamente, se han considerado a todos los grupos de interés existentes. 2) Tampoco el nivel o compromiso de participación de cada grupo de interés como una parte activa de la gestión de residuos. 3) Efectividad de la comunicación y retroalimentación con los actores (integración real de su perspectiva y expectativas a la política, legislación, metas, etc.).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-27 Inclusión del sector informal

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Participación	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Creación de Redes				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si se tiene implementado un plan de inclusión para el sector informal de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Debe tomarse en cuenta a TODO el sector informal existente en la gestión de residuos para contestar este indicador: ¿Existe y está implementado un plan de inclusión para la mejora de las condiciones del sector informal?, contestar Si ó No a las siguientes opciones: a) Existe un diagnóstico sobre su situación actual, b) Existen convenios, acuerdos o similares para cooperación con el sector informal (por ejemplo inscripción voluntaria en un padrón) c) Han participado o han sido considerados en la formulación de políticas, legislación, planes, metas, objetivos, proyectos, etc. (ver en el indicador: Procedimientos para comunicación, consulta y participación) d) Existe un plan de inclusión con acciones para mejorar las condiciones laborales y/o de calidad de vida de los recuperadores (formalización de contratos, seguro de salud, etc.). También se considera esta opción cuando los apoyos vienen de otras entidades diferentes al proveedor del servicio (existen sindicatos que incluyen sector formal e informal por ejemplo). En el caso de inciso c) ó d) se debe revisar en los planes/programas vigentes si existe evidencia de participación o inclusión. SI: si en cuatro ó tres opciones. PARCIALMENTE: si en dos ó una opción. NO: ninguna se contestó con si.

Información base para su cálculo

95 96 97 98 119 128 129 130 131

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Evalúa si se tiene implementado, no evalúa el impacto real que tiene sobre el sector informal o si fue construido a partir de necesidades reales.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-28 Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Grupos de interés	X			
Sub-categoría	Concienciación y educación ambiental	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa en qué proporción de la población se han implementado acciones de educación ambiental y concientización específicos sobre gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

%= Número de habitantes que han recibido educación ambiental y concientización en materia de gestión de residuos al año/Número total de habitantes. La educación formal (incluida en currículas de escuelas, institutos y Universidades, etc.) queda excluida, se deben considerar solamente actividades de educación no formal, comunicación educativa y similares como: campañas, eventos, talleres, pláticas, conferencias, actividades lúdicas, etc. Pueden existir iniciativas sobre educación y concientización que no sean realizadas directamente por el municipio, deben contabilizarse e incluirse aquí; por ejemplo, realizadas por ONG, empresas privadas a cargo de la recolección de un flujo de residuo específico, etc.; sin embargo se debe describir claramente dentro de la evaluación del indicador, quién o quienes realizan estas acciones. Si las acciones de educación ambiental son realizadas en conjunto, también se deben ver reflejadas en el indicador de cooperación institucional.

Información base para su cálculo

22 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

No evalúa a qué grupos de interés específicos va dirigido el plan de educación y concientización.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥5%

Desempeño regular

<5- ≥0%

Desempeño deficiente

0

Indicador I-29 Gasto per cápita en educación ambiental y concienciación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos	X			
Sub-categoría	Otros	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida USD\$/habitante/año

Descripción breve

Evalúa el presupuesto anual destinado para educación ambiental relacionado con la cantidad de habitantes.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Gasto anual per cápita en educación ambiental y concienciación enfocado a gestión de residuos=Gasto total anual/habitantes totales. Al igual que el indicador "Población para la cual están implementadas acciones de educación ambiental y concienciación" la educación formal (incluida en currículas de escuelas, institutos y Universidades, etc.) queda excluida. Si hay personal contratado y dedicado exclusivamente a educación ambiental se debe incluir su sueldo en el gasto, así como todo gasto corriente derivado (incluir los gastos derivados de actividades de educación no formal como: campañas, eventos, talleres, pláticas, conferencias, actividades lúdicas, etc.), se puede usar la tabla I-15 de apoyo para ver los gastos que pueden incluirse.

Información base para su cálculo

13 1

Documentos anexos

Tabla I-12.

Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥5

Desempeño regular

<5- ≥0

Desempeño deficiente

0

Indicador I-30 Control de la prestación de servicios

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Marco organizacional				X
Sub-categoría	Supervisión y control de los servicios	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si se lleva una supervisión y control adecuados de la prestación de los servicios, sean públicos o concesionados.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Los servicios están adecuadamente supervisados? Puede evaluarse mediante las siguientes acciones del personal de control y supervisión: a) ¿Hay una clara separación de los roles de prestación del servicio vs. vigilancia y control?, b) ¿El personal es consciente de las especificaciones de los servicios contratados/ejecutados?, c) ¿El personal sabe cómo medir y hacer cumplir las especificaciones de los servicios contratados/ejecutados?, d) ¿El personal tiene acceso a transporte adecuado (como motocicletas o vehículos)?, e) ¿Existe un documento que regule el procedimiento de control del servicio?. Si se ha contestado "SI" de 4 ó 5 de las opciones el indicador se evalúa como SI, Parcialmente si se ha contestado de 3 a 2, y No con 1 ó 0. En el caso de mancomunidades/intermunicipalidades: se debe incluir la información de la mancomunidad+municipio para poder realizar la evaluación como se ha explicado (usualmente la mancomunidad asume total o parcialmente funciones y responsabilidades en la gestión de residuos).

Información base para su cálculo

106 107 108 111 113 114 115

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-31 Perfil del personal en puestos clave

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Formación, capacitación y experiencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Control de la Corrupción	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa si los puestos clave están ocupados por personal adecuadamente capacitado (experiencia/cualificación).

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Todos los puestos clave están ocupados por personal adecuadamente calificado? Para contestar se debe realizar lo siguiente: a) Del análisis realizado en los indicadores "Coordinador del servicio" y "Asignación de funciones y responsabilidades", se debe hacer un listado de puestos clave, o realizarlo a partir del análisis de los organigramas. b) Contestar para cada uno de los puestos clave: ¿Es correspondiente el perfil del personal actual con los requerimientos del puesto? Se debe contrastar los perfiles de puesto vs. curriculum, pero tomando en cuenta tanto aspectos de cualificación (formación académica) como de experiencia. Es común que exista personal que no tiene una formación académica específica, sin embargo su experiencia sea significativa. Si no existen perfiles de puesto, se puede generar un listado a partir de funciones y responsabilidades descritas en un reglamento interno, o generarlo a partir del organigrama y contrastarlo como ya se ha explicado. Si existe descripción del puesto, inventarios de capital humano, un esquema claro de reclutamiento y evaluaciones de desempeño regulares, pueden ayudar a contestar este indicador con mayor claridad y para ir recopilando evidencias de mejora, así como profundizar en el análisis de: aspectos curriculares, desempeño y antecedentes laborales, carrera administrativa, etc. Se deben contabilizar las respuestas totales con SI y calcular el $\% = (\text{total de puestos clave ocupados por personal adecuado}) / \text{total de puestos clave} * 100$. En el caso de mancomunidades/intermunicipalidades: se debe incluir la información de la mancomunidad+municipio para poder realizar la evaluación como se ha explicado (usualmente la mancomunidad asume total o parcialmente funciones y responsabilidades en la gestión de residuos).

Información base para su cálculo

106 107 108 110 112

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Dentro del indicador no se ha incluido la evaluación del liderazgo, ya que implicaría un conocimiento a profundidad de los puestos clave y las relaciones con sus subordinados. Para evaluar el liderazgo también se pueden realizar estudios de clima laboral elaborados por empresas externas. Finalmente, aunque este tópico no ha sido considerado dentro del indicador, es altamente recomendable tratar de evaluarlo ya que suele ser un factor importante en el éxito de distintas organizaciones.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥80%

Desempeño regular

<80- ≥60%

Desempeño deficiente

<60%

Indicador I-32 Cobertura de limpieza viaria (km)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Cobertura				X
Sub-categoría	Cobertura de limpieza viaria y recolección	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Evalúa el porcentaje de km atendidos con limpieza viaria respecto al total de plazas, avenidas y calles pavimentadas.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = \left[\frac{\text{km atendidos al año}}{\text{km pavimentados totales en el municipio}} \times \text{Número de días al año que se realiza el barrido} \right] \times 100$. Los km pavimentados totales pueden ser: plazas, avenidas, calles, etc. Es más común utilizar m² para medir plazas, y km para el resto de las opciones. En caso de que la limpieza viaria se mida también en/o m² realizar la conversión a km para reportar un sólo dato (1km=2000m², considerando la anchura de acera y cuneta barrida de 2 metros). El número de días al año que se realiza el barrido puede calcularse multiplicando una frecuencia promedio de barrido semanal por 52 semanas (o frecuencia mensual por 12 meses). La frecuencia de barrido puede variar en diferentes zonas, por eso puede utilizarse una frecuencia promedio o para obtener un cálculo más detallado se puede realizar individualmente por cada zona.

Información base para su cálculo

38 39 40

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥85%

Desempeño regular

<85- ≥60%

Desempeño deficiente

<60%

Indicador I-33 Disponibilidad del servicio

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				X
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Mide la pérdida de la disponibilidad del servicio provocadas por paradas no programadas, es decir, el % de tiempo real de operación del servicio.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% de tiempo de funcionamiento real=Horas de funcionamiento real X 100/Horas de servicio programadas. Deben incluirse el servicio municipal directo y otras opciones. Los paros no programados pueden ser fallos imprevistos de equipos, condiciones meteorológicas adversas, etc. Entre mayor sea la cantidad de tiempo perdido por paros no programados, reflejará un menor control que se tiene del servicio.

Información base para su cálculo

41 42

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥85%

Desempeño regular

<85- ≥70%

Desempeño deficiente

<70%

Indicador I-34 A Personal formal de limpieza viaria por cada 10 000 habitantes

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Personal formal	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Trabajadores/10 000 habitantes

Descripción breve

Evalúa la proporción de trabajadores implicados directamente en la operación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Personal formal por cada 10 000 habitantes=(Empleados totales de limpieza viaria/población total del área evaluada)*10 000.
Deben incluirse (según sea el caso): limpieza de plazas y calles (manual y/o mecánico), así como servicio municipal directo y otras opciones. Excluir en la contabilización el personal administrativo.

Información base para su cálculo

45 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Debe analizarse cuidadosamente en conjunto con otros indicadores, por ejemplo, el rendimiento por trabajador, la cantidad de personal informal existente, las condiciones de los sitios donde se realiza la limpieza viaria, etc. Esto ayudará a correlacionar si una menor cantidad de personal está afectando negativamente otros aspectos del sistema.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥4

Desempeño regular

<4- ≥2

Desempeño deficiente

<2

Indicador I-34 B Personal formal por cada 1000 toneladas

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				
Sub-categoría	Personal formal	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Trabajadores/1000 toneladas

Descripción breve

Evalúa la proporción de trabajadores implicados directamente en la operación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Personal formal por cada 1000 toneladas=(Empleados totales de cada componente/toneladas recolectadas o ingresadas a la instalación)*1000. Deben incluirse (según sea el caso): servicio municipal directo y otras opciones. También se puede calcular por cada 10 000 habitantes: Personal formal por cada 10 000 habitantes=(Empleados totales de recolección y transporte/población total del área evaluada)*10000.

Información base para su cálculo

45 56 78 81 90 94

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Debe analizarse cuidadosamente en conjunto con otros indicadores, por ejemplo, el rendimiento por trabajador, la cantidad de personal informal existente, las condiciones de los sitios donde se realiza la limpieza viaria, etc. Esto ayudará a correlacionar si una menor cantidad de personal está afectando negativamente otros aspectos del sistema.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Recolección y Estaciones de transferencia: $\geq 0,1$; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: $\geq 0,5$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: $\geq 0,05$

Desempeño regular

Recolección y Estaciones de transferencia: $< 0,1 - \geq 0,001$; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: $< 0,5 - \geq 0,1$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: $< 0,05 - \geq 0,02$

Desempeño deficiente

Recolección y Estaciones de transferencia: $< 0,001$; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: $< 0,1$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: $< 0,02$

Indicador I-35 A Rendimiento del trabajo de limpieza viaria (km)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				X
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida km/empleado/día

Descripción breve

Evalúa el rendimiento promedio diario en limpieza viaria por empleado en kilómetros.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Km/empleado/día= Promedio de km barridos al día/Cantidad de empleados efectivos. Es más común utilizar m² para medir plazas, y km para el resto de las opciones. En caso de que se mida también en/o m² realizar la conversión a km para reportar un sólo dato (1km=2000m², considerando la anchura de acera y cuneta barrida de 2 metros).

Información base para su cálculo

44 45

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Barrido manual: $\leq 1,5$ - $\geq 1,3$. Barrido mecánico: ≤ 35 - ≥ 15

Desempeño regular

Barrido manual: $< 1,3$ - $\geq 0,8$ ó $> 1,5$ -
 ≤ 2 . Barrido mecánico: < 15 - ≥ 9 ó > 35 -
 ≤ 45 .

Desempeño deficiente

Barrido manual: $< 0,8$ ó > 2 . Barrido mecánico: < 9 ó > 45 .

Indicador I-35 B Rendimiento del trabajo (toneladas/hora)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Toneladas/hora

Descripción breve

Muestra la relación entre la cantidad de residuos recolectados o ingresados a las diferentes instalaciones y la cantidad de horas efectivas de trabajo.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Toneladas/hora= Cantidad de residuos recolectados y/o ingresados a las instalaciones (toneladas/año)/[Σ de todas las horas trabajadas por todos los empleados al año(horas/año)]. Deben incluirse (según sea el caso): servicio municipal directo y otras opciones.

Información base para su cálculo

56 43 78 81 90 94

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Recolección: $\geq 0,5$; Estaciones de transferencia: ≥ 50 ; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≥ 15 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≥ 10

Desempeño regular

Recolección: $< 0,5$ - $\geq 0,2$; Estaciones de transferencia: < 50 - ≥ 25 ; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: < 15 - ≥ 2 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: < 10 - ≥ 5

Desempeño deficiente

Recolección: $< 0,2$; Estaciones de transferencia: < 25 ; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: < 2 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: < 5

Indicador I-36 Salario promedio comparado con el salario mínimo

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Salarios y prestaciones	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Compara el porcentaje del salario mínimo que corresponde al salario promedio en el componente evaluado, para puestos operativos únicamente.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = \text{Salario promedio anual} \times 100 / \text{salario mínimo}$. Se debe excluir salario de directivos o personal de jerarquías altas y medias, incluir sólo salarios de personal operativo. El salario mínimo en México por ejemplo, es de 4 USD\$/día.

Información base para su cálculo

50 14

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En países desarrollados, este es un aspecto claramente controlado y su valoración suele ser positiva, por lo que es conveniente aplicar este indicador sólo la primera vez para detectar casos irregulares, y en base a los resultados obtenidos, disminuir la frecuencia de aplicación del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

$\geq 200\%$

Desempeño regular

$< 200 - \geq 100\%$

Desempeño deficiente

$< 100\%$

Indicador I-37 Prestaciones relacionadas con el salario

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Salarios y prestaciones	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa si todos los empleados en el componente evaluado tienen prestaciones relacionadas con el salario como seguro médico, pensión, vacaciones pagadas, entre otros.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% de empleados con prestaciones relacionadas con el salario = $\frac{\text{Número de empleados de base (o contrato fijo) que tienen todas las prestaciones relacionadas con el salario como: seguro médico, pensión, vacaciones pagadas, con sistema de incentivos, etc.}}{\text{Número total de empleados base (o con contrato fijo)}}$. Se debe excluir personal contratados de manera temporal o por honorarios.

Información base para su cálculo

46 47

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En ocasiones, la subcontratación o la cantidad de personal temporal/por honorarios, puede alterar la interpretación de este indicador, por ejemplo, la proporción de personal fijo puede ser muy pequeña y reflejar un % alto en prestaciones. En países desarrollados, este es un aspecto claramente controlado y su valoración suele ser positiva, por lo que es conveniente aplicar este indicador sólo la primera vez para detectar casos irregulares, y en base a los resultados obtenidos, disminuir la frecuencia de aplicación del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥90%

Desempeño regular

<90- ≥80%

Desempeño deficiente

<80%

Indicador I-38 Estrategias de capacitación y formación

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Formación, capacitación y experiencia	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo: Cualitativo Unidad de medida: Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa si están en funcionamiento programas de capacitación continua y formación profesional para los empleados contratados

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Están en funcionamiento programas de capacitación continua y formación profesional para todo el personal base (contrato fijo)?
 Seleccionar uno o varios, según corresponda: a) CAPACITACIÓN CONTINUA: Programas permanentes de capacitación, no eventos aislados (de diversos tipos: obligatorios y opcionales, en campo y teóricos) necesarios para mejorar el desempeño del puesto. b) FORMACIÓN PROFESIONAL: apoyos para la profesionalización de los empleados (mejorar el nivel de educación - como leer y escribir- o aumentar el grado académico de acuerdo al puesto a desempeñar). c) PARTICIPACIÓN en eventos organizados por entidades externas como foros, congresos, talleres, exposiciones, fomentar redes de trabajo e información, entre otros. Por cada opción seleccionada se agrega un punto, SI: 3 a 2, PARCIALMENTE: 1, NO: 0.

Información base para su cálculo

111 132 133 134

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En países desarrollados, este es un aspecto claramente controlado y su valoración suele ser positiva, por lo que es conveniente aplicar este indicador sólo la primera vez para detectar casos irregulares, y en base a los resultados obtenidos, disminuir la frecuencia de aplicación del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-39 Proporción de personal informal

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Personal informal	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Creación de Redes	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Evalúa el porcentaje de personal informal existente, respecto al total de personal ocupado en esa actividad.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = \frac{\text{Número total (real o estimado) de personal informal}}{\text{Número total (real o estimado) de personal informal} + \text{Número total de personal formal}} \times 100$
 Para el cálculo del total de personal formal se deben considerar solamente los empleados ocupados en la parte operativa (excluyendo directivos, administrativos y similares), ya sean empleados municipales, gubernamentales o privados. Se debe especificar la fuente de obtención de la información o el método de estimación de los trabajadores informales.

Información base para su cálculo

48 45

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

El número total real de personal informal suele ser difícil de obtener o completamente desconocido. Se puede realizar una estimación del número total de trabajadores con la información que se tenga al respecto o referencias cercanas a la zona de estudio.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤10%

Desempeño regular

>10- ≤35%

Desempeño deficiente

>35%

Indicador I-40 Aspectos relacionados con seguridad e higiene

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Desarrollo del personal				X
Sub-categoría	Seguridad e higiene	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Se evalúa la existencia y/o funcionamiento de diversos aspectos como: estudios de riesgo, manuales, instructivos, fichas de datos de seguridad, gestión de residuos peligrosos, formación continua al personal, procedimientos para casos de emergencia, uso de equipo de protección personal, registro de accidentes.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Seleccionar de la tabla I-14 los aspectos de seguridad e higiene que se cumplen en la entidad evaluada y de acuerdo a las instrucciones indicadas eleccionar: Si, Parcialmente ó No.

Información base para su cálculo

132 135 136 137 138 139 140

Documentos anexos

Tabla I-14.

Limitaciones del indicador

Se evalúa la existencia de todos estos aspectos. Sin embargo no se evalúa su real eficacia en la prevención y/o minimización de los riesgos. No se está evaluando si el Equipo de protección Personal/Individual está completo o si es adecuado, simplemente si existe y se usa. Solamente se revisa que se lleve a cabo el registro de accidentes e incidencias, pero no se evalúa el tipo, frecuencia, gravedad y otros aspectos relacionados. En países desarrollados, este es un aspecto claramente controlado y su valoración suele ser positiva, por lo que es conveniente aplicar este indicador sólo la primera vez para detectar casos irregulares, y en base a los resultados obtenidos, disminuir la frecuencia de aplicación del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-41 Gestión de sitios contaminados

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Mitigación	X			
Sub-categoría	Suelo	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X		

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Clausurados o rehabilitados/ En proceso/ No se realiza ninguna gestión

Descripción breve

Evalúa la gestión actual de los sitios contaminados, especialmente de sitios de vertido incontrolado abandonados y/o sin clausura.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Cómo es el manejo actual de sitios de vertido incontrolados abandonados o sin uso? a) No se realiza ninguna gestión= Se desconoce la ubicación y cantidad de sitios, o no se realiza ninguna acción de gestión b) En proceso= Se tiene un inventario de sitios y están bajo alguna o varias de estas acciones: *valoración preliminar o profunda (por ejemplo un análisis de peligro/riesgo, estudios de viabilidad, etc.)*se están aplicando las soluciones de remediación y/o clausura de los sitios, c) Clausurados o rehabilitados= Se han clausurado o rehabilitado todos los sitios.

Información base para su cálculo

144 145

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Clausurados o rehabilitados	En proceso	No se realiza ninguna gestión

Indicador I-42 A Costo de limpieza viaria (km)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos				X
Sub-categoría	Operacionales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	USD\$/km

Descripción breve

Muestra el coste total de operación y mantenimiento de la limpieza viaria respecto a los km atendidos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Costo de limpieza viaria (km)= Gastos totales del servicio de limpieza viaria año/Km totales atendidos al año. Incluir todos los gastos totales al año: corrientes (operación, mantenimiento, administración, salarios) y de financiación (por equipamiento o infraestructura, amortizaciones financieras o retorno de inversión, pago de préstamos o impuestos, etc.), se puede usar de apoyo la tabla I-12. En caso de que no se tenga completa la información, deberá especificarse que gastos se han incluido. Si se mide la limpieza viaria en m², realizar la conversión a km (1km=2000m², considerando la anchura de acera y cuneta barrida de 2 metros). Cuando la información de costo se presenta en conjunto con el resto de los componentes, se dividirá entre las toneladas recolectadas para reportar un sólo valor de USD\$/ton para todo el sistema

Información base para su cálculo

38

Documentos anexos

Tabla I-12.

Limitaciones del indicador

No todas las ciudades tendrán estos datos, sobre todo las ciudades pequeñas. Claudia Coutinho Nóbrega (2016). Aunque el menor costo posible es deseable, debe analizarse cuidadosamente en conjunto con otros indicadores, por ejemplo, puede invertirse poco en recolección y disminuir la cantidad de población cubierta por el servicio, lo que indicaría que el menor costo está afectando negativamente otros aspectos del sistema.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno ≤20- ≥15	Desempeño regular <15- ≥10 ó >20- ≤25	Desempeño deficiente <10 ó >25

Indicador I-42 B Costo de los diferentes componentes

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos				
Sub-categoría	Operacionales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida USD\$/tonelada

Descripción breve

Muestra el coste total de operación y mantenimiento de los distintos componentes respecto a las toneladas recolectadas o ingresadas a una instalación

Descripción metodológica

Método de cálculo

Costo por componente=Gastos totales del componente/total de toneladas recolectadas o ingresadas a una instalación. Incluir todos los gastos totales al año: corrientes (operación, mantenimiento, administración, salarios) y de financiación (por equipamiento o infraestructura, amortizaciones financieras o retorno de inversión, pago de préstamos o impuestos, etc.), ver tabla I-12. En caso de que no se tenga completa la información, deberá especificarse que gastos se han incluido. También se puede calcular per cápita: Coste total per cápita=Gastos totales del componente al año/Población atendida por el servicio de recolección.

Información base para su cálculo

74 56 78 81 90 94

Documentos anexos

Tabla I-12.

Limitaciones del indicador

La recolección usualmente es la operación más costosa del manejo de residuos (y si es recolección selectiva, aún más), entre más detallados se tengan los costos directos e indirectos, el indicador será más efectivo para controlar o mejorar los gastos. La valorización energética también suele ser una operación costosa. Aunque el menor costo posible es deseable, debe analizarse cuidadosamente en conjunto con otros indicadores, por ejemplo, puede invertirse poco en recolección y disminuir la cantidad de población cubierta por el servicio, lo que indicaría que el menor costo está afectando negativamente otros aspectos del sistema.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Todos los componentes excepto vertido: ≤ 100 - ≥ 30 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 20 - ≥ 8

Desempeño regular

Todos los componentes excepto vertido: < 30 - ≥ 15 ó > 100 - ≤ 130 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: < 5 - ≥ 8 ó > 20 - ≤ 25

Desempeño deficiente

Todos los componentes excepto vertido: < 15 ó > 130 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: < 5 ó > 25

Indicador I-43 A Tarifa promedio de limpieza viaria (km)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos				X
Sub-categoría	Operacionales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	USD\$/km

Descripción breve

Muestra la tarifa promedio de cobro por los diferentes servicios.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tarifa promedio de cobro= promediar las tarifas existentes por los distintos servicios. En el caso de limpieza viaria se puede reportar por separado en USD\$/km, o utilizar de apoyo la Tabla I-19 para su conversión a USD\$/tonelada.

Información base para su cálculo

49 75

Documentos anexos

Tabla I-19.

Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥3

Desempeño regular

<3- ≥1

Desempeño deficiente

<1

Indicador I-43 B Tarifa promedio por tonelada

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Ingresos				
Sub-categoría	Operacionales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida USD\$/tonelada

Descripción breve

Muestra la tarifa promedio de cobro por los diferentes servicios.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tarifa promedio de cobro= promediar las tarifas existentes por los distintos servicios. En el caso de limpieza viaria se puede reportar por separado en USD\$/km, o utilizar de apoyo la Tabla I-19 para su conversión a USD\$/tonelada.

Información base para su cálculo

49 75

Documentos anexos Limitaciones del indicador

Tabla I-19. F

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Todos los componentes excepto vertido: ≥ 15 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≥ 10

Desempeño regular

Todos los componentes excepto vertido: < 15 - ≥ 5 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: < 10 - ≥ 5

Desempeño deficiente

Todos los componentes: < 5

Indicador I-44 Intensidad de consumo energético

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Uso de recursos				X
Sub-categoría	Emisiones y energía	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	kWh/tonelada

Descripción breve

Muestra la cantidad de energía (combustibles, energía eléctrica, etc.) utilizada para los distintos componentes respecto a la cantidad de residuos recolectados y/o ingresados a una instalación

Descripción metodológica

Método de cálculo

Intensidad de consumo energético=[Intensidad de consumo energético de combustibles (kWh)+Intensidad de consumo de energía eléctrica (kWh)]/[cantidad de residuos recolectados o ingresados a la instalación (toneladas)]. Para el cálculo de la Intensidad de consumo energético de combustibles en kWh se necesita la cantidad (litros, m3 ó unidades de energía) y tipo de combustible utilizado (ver Tabla I-15, aunque los más comúnmente usados en la gestión de residuos es la gasolina y el diesel/gas oil), la densidad del combustible (kg/m3) y algunos factores de conversión. En la tabla I-16 pueden verse a detalle las instrucciones para el cálculo. Es posible que el consumo de energía eléctrica se realice en conjunto con otras operaciones y se desconoce el dato individual (por ejemplo, instalaciones compartidas entre limpieza viaria y recolección), en esos casos el dato debe incluirse solamente en una de las etapas para evitar doble cuantificación, y se debe especificar qué etapas de manejo de residuos están incluidas, o en su caso calcular un sólo indicador global para todo el sistema, donde entonces el consumo energético se dividirá solamente entre los residuos recolectados

Información base para su cálculo

52 53 51 56 78 81 90 94

Documentos anexos

Tabla I-15. Tabla I-16. -

Limitaciones del indicador

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Limpieza viaria: ≤1000; Recolección y Estaciones de transferencia: ≤200; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤500; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤30	Limpieza viaria: >1000- ≤7000; Recolección y Estaciones de transferencia: >200- ≤500; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: >500- ≤3000; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >30- ≤50	Limpieza viaria: >7000; Recolección y Estaciones de transferencia: >500; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: >3000; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >50

Indicador I-45 Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Contaminación				X
Sub-categoría	Emisiones y energía	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida t CO2eq/tonelada

Descripción breve

Muestra las emisiones de CO2eq generadas respecto a la cantidad de residuos recolectados o ingresados a una instalación

Descripción metodológica

Método de cálculo

Cantidad total de emisiones de GEI= Toneladas de CO2eq/[Cantidad total de residuos recolectados o ingresados a la instalación (toneladas)]. Para el cálculo de las emisiones de CO2eq generadas se utilizan las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero calculando las emisiones de CO2, CH4 y N2O y después transformar a ton de CO2eq con factores de conversión. Ver las Tablas anexas (I-15, I-16, I-17 y I-18) para conocer a detalle las instrucciones de cálculo. En caso de que use otra metodología para estimar las emisiones, debe plasmarse en las observaciones del indicador.

Información base para su cálculo

54 51 56 78 81 90 94

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Tabla I-15. Tabla I-16. Depende del método usado para estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
Tabla I-17. Tabla I-18.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Limpieza viaria: ≤1; Recolección y Estaciones de transferencia: ≤10; Valorización: ≤0,5; Todos los tipos de eliminación: ≤5

Desempeño regular

Limpieza viaria: >1- ≤5; Recolección y Estaciones de transferencia: >10- ≤20; Valorización: >0,5- ≤1; Todos los tipos de eliminación: >5- ≤10

Desempeño deficiente

Limpieza viaria: >5; Recolección y Estaciones de transferencia: >20; Valorización: >1; Todos los tipos de eliminación: >10

Indicador I-46 Presencia de prevención de residuos en el marco legal y/o políticas

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si el tema de prevención está incluido en el marco legal o en planes y políticas de gestión de residuos municipales.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿La prevención es un tema incluido en marco legal o de planeación? a) No, no existe b) Si, existe como un tema dentro de la legislación y/o dentro los objetivos y metas del los planes de residuos (incluyendo medidas para instrumentar su implementación como presupuesto asignado, etc.). Se deben revisar también los niveles superiores (marco legal y planeación) para verificar si existen aspectos de prevención aplicables al nivel evaluado. Se puede usar la información generada en las tablas I-1, I-6 e I.7

Información base para su cálculo

95 96 97 98

Documentos anexos Limitaciones del indicador

Tabla I-1. Tabla I-5. -

Tabla I-6.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-47 Incentivos económicos para la prevención de residuos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Social	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Legislación y políticas	X			
Sub-categoría	Legislación y normatividad	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Marco Institucional				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de incentivos económicos que promuevan la prevención de la generación de residuos

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existen incentivos económicos para prevenir la generación de residuos? a) Si= existe uno o más instrumentos, b) No= no existen. Se puede realizar primero un listado con los instrumentos económicos existentes a partir de la legislación vigente. Debe realizarse una evaluación del nivel superior al que se evalúe (nacional, regional, municipal) porque existen instrumentos aplicables a varios niveles. Se puede usar como apoyo la información generada en la tabla I-5.

Información base para su cálculo

95 96 97 98 102

Documentos anexos

Tabla I-4.

Limitaciones del indicador

Es posible que cuando se realice la evaluación de un nivel determinado se desconozcan los instrumentos económicos de niveles superiores, sesgando la evaluación.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Si	-	No

Indicador I-48 Reutilización de flujos de residuos específicos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas			X	
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	Número de flujos para reutilización

Descripción breve

Evalúa si existen opciones de manejo para reutilización de flujos de residuos específicos como: ropa, muebles, juguetes, neumáticos, discos compactos, libros, bolsas de compra, etc.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Especificar para qué flujos existen opciones de reutilización, ya sean ropa, muebles, juguetes, neumáticos, discos compactos, libros, bolsas de compra, entre otros. Por cada flujo con opción de reutilización, que tenga una cobertura en todo o la mayoría del municipio, se añade un número. Las opciones de reutilización incluidas aquí pueden ser manejadas por un ente gubernamental, Organización no gubernamental (ONG), empresa privada o una asociación entre varios de estos entes. Se puede complementar con la información que exista de las tablas I-6, I-7 e I-8. Para cada flujo que esté en reutilización, deben documentarse claramente evidencias de que está en funcionamiento, ya sea a través del cumplimiento/financiación de planeaciones, convenios o acuerdos interinstitucionales, etc.

Información base para su cálculo

97 98 99 100 118 119

Documentos anexos

Tabla I-5. Tabla I-6.
Tabla I-7.

Limitaciones del indicador

Es diferente el alcance o ámbito de aplicación de los diferentes flujos: por ejemplo no es lo mismo el ámbito de la reutilización de libros (que es una iniciativa más local y comercial), que envases, que tiene un ámbito más amplio (Montserrat Zamorano Toro, 2016). Aunque este indicador no evalúa ese alcance, debe complementarse con el indicador de planes y políticas para flujos específicos de residuos.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥5

Desempeño regular

<5- ≥1

Desempeño deficiente

0

Indicador I-49 Evolución de la tasa de generación de residuos municipales

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas		X	X	
Sub-categoría	Varios flujos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Evalúa si existe un incremento o disminución de la tasa de generación de residuos municipales en los últimos 5 años.

Descripción metodológica

Método de cálculo

a) Calcular el incremento ó decremento interanual de la generación per cápita en %, de los últimos cinco años (año 1 vs año 2, año 2 vs. año 3, y sucesivamente hasta año 4 vs. año 5.). b) Calcular el promedio de los 4 valores obtenidos y este es el % que se reporta como evolución de la generación. Es posible que no existan datos de todos los años a evaluar, en ese caso promediar entre los datos que estén disponibles y hacer la aclaración respectiva en las observaciones del indicador. El escenario más desfavorable, cuando no se tengan datos de la generación per cápita, pueden utilizarse datos de ingreso a recolección o vertido final, utilizando la ponderación de la población atendida.

Información base para su cálculo

23

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0%

Desempeño regular

>0- ≤1%

Desempeño deficiente

>1%

Indicador I-50 Inversión para proyectos de I+D+i en prevención de residuos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Economía	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Egresos			X	
Sub-categoría	Otros	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de inversión en I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) para prevención de la generación de residuos municipales.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Se tiene inversión pública para proyectos de investigación, desarrollo y/o innovación (I+D+i) centrados en la prevención de la generación de residuos municipales?. a) Si, b) No. Usar la información de la tabla I-10.

Información base para su cálculo

8

Documentos anexos

Tabla I-9.

Limitaciones del indicador

No se calcula la inversión per cápita porque está considerada en el indicador "Presupuesto en proyectos I+D+i per cápita" .

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-51 Tasa de generación de hogares

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Residuos domésticos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la generación de residuos domésticos por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de hogares=Generación total de residuos en los hogares (kg/año)/Población total en el área evaluada. En el peor de los escenarios, si no se ha realizado un estudio sobre generación de residuos en los hogares, se puede sustituir el dato por los residuos recolectados en hogares, pero debe aclararse en las observaciones del indicador (ver las limitaciones del indicador).

Información base para su cálculo

24 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En muchas ocasiones, es difícil establecer de manera precisa la cantidad generada en los hogares, pues lo habitual es que se cuente con datos del sistema de recolección de residuos, que incluyen muchas veces residuos recolectados en otros orígenes (instituciones, servicios, pequeños comercios, etc.). Estas limitaciones deben quedar claramente plasmadas en las observaciones del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤200

Desempeño regular

>200- ≤500

Desempeño deficiente

>500

Indicador I-52 Tasa de generación de comercios

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Residuos comerciales, de servicios e industriales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la generación de residuos en los establecimientos comerciales por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de comercios= Generación total de los comercios (kg/año)/Población total en el área evaluada. También puede verificarse/reportarse el cálculo sustituyendo la Población total por las unidades económicas (número total de comercios) del área evaluada. En el peor de los escenarios, si no se ha realizado un estudio sobre generación de residuos en comercios, se puede sustituir el dato por los residuos recolectados de comercios, pero debe aclararse en las observaciones del indicador (ver las limitaciones del indicador).

Información base para su cálculo

25 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En muchas ocasiones, es difícil establecer de manera precisa la cantidad generada en los comercios (sobre todo de los pequeños), pues lo habitual es que se cuente con datos del sistema de recolección de residuos, que incluyen muchas veces residuos recolectados en otros orígenes (domiciliarios, instituciones, servicios, etc.).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,5

Desempeño regular

>0,5- ≤1

Desempeño deficiente

>1

Indicador I-53 Tasa de generación de servicios

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Residuos comerciales, de servicios e industriales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la generación de residuos de los establecimientos de servicio por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de servicios= Generación total de los servicios (kg/año)/Población total en el área evaluada. Los establecimientos de servicios pueden ser: restaurantes y bares, centros de espectáculos, centros culturales, centros deportivos, oficinas de servicios, estaciones de gasolina, servicios de reparación y mantenimiento, hoteles, centros educativos (desde preescolar hasta universidades), oficinas públicas, entre otros. También puede verificarse/reportarse el cálculo sustituyendo la Población total por las unidades económicas (número total de establecimientos de servicios) del área evaluada. En el peor de los escenarios, si no se ha realizado un estudio sobre generación de residuos de servicios, se puede sustituir el dato por los residuos recolectados de servicios, pero debe aclararse en las observaciones del indicador (ver las limitaciones del indicador).

Información base para su cálculo

26 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En muchas ocasiones, es difícil establecer de manera precisa la cantidad generada en los diferentes servicios, pues lo habitual es que se cuente con datos del sistema de recolección de residuos, que incluyen muchas veces residuos recolectados en otros orígenes (domiciliarios, instituciones, comercios, etc.).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤50

Desempeño regular

>50- ≤100

Desempeño deficiente

>100

Indicador I-54 Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección municipal

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Residuos comerciales, de servicios e industriales	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa los residuos industriales que ingresan al sistema de gestión de residuos municipales a través de la recolección municipal/concesionada/mancomunada, etc. expresado por unidad de población para facilitar su comparación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de residuos industriales atendidos por el servicio de recolección de residuos municipal= Residuos industriales recolectados (kg/año)/Población total en el área evaluada. Se deben incluir sólo los residuos que se manejan a través del sistema municipal (independientemente de quien lo opere/ejecute).

Información base para su cálculo

27 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Este indicador sólo mide el flujo de los residuos a través de la recolección. No evalúa el destino subsecuente de dichos residuos. Es un indicador que puede ser muy variable dependiendo de la presencia de micro y pequeña industria en una región, así como de la legislación específica de residuos existente y de la cobertura del servicio que pueda darse.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤100

Desempeño regular

>100- ≤500

Desempeño deficiente

>500

Indicador I-55 Residuos resultantes de limpieza viaria (km)

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				X
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	ton/km

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos resultantes de la limpieza viaria por km

Descripción metodológica

Método de cálculo

Residuos resultantes de limpieza viaria=Cantidad total de residuos recolectados durante la limpieza viaria (toneladas/año) /Longitud (km/año) atendidos por limpieza viaria. En caso de que la limpieza viaria se mida también en/o m2 realizar la conversión a km para reportar un sólo dato (1km=2000m2, considerando la anchura de acera y cuneta barrida de 2 metros).

Información base para su cálculo

51 38

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que no se mida por separado los residuos generados en limpieza viaria

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,03

Desempeño regular

>0,03- ≤0,5

Desempeño deficiente

>0,5

Indicador I-56 Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos.

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos peligrosos domésticos generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de residuos peligrosos domésticos= Kilogramos de residuos peligrosos generados en los hogares al año/Población total en el área evaluada. Incluye: a) Aceites minerales (aceites de motor e hidráulicos, etc.), b) productos de asbesto (residuos de construcción, etc.), c) Baterías y acumuladores, d) Pinturas y barnices, e) Preservadores de madera, f) Agentes de limpieza (cera de pisos, muebles o zapatos; removedores de manchas, desinfectantes basados en cloro, g) Solventes, h) Químicos de fotografía (reveladores, etc.), i) Productos con mercurio (tubos fluorescentes, termómetros), j) Pesticidas, k) Aerosoles con CFC, l) Medicamentos, m) Cosméticos (tintes para el cabello, barniz de uñas y removedor de esmalte, etc.), n) Químicos para varios usos (toners y cartuchos, pegamento, anticongelante, componentes de sellado, etc.). La generación de los residuos peligrosos puede hacerse de dos maneras: estudios de generación de residuos peligrosos realizados recientemente (menos de 5 años) ó estimación de la generación a través de tasas reportadas para otras regiones o países (esta última opción es menos precisa y deseable), generalmente esta tasa está considerada dentro de la tasa de generación de los hogares. Especificar que tipos de residuos peligrosos se han incluido en la contabilización.

Información base para su cálculo

28 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Las características que hacen a un residuo peligroso y la legislación puede variar de país a país, por lo que este indicador puede ser complejo al comparar entre diferentes países. Sin embargo pueden revisarse algunos lineamientos de la Comisión Europea para homologar criterios (Comisión Europea, 2002). Study on hazardous household waste (HHW) with a main emphasis on hazardous household chemicals (HHC): Final report. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/household_report.pdf.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤5

Desempeño regular

>5- ≤20

Desempeño deficiente

>20

Indicador I-57 Tasa de generación de residuos de construcción y demolición

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de construcción y demolición generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de residuos de construcción y demolición= Kilogramos de residuos de construcción y demolición generados al año/Población total en el área evaluada. Dependiendo del nivel de control de los residuos de construcción y demolición de la zona estudiada, se puede obtener el valor de dos formas: 1) Si existe infraestructura para tratamiento y/o eliminación de dichos residuos, sería la suma de todos los ingresos a dicha infraestructura. 2) Estimación a través de tasas reportadas para otras zonas o países (esta última opción es menos precisa y deseable)

Información base para su cálculo

29 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤200

Desempeño regular

>200- ≤500

Desempeño deficiente

>500

Indicador I-58 Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de equipos eléctricos y electrónicos (WEEE/RAEEs) generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de residuos de equipos eléctricos y electrónicos (WEEE/RAEEs)= Kilogramos de residuos de equipos eléctricos y electrónicos generados al año/Población total en el área evaluada. En caso de que no se tenga la cantidad de residuos generada se puede estimar a partir de la producción reportada y distribuida por las empresas fabricantes, o en base a lo recolectado (esta última opción es menos precisa y desable). En ambos casos, debe aclararse al reportar la tasa y especificando la incertidumbre de dicho cálculo.

Información base para su cálculo

30 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
≤3	>3- ≤5	>5

Indicador I-59 Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de pilas y acumuladores generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de residuos de pilas y acumuladores=Kilogramos de residuos de pilas y acumuladores generados al año/Población total en el área evaluada. En caso de que no se tenga la cantidad de residuos generada se puede estimar a partir de la producción reportada y distribuida por las empresas fabricantes, o en base a lo recolectado (esta última opción es menos precisa y desable). En ambos casos, debe aclararse al reportar la tasa y especificando la incertidumbre de dicho cálculo.

Información base para su cálculo

31 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,3

Desempeño regular

>0,3- ≤0,5

Desempeño deficiente

>0,5

Indicador I-60 Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de vehículos al final de su vida útil generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de vehículos al final de su vida útil=Kilogramos de vehículos al final de su vida útil generados al año/Población total en el área evaluada. En caso de que no se tenga la cantidad de residuos generada se puede estimar a partir de la producción reportada y distribuida por las empresas fabricantes, o en base a los vehículos entregados en instalaciones (esta última opción es menos precisa y desable). En ambos casos, debe aclararse al reportar la tasa y especificando la incertidumbre de dicho cálculo.

Información base para su cálculo

32 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,01

Desempeño regular

>0,01- ≤0,03

Desempeño deficiente

>0,03

Indicador I-61 Tasa de generación de neumáticos fuera de uso

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de neumáticos fuera de uso generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de neumáticos fuera de uso= Kilogramos de residuos de neumáticos fuera de uso generados al año/Población total en el área evaluada. En caso de que no se tenga la cantidad de residuos generada se puede estimar a partir de la producción reportada y distribuida por las empresas fabricantes, o en base a lo recolectado (esta última opción es menos precisa y desable). En ambos casos, debe aclararse al reportar la tasa y especificando la incertidumbre de dicho cálculo.

Información base para su cálculo

33 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,5

Desempeño regular

>0,5- ≤3

Desempeño deficiente

>3

Indicador I-62 Tasa de generación residuos de aceites y grasas comestibles

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de de aceites y grasas comestibles generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Tasa de generación de residuos de aceites y grasas comestibles= Kilogramos de residuos de de aceites y grasas comestibles generados al año/Población total en el área evaluada. En caso de que no se tenga la cantidad de residuos generada se puede estimar a partir de la producción reportada y distribuida por las empresas fabricantes, o en base a lo recolectado (esta última opción es menos precisa y desable). En ambos casos, debe aclararse al reportar la tasa y especificando la incertidumbre de dicho cálculo.

Información base para su cálculo

34 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se realice el cálculo de lo recolectado y no de lo generado, en ese caso, debe aclararse al reportar la tasa.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤0,5

Desempeño regular

>0,5- ≤1

Desempeño deficiente

>1

Indicador I-63 Tasa de generación de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Flujos de residuos específicos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kg/cápita/año

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos de limpieza de desagües, de plantas de potabilización o depuración de aguas (lodos y otros) generados por persona al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Generación de residuos de limpieza de desagües, de plantas de potabilización o depuración de aguas per cápita= Kilogramos de residuos de limpieza de desagües, de plantas de potabilización o depuración de aguas generados al año/Población total en el área evaluada. También puede verificarse/reportarse el cálculo sustituyendo la Población total por el número total de plantas de potabilización o depuración de aguas en el área evaluada.

Información base para su cálculo

35 1

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤15

Desempeño regular

>15- ≤20

Desempeño deficiente

>20

Indicador I-64 Residuos recolectados

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas				
Sub-categoría	Varios flujos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Evalúa la proporción de residuos ingresados al sistema a través de la recolección respecto al total generado

Descripción metodológica

Método de cálculo

% de residuos recolectados= [residuos municipales recolectados /generación total de residuos municipales]*100. Se deben incluir en la suma de residuos municipales generados los siguientes: 1) hogares, 2) comercios, 3) servicios, 4) resultantes de limpieza viaria, 5) residuos peligrosos domésticos, 6) construcción y demolición, 7) RAEE's, 8) pilas y acumuladores, 9) VFU, 10) NFU, 11) aceites y grasas comestibles, 12) de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. En el caso de los residuos recolectados, deben incluirse todos los flujos mencionados, ya sea que ingresen por recolección normal, fraccionada, por recolecciones especiales (por ejemplo puntos limpios o centros de acopio, etc.). Se debe procurar incluir los mismos flujos tanto en la generación como en la recolección. En caso de que alguno de los flujos municipales no se conozcan debe especificarse cuáles se están considerando para el cálculo ya que esto genera incertidumbre en la interpretación del indicador. Verificar que las unidades de todos los flujos incluidos estén en las mismas unidades, ya sea kg/año ó ton/año.

Información base para su cálculo

24 25 26 28 29 30 31 32 33 34 35 51 56

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se desconozca la generación de uno o varios flujos de residuos y no sea posible calcular con certeza el indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥90%

Desempeño regular

<90- ≥70%

Desempeño deficiente

<70%

Indicador I-65 F Grado de fraccionamiento

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas				
Sub-categoría	Residuos domésticos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Muestra la relación entre la cantidad en peso de material bruto separado y el total de residuos recolectados. Este indicador sirve para dimensionar las diferentes fracciones de recolección e indica indirectamente la participación de los ciudadanos en la separación de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% para cada fracción = $(\text{Total de residuos recolectados selectivamente en la fracción "i"} / \text{total de residuos recolectados}) \times 100$. "i" = papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección. NOTA: En el total de residuos recolectados se deben incluir todos los residuos municipales (excepto industriales).

Información base para su cálculo

57 56

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Sólo puede aplicarse si existe recolección diferenciada

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Envases: ≤ 10 - $\geq 5\%$, Fracción orgánica: ≤ 15 - $\geq 5\%$, Papel y cartón: ≤ 15 - $\geq 10\%$, Vidrio: ≤ 10 - $\geq 5\%$, Residuos mezclados: ≤ 40 - $\geq 20\%$

Desempeño regular

Envases: < 5 - $\geq 3\%$ ó > 10 - $\leq 12\%$, Fracción orgánica: < 5 - $\geq 3\%$ ó > 15 - $\leq 17\%$, Papel y cartón: < 10 - $\geq 5\%$ ó > 15 - $\leq 20\%$, Vidrio: < 5 - $\geq 3\%$ ó > 10 - $\leq 12\%$, Residuos mezclados: < 20 - $\geq 10\%$ ó > 40 - $\leq 50\%$

Desempeño deficiente

Envases: < 3 ó $> 12\%$, Fracción orgánica: < 3 ó $> 17\%$, Papel y cartón: < 5 ó $> 20\%$, Vidrio: < 3 ó $> 12\%$, Residuos mezclados: < 10 ó $> 50\%$

Indicador I-66 F Grado de separación en origen

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Muestra la relación entre la cantidad en peso de residuos recolectados separadamente en cada fracción y la cantidad de residuos generados de este tipo.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% para cada fracción=(Total de residuos recolectados selectivamente en la fracción "i"/total de residuos generados en la fracción "i")*100. "i"= papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección. Para obtener el valor correctamente hay que conocer la pureza del residuo recolectado (a partir, por ejemplo, de los recuperado en la estación de recuperación de materiales) y la cantidad generada de residuo de ese tipo. Esta última suele ser estimada a partir de estudios de composición de residuos.

Información base para su cálculo

57 36

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Sólo puede aplicarse si existe recolección diferenciada

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Envases: ≥15%, Fracción orgánica: ≥15%, Papel y cartón: ≥15%, Vidrio: ≥30%

Desempeño regular

Envases: <15- ≥5%, Fracción orgánica: <15- ≥5%, Papel y cartón: <15- ≥5%, Vidrio: <30- ≥20%

Desempeño deficiente

Envases: <5%, Fracción orgánica: <5%, Papel y cartón: <5%, Vidrio: <20%

Indicador I-67 F Grado de pureza de materiales separados

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Muestra la relación entre la cantidad en peso de material que es correctamente separado por el ciudadano y el material bruto recolectado en cada fracción separativa.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% para cada fracción= [Cantidad de material que es correctamente separado en la fracción "i" (coincide con el material solicitado)/cantidad de residuos recolectados en la fracción "i"]*100. "i"= papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección.

Información base para su cálculo

58 57

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Sólo puede aplicarse si existe recolección diferenciada

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Envases: ≥70%, Fracción orgánica: ≥70%, Papel y cartón: ≥70%, Vidrio: ≥80%, Residuos mezclados: ≥35%

Desempeño regular

Envases: <70- 50%, Fracción orgánica: <70- 50%, Papel y cartón: <70- 50%, Vidrio: <80- 60%, Residuos mezclados: <35- 15%

Desempeño deficiente

Envases: <50%, Fracción orgánica: <50%, Papel y cartón: <50%, Vidrio: <60%, Residuos mezclados: <15%

Indicador I-68 Grado de aprovechamiento de contenedores

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Muestra la relación entre el volumen de residuo recolectado y la capacidad de diseño de contenedores.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Grado de aprovechamiento de contenedores= $\frac{\text{Residuos recolectados totales (ton)}}{\text{capacidad total volumétrica de contenedores (m}^3\text{)} \times \text{densidad media (promedio) de residuos en contenedor (ton/m}^3\text{)} \times \text{\# de contenedores instalados} \times \text{Frecuencia de recolección semanal} \times 52 \text{ semanas}} \times 100$. Grado de aprovechamiento de contenedores para cada fracción= $\frac{\text{Residuos recolectados en la fracción "i" (ton)}}{\text{capacidad total volumétrica de contenedores de la fracción "i" (m}^3\text{)} \times \text{densidad media (promedio) de residuos en contenedor (ton/m}^3\text{)} \times \text{\# de contenedores instalados para la fracción "i" \times Frecuencia de recolección semanal} \times 52 \text{ semanas}} \times 100$. "i"= papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección. Si sólo existen contenedores en algunas zonas de la ciudad, la cantidad de residuos recolectados totales se debe ajustar a los residuos recolectados de contenedores solamente.

Información base para su cálculo

56 59 60 61 62

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Sólo aplica si el municipio tiene contenedores (pueden existir en toda la ciudad o sólo en algunas zonas). Este muestra un grado de aprovechamiento promedio, es importante detectar que contenedores son insuficientes por estar ubicados en zonas de alta densidad o alta afluencia (por ejemplo centro histórico, etc.)

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤100- ≥80%

Desempeño regular

<80- ≥50%

Desempeño deficiente

<50 ó >100%

Indicador I-69 Grado de aprovechamiento de infraestructura e instalaciones

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
				X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Muestra la relación entre los residuos recolectados y/o ingresados a las diversas instalaciones y su capacidad de diseño

Descripción metodológica

Método de cálculo

Grado de aprovechamiento en recolección y transporte= $[\text{Residuos recolectados totales (ton)}]/[\text{capacidad total volumétrica de vehículos (m}^3\text{)*densidad media (promedio) de residuos en vehículos (ton/m}^3\text{)* \# total de vehículos *Número de viajes por vehículo*Frecuencia de recolección semanal*52 semanas}]*100$. Recolección neumática= $[\text{Residuos recolectados en la fracción "i" (ton/mes)}]/[\text{capacidad de diseño de las instalaciones (ton/hora)*tiempo total de funcionamiento de las instalaciones (hora/mes)}]*100$.

Grado de aprovechamiento en instalaciones= $[\text{Residuos entrados a la instalación (ton/mes)}]/[\text{capacidad de diseño de las instalaciones (ton/hora)*tiempo total de funcionamiento de las instalaciones (horas/mes)}]*100$. Para transferencia y transporte se deben realizar ambos cálculos (recolección e instalación) y reportar un promedio de ambos valores. Para todos los cálculos (a excepción de recolección) se debe utilizar toneladas/mes, utilizando el dato del mes con máxima recepción de residuos. "i"= papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección.

Información base para su cálculo

56 63 64 65 66 67 78 81 94 79 #REF!

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Este muestra un grado de aprovechamiento promedio que puede reflejar o no necesidades particulares por cada instalación

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤100- ≥80%

Desempeño regular

<80- ≥50%

Desempeño deficiente

<50 ó >100%

Indicador I-70 Intensidad de desplazamiento

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X		
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	km/ton

Descripción breve

Muestra la distancia recorrida por los vehículos de recolección y/o transferencia de residuos por cada tonelada desplazada

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\text{Intensidad de desplazamiento} = \text{Distancia total recorrida por los vehículos (km)} / \text{cantidad total de residuos recolectados o transferidos (toneladas)}$.

Información base para su cálculo

70 56 78

Documentos anexos	Limitaciones del indicador
	-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Recolección: ≤ 15 ; Estaciones de transferencia: ≤ 5

Desempeño regular

Recolección: $>15 - \leq 30$; Estaciones de transferencia: $>5 - \leq 10$

Desempeño deficiente

Recolección: >30 ; Estaciones de transferencia: >10

Indicador I-71 Frecuencia de lavado de contenedores y/o vehículos

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Lavado/año

Descripción breve

Muestra el número de lavados realizados a contenedores y/o vehículos de recolección al año.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Frecuencia anual de lavado de contenedores y/o vehículos=Número anual de lavados realizados (Lavado/año).

Información base para su cálculo

71 72

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

La frecuencia de lavados de contenedores puede ser diferente a lo descrito en un contrato vs. lo que se realiza realmente, se puede comparar ambas frecuencias, usando de apoyo el indicador "Control de prestación de servicios" para evaluar su cumplimiento (González, J. 2017. Indicadores para control del servicio municipal de gestión de residuos : aplicación a varios municipios del País Vasco. Universidad del País Vasco. Universidad de Cantabria).

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Contenedores: ≥ 7 ; Vehículos: ≥ 50

Desempeño regular

Contenedores: $< 7 - \geq 4$; Vehículos: $< 50 - \geq 25$

Desempeño deficiente

Contenedores: < 4 ; Vehículos: < 25

Indicador I-72 Población atendida por el servicio de recolección

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Cobertura				
Sub-categoría	Cobertura de limpieza viaria y recolección	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Población atendida por el servicio de recolección de residuos domiciliarios.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Población atendida por el servicio de recolección= (Población atendida por el servicio de recolección/Población total en el área evaluada)*100. Es importante tener el dato más preciso de población atendida por el servicio de recolección: puede estimarse a través de las zonas o casa atendidas, por la densidad poblacional o por el promedio de personas por vivienda reportadas para la zona. Si existe recolección selectiva= (Población atendida por el servicio de recolección selectivo/Población total en el área evaluada)*100. También se puede calcular diferenciado para áreas urbanas y/o rurales=(Población atendida por el servicio de recolección en área rural o urbana/Población total rural o urbana)*100. En el caso de los datos con recolección selectiva, servirá para evaluar el avance/alcance de implementación de estas acciones, en caso de población rural/urbana sirve para visualizar la equidad en el servicio dentro del municipio.

Información base para su cálculo

55 1

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Muchos municipios suelen reportar el 100-90% de población atendida, sin realizar un cálculo certero, por lo que debe documentarse claramente el origen y calidad de los datos que se han utilizado para calcular este indicador. Aunque se busca el ideal de 100% es imposible lograrlo en ciudades de rápido crecimiento.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥90%

Desempeño regular

<90- ≥70%

Desempeño deficiente

<70%

Indicador I-73 Distancia media de cobertura respecto al punto de recolección

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Cobertura				
Sub-categoría	Cobertura de limpieza viaria y recolección	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	Metros

Descripción breve

Mide el radio medio entre cada punto de recolección o contenedor y los hogares a que da servicio.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Radio medio de cobertura de la recolección=Promediar los radios de influencia de la recolección (metros). Cuando se calcula para cada fracción= $\sum [\text{radio de influencia de la recolección de la fracción "i" (metros)} \times \text{Cantidad de residuos recolectados en la fracción "i" (toneladas)}] / \text{Cantidad total de residuos recolectados (toneladas)}$. "i"= papel y cartón, orgánicos, envases ligeros, entre otros, según como esté organizada la recolección.

Información base para su cálculo

73

Documentos anexos	Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno ≤150	Desempeño regular -	Desempeño deficiente >150

Indicador I-74 Riesgos relacionados con salud pública

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salud pública				X
Sub-categoría	Afectaciones a la salud pública	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/No

Descripción breve

Evalúa si existen factores de riesgo que puedan afectar a la salud pública, derivados de un mal diseño o una operación deficiente del sistema de gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe algún factor de riesgo para la salud pública relacionado con algún componente del sistema? Se detectan visualmente o derivado distintas fuentes (medios de comunicación, informes, etc.) una o más de las siguientes opciones (puede ser en toda el área evaluada o sólo en una parte): a) Acumulación y/o dispersión de residuos (en vía pública, en áreas cercanas a contenedores o puntos de recolección, durante el transporte, alrededor de instalaciones) b) Dispersión de lixiviados (en los alrededores de la instalación, en cuerpos de agua cercanos, etc.) y/o emisiones por quema incontrolada c) Presencia alta de vectores cerca de la infraestructura y/o instalaciones (moscas, ratas, cucarachas, otros) y/o animales (p.e. en vertederos) d) Población afectada con enfermedades directamente vinculadas a los residuos (tétano, cólera, dengue, hepatitis, entre otros.)^{*} e) Otro aspecto no mencionado aquí que afecte negativamente la salud pública (Especificar cuál: _____). Si se ha seleccionado una o varias de las opciones la respuesta es SI. ^{*} Fuente: Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial, & Organización Panamericana de la Salud. (1995). Lineamientos metodológicos para la realización de análisis sectoriales en residuos sólidos. Organización Panamericana de la Salud.

Información base para su cálculo

146 147

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Si bien es un indicador cualitativo que depende en gran medida de la percepción del que evalúa, puede dar lugar a interpretaciones sesgadas. Para minimizar este error de percepción se sugiere que el indicador sea evaluado por personas diferentes para contrastar el resultado. Todas las cualidades técnicas afectan directa o indirectamente aspectos relacionados con la salud pública, por lo que al evaluarlos, se complementa la evaluación de este indicador. En países desarrollados, este es un aspecto claramente controlado y su valoración suele ser positiva, por lo que es conveniente aplicar este indicador sólo la primera vez para detectar casos irregulares, y en base a los resultados obtenidos, disminuir la frecuencia de aplicación del indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
No	-	Si

Indicador I-75 Intensidad de uso del suelo

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Uso de recursos				X
Sub-categoría	Suelo	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida m2/tonelada

Descripción breve

Muestra la relación entre la superficie total utilizada en las instalaciones respecto a la cantidad de residuos recolectados o ingresados a una instalación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Intensidad del uso de suelo=Superficie aproximada utilizada por las instalaciones (m2)/cantidad total de residuos recolectados o ingresados a una instalación (toneladas). Las instalaciones pueden incluir: garage donde se guardan vehículos y equipamiento, instalaciones de mantenimiento y limpieza, rampas y tolvas de descarga, oficinas, básculas, zonas de vertido final, etc.

Información base para su cálculo

75 56 78 81 90 94

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Todos los componentes excepto vertido: $\leq 0,5$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 5

Desempeño regular

Todos los componentes excepto vertido: $>0,5- \leq 1$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: $>5- \leq 10$

Desempeño deficiente

Todos los componentes excepto vertido: >1 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >10

Indicador I-76 Intensidad de uso del agua

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Uso de recursos				X
Sub-categoría	Agua	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	L/tonelada

Descripción breve

Muestra la relación entre el volumen total de agua utilizada respecto a la cantidad de residuos recolectados/ingresados a una instalación

Descripción metodológica

Método de cálculo

Intensidad del uso de agua= Volumen total de agua utilizada en el componente (s) (L)/cantidad de residuos recolectados o ingresados a la instalación evaluada (toneladas). Si se reportará un sólo dato para todas las operaciones utilizar el total de residuos recolectados solamente. Se debe incluir el agua usada en limpieza y/u operación de vehículos, equipos e instalaciones. Para limpieza viaria, por ejemplo pueden ser barredoras mecánicas, hidrolavadoras u otros similares que tengan un gasto de agua para realizar el servicio. Se puede incluir el agua usada para la limpieza de vehículos de recolección o instalaciones de transferencia, entre otros.

Información base para su cálculo

76 56 78 81 90 94

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: ≤150; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤500; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤10	Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: >150-≤500; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: >500-≤1000; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >10-≤20	Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: >500; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: >1000; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >20

Indicador I-77 Intensidad de agua residual y/o lixiviado generado

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Contaminación				X
Sub-categoría	Agua y lixiviado	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida L/tonelada

Descripción breve

Muestra la relación entre el volumen total de agua contaminada generada respecto a la cantidad de residuos recolectados o ingresados en la instalación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Intensidad de agua contaminada generada=Volumen total de agua contaminada generada (litros)/Cantidad total de residuos recolectados o ingresados a la instalación (toneladas). Si no se conoce el volumen de agua contaminada generada se puede substituir por una estimación realizada a través de la cantidad de agua utilizada.

Información base para su cálculo

77 56 78 81 90 94

Documentos anexos Limitaciones del indicador

Es posible que algunas descargas de agua se hagan conjuntas con otras operaciones, por lo que el volumen total de agua contaminada generada real puede ser un dato difícil de obtener.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: $\leq 0,5$; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: ≤ 150 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: ≤ 100

Desempeño regular

Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: $>0,5- \leq 1$; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: $>150- \leq 500$; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: $>100- \leq 200$

Desempeño deficiente

Limpieza viaria, Recolección y Estaciones de transferencia: >1 ; Valorización e Incineración sin recuperación de energía: >500 ; Relleno sanitario y otros tipos de vertido: >200

Indicador I-78 Gestión de agua residual y/o lixiviado generado

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Mitigación				
Sub-categoría	Agua y lixiviado	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si existe una gestión adecuada del agua contaminada y/o lixiviado generado (vertido directo a cuerpos de agua o suelo, alcantarillado y/o depuración), así como un cumplimiento legal en caso de que sea requerido.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control del nivel de contaminación emitida en las descargas de agua y/o lixiviados? a) SI=Existe y se cumple la normatividad. Especificar cuál(es)_____, b) SI=Sólo existen referencias o buenas prácticas y se cumplen. Especificar cuál (es)_____, c) NO= No se cumplen o se cumplen parcialmente (normativa y buenas prácticas).

Información base para su cálculo

105 141 142 148

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-79 Aspectos relacionados con impacto visual

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Otros				X
Sub-categoría	Impacto visual	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X	X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si existen factores que puedan crear un impacto visual, derivados del sistema de gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existen afectaciones de impacto visual generadas derivados de la gestión de residuos? Se puede seleccionar más de una opción: a) Aspecto de contenedores: en mal estado y/o sucios. b) Aspecto de los vehículos de recolección: en mal estado y/o sucios. c) Acumulación y/o dispersión de residuos (en vía pública, en áreas cercanas a contenedores o puntos de recolección, durante el transporte, alrededor de instalaciones) d) Presencia alta de vectores cerca de la infraestructura y/o instalaciones (moscas, ratas, cucarachas, otros) y/o animales (p.e. en vertederos) f) Otro aspecto no mencionado aquí que genere un impacto visual negativo (Especificar cuál: _____). En caso de haber seleccionado uno o más de los aspectos, la respuesta se considera como SI.

Información base para su cálculo

146

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Al ser un indicador que depende en gran medida de la percepción del que evalúa da lugar a interpretaciones sesgadas. Para minimizar este error de percepción se sugiere que el indicador sea evaluado por varias personas y zonas diferentes para contrastar el resultado. Al ser un aspecto poco evaluado en sistema de gestión de residuos deben acumularse más experiencias al respecto: en ciudades con alta afluencia turística este es un punto importante a tener en cuenta, por ejemplo en la ciudad de Viena, donde el centro histórico es patrimonio de la humanidad declarado por UNESCO en 2001 se toma en cuenta si la gestión de residuos afecta: el entorno paisajístico y el paisaje urbano, la herencia cultural (incluyendo edificios con alto valor arquitectónico y tesoros arqueológicos); también se monitorea y remedia constantemente la existencia de depósitos ilegales de basura [Fuente: Volk, U., Rolland, C., Sciri, S., & Sturm, J. (2012). Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft 2011. Wiener Abfallwirtschaftsplan und Wiener Abfallvermeidungsprogramm 2013-2018].

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

No

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

Si

Indicador I-80 Contaminación de suelo

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Contaminación				
Sub-categoría	Suelo	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental		X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si existe una gestión adecuada de la contaminación emitida al suelo así como un cumplimiento legal en caso de que sea requerido.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control del nivel de contaminación emitida en suelo? a) SI=Existe y se cumple la normatividad. Especificar cuál(es)_____, b) SI=Sólo existen referencias o buenas prácticas y se cumplen. Especificar cuál (es)_____, c) NO= No se cumplen o se cumplen parcialmente (normatividad y buenas prácticas)

Información base para su cálculo

105 148

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-81 Contaminación por ruido

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Contaminación				
Sub-categoría	Ruido	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental		X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cualitativo	Unidad de medida	Si/No

Descripción breve

Evalúa si existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control del nivel de contaminación por ruido emitida por la transferencia y transporte.

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control del nivel de contaminación de ruido? a) SI=Existe y se cumple la normatividad. Especificar cuál(es)_____, b) SI=Sólo existen referencias o buenas prácticas y se cumplen. Especificar cuál (es)_____, c) NO= No se cumplen o se cumplen parcialmente (normatividad y buenas prácticas)

Información base para su cálculo

105 148

Documentos anexos	Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-82 Contaminación por olores

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Contaminación				
Sub-categoría	Olores	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental		X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/No

Descripción breve

Evalúa si existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control del nivel de contaminación por olores emitida

Descripción metodológica

Método de cálculo

¿Existe y se cumple algún control normativo u otra referencia (por ejemplo una buena práctica, criterios internacionales, etc.) para el control de contaminación por olores? a) SI=Existe y se cumple la normatividad. Especificar cuál(es)_____; b) SI=Sólo existen referencias o buenas prácticas y se cumplen. Especificar cuál (es)_____; c) NO= No se cumplen normativas o buenas prácticas d) NO= Existen quejas por olores respecto a la instalación(es) evaluada(s); e) NO= No existen quejas documentadas pero pueden existir molestias respecto a los olores (puede ser que no exista un sistema de quejas en funcionamiento, o al preguntar a la población cercana a la instalación).

Información base para su cálculo

105 143 148

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

-

Desempeño deficiente

No

Indicador I-83 Sistema de monitoreo continuo

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental		X	X	X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo Cualitativo Unidad de medida Si/Parcialmente/No

Descripción breve

Evalúa la existencia de un sistema de seguimiento continuo de datos sobre la gestión de residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

El sistema de monitoreo puede incluir uno o varios de los siguientes datos: cantidades recibidas en cada planta/instalación, composición, características físicas y químicas de los residuos. Aunque la periodicidad del monitoreo puede variar dentro de cada instalación, por ejemplo en eliminación (vertederos o rellenos sanitarios) la medición debería realizarse cada vez que ingresan residuos a la instalación. Una base diaria, semanal, mensual o semestral para medir diversos datos puede ser considerada como continua. ¿Se tiene un sistema de monitoreo continuo de la gestión de residuos? Si= se cumple lo anteriormente explicado y a) se utilizan instrumentos y equipos de registro para mediciones físicas (balanzas, básculas, etc.) en todas las plantas/instalaciones, b) Existen protocolos o manuales para realizar las mediciones en cada planta/instalación. Parcialmente= Se cumple lo anteriormente expuesto y sólo uno de los supuestos a) ó b), No= no se tiene un sistema de monitoreo continuo

Información base para su cálculo

116 117

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Si

Desempeño regular

Parcialmente

Desempeño deficiente

No

Indicador I-84 Residuos valorizados y/o tratados

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Participación			X	
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos valorizados respecto al total generado.

Descripción metodológica

Método de cálculo

% de residuos valorizados= [Cantidad de material recuperado efectivamente en las instalaciones de valorización (toneladas)/residuos municipales generados (toneladas)] x100. Se deben incluir en la suma de residuos municipales generados los siguientes: 1) hogares, 2) comercios, 3) servicios, 4) resultantes de limpieza viaria, 5) residuos peligrosos domésticos, 6) construcción y demolición, 7) RAEE's, 8) pilas y acumuladores, 9) VFU, 10) NFU, 11) aceites y grasas comestibles, 12) de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Verificar que las unidades de todos los flujos incluidos estén en las mismas unidades, ya sea kg/año ó ton/año. En caso de que alguno de los flujos municipales no se conozca debe especificarse cuáles se están considerando para el cálculo, o en su defecto usar los residuos recolectados, generando incertidumbre en la interpretación del indicador.

Información base para su cálculo

82 24 25 26 28 29 30 31 32 33 34 35 51

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Se pueden generar incertidumbres si a los residuos valorizados no se les resta los rechazos del proceso.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥45%

Desempeño regular

<45- ≥10%

Desempeño deficiente

<10%

Indicador I-85 Tasa de recuperación de materiales en valorización

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental			X	
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Muestra la relación entre la cantidad en peso del material recuperado efectivamente y la cantidad en peso del material en el flujo de entrada a la instalación.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = (\text{Cantidad de material recuperado efectivamente en las instalaciones (toneladas)} / \text{cantidad total de material ingresado a la instalación (toneladas)}) \times 100$

Información base para su cálculo

82 81

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

El material recuperado efectivamente puede todavía contener impropios.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥90%

Desempeño regular

<90- ≥70%

Desempeño deficiente

<70%

Indicador I-86 Contenido de impropios en valorización

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental			X	
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida %

Descripción breve

Mide la calidad en los procesos de recuperación de materiales y muestra la relación entre la cantidad en peso de la fracción de impropios o material no deseado presentes en el material recuperado y la cantidad total de material recuperado. Para determinar la fracción de impropios se utiliza la caracterización de residuos en el flujo de salida.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = \text{Cantidad total de impropios en el material valorizado (toneladas)} / \text{cantidad total de residuos entrados a las instalaciones (toneladas)} * 100$

Información base para su cálculo

83 81

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno	Desempeño regular	Desempeño deficiente
PET $\leq 4,5\%$, PEAD $\leq 10\%$, Film $\leq 18\%$, Plástico mezcla $\leq 20\%$, Cartón para bebidas/alimentos $\leq 5\%$, Papel/cartón $\leq 3\%$ (referido a material con una humedad máxima de 10%), Metálicos de acero y aluminio $\leq 10\%$, Vidrio $\leq 2\%$, Bioestabilizado: $\leq 3\%$ (De acuerdo a definición d	-	PET $> 4,5\%$, PEAD $> 10\%$, Film $> 18\%$, Plástico mezcla $> 20\%$, Cartón para bebidas/alimentos $> 5\%$, Papel/cartón $> 3\%$ (referido a material con una humedad máxima de 10%), Metálicos de acero y aluminio $> 10\%$, Vidrio $> 2\%$, Bioestabilizado: > 3

Indicador I-87 Intensidad de energía generada en valorización

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Ambiente	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Mitigación				
Sub-categoría	Emisiones y energía	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental			X	X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X			

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida kWh/tonelada

Descripción breve

Muestra la cantidad de energía eléctrica y/o térmica generada en las instalaciones de respecto a la cantidad de residuos ingresados.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Intensidad de energía generada= $\frac{\sum \text{Cantidad total de energía eléctrica generada en instalaciones (kWh)} + \text{Cantidad total de energía térmica generada en instalaciones (kWh)}}{\sum \text{Cantidad total de residuos entrados a instalaciones (toneladas)}}$. * Incluye calor y vapor.

Información base para su cálculo

86 87 81 90

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

Valorización: ≥ 1500 ; Relleno sanitario y vertido controlado: ≥ 150

Desempeño regular

Valorización: $< 1500 - \geq 500$; Relleno sanitario y vertido controlado: $< 150 - \geq 100$

Desempeño deficiente

Valorización: < 500 ; Relleno sanitario y vertido controlado: < 100

Indicador I-88 Residuos no peligrosos generados después de valorización o incineración sin recuperación de energía

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental			X	
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
				X	

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Kg/tonelada

Descripción breve

Muestra la proporción de residuos no peligrosos generados por cada tonelada ingresada a valorización y/o a incineración sin recuperación de energía

Descripción metodológica

Método de cálculo

Proporción de residuos no peligrosos= Cantidad de residuos no peligrosos generados después de la valorización o incineración sin recuperación de energía (Kg)/Cantidad total de residuos ingresados a la instalación (toneladas). Los residuos no peligrosos pueden ser escorias. También deben incluirse rechazos no peligrosos generados durante todo el proceso.

Información base para su cálculo

88 81 94

Documentos anexos Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤200

Desempeño regular

>200- ≤300

Desempeño deficiente

>300

Indicador I-89 Residuos peligrosos después de valorización o incineración sin recuperación de energía

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Salidas				
Sub-categoría	Salidas de diversos componentes	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental			X	
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
				X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	Kg/tonelada

Descripción breve

Muestra la proporción de residuos peligrosos generados por cada tonelada ingresada a valorización y/o a incineración sin recuperación de energía

Descripción metodológica

Método de cálculo

Proporción de residuos peligrosos= Cantidad de residuos peligrosos generados después de la valorización (Kg)/Cantidad total de residuos ingresados a la instalación (toneladas). Los residuos peligrosos pueden ser cenizas y/o lodos de tratamiento de gases. Se pueden incluir otro tipo de residuos peligrosos generados durante todo el proceso de valorización. Aunque puede ser más útil para la valorización energética, sin embargo no se descarta su uso para otros tipos de valorización.

Información base para su cálculo

89 81 94

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

-

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤50

Desempeño regular

>50- ≤100

Desempeño deficiente

>100

Indicador I-90 D Residuos sin tratamiento previo eliminados en relleno sanitario

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas				
Sub-categoría	Varios flujos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				X
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos eliminados en relleno sanitario sin tratamiento ó estabilización previo, respecto al total de residuos ingresados al relleno sanitario.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% = [\text{Cantidad total de residuos en relleno sanitario con tratamiento o estabilización previo (toneladas/año)} \times 100] / \text{Cantidad total de residuos ingresados en relleno sanitario (toneladas/año)}$. Un ejemplo de tratamiento previo es el tratamiento mecánico biológico (TMB) de los residuos antes del vertido.

Información base para su cálculo

90 91

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

En el caso de vertido controlado e incontrolado, se da por hecho que no se realiza ningún tratamiento previo, por eso el indicador no existe.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤20%

Desempeño regular

>20- ≤40%

Desempeño deficiente

>40%

Indicador I-91 A Residuos eliminados respecto al total generado

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas	X			
Sub-categoría	Varios flujos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental	X			
Nivel	Avanzado	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa el porcentaje de residuos que son eliminados (cualquier tipo de vertido y/o incineración sin recuperación de energía) respecto al total de residuos generados. Se usa para dimensionar los residuos en los que no se ha aplicado ninguna de las otras jerarquías de gestión (reuso, valorización, etc.) y plantear estrategias para minimizar este porcentaje. Se utiliza más para países desarrollados que tienen claras metas hacia vertido cero y donde usualmente se hace uso de relleno sanitario (vertido adecuado).

Descripción metodológica

Método de cálculo

% total de residuos eliminados = $[(\sum \text{Residuos eliminados incluyendo todos los tipos de eliminación existente}^*, \text{ t/año}) \times 100] / (\text{total de residuos municipales generados, t/año})$ *Preferentemente eliminación adecuada: relleno sanitario o incineración sin recuperación de energía con altos estándares de ingeniería y control. Se debe tener especial cuidado al definir los flujos que integran los residuos municipales, para el cálculo de este indicador se han incluido todos los flujos presentados en estos indicadores. Como alternativa se puede usar residuos recolectados, si se conoce que el % de recolección es alto (mayor a 90%). Si existe más de una instalación, se deben incluir las cantidades totales de todos los sitios. Verificar que las unidades de todos los flujos incluidos estén en las mismas unidades, ya sea kg/año ó ton/año.

Información base para su cálculo

90 94 24 25 26 28 29 30 31 32 33 34 35 51

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se desconozca la cantidad total de residuos eliminados (p.e. vertidos no adecuados) y no sea posible calcular con certeza el indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≤35%

Desempeño regular

>50- ≤35%

Desempeño deficiente

>50%

Indicador I-91 B Residuos eliminados en relleno sanitario respecto al total de residuos eliminados

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Entradas				
Sub-categoría	Varios flujos	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X	X	

Descripción del indicador

Tipo	Cuantitativo	Unidad de medida	%

Descripción breve

Evalúa la cantidad de residuos que son vertidos en relleno sanitario respecto al total de residuos eliminados, es decir los residuos que son eliminados correctamente. Se utiliza más para países en desarrollo, donde es aún prioritario tener sitios para vertido adecuado de los residuos.

Descripción metodológica

Método de cálculo

$\% \text{ de residuos eliminados en relleno sanitario} = \frac{\text{Residuos eliminados en relleno sanitario (toneladas/año)} \times 100}{\text{residuos eliminados en relleno sanitario} + \text{residuos eliminados en vertido controlado} + \text{residuos eliminados en vertido incontrolado} + \text{residuos eliminados por incineración sin recuperación de energía}}$. Este cálculo puede realizarse de igual forma para todos los tipos de vertido si quiere conocerse a detalle cada uno, o simplemente, calculando la diferencia de 100%- este indicador para obtener lo que se vierte de manera inadecuada. La incineración sin recuperación de energía podría tomarse como una forma correcta de eliminación (y podría sumarse a lo ingresado a relleno sanitario) si es un proceso controlado y que cumpla los mejores estándares de la ingeniería y normativos, a excepción de que en el país se prohíba o limite este tipo de incineración como una eliminación adecuada (como en el caso de Europa). Si existe más de una instalación, se deben incluir las cantidades totales de todos los sitios. Verificar que las unidades de todos los flujos incluidos estén en las mismas unidades, ya sea kg/año ó ton/año.

Información base para su cálculo

90 94

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Que se desconozca la cantidad total de residuos eliminados (p.e. vertidos no adecuados) y no sea posible calcular con certeza el indicador.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥90%

Desempeño regular

<90- ≥80%

Desempeño deficiente

<80%

Indicador I-92 Vida útil disponible del vertido

Ubicación en el conjunto de indicadores		Componentes			
Atributo	Aspectos técnicos y de salud pública	Transversal	Generación	Prevención	Limpieza viaria
Categoría	Instalaciones y equipamiento				
Sub-categoría	Desempeño de las instalaciones y equipamiento	Recolección	Estación de transferencia	Valorización	Relleno sanitario
Gobernanza	Efectividad Gubernamental				X
Nivel	Básico	Vertido controlado	Vertido incontrolado	Incineración sin recuperación de energía	
		X	X		

Descripción del indicador

Tipo Cuantitativo Unidad de medida Años

Descripción breve

Muestra la relación entre los residuos vertidos y la capacidad remanente para el vertido.

Descripción metodológica

Método de cálculo

Años de vida útil= Capacidad actual disponible de vertido (m3) x Densidad de los residuos en vertido (ton/m3)/Residuos ingresados al vertedero (ton/año).

Información base para su cálculo

92 90 93

Documentos anexos

Limitaciones del indicador

Se consideran de 4 a 5 años como el límite para buscar un nuevo sitio de vertido o planificar la ampliación del actual. Sin embargo, este tiempo puede ser mayor o menor influido por factores locales diversos (legislación, tipo de terreno, consultas públicas, etc.). Por ejemplo, en Chile de acuerdo a Szantó (2017): un año para buscar el terreno, dos para el estudio de impacto ambiental (sin considerar la aprobación de la consulta pública), construcción de uno a dos años, y el cierre de sitios debe hacerse progresivo al entrar en los últimos 5 años de vida útil del sitio.

Valores objetivo sugeridos

Desempeño bueno

≥8

Desempeño regular

<8- ≥5

Desempeño deficiente

<5

Tabla I-1. Existencia de Legislación

INSTRUCCIONES:

Completar las columnas 1, 2 y 3 de acuerdo a la información existente. Agregar las filas que sean necesarias en cada nivel. Siempre deben utilizarse documentos publicados y vigentes para completar la información:

En la columna 1 deben escribirse exclusivamente las leyes y/o reglamentos sobre gestión de residuos (excluyendo otras legislaciones que sólo incluyan residuos como un tema, como por ejemplo, legislaciones generales de medio ambiente o sobre contaminación). En la primera fila de cada nivel especificar la legislación marco (en caso de que exista).

En la columna 2, especificar el año de publicación de la ley o reglamento, o el de su última actualización (las actualizaciones pueden ser modificaciones de artículos o fracciones solamente).

En la columna 3, seleccionar con una "X" una o más de las jerarquías de gestión de residuos que estén incluidas en la correspondiente ley o reglamento (a excepción de la ley marco). Sólo deben tomarse en cuenta los residuos municipales (residenciales, comerciales, servicios, flujos específicos) excluyendo residuos peligrosos generados en las industrias.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Nivel	Columna 1	Columna 2	Columna 3						Observaciones
	Nombre de la ley ó reglamento	Año de publicación o última actualización*	Jerarquías de la gestión de residuos incluidas (marcar con "x")						
			Prevención	Preparación para la reutilización	Reciclaje	Otros tipos de valorización	Eliminación		
Nacional	Legislación marco:								
Regional/Estatal/Mancomunidad	Legislación marco:								
Municipal	Legislación marco:								
Otros (especificar: _____)									

*Para tomar en cuenta la legislación en la evaluación del indicador debe ser menor a 15 años de antigüedad. En UN-HABITAT (2010) se menciona que la calidad de la información sobre residuos sólidos es antigua cuando tiene más de 10 años (en algunos países estudiados es mayor a 15 años de antigüedad), puesto que los cambios en la composición del flujo de residuos, la población y el comportamiento están cambiando constantemente. *UN-HABITAT, 2010. Solid Waste Management in the world's cities. Naciones Unidas, Londres, Washington.*

Evaluación del indicador I-1	
Respuesta	Significado
Si	Existe una legislación marco para residuos en el nivel geográfico evaluado* y/u otras leyes o reglamentos relacionados.
Parcialmente	Existe una legislación marco y/u otras leyes o reglamentos relacionados en un nivel superior.
No	No existe legislación marco
*Dependiendo de la estructura de la legislación de cada país, en ocasiones los aspectos legales quedan regulados por leyes superiores u otras legislaciones relacionadas, cubriendo deficiencias del marco local. Por ejemplo, algunas mancomunidades tienen reglamentos que no requieren la publicación de otras legislaciones marco en los municipios que las conforman.	

Tabla I-2. Cumplimiento de la Legislación

INSTRUCCIONES:

La columna 1 se obtiene desde la tabla I-1, agregar las filas que sean necesarias.

En la columna 2, seleccionar el estatus de cumplimiento de cada ley o reglamento, tomando en cuenta los siguientes criterios (en el caso de cumplimiento parcial o elevado, si se cumplen dos criterios o más, es la que debe seleccionarse como estatus de cumplimiento):

Estatus de cumplimiento Criterios

No se sabe: Se desconoce totalmente el estatus actual de cumplimiento.

No se cumple: No se cumplen las acciones marcadas por la legislación.
Si existen fechas/metos de cumplimiento muy claras, no se han cumplido o simplemente se posponen.

Parcialmente: Se cumplen pocas (menos de la mitad) acciones marcadas por la legislación.
Se cumplen algunas fechas/metos de cumplimiento.
Se cumplen acciones sólo en algunos núcleos de población/parte del territorio o sólo en algunas instalaciones.

Si (cumplimiento elevado): Se cumplen todas o la mayoría de las acciones marcadas por la legislación.
Se cumplen todas o la mayoría de las fechas/metos límite.
Se cumple abarcando todas o la mayoría de las poblaciones/territorio.
Existe presupuesto y recursos para su implementación

Seleccionar el peor valor obtenido en cada nivel para evaluar el indicador.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Nivel	Columna 1	Columna 2				Observaciones
	Nombre de la ley ó reglamento	Estatus de cumplimiento				
		No se sabe	No se cumple	Parcialmente	Si (cumplimiento elevado)	
Nacional	Legislación marco:					
Regional/Estatal	Legislación marco:					
Municipal	Legislación marco:					
Otros (especificar:_____)						

Evaluación del indicador I-2	
Respuesta	Significado
No (no se cumple/no se sabe el estatus de cumplimiento)	Una o más de las leyes/reglamentos fue evaluada con NO
Parcialmente	Si ninguna ley/reglamento fue evaluada con NO, y una o más se han evaluado con PARCIALMENTE
Si (cumplimiento elevado)	Todas las leyes/reglamentos fueron evaluadas con SI

Tabla I-3. Registro de sanciones/avisos

INSTRUCCIONES:

Si se lleva a cabo un registro de sanciones/avisos, se deben seleccionar en la tabla las características que le sean aplicables.

Recordar que el sistema de sanciones/avisos no se considerará para esta evaluación si no ha funcionado en más de un año.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

<i>En el sistema de registro de sanciones/avisos:</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
Se especifica en qué etapa del manejo/gestión de residuos se realiza la sanción/aviso			
Se especifica la gravedad de la sanción			
Se registra la fecha de inicio y conclusión de cada caso/expediente			

Evaluación del indicador I-3	
Respuesta	Significado
No	No se cumple ninguna de las tres características
Parcialmente	Se cumple una de las características
Si	Se cumplen de dos a tres características

Tabla I-4. Existencia de instrumentos económicos

INSTRUCCIONES:

En la columna 1 escribir SI/NO para cada etapa de la gestión de residuos. Se incluyen algunos ejemplos de diferentes instrumentos económicos para la gestión de residuos que pueden consultarse para facilitar el llenado de la tabla.

En la columna 2, opcionalmente, puede anotarse una breve descripción del instrumento económico existente, para facilitar la revisión y actualización de la información posteriormente.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Jerarquía en la gestión de residuos	Columna 1			Columna 2 (opcional)	Observaciones
	¿Existen instrumentos económicos?			Descripción breve del instrumento económico	
	Nacional	Estatal/ regional	Municipal		
Prevención					
Preparación para la reutilización					
Reciclado					
Otros tipos de valorización (incluyendo la energética)					
Eliminación					

Ejemplos de diferentes instrumentos económicos					
Tipo de instrumentos	Multas o sanciones	Pago de derechos, tarifas, cargos y depósitos-reembolso	Impuestos e incentivos tributarios	Facilidades de financiamiento o subsidios	Otros
Ejemplos	*Multas por eliminación de residuos en terrenos o lotes baldíos	*Tarifas/cargos por peso o volumen de residuos manejados *Depósitos reembolsables por envases de vidrio o plástico, baterías de automóviles	*Impuestos por uso de bolsas desechables o para incentivar reuso o reciclaje de materiales *Incentivos fiscales para inversiones en tecnologías limpias	*Para inversión en equipos, tecnologías; capacitación de personal e investigación y desarrollo de tecnologías más limpias *Financiamiento de inversiones ambientales a través de fondos especialmente diseñados	*Permisos transmisibles o transables

Evaluación del indicador I-5	
Respuesta	Significado
No	Tres o más de las jerarquías fue evaluada con un NO
Parcialmente	Entre dos y una jerarquía fue evaluada con NO
Si	Todas las jerarquías fueron evaluadas con SI

Tabla I-5. Planeamiento para la gestión de residuos

INSTRUCCIONES:

Seleccionar en la columna 1, SI/NO según corresponda. En caso de que la entidad evaluada no tenga un plan marco, se deberá referenciar el plan marco del nivel inmediato superior (si existe y si es aplicable a residuos municipales).

En la columna 2, anotar el nombre del documento

En la columna 3, agregar las fechas de publicación y vencimiento del plan.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Nivel	Columna 1		Columna 2	Columna 3		Observaciones
	¿Existe un plan marco o integral para la gestión de residuos municipales?		Nombre del documento	Fecha de publicación o última actualización	Horizonte temporal de planeación o fecha de vencimiento	
	No	Si				
Nacional						
Estatal/regional, etc.						
Municipal						

Evaluación del indicador I-6	
Respuesta	Significado
No	No existe plan marco en el nivel geográfico evaluado*
Si pero publicado por un nivel superior	Existe por lo menos un plan marco actualizado publicado por un nivel superior y aún está vigente*.
Si	Existe por lo menos un plan marco de la entidad evaluada y aún está vigente.
* Según la legislación específica o contexto de cada región, puede ser obligatorio o no tener un plan integral a nivel municipal o regional; por lo que en algunos casos es suficiente con la publicación del plan a un nivel superior (como en el caso de algunas mancomunidades o intermunicipalidades). Si se tienen dudas respecto al caso específico que se esté evaluando, deberá consultarse en profundidad la legislación existente o consultar con algún experto local.	

Tabla I-6. Planes y políticas para flujos de residuos específicos

INSTRUCCIONES:

En la columna 1, utilizar una fila por cada residuo que tenga una planeación o política existente y agregar las filas que sean necesarias. Se anexa una tabla con ejemplos de flujos de residuos específicos. Se deben incluir los planes y políticas de todos los flujos de residuos específicos municipales o prioritarios que sean de aplicables a la zona evaluada, independientemente quien los haya publicado.

En la columna 2, anotar el nombre del documento.

En la columna 3, agregar las fechas de publicación y vencimiento del plan.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Nivel	Columna 1	Columna 2	Columna 3		Observaciones
	Flujo ó tipo de residuo contemplado	Nombre del documento	Fecha de publicación o última actualización	Horizonte temporal de planeación o fecha de vencimiento	
Nacional					
Estatat/regional					
Municipal					
Otras entidades (especificar):					

Ejemplos de flujos de residuos específicos
Botellas de vidrio
Envases de plástico (PET u otros)
Empaques y embalajes
Papel y cartón
Residuos de aceites y grasas comestibles (cocinas, restaurantes, etc.)
Neumáticos fuera de uso
Residuos de equipos eléctricos y electrónicos
Residuos de baterías, pilas y acumuladores
Residuos de construcción y demolición
Vehículos al final de su vida útil
Residuos biodegradables
Lodos de plantas de tratamiento o depuradoras de agua
Muebles y/o electrodomésticos
Residuos peligrosos domésticos
Residuos de medicamentos caducos

Evaluación del indicador I-7	
Respuesta	Significado
No	No existen planes para flujos de residuos específicos en el nivel geográfico evaluado*
Si pero publicado por otra entidad	Existe por lo menos un plan para flujos de residuos específicos publicado por un nivel superior u otra entidad y aún está vigente*.
Si	Existe por lo menos un plan para flujos de residuos específicos de la entidad evaluada y aún está vigente.

* Según la legislación específica o contexto de cada región, puede ser obligatorio o no tener un plan o política a nivel municipal o regional para flujos específicos; por lo que en algunos casos es suficiente con la publicación del plan a un nivel superior (como en el caso de algunas mancomunidades o intermunicipalidades). Si se tienen dudas respecto al caso específico que se esté evaluando, deberá consultarse en profundidad la legislación existente al respecto o consultar con algún experto local.

Tabla I-6. Planes y políticas para flujos de residuos específicos

País, Región o ayuntamiento	Flujos de residuos contemplados	Total
Europa	Baterías y acumuladores	7
	ELV	
	Residuos biodegradables	
	Residuos de construcción y demolición	
	Residuos de empaques	
	Sewage sludge	
Eslovenia	WEEE	9
	Residuos orgánicos de cocina	
	Residuos de aceites y grasas comestibles	
	Residuos de construcción	
	End-of-life tyres	
	ELV	
	Residuos de empaques	
	Lodos de plantas de tratamiento o depuradoras de agua	
Belice	Baterías y acumuladores	6
	Residuos de medicamentos	
	Residuos de construcción y demolición	
	ELV	
	End-of-life tyres	
	WEEE	
Japón	Sewage sludge	6
	Baterías y acumuladores	
	Residuos de empaques	
	Electrodomésticos	
	Residuos de construcción	
	Residuos de comida	
ALC	ELV	2
	Pequeñas baterías y PC's	
	E-waste	
EEUU	RAEE	5
	Residuos de construcción y demolición	
	Residuos de empaques y contenedores	
	Bienes de consumo duradero (furniture and appliances)	
	Non-durable goods (newspapers, trash bags, clothing)	
México	Food and yard trimmings	8
	Baterías y acumuladores	
	WEEE	
	ELV	
	End-of-life tyres	
	Papel y cartón	
	Vidrio	
Cataluña	Medicamentos caducos	8
	Envolturas de galletas y otros	
	Envases	
	Envases de fitosanitarios	
	Neumáticos	
	RAEE	
	Vidrio	
	Medicamentos caducos	
	Pilas y acumuladores	6.4
	Aceites	
	Promedio	
Desviación		2.2

Tabla I-7. Cumplimiento de planes y políticas

INSTRUCCIONES:

La columna 1 se obtiene desde la tablas I-5 e I-6, agregar las filas que sean necesarias.

En la columna 2, seleccionar el estatus de cumplimiento de cada plan o política, tomando en cuenta los siguientes criterios (en el caso de cumplimiento parcial o elevado, si se cumplen dos criterios o más, es la que debe seleccionarse como estatus de cumplimiento):

Estatus de cumplimiento	Criterios
<i>No se sabe:</i>	Se desconoce totalmente el estatus actual de cumplimiento.
<i>No se cumple:</i>	No se cumplen las acciones marcadas por el plan o política Si existen fechas/metadatos de cumplimiento muy claras, no se han cumplido o simplemente se posponen.
<i>Parcialmente:</i>	Se cumplen pocas (menos de la mitad) acciones marcadas por el plan o política Se cumplen algunas fechas/metadatos de cumplimiento. Se cumplen acciones sólo en algunos núcleos de población/parte del territorio o sólo en algunas instalaciones.
<i>Si (cumplimiento elevado):</i>	Se cumplen todas o la mayoría de las acciones marcadas por el plan o política Se cumplen todas o la mayoría de las fechas/metadatos límite. Se cumple abarcando todas o la mayoría de las poblaciones/territorio. Existe presupuesto y recursos para su implementación

En caso de seleccionar SI para alguno de los documentos, deberá llenarse la columna 3, describiendo brevemente los mecanismos o informes que prueban el cumplimiento (es decir, como se mide que efectivamente se ha cumplido).

Seleccionar el peor valor obtenido en cada nivel para evaluar el indicador.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Columna 1		Columna 2				Columna 3*	Observaciones
Documento	Nombre	Estatus de cumplimiento				Medición del cumplimiento	
		No se sabe	No se cumple	Parcialmente	SI* (cumplimiento elevado)		
Plan marco: Publicado por un nivel superior o publicado por el nivel evaluado							
Flujo de residuo 1							
Flujo de residuo 2							
Flujo de residuo 3							
Flujo de residuo n...							

Evaluación del indicador I-8	
Respuesta	Significado
No (no se cumple/no se sabe el estatus de cumplimiento)	Uno o más de los planes/políticas fue evaluada con NO
Parcialmente	Si ningún plan/política fue evaluada con NO, y una o más se han evaluado con PARCIALMENTE
SI (cumplimiento elevado)	Todos los planes/políticas fueron evaluadas con SI

Tabla I-8. Diagnóstico sobre la gestión de residuos

INSTRUCCIONES:

En la columna 1, contestar ¿se ha realizado el estudio?, de acuerdo a los siguientes criterios:

No se sabe: Se desconoce si existen o existieron estudios

No: No se han realizado estudios

Parcialmente: El estudio sólo se realizó en una o algunas de las instalaciones y/o para algunos de los residuos municipales

Si: El estudio se realizó para todas las instalaciones y para todos los residuos municipales (o para los flujos de residuos significativos en la zona).

En la columna 2, especificar la fecha en el que se realizó el estudio. Si la antigüedad del estudio es mayor a 10 años no debe tomarse en cuenta para la evaluación del indicador (se toma 10 años de antigüedad porque UN-HABITAT (2010)* menciona que la calidad de la información sobre residuos sólidos es antigua cuando tiene más de 10 años (en algunos países estudiados es mayor a 15 años de antigüedad), puesto que los cambios en la composición del flujo de residuos, la población y el comportamiento están cambiando constantemente. *UN-HABITAT, 2010. Solid Waste Management in the world's cities. Naciones Unidas, Londres, Washington.)

En la columna 3 (opcional), calificar la utilidad del estudio (por ejemplo: si contiene información en cantidad y calidad útil para toma de decisiones, etc.), en una escala del 1 al 10 (siendo 10 más útil y 0 menos útil). Se debe justificar la calificación otorgada a cada estudio.

En la columna 4 (opcional), agregar la información complementaria.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Tipo de estudio	Columna 1				Columna 2	Columna 3		Columna 4			Observaciones	
	¿Se ha realizado el estudio?				Fecha de realización del estudio (dd/mm/aa)	Utilidad del estudio (opcional)		Información complementaria (opcional)				
	No se sabe	No	Parcialmente	Si		Calificación (0 al 10)	Justificación	Especificar la periodicidad con la que se realiza (años)	Nombre del documento	Entidad financiadora		Entidad que realizó el estudio
Diagnósticos básicos o integrales de todo el sistema de manejo de residuos (desde la generación, recolección, valorización, eliminación, etc.)												
Cantidad de residuos generados y manejados												
Caracterización de residuos en laboratorio (análisis físicos, químicos, poder calorífico superior, etc.)												
Otros (especificar cuáles):												

Evaluación del indicador I-9	
Respuesta	Significado
No	Todos los diferentes <i>tipos de estudios</i> fueron evaluados con No o No se sabe.
Parcialmente	Uno o varios de los estudios fueron contestados con PARCIALMENTE.
Si	Se ha contestado SI por lo menos a un diagnóstico básico y su antigüedad es menor a 10 años; o se ha contestado que SI a todos los tipos de estudios y la antigüedad de todos es menor a 10 años

Tabla I-9. Financiación de proyectos de I+D+i

INSTRUCCIONES:

Contestar la columna 1, ¿se tiene inversión en proyectos de I+D+i en gestión de residuos?. Si la respuesta es SI, escribir el monto total si se conoce.

Si se tiene información más detallada, se puede completar la columna 2 de manera opcional.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Columna 1			Columna 2							Observaciones
¿Se tiene inversión en proyectos de I+D+i?			Información complementaria (opcional)							
No	Si		Número de proyectos*	Monto anual desglosado por cada etapa de gestión (en USD\$):						
	Escribir el monto (en USD\$)	No se conoce el monto total		Prevención	Preparación para la reutilización	Reciclaje y valorización	Eliminación	Otros (especificar: _____)		
									)	

*Si se tiene el número de proyectos se puede calcular un monto promedio por proyecto

Tabla I-10. Funciones presentes en la gestión de residuos

ID	Función o rol
1	Organizador del servicio (responsable, administrador, coordinador)
2	Administrador fiscal o financiero
3	Operador
4	Estatutario/legal: redacción de leyes y/o políticas
5	Órgano regulador o de inspección (monitoreo, cumplimiento legal, etc.)
6	Gestor de procesos: Evaluación de impacto, reglas de participación e inclusión, manejo de quejas y denuncias

Observaciones

La función 1, es la que idealmente debería existir para que alguna entidad coordine las funciones 2, 3 y 4.

Las funciones 5 y 6 generalmente son ejecutadas por entes independientes.

Fuentes revisadas: UN-HABITAT, 2010. Solid Waste Management in the world's cities. Naciones Unidas, Londres, Washington.

Tabla I-11. Cooperación institucional

INSTRUCCIONES:

Completar la tabla con la información solicitada. *En caso de que la respuesta sea SI, describir brevemente el tipo de cooperación en la columna de observaciones. Se incluye una tabla con ejemplos de diferentes tipos de cooperación.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Entidad con la que se coopera	¿Existe cooperación?		Observaciones/ *descripción del tipo de cooperación
	SI*	NO	
Intra municipal (otras dependencias del gobierno municipal)			
Inter municipal (con otros municipios)			
Otras dependencias del gobierno (estatal/regional o del país)			
Iniciativa privada			
ONG's (organizaciones no gubernamentales, sin fines de lucro)			
Sindicatos de trabajadores			
Otras entidades (especificar cuáles, agregar cuantas filas sean necesarias)			

Ejemplos de tipo de cooperación

- 1) Planificación y/o establecimiento de políticas
- 2) Prestación de una o varias etapas del servicio de manejo de residuos
- 3) Presupuestos y financiamiento
- 4) Verificación y control
- 5) Comunicación pública
- 6) Educación ambiental y concientización sobre gestión de residuos
- 7) Evidencia de buenas relaciones de trabajo y roles y responsabilidades claramente articuladas entre diversos niveles de gobierno
- 8) Convenios legales y administrativos
- 9) Acuerdos voluntarios

Evaluación del indicador I-14	
Respuesta	Significado
No	Si no existe ningún tipo de cooperación
Si	Si se coopera con una o más entidades

Tabla I-12. Ejemplos de gastos

INSTRUCCIONES:

Cuando no se tiene completa la información de todos los rubros, al reportar los indicadores correspondientes a costos DEBE ESPECIFICARSE CLARAMENTE cuales costos **SI ESTÁN INCLUIDOS**.

En los casos de **RECURSOS HUMANOS** que desempeñen funciones diversas, deberá cargarse un porcentaje de costo estimado a través del tiempo que destinan a cada servicio (por ejemplo un operativo que realiza limpieza viaria y recolección)

Operación	Mantenimiento	Recursos humanos (operativos, administrativos, mantenimiento, etc.)	Varios	Financiación-Inversión/gastos de capital	Suministros/servicios
Materiales y suministros	Mantenimiento correctivo/repaciones	Salarios/nómina	Impuestos/tributos	Compra o actualización de vehículos	Agua
Piezas, accesorios, refacciones	Mantenimiento preventivo	Horas extras del personal	Seguros e imprevistos	Compra o actualización de equipamientos diversos (contenedores, etc.)	Gas
Neumáticos	Mantenimiento a contenedores	Beneficios sociales	Gastos administrativos		Energía eléctrica
Uniformes/ vestuario	Pago de servicios de mantenimiento		Gastos financieros	Construcción de infraestructura (relleno sanitario, etc.)	Combustibles y lubricantes
Herramientas	Piezas, accesorios, refacciones		Participación de utilidades	Amortizaciones financieras o retorno de inversión	Teléfono/internet/GPS
Equipos de protección personal/individual	Neumáticos		Material de oficina	Pago de préstamos e intereses	Alquiler/renta/ arrendamiento
Elementos de seguridad	Otros		Pago de trabajos realizados por empresas externas	Deuda pública	
Otros			Transporte	Depósitos y fianzas	
				Coste de subsidios y transferencias (corrientes y de capital)	
				Reajuste de la exposición a la inflación	
				Rentabilidad del capital invertido	
				Depreciación (vehículos, maquinaria)	

Fuentes consultadas:

Carrasco Díaz, D. (2011). Manual de procedimiento para la implantación de un sistema de costes en la administración local. Editado por FEMP (Federación Española de Municipios y Provincias).

GTZ, & SEMARNAT. (2006). Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. México.

Paraguassú, F.A., Rojas, C.R. (2002). Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública.

Sakurai, K. (1983). Programa regional de mejoramiento de los servicios de aseo urbano. Macro indicadores para gerencia del servicio de aseo.

Sánchez López, R., Hernández Median, C. (2009). Programa municipal de prevención y gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos de San José de Gracia, Aguascalientes. Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes. Tomo LXXII, Núm. 42, México.

UN-HABITAT (2010). Solid Waste Management in the world's cities. Naciones Unidas, Londres, Washington.

Tabla I-13. Ejemplos de grupos de interés en la gestión de residuos

INSTRUCCIONES:

En la columna 1, seleccionar con una X, a los grupos de interés existentes en el área o zona evaluada.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Categoría	Grupos de interés	Columna 1	Observaciones
Agentes externos al sistema con alguna influencia en el mismo	Organismos nacionales, regionales o estatales/provinciales (relacionados con medio ambiente o no)		
	Sector educativo		
	Institutos de investigación		
	Instituciones financieras		
	Asociaciones de profesionales y de empresarios		
	Agencias de manejo de recursos naturales		
	ONG's (Organizaciones no gubernamentales)		
	Departamentos de trabajo públicos		
	Departamentos de salud y sanidad públicos		
Proovedores del servicio	Sector privado		
	Municipio/ayuntamiento		
	Sector informal		
	Responsables políticos (cabildo, presidente municipal)		
	Trabajadores formales e informales		
Usuarios/clientes o generadores de residuos	Usuarios del servicio (generadores: casas, comercios y otros)		
	Grupos comunitarios		
	Grupos de mujeres		
	Pobres y residentes de áreas marginadas o irregulares		
Otros	Especificar:		

Fuentes:

UN-HABITAT, 2010. *Solid Waste Management in the world's cities*. Naciones Unidas, Londres, Washington.

Joseph, K. (2006). *Stakeholder participation for sustainable waste management*. *Habitat International*, 30(4), 863–871.
<http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2005.09.009>

Tabla I-14. Aspectos relacionados con seguridad e higiene

INSTRUCCIONES:

En la columna 1, contestar Si ó No según corresponda. Por cada Si contestado, se suma un punto.

En observaciones, anotar cuestiones relevantes para la evaluación de este indicador o del sistema completo.

Aspectos a cumplir	Columna 1		Observaciones
	Si	No	
¿Se tiene evaluación de riesgo en: instalaciones, equipos, puestos de trabajo y productos químicos para identificar los de mayor riesgo?			
¿Existen y se usan manuales/instructivos para operación de instalaciones y/o equipos con mayor riesgo?			
¿Existen fichas de datos de seguridad de productos químicos y una gestión adecuada de residuos peligrosos generados?			
¿Existe formación continua al personal en los sitios de mayor riesgo?			
¿Existen procedimientos para casos de emergencia?			
¿Los empleados portan EPI/EPP durante del desarrollo de su actividad (ejemplos: guantes, caretas, gafas protectoras, calzado, casco, chalecos, fajas, tapones auditivos, entre otros)?*			
¿Se lleva registro de los accidentes o incidencias respecto a la ejecución de la actividad?			

* Este aspecto debe evaluarse de preferencia en campo de ser posible, observando a los empleados durante el desempeño de sus funciones y recolectando evidencias al respecto.

Evaluación del indicador	
Respuesta	Puntos obtenidos
No	1 a 0
Parcialmente	2 a 5
Si	6 a 7

Tabla I-15. Listado de combustibles*

Los combustibles más comúnmente usados en la gestión de residuos son la gasolina y el diesel (gas oil).

Combustibles líquidos	
Gasolina para motores	
Gas/Diesel oil	
Gases licuados de petróleo (propano, butano o combinación de ambos)	
Lubricantes (todos los aceites lubricantes)	
Combustibles sólidos	
Ver en IPCC en caso de que existan*	
Gas natural	
Gas natural	
Otros combustibles fósiles	
Desechos municipales (fracción no perteneciente a la biomasa): con fines energéticos, fracción no biodegradable	
Desechos industriales: Constan de los productos sólidos y líquidos (p. ej. los neumáticos) que se queman en forma directa, normalmente en plantas especializadas, para producir calor y/o energía no declarada como biomasa.	
Óleos de desecho: Óleos usados (p. ej., lubricantes de desecho) que se queman para la producción de calor.	
Turba	
Ver en IPCC en caso de que existan*	
Biomasa	
Biocombustibles sólidos	Madera/desechos de madera: Madera y desechos de madera que se queman directamente para obtener energía.
	Otra biomasa sólida primaria: Se incluyen los desechos vegetales, materia/desechos animales, y otra biomasa sólida (ver V2_Ch1_1,16)
Biocombustibles líquidos	Biogasolina (bioetanol, biometanol, bioETBE, etc.)
	Biodiésel
	Otros biocombustibles líquidos
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero
Otros combustibles no fósiles	Desechos municipales (fracción perteneciente a la biomasa)

*Todos los combustibles pueden verse a detalle en el volumen 2 (energía) de las **Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero** (sector energía, categoría de actividades de quema de combustible, código de categoría 1A de quema de combustibles transporte terrestre-Nivel 1)

Tabla I-16. Instrucciones para el uso de factores de conversión

INSTRUCCIONES:

1) Obtener el tipo de combustible utilizado (ver el listado en la Tabla I-45). Aquí solamente se explicarán los cálculos y factores para gasolina y diesel/gasoil. En caso de requerir más detalles consultar volumen 2 (energía) de las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

2) Obtener la cantidad de combustible consumido al año en litros, m3 ó unidades de energía.

3) Si la cantidad de combustible está en:

Litros: transformar a m3, con la densidad del combustible a kg, y luego a Gigagramos (Gg)

m3: con la densidad del combustible a kg, y luego a Gigagramos (Gg)

En alguna unidad de energía: transformar directamente a Terajulios (TJ), en cada caso se deberá buscar el factor de conversión correspondiente

1 Gigagramo (Gg) = 1000000 Kg

4) Multiplicar el valor obtenido en el punto anterior por el factor de conversión (TJ/Gg) correspondiente para cada tipo de combustible para obtener Terajulios (TJ). Ver en la tabla los valores.

5) Utilizar el factor de conversión de Terajulios (TJ) a kWh: **1 kWh** = 0,0000036 TJ

6) En caso de disponer de esta tabla en su versión de excel, capturar los datos de litros o m3 directamente en la celda y el cálculo se realizará automáticamente. En el caso de unidades de energía, buscar los factores de conversión a TJ.

Tipo de combustible	Cantidad de combustible				Densidad del combustible (kg/m3)	Factor de conversión (TJ/Gg)	Terajulios (TJ)	kWh
	Litros	m3	Unidades de energía	Gg				
Gasolina	628	0.6280		0.0004	680	44.3	0.0189	5255.0
Gas/Diesel oil	628	0.6280		0.0005	833	43.0	0.0225	6248.4

Referencias:

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 1, Anexo 8A.1. Prefijos, unidades, abreviaturas, equivalentes estándar.

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2, Energía.

Tabla I-17. Instrucciones para el cálculo de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

INSTRUCCIONES:

1) De la siguiente tabla, se debe seleccionar el método de cálculo de emisiones (GEI) de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. En caso de que se calculen las emisiones con otro método debe especificarse en las observaciones del indicador. Siempre debe procurarse dar preferencia al uso de las metodologías del IPCC sobre otros métodos.

Componente		Energético usado	Categorías del IPCC 2006 con las que deben calcularse las emisiones
Limpieza viaria		Combustibles	1 Energía. 1A Actividades de quema de combustible. 3b Transporte- transporte terrestre
		Energía eléctrica	*De acuerdo a IPCC es una buena práctica atribuir las emisiones de energía eléctrica directamente a la instalación que la produce, así que deberán revisarse a detalle las directrices de IPCC para decidir si incluirlas o no en el cálculo.
Recolección y transporte		Combustibles	1 Energía. 1A Actividades de quema de combustible. 3b Transporte- transporte terrestre
		Energía eléctrica	* Ver la explicación en limpieza viaria
Transferencia		Combustibles	1 Energía. 1A Actividades de quema de combustible. 3b Transporte- transporte terrestre
		Energía eléctrica	* Ver la explicación en limpieza viaria
Valorización y tratamiento	Todos los tipos de valorización	Combustibles	1 Energía. 1A Actividades de quema de combustible. 3b Transporte- transporte terrestre
		Energía eléctrica	* Ver la explicación en limpieza viaria
	Tratamiento biológico	NA	4 Desechos. 4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos
	Incineración (valorización energética)	NA	4 Desechos. 4C Incineración e incineración abierta de desechos. 4C1 Incineración de desechos
	Otros (reciclaje).	NA	No existe categoría del IPCC para calcularlo, porque se considera que afecta las cantidades de desechos que entran en otros sistemas de gestión y tratamiento, y el impacto sobre las emisiones (p. ej., los cambios en las emisiones durante los procesos de producción y el transporte) está cubierto en otros sectores. Si se quiere conocer una estimación de las emisiones generadas se sugiere, de acuerdo al tipo de material que se recicla, usar el sector energía, actividades de quema de combustible, industrias manufactureras y de la construcción, y seleccionar la categoría más adecuada. Por ejemplo para reciclaje de papel y cartón podría utilizarse la categoría 1A2d Pulpa, papel e imprenta, combustión estacionaria.
Eliminación	Todos los tipos de eliminación	Combustibles	1 Energía. 1A Actividades de quema de combustible. 3b Transporte- transporte terrestre
		Energía eléctrica	* Ver la explicación en limpieza viaria
	Relleno sanitario	NA	4 Desechos. 4A Eliminación de desechos sólidos. 4A1 Sitios gestionados de eliminación de desechos
	Vertedero controlado	NA	4 Desechos. 4A Eliminación de desechos sólidos. 4A2 Sitios no gestionados de eliminación de desechos
	Vertedero incontrolado	NA	4 Desechos. 4A Eliminación de desechos sólidos. 4A3 Sitios no categorizados de eliminación de desechos
	Incineración sin recuperación de energía	NA	4 Desechos. 4C Incineración e incineración abierta de desechos. 4C2 Incineración abierta de desechos

2) Una vez calculadas las emisiones correspondientes, se deberán transformar a CO₂eq, multiplicando por los factores de conversión mostrados en la siguiente tabla. Se suman todos los resultados obtenidos para tener el total de CO₂ eq

Factores de conversión a CO ₂ eq [1]		
CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	28	265

[1] Green House Protocol. (2015). Global Warming Potential Values (AR5). Greenhouse Gas Protocol, 2014(1995), 2–5. Retrieved from [http://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values \(Feb 16 2016\).pdf](http://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20Feb%202016.pdf)

3) Como sugerencia, en el caso de uso de combustibles, se puede proceder a calcular de acuerdo a lo mostrado en la tabla I-16 los Terajulios (TJ) y luego para obtener las emisiones se multiplica por cada uno de los factores mostrados en la tabla. Se sugiere ver las metodologías del IPCC ya mencionadas para más detalles sobre los factores de emisión que deben usarse.

Tipo de combustible	Factor de emisión CO ₂ (kg CO ₂ /TJ)	Factor de emisión CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)*	Factor de emisión N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)*
Gasolina	69300.0	25.0	8.0
Gas/Diesel oil	74100.0	3.9	3.9

*En el caso de motor de gasolina: es un factor con catalizador de oxidación, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2, Energía, 3, Capítulo 3, tabla 3.2,2.

4) En caso de disponer de esta tabla en su versión de excel, capturar los datos deTJ directamente en la celda y el cálculo se realizará automáticamente.

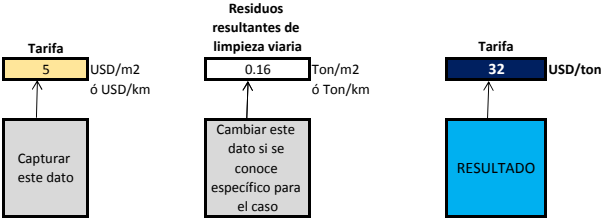
Tipo de combustible	Terajulios (TJ)	Emisiones de CO ₂ (Kg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (Kg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (Kg N ₂ O)
Gasolina	0	0.0	0.000	0.000
Gas/Diesel oil	1.129623803	83705.1	4.406	4.406

Ton de CO ₂ eq:	85.00

Tabla I-18. Hoja de cálculo para emisiones por incineración

Tabla disponible sólo en versión de excel para facilitar los cálculos. Los cálculos están basados en las **directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero** del sector *desechos*, categoría 4C: *Incineración e incineración abierta de desechos*, código de la categoría 4C1 para estimación de *Estimación de emisiones de incineración de desechos-Nivel 1* (CO₂, CH₄ y N₂O).

Tabla I-19. Factores de conversión de tarifa de limpieza viaria



Datos de referencia						PROMEDIO
Residuos resultantes de limpieza viaria (m2)	ton/m2	0.0003	Unidades originales en kg/hab/año, calculado para tn/m2/año.	0.6	Promedio eventos especiales SIAP	0.29 ton/m2
Residuos resultantes de limpieza viaria (km)	ton/km	0.04	Máximo valor reportado. Corresponden barrido manual, zonas de barrido dentro de la ciudad (barrido normal diario)	0.02	Mínimo valor reportado. Corresponden barrido manual, zonas de barrido dentro de la ciudad (barrido normal diario)	0.03 ton/km

G-7

Información base para el cálculo
de los indicadores

G-7. Información base para el cálculo de los indicadores

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	1	Población total en el área evaluada	# de habitantes	-	Especificar la población total residente del área de estudio.
Cuantitativo	2	Ingreso medio anual USD\$ de los hogares	USD\$/hogar/año	-	-
Cuantitativo	3	Presupuesto total anual (municipal, regional/estatal, etc. según sea el caso)	USD\$/año	-	-
Cuantitativo	4	Presupuesto total para la gestión de residuos al año (municipal, regional/estatal, etc. según sea el caso)	USD\$/año	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles, y usar la tabla I-12 de apoyo.	Incluir todos los gastos totales al año: corrientes (operación, mantenimiento, administración, salarios) y de financiación (por equipamiento o infraestructura, amortizaciones financieras o retorno de inversión, pago de préstamos o impuestos, etc.). En algunos países la información puede verse limitada en dos casos: a) que el presupuesto de gestión de residuos aún esté combinado con otros servicios públicos y sea imposible diferenciarlo, b) que sólo se tenga información parcial, por ejemplo, correspondiente a sólo un componente (por ejemplo, recolección, vertido, etc.), en ambos casos, si se realiza el cálculo de algún indicador, deberá especificarse que tipo de información se ha utilizado y las limitaciones.
Cuantitativo	5	Tarifa media anual de cobro por hogar para la gestión de residuos	USD\$/hogar/año	-	Si existen diversas tarifas, se realiza un promedio entre todas ellas.
Cuantitativo	6	Total de ingresos y ganancias al año sobre gestión de residuos o del operador del servicio	USD\$/año	Si no se tiene información detallada o completa de ingresos, debe calcularse por lo menos con la cantidad de ingresos cobrados directamente a través de tasas a usuarios.	Los ingresos pueden incluir uno o varios de los siguientes (exceptuando subvenciones o subsidios para gasto corriente entregados por algún ente gubernamental o de ayuda internacional): 1) Tasas específicas cobradas a hogares, comercios, servicios, industria, 2) Tasas cobradas por disposición final, 3) Venta de materiales para reciclaje o valorización, 4) Ingresos por sanciones, 5) Ingresos por venta de energía o combustibles 6) Ingresos por cobro de derechos por trámites o licencias relacionadas con manejo de residuos, ventas de bases de licitación, 7) Ingresos por productos financieros. Si no se tiene información detallada o completa de ingresos, debe calcularse por lo menos con la cantidad de ingresos cobrados directamente a través de tasas a usuarios.
Cuantitativo	7	Inversión anual total en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en gestión de residuos	USD\$/año	Número de proyectos financiados	Es la suma de 8, 9, 10, 11 y 12 (cuando existe desglosado el presupuesto)
Cuantitativo	8	Inversión anual en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en prevención	USD\$/año	Si es cero, aclarar si no está desglosado el presupuesto para prevención, o si no existe presupuesto.	-
Cuantitativo	9	Inversión anual en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en preparación para la reutilización	USD\$/año	-	-
Cuantitativo	10	Inversión anual en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en reciclaje	USD\$/año	-	-
Cuantitativo	11	Inversión anual en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en otros tipos de valorización	USD\$/año	-	-
Cuantitativo	12	Inversión anual en proyectos de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación) en eliminación	USD\$/año	-	-

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	13	Gasto anual en educación ambiental y concienciación enfocado a gestión de residuos	USD\$/año	-	Si hay personal contratado y dedicado exclusivamente a educación ambiental se debe incluir su sueldo en el gasto, así como todo gasto corriente derivado (incluir los gastos derivados de actividades de educación no formal como: campañas, eventos, talleres, pláticas, conferencias, actividades lúdicas, etc.). La educación formal (incluida en currículas de escuelas, institutos y Universidades, etc.) queda excluida.
Cuantitativo	14	Salario mínimo en la zona de estudio	USD\$/día	-	-
Cuantitativo	15	Hogares que pagan el servicio	# de hogares que pagan el servicio	-	El pago del servicio puede hacerse directamente (cargo directo al hogar/usuario) o indirectamente (impuestos de propiedad, cargos de servicios comunales o una factura de servicios públicos o un componente de una factura de servicios públicos vinculada a cuentas de agua/tratamiento de agua o electricidad). Wilson, David C. et al. 2015. "Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities." Waste Management 35: 329–42. http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006 .
Cuantitativo	16	Hogares que reciben servicio de recolección	# de hogares que reciben el servicio de recolección	-	-
Cuantitativo	17	Número total de establecimientos comerciales	# total de comercios	Si es posible, obtener el dato desglosado por tamaño de establecimientos (pequeño, mediano, grande, etc.)	-
Cuantitativo	18	Número total de establecimientos de servicios	# total de establecimientos de servicios	Si es posible, obtener el dato desglosado por tamaño de establecimientos (pequeño, mediano, grande, etc.)	-
Cuantitativo	19	Número total de plantas depuradoras y potabilizadoras	# total de plantas	Si es posible, obtener el dato desglosado por tipo (depuradora o potabilizadora) y tamaño de establecimientos (pequeño, mediano, grande, etc.)	-
Cuantitativo	20	Número de quejas referentes a gestión de residuos municipales registradas en un año	# de quejas/año	-	-
Cuantitativo	21	Días promedio de respuesta a quejas en un año	Días	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles.	-
Cuantitativo	22	Número de habitantes que han recibido educación ambiental y concientización en materia de gestión de residuos al año	# de habitantes/año	-	La educación formal (incluida en currículas de escuelas, institutos y Universidades, etc.) queda excluida, se deben considerar solamente actividades de educación no formal, comunicación educativa y similares como: campañas, eventos, talleres, pláticas, conferencias, actividades lúdicas, etc. Pueden existir iniciativas sobre educación y concientización que no sean realizadas directamente por el municipio, deben contabilizarse e incluirse aquí; por ejemplo, realizadas por ONG, empresas privadas a cargo de la recolección de un flujo de residuo específico, etc.; sin embargo se debe describir claramente dentro de la evaluación del indicador, quién o quienes realizan estas acciones.

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	23	Generación de residuos municipales de los últimos 5 años	Toneladas/per cápita/año	Se deben incluir en la suma los siguientes residuos: 1) hogares, 2) comercios, 3) servicios, 4) resultantes de limpieza viaria (transformar a kg/año), 5) residuos peligrosos domésticos, 6) construcción y demolición, 7) RAEE's, 8) pilas y acumuladores, 9) VFU, 10) NFU, 11) aceites y grasas comestibles, 12) de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Si no existen las cantidades de todos los flujos, especificar cuáles se están excluyendo para calcular el flujo, o bien, estimar los datos por cantidad total recolectada y ponderando por la población servida.	Es posible que no existan datos de todos los años a evaluar, en ese caso promediar entre los datos que estén disponibles y hacer la aclaración respectiva en las observaciones. El escenario más desfavorable, cuando no se tengan datos de la generación per cápita, pueden utilizarse datos de ingreso a recolección o vertido final, utilizando la ponderación de la población atendida.
Cuantitativo	24	Generación total de los hogares	kg/año	-	En caso de que no se tenga la información, estimar a través de lo recolectado en hogares y el % de población servida.
Cuantitativo	25	Generación total de los comercios	kg/año	-	En el peor de los escenarios, si no se ha realizado un estudio sobre generación de residuos en comercios, se puede sustituir el dato por los residuos recolectados en comercios.
Cuantitativo	26	Generación total de los servicios	kg/año	-	-
Cuantitativo	27	Residuos industriales recolectados con servicio municipal/concesionado/mancomunado	kg/año	-	-
Cuantitativo	28	Generación de residuos peligrosos de los hogares	kg/año	-	-
Cuantitativo	29	Generación total de residuos de construcción y demolición	kg/año	-	-
Cuantitativo	30	Generación total de residuos de equipos eléctricos y electrónicos (WEEE/RAEEs)	kg/año	-	-
Cuantitativo	31	Generación total de residuos de pilas y acumuladores	kg/año	-	-
Cuantitativo	32	Generación total de vehículos al final de su vida útil	kg/año	-	-
Cuantitativo	33	Generación total de neumáticos fuera de uso	kg/año	-	-
Cuantitativo	34	Generación total de residuos de aceites y grasas comestibles	kg/año	-	-
Cuantitativo	35	Generación total de residuos de limpieza de desagües y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales	kg/año	Residuos de limpieza de desagües, de plantas de potabilización o depuración de aguas (lodos y otros)	-
Cuantitativo	36	Cantidad total de residuos generados en la fracción "I"	Toneladas/año	-	Captura de varios datos: agregar cuantas fracciones ("I") sean necesarias. El desglose de la composición porcentual de los residuos se puede utilizar en esta parte.
Cuantitativo	37	Número de sanciones referentes a gestión de residuos municipales registradas al año	# de sanciones/año	-	Se pueden considerar válidos los registros aplicados por el operador del servicio: a) cualquier tipo de sanción de acuerdo a la legislación vigente, b) imputada a cualquier persona física o empresa/institución.
Cuantitativo	38	km atendidos con limpieza viaria al año (si existen mediciones en m2, transformar a km: 1km=2000m2)	km/año	-	-

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	39	km pavimentados totales en el municipio (por ejemplo plazas, avenidas, calles, etc.)	km	-	-
Cuantitativo	40	Número de días al año que se realiza la limpieza viaria	# días con limpieza viaria/año	-	El número de días al año que se realiza el barrido puede calcularse multiplicando una frecuencia promedio de barrido semanal por 52 semanas (o frecuencia mensual por 12 meses). La frecuencia de barrido puede variar en diferentes zonas, por eso puede utilizarse una frecuencia promedio o para obtener un cálculo más detallado se puede realizar individualmente por cada zona.
Cuantitativo	41	Horas totales de servicio/funcionamiento programadas para los distintos componentes	Horas/año	-	En las horas de servicio programadas ya se deben haber descontado los paros programados (mantenimiento, tiempo para efectuar cambios de turno, lavado de los vehículos y refrigerio del personal).
Cuantitativo	42	Horas de servicio/funcionamiento(instalaciones) real en los distintos componentes	Horas/año	-	Horas reales=Horas totales de servicio programadas- paros no programados y/o tiempo muerto innecesario.
Cuantitativo	43	Número de horas anuales efectivas de trabajo en los distintos componentes	Horas/año	-	Σ de todas las horas trabajadas por todos los empleados al año
Cuantitativo	44	Promedio de km barridos al día (si existen mediciones en m2, transformar a km: 1km=2000m2)	km/día	-	-
Cuantitativo	45	Número total de personal operativo formal en los diversos componentes	# total de trabajadores formales	Se requiere también tener la información desglosada (cuando sea el caso): trabajadores que se evalúan en m2 (suelen ser plazas, barrido manual) y en km (suelen ser calles y avenidas, barrido mecánico). Ver más detalles en los métodos de cálculo de cada indicador.	Considerar solamente los empleados ocupados en la parte operativa (excluyendo directivos, administrativos y similares), de todas las operaciones correspondientes a limpieza viaria (manual y/o mecánico, etc.), ya sean empleados municipales, gubernamentales o privados.
Cuantitativo	46	Número total de empleados base (o fijos) con prestaciones relacionadas con salario en los diferentes componentes	# total de trabajadores con prestaciones	-	Se debe excluir personal contratados de manera temporal o por honorarios.
Cuantitativo	47	Número total de empleados base (o con contrato fijo) en los diferentes componentes	# total de trabajadores base o con contrato fijo	-	Se debe excluir personal contratados de manera temporal o por honorarios.
Cuantitativo	48	Número (real o estimado) de personal informal en los diversos componentes	# de trabajadores informales en limpieza viaria	-	Se debe especificar la fuente de obtención de la información o el método de estimación de los trabajadores informales.
Cuantitativo	49	Tarifa promedio de cobro por los diferentes servicios. Para limpieza viaria: si está reportada en USD\$/m2 u otra unidad realizar las conversiones necesarias para reportar USD\$/km y/o USD\$/tonelada	USD\$/km ó USD\$/t	-	Promediar las tarifas existentes por los distintos servicios
Cuantitativo	50	Salario promedio en los diversos componentes	USD\$/día	-	Se debe excluir salario de directivos o personal de jerarquías altas y medias, incluir sólo salarios de personal operativo.-
Cuantitativo	51	Toneladas recolectadas en limpieza viaria	Toneladas/año	-	Se deben incluir todos los residuos resultantes de todas las operaciones de limpieza viaria (plazas+calles+eventos especiales+otros) y todas las modalidades (manual+mecánico). Para el cálculo de intensidad del uso de suelo en limpieza viaria y/o recolección, tener cuidado de no contabilizar dos veces los residuos de limpieza en viaria en "residuos recolectados".

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	52	Cantidad de combustible utilizada en los distintos componentes (especificar el tipo de combustible)	Litros, m3 ó unidades de energía/año	Se debe especificar el tipo de combustible de acuerdo a la tabla I-15. Los combustibles más comúnmente usados en la gestión de residuos son la gasolina y el diesel/gas oil.	-
Cuantitativo	53	Cantidad de energía eléctrica utilizada en los distintos componentes	kWh/año	-	Es posible que el consumo de energía eléctrica se realice en conjunto con otras operaciones y se desconoce el dato individual (por ejemplo, instalaciones compartidas entre limpieza viaria y recolección), en esos casos el dato debe incluirse solamente en una de las etapas para evitar doble cuantificación, y se debe especificar qué etapas de manejo de residuos están incluidas, o en su caso calcular un sólo indicador global para todo el sistema.
Cuantitativo	54	Cantidad total de emisiones de GEI generadas en los distintos componentes	Toneladas de CO2eq/año	-	Cuando no se ha calculado previamente el dato, se debe calcular usando las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, de acuerdo a lo explicado en las tablas I-15, 16, 17 y 18. En caso de usar otra metodología distinta, deberá plasmarse claramente en las observaciones de la información base.
Cuantitativo	55	Población atendida por el servicio de recolección	# de habitantes	-	No reportar el total de la población existente, debe ser efectivamente la población atendida por el servicio de recolección que puede estimarse de acuerdo a los barrios/zonas atendidos y a los censos de población existentes. Debe documentarse claramente el origen y calidad de los datos que se han utilizado para calcular este indicador. En el caso de recolección selectiva se puede reportar la población atendida por este servicio. Para la equidad del servicio se puede utilizar diferenciado la recolección en zonas urbanas y rurales o de difícil acceso
Cuantitativo	56	Cantidad total de residuos recolectados	Toneladas/año	Cuando se calcula "Grado de aprovechamiento de contenedores", si sólo existen contenedores en algunas zonas de la ciudad, se debe ajustar a los residuos recolectados de contenedores solamente.	Incluir todos los flujos de residuos municipales recolectados (ya sea recolección normal, fraccionada y/o por recolecciones especiales como puntos limpios o centros de acopio), a excepción de los residuos industriales.
Cuantitativo	57	Cantidad de residuos recolectados selectivamente en la fracción "I"	Toneladas/año	La suma de fracciones debería sumarse a cantidad total de residuos recolectados	Para el cálculo de grado de aprovechamiento en recolección neumática se debe utilizar toneladas/mes, utilizando el dato del mes con máxima recepción de residuos.
Cuantitativo	58	Cantidad de material que es correctamente separado en la fracción "I" (coincide con el material solicitado)	Toneladas/año	-	-
Cuantitativo	59	Capacidad total volumétrica de contenedores	m3	-	Se deben sumar los m3 de todos los contenedores disponibles
Cuantitativo	60	Densidad promedio de residuos en contenedor	Toneladas/m3	-	Obtener una densidad promedio de los residuos derivadas de estudios realizados en campo.
Cuantitativo	61	# de contenedores instalados	Número	-	-
Cuantitativo	62	Frecuencia de recolección semanal de contenedores	Veces/Semana	-	Si existen diversas frecuencias de recolección, reportar un promedio
Cuantitativo	63	Capacidad total volumétrica de vehículos de recolección y/o transferencia	m3	-	Se deben sumar los m3 de todos los vehículos utilizados

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	64	Densidad promedio de residuos en vehículos de recolección y/o transferencia	Toneladas/m3	-	Obtener una densidad promedio de los residuos derivadas de estudios realizados en campo.
Cuantitativo	65	# total de vehículos de recolección y/o transferencia	Número	-	-
Cuantitativo	66	Número de viajes por vehículo de recolección y/o transferencia	Número	-	Si varía el número de viajes de recolección, reportar un promedio
Cuantitativo	67	Frecuencia de recolección semanal con vehículos de recolección y/o transferencia	Veces/Semana	-	Si existen diversas frecuencias de recolección, reportar un promedio
Cuantitativo	68	Capacidad de diseño de las instalaciones neumáticas de la fracción "I"	Toneladas/hora	-	-
Cuantitativo	69	Tiempo total de funcionamiento de las instalaciones neumáticas de la fracción "I"	Horas/año	-	-
Cuantitativo	70	Distancia total recorrida por los vehículos de recolección y/o transferencia	km/año	-	-
Cuantitativo	71	Número de lavados realizados a contenedores y/o buzones	Número de lavados/año	-	-
Cuantitativo	72	Número de lavados realizados a vehículos de recolección	Número de lavados/año	-	-
Cuantitativo	73	Promedio de los radios de influencia de la recolección	Metros	-	-
Cuantitativo	74	Gastos totales de los diferentes componentes	USD\$/año	-	Incluir todos los gastos totales al año: corrientes (operación, mantenimiento, administración, salarios) y de financiación (por equipamiento o infraestructura, amortizaciones financieras o retorno de inversión, pago de préstamos o impuestos, etc.). En caso de que no se tenga completa la información, deberá especificarse que gastos se han incluido.
Cuantitativo	75	Superficie aproximada utilizada por las instalaciones de cada componente	m2	-	-
Cuantitativo	76	Volumen total de agua utilizada en los distintos componentes	Litros/año	-	-
Cuantitativo	77	Volumen total de agua contaminada generada en los diferentes componentes	Litros/año	-	-
Cuantitativo	78	Cantidad total de residuos transferidos	Toneladas/año	-	Para el cálculo de grado de aprovechamiento, se requiere el dato en toneladas/mes, utilizando el mes con máxima recepción de residuos.
Cuantitativo	79	Capacidad de diseño de las instalaciones de los diversos componentes	Toneladas/hora	-	-
Cuantitativo	81	Cantidad total de material ingresado a la instalación de valorización	Toneladas/año	-	Para el cálculo de grado de aprovechamiento, se requiere el dato en toneladas/mes, utilizando el mes con máxima recepción de residuos.
Cuantitativo	82	Cantidad de material recuperado efectivamente en las instalaciones de valorización	Toneladas/año	-	-
Cuantitativo	83	Cantidad total de improprios en el material recuperado en las instalaciones de valorización	Toneladas/año	-	-
Cuantitativo	84	Composición porcentual de los residuos	%	-	Para el cálculo de emisiones de GEI, seguir las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cuantitativo	85	Características químicas de los residuos	%	-	Hacer listado a partir de excel (valorización energética y trat biol)
Cuantitativo	86	Cantidad de energía eléctrica generada en distintos componentes	kWh	-	-
Cuantitativo	87	Cantidad de energía térmica generada en distintos componentes	kWh	-	-
Cuantitativo	88	Cantidad de residuos no peligrosos generados después de la valorización y/o incineración sin recuperación de energía	Kg/año	-	-
Cuantitativo	89	Cantidad de residuos peligrosos generados después de la valorización y/o incineración sin recuperación de energía	Kg/año	-	-
Cuantitativo	90	Residuos ingresados a relleno sanitario y/u otros tipos de vertido	Toneladas/año	-	-
Cuantitativo	91	Cantidad total de residuos en relleno sanitario con tratamiento o estabilización previo	Toneladas/año	-	Un ejemplo de tratamiento previo es el tratamiento mecánico biológico (TMB) de los residuos antes del vertido.
Cuantitativo	92	Capacidad disponible en la actualidad para el vertido	m3	-	-
Cuantitativo	93	Densidad de residuos en el vertedero	Toneladas/m3	-	-
Cuantitativo	94	Residuos ingresados a incineración sin recuperación de energía	Toneladas/año	-	Para el cálculo de grado de aprovechamiento, se requiere el dato en toneladas/mes, utilizando el mes con máxima recepción de residuos.
Cualitativo	95	Documentos publicados y vigentes de legislación Nacional y regional/estatal/mancomunidad en materia residuos	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-1, I-2 e I-4	Documentos publicados y vigentes en los periódicos oficiales correspondientes.
Cualitativo	96	Documentos publicados y vigentes de reglamento o bando municipal en materia de residuos	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-1, I-2 e I-4	Documentos publicados y vigentes en los periódicos oficiales correspondientes.
Cualitativo	97	Documento con programa/plan Nacional y regional/estatal/mancomunidad en materia residuos	Si/No	Si la respuesta es SI, hacer un listado de verificación de acciones a cumplir para ayudar a completar la tabla I-2 y completar tabla I-4, I-5, I-7, I-11, I-13. Verificar si el documento está disponible públicamente por algún medio.	Documentos publicados y vigentes en las instancias correspondientes.
Cualitativo	98	Documento con programa/plan municipal en materia de residuos	Si/No	Si la respuesta es SI, hacer un listado de verificación de acciones a cumplir para ayudar a completar la tabla I-2 y completar tabla I-4, I-5, I-7, I-11, I-13. Verificar si el documento está disponible públicamente por algún medio.	Documentos publicados y vigentes en las instancias correspondientes
Cualitativo	99	Documento (s) con planes o políticas para el manejo de flujos de residuos específicos a nivel nacional y regional/estatal/mancomunidad	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-6	Documentos publicados y vigentes en las instancias correspondientes
Cualitativo	100	Documento (s) con planes o políticas para el manejo de flujos de residuos específicos a nivel municipal	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-6	Documentos publicados y vigentes en las instancias correspondientes
Cualitativo	101	¿Existe un sistema de registro de las sanciones/avisos relacionadas con la gestión de residuos municipales?	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-3	Guardar evidencias de su existencia y funcionamiento: procedimientos documentados, si es una versión digital la evidencia de funcionamiento de la página/plataforma web, etc. Para el indicador se requiere contestar información adicional en la Tabla I-3.

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cualitativo	102	¿Existen instrumentos económicos para gestión de residuos?	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-4	Guardar como evidencias la legislación y planes/programas donde se mencionan los instrumentos
Cualitativo	103	Diagnósticos y/o estudios oficiales (realizados o financiados por la entidad interesada)	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-8 y revisar si están disponibles públicamente por algún medio	Documentos o reportes oficiales.
Cualitativo	104	Diagnósticos y/o estudios externos (realizados o financiados por entidades externas como Universidades, Centros de investigación, agencias de cooperación internacional, etc.)	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-8 y revisar si están disponibles públicamente por algún medio	Documentos, reportes, artículos científicos, etc.
Cuantitativo	105	Número de certificaciones otorgadas a la entidad	Número de certificaciones	Seleccionar una o más opciones de acuerdo al tipo de certificaciones vigentes: a) Sistemas de Gestión Ambiental y/o ISO 14001, b) Gestión de la calidad y/o ISO 9001, c) Auditorías ambientales y certificaciones relacionadas, d) Seguridad, higiene y salud en el trabajo (OSHA 18000 o relacionadas), e) Otras certificaciones (especificar cuáles)_____. En otras certificaciones son válidas aquellas otorgadas por entidades independientes o terceros (ya sean locales, nacionales, internacionales).	No son válidas aquellas que estén aún en proceso de certificación, solamente las que estén vigentes en el momento de realizar la evaluación del indicador.
Cualitativo	106	¿Existe organigrama del municipio?	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-10	Guardar copia del organigrama vigente como evidencia
Cualitativo	107	¿Existe organigrama de la o las entidades implicadas en la gestión de residuos (municipal, paramunicipal, intermunicipal o mancomunidad, etc.)?	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-10	Guardar copia del organigrama vigente como evidencia
Cualitativo	108	Reglamento(s) interno(s) para definir actividades, obligaciones y funciones de la o las entidades implicadas en la gestión de residuos	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-10	Documentos publicados y vigentes en las instancias correspondientes
Cualitativo	109	¿Existe un perfil de puesto del coordinador o director general de la o las entidades implicadas en la gestión de residuos o existen funciones y responsabilidades descritas en un reglamento interno?	Si/No	-	Guardar copia del perfil de puesto o en su caso, del reglamento interno donde se especifican funciones y responsabilidades
Cualitativo	110	¿Existen perfiles de puestos clave (incluyendo al coordinador o director general) o existen funciones y responsabilidades descritas en un reglamento interno?	Si/No	Debe contestarse SI/NO por cada componente de gestión existente o que vaya a ser evaluado: limpieza viaria, recolección, transferencia, valorización, eliminación, también para el caso de que exista una coordinación central.	Guardar copia del perfil de puesto o en su caso, del reglamento interno donde se especifican funciones y responsabilidades
Cualitativo	111	¿Existen perfiles de puesto en las entidades encargadas de la gestión de residuos (TODOS los puestos) o existen funciones y responsabilidades descritas en un reglamento interno?	Si/No	-	Guardar copia del perfil de puesto o en su caso, del reglamento interno donde se especifican funciones y responsabilidades
Cualitativo	112	Curriculums de puestos clave	Si/No	Debe contestarse SI/NO por cada componente de gestión existente o que vaya a ser evaluado: limpieza viaria, recolección, transferencia, valorización, eliminación, también para el caso de que exista una coordinación central.	Los documentos más recientes

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cualitativo	113	¿El personal de supervisión del servicio tiene acceso a transporte adecuado (como motocicletas o vehículos)?	Si/No	Debe contestarse SI/NO por cada componente de gestión existente o que vaya a ser evaluado: limpieza viaria, recolección, transferencia, valorización, eliminación.	-
Cualitativo	114	Procedimiento para el control/supervisión de los servicios	Si/No	-	Documento vigente y en uso
Cualitativo	115	Bitácoras de supervisión/sanciones sobre los servicios	Si/No	-	Los documentos más recientes y en uso
Cualitativo	116	Procedimientos, protocolos, manuales, etc. para realizar mediciones en los distintos componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	117	Bitácora (papel, electrónica, software, etc.) de los distintos componentes	Si/No	-	Especificar la periodicidad: Diario, cada tres días, una vez a la semana, etc.
Cualitativo	118	Convenio intermunicipal o de mancomunidad	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-11	Guardar copia del instrumento vigente como evidencia, y de ser posible otras evidencias que se tengan para evaluar su cumplimiento.
Cualitativo	119	Convenios, acuerdos y otros que respalden la cooperación con otras entidades	Si/No	Si la respuesta es SI, completar la tabla I-11. Ver en los métodos de cálculo de los indicadores más detalles	Guardar copia del instrumento vigente como evidencia, y de ser posible otras evidencias que se tengan para evaluar su cumplimiento.
Cualitativo	120	¿Existe un presupuesto específico y diferenciado para gestión de residuos dentro de la(s) entidad(es) encargadas?	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	Guardar evidencias que demuestren que el presupuesto es específico y diferenciado de otros servicios (presupuestos asignados y publicados, esquemas de contabilidad separada, etc.)
Cualitativo	121	¿Existe una tasa específica cobrada a los usuarios (hogares) por la gestión de residuos?.	Si/No	-	Puede existir la tarifa aunque sea cobrada de forma conjunta/indirectamente con otros servicios (por ejemplo, se especifica un rubro cobrado por gestión de residuos en algunos recibos de agua ó electricidad, impuestos de propiedad, etc.), siempre y cuando esté claramente especificada y diferenciada. Se debe considerar solamente el cobro de la gestión de residuos a hogares.
Cualitativo	122	¿Existe un procedimiento de recepción, seguimiento y respuesta a quejas y sugerencias?	Si/No	Si la respuesta es si, revisar el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	Guardar evidencia del procedimiento existente
Cualitativo	123	Existencia de bitácora para registro de quejas y sugerencias	Si/No	Si la respuesta es si, revisar el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	Guardar evidencia de la existencia y uso de la bitácora
Cualitativo	124	Revisión de página web en donde se presente información sobre el sistemas de gestión de residuos	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	La fecha máxima de antigüedad de la información no debe ser mayor a dos años
Cualitativo	125	Revisión de la existencia de publicación de información por otros medios: informes anuales, ingresos y egresos, un sistema nacional de información sobre residuos, etc.	Si/No	-	La fecha máxima de antigüedad de la información no debe ser mayor a dos años (sobre todo de la información de presupuestos y gastos)
Cualitativo	126	Existencia de procedimientos para que el usuario realice solicitud de información (exceptuando la información protegida, dependiendo de la legislación de cada país).	Si/No	-	-
Cualitativo	127	Encuestas de satisfacción del servicio realizadas a los usuarios	Si (especificar la calificación otorgada)/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	-
Cualitativo	128	Evidencias de planeación participativa con diferentes grupos de interés	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	-

Identificación de la información				Descripción de la información necesaria	
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información
Cualitativo	129	Evidencias de participación de los grupos de interés en proyectos específicos, mejoras en los servicios, formulación de políticas y legislación u otros.	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	-
Cualitativo	130	Diagnósticos sobre la situación actual de sector informal	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	-
Cualitativo	131	Plan de inclusión para el sector informal con acciones para mejorar las condiciones laborales y/o de calidad de vida de los recuperadores (formalización de contratos, seguro de salud, etc.). También se considera esta opción cuando los apoyos vienen de otras entidades diferentes al proveedor del servicio (existen sindicatos que incluyen sector formal e informal por ejemplo).	Si/No	Ver el método de cálculo del indicador correspondiente para más detalles	-
Cualitativo	132	Revisar el programa de capacitación anual del personal tanto operativo como administrativo en los distintos componentes	Si/No	-	Programas permanentes de capacitación, no eventos aislados (de diversos tipos: obligatorios y opcionales, en campo y teóricos) necesarios para mejorar el desempeño del puesto.
Cualitativo	133	Evidencias de apoyo para la profesionalización de empleados en los diversos componentes	Si/No	-	Para mejorar el nivel de educación -como leer y escribir- o aumentar el grado académico de acuerdo al puesto a desempeñar
Cualitativo	134	Evidencias de participación en eventos organizados por entidades externas como foros, congresos, talleres, exposiciones, fomentar redes de trabajo e información, entre otros, en los diferentes componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	135	Documentación de evaluación para instalaciones, equipos, puestos de trabajo y productos químicos para identificar los de mayor riesgo en los diferentes componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	136	Manuales o instructivos para operación de instalaciones y/o equipos con mayor riesgo en los diversos componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	137	Fichas de datos de seguridad de productos químicos y evidencias de una gestión adecuada de residuos peligrosos generados en los distintos componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	138	Procedimientos para casos de emergencia en los distintos componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	139	¿Los empleados en los diversos componentes portan EPI/EPP durante del desarrollo de su actividad (guantes, calzado, chalecos, fajas, tapones auditivos, etc.)?	Si/No	-	Realizar recorridos de campo observando a los empleados durante el desempeño de sus funciones y recolectando evidencias al respecto (documentación de entrega y supervisión del correcto uso del EPI/EPP, fotografías, etc.)
Cualitativo	140	Registro de los accidentes o incidencias respecto a la ejecución de los distintos componentes	Si/No	-	-
Cualitativo	141	Programas de cumplimiento normativos para aspectos ambientales (agua, aire, suelo, olores, ruido y vibraciones, lixiviados, otros). Pueden ser instrumentos voluntarios, auditorías, etc.	Si/No	-	-

Identificación de la información			Descripción de la información necesaria			
Tipo	ID	Descripción	Unidades de medida	Información adicional requerida	Detalles o aclaraciones respecto a la información	
Cualitativo	142	Otros programas de control de aspectos ambientales, cuando no hay normativa aplicable (agua, aire, suelo, olores, ruido y vibraciones, lixiviados, otros). Pueden ser buenas prácticas, criterios internacionales, ISO 14001, etc.	Si/No	-	-	
Cualitativo	143	Encuestas o estudios sobre olores a la población cercana a la instalación.	Si/No	-	-	
Cualitativo	144	Inventario de sitios contaminados (vertidos incontrolados, ilegales, sin clausura o sin uso).	Si/No	-	-	
Cualitativo	145	Plan de gestión de sitios contaminados y evidencias de su implementación y avance	Si/No	-	-	
Cualitativo	146	Contestar Si/No (impactos visuales y/o posibles riesgos para la salud pública): a) Aspecto de contenedores y vehículos: En mal estado y/o sucios. b)Acumulación y/o dispersión de residuos (en vía pública, en áreas cercanas a contenedores o puntos de recolección, durante el transporte, alrededor de instalaciones) c) Dispersión de lixiviados (en los alrededores de la instalación, en cuerpos de agua cercanos, etc.) y/o emisiones por quema incontrolada d) Presencia alta de vectores cerca de la infraestructura y/o instalaciones (moscas, ratas, cucarachas, otros) y/o animales (p.e. en vertederos) e) Presencia de sitios ilegales o clandestinos de vertido final. f) Población afectada con enfermedades directamente vinculadas a los residuos (tétano, cólera, dengue, hepatitis, entre otros.). g) Otro aspecto no mencionado aquí que genere un impacto visual negativo o sea un riesgo para la salud pública (Especificar cuál: _____). Si uno o más aspectos son contestados con Si, la respuesta a capturar es Si.	Si/No	-		Realizar recorridos de campo en donde se revise cada aspecto listado
Cualitativo	147	Reportes de población afectada con enfermedades directamente vinculadas a los residuos (tétano, cólera, dengue, hepatitis, entre otros.). Exceptuar enfermedades del sector informal (porque están en contacto directo con los residuos siempre).	Si/No	-		En caso de que existan afectaciones por los residuos, revisar de qué componente/etapa de residuos se derivan principalmente.
Cualitativo	148	Existencia de sanciones o multas aplicadas al operador del servicio por incumplimiento de legislación ambiental vigente (contaminación de suelo, ruido, olores, agua, varios temas, etc.). Es más común que sea aplicada a cualquier acción de eliminación de residuos (incumplimientos en vertederos).	Si/No	-		Para aplicar este criterio en los indicadores cualitativos correspondientes, se debe revisar a qué tipo de contaminación está aplicada la sanción (agua, suelo, etc.). La sanción puede haber sido aplicada por un ente superior o dentro del mismo municipio (si tiene la facultad legal para hacerlo).

G-8

Base de datos de valores de
referencia

G-8. Base de datos de valores de referencia

Debido a la cantidad de registros y extensión de la tabla, está disponible sólo en versión de excel para facilitar su consulta y manejo.



Anexo H

Tablas con los criterios para la
evaluación de la calidad

Tabla H-1. Criterios para evaluar el origen de los datos

Clasificación	Descripción	Puntuación	Ejemplos	
			Datos cualitativos	Datos cuantitativos
Medido	Medición o evaluación directa del dato	15	- Encuestas/entrevistas realizadas directamente a los usuarios del sistema (u otros grupos de interés). - Datos extraídos directamente de documentación oficial (pública o privada, que esté disponible): legislación, organigramas, documentos de planeación o administración, certificaciones y auditorías, ficheros de los trabajadores. - Visitas en campo/terreno para registrar aspectos de salud pública, seguridad e higiene, contaminación y su respectiva gestión/mitigación, impacto visual, entre otros.	- Medidos directamente en campo con instrumentos de medición (manuales o automáticos): balanzas de pesaje a la entrada de instalaciones o vertederos, instrumentos de medición de flujos (líquidos o gases), sistemas de GPS y odómetros en vehículos. - Estudios de densidad, composición (física y/o química) de los residuos realizada en campo o laboratorio. - Inventarios de equipamiento recientes. - Censos de población y viviendas realizados por entidades oficiales. - Aspectos económicos: sistema de contabilidad computarizado con doble entrada y/o clara separación del presupuesto relacionado con gestión de residuos. - Energía eléctrica, térmica y combustibles: medidos directamente
Calculado o modelado	Obtención de un valor utilizando uno o varios datos medidos en combinación con: un modelo matemático, factores establecidos en referencias, software especializado.	10		- Tiempo de vida útil del vertedero. - Modelado de la generación de lixiviados o gases con software especializado. - Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero con factores de emisión (multiplicando el consumo del combustible por el factor de CO₂ eq) En IPCC (2006), se dan más detalles sobre niveles de calidad de la información sobre emisiones. - Aspectos económicos: Sistema computarizado pero con contabilidad conjunta (sin segregar completamente los gastos relacionados directamente a la gestión de residuos) un sistema semicomputarizado (híbrido con sistema de flujo de caja). - Energía eléctrica, térmica y combustibles: estimados a partir del rendimiento o características del equipamiento.
Sustituto o imputado	Utilización de datos sustitutos o imputados por la ausencia de datos más precisos o representativos.	5	Dato aproximado o imputado con series de tiempo, datos históricos, fuentes externas o de regiones cercanas o similares.	- Dato aproximado o imputado con series de tiempo, datos históricos o de regiones cercanas o similares. - Aspectos económicos: registros manuales, sistema de contabilidad basado en flujo de caja. - Energía eléctrica, térmica y combustibles: estimados a partir de tasas de consumo reportadas para otras áreas.
Origen desconocido	Se desconoce el origen del dato que se está reportando.	0		

Tabla H-2. Criterios para evaluar la incertidumbre de los datos

Clasificación	Descripción	Puntuación	Características
Incertidumbre baja	0 a 5%: normalmente los datos medidos son de incertidumbre baja (ver <i>tabla 1 origen de los datos</i>).	15	- Datos claramente registrados y documentados. - Uso de metodologías para medición de la variable/dato adoptadas y bien establecidas o reconocidas como las mejores disponibles. - Sistemas de datos automatizados: con o sin vinculación a plataformas GIS, con actualizaciones.
Incertidumbre media	>5% a <=25%: peor que baja, pero mejor que alta.	10	- Alguna documentación se ha perdido o no está claramente registrada. - Sistemas de registro de datos manuales con actualizaciones.
Incertidumbre alta	>25%: normalmente los datos aproximados o imputados son de incertidumbre alta (ver <i>tabla de tipo de datos</i>).	5	- La documentación y registro de la información no existe o está basado en las mejores estimaciones del personal de servicios públicos (o del proveedor del servicio) sin mediciones o pruebas documentadas. - Sistemas de registro manuales parcialmente desarrollados, con extrapolación de datos perdidos.
Incertidumbre desconocida	No se conoce el origen del dato.	0	

Tabla H-3. Criterios para evaluar la cobertura temporal de los datos

Clasificación	Descripción	Puntuación
Buena cobertura temporal	Los datos tienen menos de 3 años de antigüedad	15
Regular cobertura temporal	Más de 3 y hasta 10 años de antigüedad*	10
Mala cobertura temporal	Mayor a 10 años de antigüedad	5
Cobertura temporal desconocida	No se conoce la antigüedad del dato	0

* Se toma 10 años de antigüedad porque (UN-HABITAT, 2010) menciona que la calidad de la información sobre residuos sólidos es antigua cuando tiene más de 10 años (en algunos países estudiados es mayor a 15 años de antigüedad), puesto que los cambios en la composición del flujo de residuos, la población y el comportamiento están cambiando constantemente. En el caso específico de legislación y normatividad, si se han publicado actualizaciones de una legislación (modificaciones a algunos artículos, fracciones o a toda la ley) se toma como fecha válida la de la última actualización.

Tabla H-4. Criterios para evaluar la *cobertura espacial de los datos*

Clasificación	Descripción	Puntuación
Buena cobertura espacial	Los datos corresponden al área evaluada en su totalidad	15
Regular cobertura espacial	Se ha tomado en cuenta parte del área evaluada, pero no en su totalidad (por ejemplo, muestreos parciales en barrios, o sólo algunos municipios)	10
Mala cobertura espacial	Los datos corresponden a áreas similares o cercanas a la que se está evaluando	5
Cobertura espacial desconocida	No se conoce la cobertura espacial del dato	0

Referencias

UN-HABITAT-Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2010). *Solid waste management in the world's cities. Water and sanitation in the world's cities 2010*. Londres, Washington: Naciones Unidas.