

Indicadores para construir un modelo de evaluación de programas de manejo de residuos sólidos municipales

Adriana Puma-Chávez, Carolina Armijo-De Vega, Nelly Calderón- De La Barca, Juana Claudia Leyva-Aguilera, Sara Ojeda-Benítez
adrypuch@hotmail.com

Resumen

Los proponentes de iniciativas de manejo de residuos sólidos, requieren de herramientas que les permitan determinar su eficiencia tanto desde la perspectiva ambiental como desde la económica y social, y así tomar las decisiones más apropiadas para el mejoramiento del servicio. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un instrumento de evaluación, a través de un conjunto de indicadores integrados en un modelo, para medir la efectividad con la que operan los programas de manejo de residuos sólidos urbanos. La metodología consistió en ajustar indicadores de desempeño de programas de manejo de residuos al modelo de Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR). Se identificaron y eligieron los indicadores de mayor relevancia, mediante un proceso de selección hecho a través del análisis de opiniones de un grupo de expertos en residuos, revisión bibliográfica de indicadores, así como análisis de los indicadores propuestos por el Programa de Manejo de Residuos (PROMARE). Se trabajó con 18 indicadores con los que se diseñó una lista de control para su aplicación en el modelo FPEIR. Este modelo ayudará a los tomadores de decisiones optimizar el desempeño de Programas de Manejo de Residuos.

Palabras Clave: *indicadores, monitoreo, seguimiento, sistemas de residuos*

198

1. Introducción

A medida que las economías del mundo se han integrado y la economía mundial prospera, se ha generado una creciente preocupación acerca de cómo estas tendencias afectan al medio ambiente. La relación entre globalización y medio ambiente es un tema bastante polémico en los círculos políticos que ha provocado una constante atención académica a los retos que los estudiosos y los políticos enfrentan [1]. Esto ha llevado a que los problemas ambientales sean temas prioritarios de las reuniones internacionales convocadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), de las cuales han surgido tratados internacionales que establecen objetivos y metas hacia el desarrollo sostenible [2]. Entre estos temas figura el aumento en el volumen de residuos sólidos generados, que constituyen uno de los problemas más preocupantes a nivel mundial, siendo la variación porcentual en la generación de residuos mayor al incremento poblacional [3], lo que provoca diversas problemáticas en la gestión de los residuos sólidos municipales (RSM), que representan sólo una parte de los residuos generados, pero consumen alrededor de la tercera parte de los recursos invertidos por el sector público para abatir y controlar la contaminación [4].

México ha aprovechado las experiencias de otros países en su organización de políticas internacionales y locales, relacionadas con temas medioambientales que den respuestas a problemas comunes de forma práctica y coordinada [5]. Para atender la problemática derivada de los residuos sólidos, el gobierno de México publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) la cual se integró al Plan de Desarrollo del 2007-2012. La Ley contempla un enfoque preventivo y, para lograr sus objetivos, se basa en la aplicación del principio de responsabilidad compartida pero diferenciada, de todos los sectores sociales que generan y manejan residuos. Así mismo designa a las entidades federativas y a los municipios como responsables de elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos

sólidos urbanos y de manejo especial [6]. El uso de indicadores facilita el seguimiento al cumplimiento de metas y objetivos de los programas ambientales, éstos también han sido usados para evaluar el desempeño de programas de manejo de residuos, basado en el análisis de los procesos desde la generación de los residuos hasta su disposición final [7].

En el municipio de Ensenada, aún con la corresponsabilidad entre Gobierno y ciudadanos establecida en la Ley, se han enfrentado varios retos del manejo responsable de residuos sólidos. Las últimas dos administraciones han puesto en marcha programas de manejo y reducción de residuos en diferentes sectores, como en el escolar [8]. Dicho esfuerzo se ha visto respaldado por otras iniciativas se han puesto en marcha a través de programas impulsados por organizaciones no gubernamentales. En busca de disminuir la cantidad de residuos que tienen como destino final el relleno sanitario, así como reducir los costos de disposición final de residuos, prolongar la vida útil del relleno sanitario, y ayudar a mitigar el impacto ambiental derivado del manejo de los residuos sólidos urbanos. A pesar de estos esfuerzos las cantidades de residuos que llegan al relleno sanitario siguen siendo cada vez mayores, lo que lleva a cuestionarse ¿Qué tan exitosos son los programas de manejo de residuos puestos en marcha? ¿Cómo miden su éxito esos programas? ¿Qué indicadores se requieren para realmente medir el desempeño de un programa de manejo de residuos? ¿Se pueden integrar los indicadores de desempeño de programas de residuos en un modelo para la toma de decisiones? Tratando de responder estos cuestionamientos se planteó el objetivo de este trabajo, que fue el desarrollar un instrumento de evaluación, a través de un conjunto de indicadores integrados en un modelo, para medir la efectividad con la que operan los programas de manejo de residuos domiciliarios.

2. Metodología

Para la construcción del modelo de evaluación de programas de manejo de residuos, el trabajo se dividió en dos fases principales: 1) Construcción y definición de indicadores e, 2) Integración de los indicadores al modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR) ampliamente descritas por Puma [9], a continuación una breve descripción.

2.1 Construcción y definición de indicadores

En la Figura 1 se resumen los pasos seguidos para la construcción de indicadores.

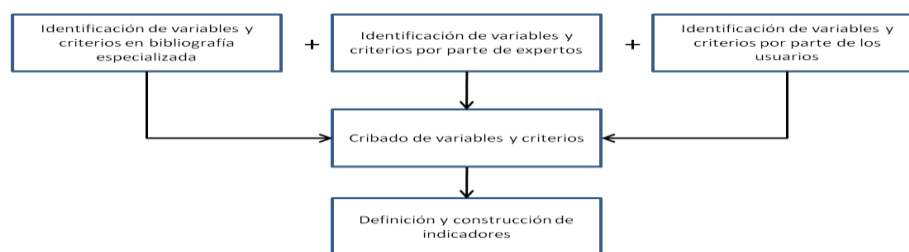


Figura 1. Pasos seguidos para la construcción de indicadores

A continuación se describen brevemente estos pasos.

a). *Identificación de criterios y variables en literatura especializada:* Se revisaron más de 180 publicaciones de literatura especializada sobre residuos sólidos en la que se reportaran métricos desarrollados en el tema de manejo de residuos sólidos, de estas se seleccionaron 21 publicaciones en donde se identificaban claramente factores, criterios y variables relacionados con el manejo de residuos.

b). *Variables o elementos identificados por expertos:* Para la definición del sistema de manejo de residuos y sus elementos se aplicó la metodología de *Grupo de Expertos* sugerida por Briones [10]

que permite conocer los factores que facilitan o dificultan el progreso de un sistema como lo es el manejo de residuos sólidos domiciliarios. Para consultar a los expertos se diseñó una entrevista semiestructurada [11], de la cual se identificó el conocimiento, expectativas, sugerencias, variables y elementos que entran en juego en los programas de manejo de residuos.

$n = \frac{N * Z^2 * q * p}{E^2(N-1) + Z^2 * q * p}$ c). *Identificación de elementos importantes en programas de residuos por parte de usuarios:* Para conocer cuáles son los elementos importantes para los usuarios de los programas de manejo de residuos se construyó un cuestionario el cual se aplicó a una muestra representativa de la comunidad de El Sauzal de Rodríguez (comunidad ubicada al Norte de la ciudad de Ensenada), elegida por ser la comunidad objetivo del Programa de Manejo de Residuos (PROMARE). El cuestionario se validó mediante tres pruebas piloto de 25 encuestas cada uno y se aplicó. El tamaño de muestra se calculó mediante la fórmula (1) de muestreo aleatorio simple y estimación de proporciones para una población finita, al 95% de confianza sugerida por Ferreras [12] y Pita [13]. La aplicación de la fórmula a la población de El Sauzal da como resultado un tamaño de muestra de 75.

(1)

Donde:

N= 9450 habitantes	p= 1/máximo no. de opciones de respuestas
Z= 1.96	p= 1/7 = 0.11
E= 0.05	q= 1-p = 0.89

El análisis de los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, se realizó con el programa SPSS 10. Del cual se eligió a aquellos elementos que en opinión de la comunidad eran relevantes y se creó un cuadro de análisis en el que se anotaron los factores mencionados por la comunidad y los mencionados por la literatura, eligiendo los factores externos más relevantes, en base a la frecuencia de mención. Los elementos seleccionados se usaron después en el modelo FPEIR que se menciona más adelante.

d). *Cribado de variables y criterio:* A partir de los criterios obtenidos de las publicaciones se creó una matriz de criterios de literatura en cuyas celdas se anotó la frecuencia con la que cada criterio era mencionado. Para la selección de los criterios más importantes se consideró que serían aquellos que fueran mencionados por más de 6 autores.

De igual manera se construyó una tabla de comparación para los criterios obtenidos en la consulta a expertos, en la que se contrastaron los criterios mencionados por expertos contra expertos entrevistados, seleccionando sólo aquellos criterios mencionados por lo menos por cuatro expertos.

Las listas de los criterios obtenidos de las consultas bibliográficas y de expertos, se compararon con la lista de criterios propuestos por el PROMARE, generando un nuevo cuadro de comparación donde los criterios mencionados en dos de las listas, se quedaban para formar parte de los criterios definitivos de evaluación.

Para asignar criterios, se consideraron primero aquellos que fueran relevantes para la literatura y expertos, posteriormente se integraron aquellos criterios que se mencionaron simultáneamente en los tres cuadro comparativos (PROMARE, literatura y expertos).

e). *Construcción de indicadores:* A partir de la lista de criterios obtenidos de la comparación de criterios de la literatura, expertos y PROMARE, se seleccionaron indicadores para cubrir cada uno de los criterios definitivos. Para la construcción de cada indicador fue necesaria la búsqueda de datos relevantes para el criterio, que permitiera generar rangos de evaluación del indicador, donde 3 es el ideal o valor máximo y 1 el mínimo, para cada variable evaluada, basada en lo reportado por AMMAC [14] y Lorax [17]. En cuanto a las variables de tipo cualitativo se obtuvieron de la

encuesta y lo sugerido por Armijo [18] y Cota [19]. Se crearon fichas para cada indicador, según lo propuesto en el manual de Sistema de Indicadores de Desempeño realizado por AMMAC [14].

2.2 Integración de los indicadores al modelo FPEIR

Basados en el modelo FPEIR, se construyó un esquema del Sistema de Manejo de Residuos, en el que se integró la lista de factores externos en el sistema de manejo de residuos así como los indicadores. El modelo cuenta con indicadores de Causa, Presión, Estado, Impacto y Respuesta en el que se evalúa el estado de cada criterio mediante la siguiente fórmula (2):

$$\begin{aligned} \text{Estado} = F(x) &= [(-\text{causa}) + (-\text{presión})] = (\text{respuesta}) & (2) \\ \downarrow E_{\text{impacto}} \rightarrow \uparrow E_{\text{ideal}} &= f(\text{presión}, \text{respuesta}) \end{aligned}$$

3. Resultados y discusión

Como resultado del análisis se obtuvieron 18 indicadores, 16 fijos aplicables al sistema de manejo de residuos en general y dos móviles según sea el tipo de programa particular o municipal. Para cada indicador se construyó una ficha descriptiva.

Con los indicadores se crearon siete esquemas del sistema de manejo de residuos, uno para cada uno de los siguientes sub índices: Cobertura, Generación, Costo, Difusión, Recursos, Eficiencia y Composición. Cada esquema integró al modelo FPEIR los indicadores generados en este trabajo. Para esto se identificaron los criterios que evalúan cada uno de los elementos del modelo, en algunos casos, como es el de difusión, participación y percepción social se aplican los mismos indicadores para la evaluación de los criterios.

Los indicadores seleccionados surgieron de diversas fuentes, sin embargo de la literatura revisada, solamente la OCDE [21] y Rodríguez [22] integran metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para dar seguimiento a la gestión de residuos, lo que sugiere la necesidad de integrar los aspectos sociales a la evaluación de los sistemas de manejo de residuos, para tener una visión global del problema y los factores que lo alteran. Pese a ello la propuesta de la OCDE [21] se enfoca en condiciones de tipo nacional/regional y global, lo cual no permite representar las condiciones reales de un sistema de residuos que se maneja a nivel local; mientras que Rodríguez [22] analiza la aplicación de los instrumentos legales en el tema de manejo de residuos con el propósito de tener el manejo de residuos como indicador de “*buenas prácticas*”.

La OCDE [21] desarrolló tres indicadores clave bajo la metodología del modelo FPEIR, generación, tratamiento y disposición, para uso nacional/regional y global, por lo que se dificultaría su uso si se quieren aplicar éstos en contextos más locales. Por su parte la Guía de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos [23], sugiere una lista de más de 100 indicadores. Tal cantidad de indicadores es muy elevada para el manejo práctico del monitoreo. Las diferencias entre dichas propuestas, denotan la necesidad de contar una herramienta eficaz y sencilla, que logre constituir una visión general del problema que enfrenta el manejo de los residuos a nivel local.

Los indicadores para monitoreo de los programas de manejo de residuos domiciliarios domésticos formulados en el presente estudio, que competen a los gobiernos municipales según la LGPGIRS [20], representa una forma sencilla de medir el avance de un programa de manejo de residuos por el menor número de indicadores que maneja en comparación a los otros modelos descritos. Ya que su construcción se basó tanto en aspectos sociales como técnicos del manejo de residuos, los hace indicadores más apegados a la realidad del contexto en el que se haya implantado el programa de manejo que se desee evaluar.

4. Conclusión

En la construcción de indicadores para la gestión de residuos es importante la combinación de información cualitativa y cuantitativa de modo que se visualice tanto sea posible el sistema completo de Manejo de Residuos Domiciliarios, para lo cual es necesaria una herramienta integradora como el Modelo FPEIR. Así mismo, el uso de indicadores en el manejo de residuos debe ser de aplicación local pues más del 60% de los trabajos de residuos, está enfocado en la gestión de residuos a gran escala, principalmente orientados a programas a nivel municipal.

Los estudios de manejo de residuos a nivel nacional son escasos y los existentes están predominantemente enfocados a la descripción del problema de manejo de residuos. Existe necesidad de contar con herramientas que permitan controlar las fallas que presenta el sistema y que se enfoquen en la evaluación del mismo en su totalidad pues solo el 7% de toda la literatura revisada evalúa al sistema completo, lo que evidencia la necesidad de contar con herramientas que estén enfocados a la evaluación del sistema completo de manejo de residuos.

Referencias Bibliográficas

- [1] Gallagher, K.P. "Economic Globalization and the Environment". *Annual Review of Environment & Resources*. 34(1). 2009. Pp.279-304.
- [2] Ibarra, A.L. "Observatorios urbanos locales en la evaluación ambiental de las ciudades". *Simposio de Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas*. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C. 2009.
- [3] Organización de las Naciones Unidas. 2001 (Octubre, 2010) <http://www.latautonomy.org/Indicadores.PDF>
- [4] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005 (13 de Mayo de 2009). http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores04/04_solidos/intro_solidos.shtml
- [5] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. 2008.
- [6] Cortinas, C. "Guía para facilitar la interpretación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos". *Diario oficial de la H. Cámara de Diputados, México*. 2003.
- [7] Sartor, A. "Los residuos, un componente a considerar en la sustentabilidad del sistema urbano. La complejidad de su gestión: caso Bahía Blanca". *IV Seminario latinoamericano de calidad urbana*. 2008. Pp.14.
- [8] Arenas-Lio, V. Octubre 2008. *Comunicación personal*.
- [9] Puma Chávez, A. Armijo de Vega, C. Leyva Aguilera, J.C. Calderón de la Barca Guerrero, N. Ojeda Benítez, S. "Instrumento de evaluación para los programas de manejo de residuos domiciliarios". *Revista de investigación ambiental, ciencia y política pública*. 2011. (en prensa).
- [10] Briones, G. *Metodos y tecnicas de investigación para las ciencias sociales*. 1ra Edición. 2003. Ed. Trillas. México. Pp. 45-64.
- [11] Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. Baptista Lucio, P. *Metodología de la Investigación*. 4ta. Edición. 2008. Ed. McGrawHill. México. Pp.273-407.
- [12] Ferreras M.L, Rodríguez-Osuna J. y Nuñez A. Inferencia estadística, Niveles de precisión y diseño muestral. *Revista española de investigaciones sociológicas*. No.54. 1991. Pp. 139-166.
- [13] Pita-Fernández, S. *Determinación del tamaño muestral*. 1996 (24 de enero de 2011). <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>
- [14] AMMAC. *Manual de Implementación del Sistema de Indicadores de Desempeño (SINDES)*. 2008. México. Pp 89.
- [15] SEMARNAT. *SEMARNAT PUBLICACIONES*. Diciembre de 2009. http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/08_residuos/cap8.ht
- [16] Departamento de Ecología Ensenada. *Plan de manejo integral de residuos sólidos*. 2006. Municipio de Ensenada.

- [17] Lorax Consultores. *Programa de manejo de residuos domiciliarios en El Sauzal de Rodríguez (Anteproyecto Ejecutivo)*. 2008. Ensenada, B.C.
- [18] Armijo, C. "Waste Management in Mexico: key variables in play The case of the Autonomous University of Baja California". *Lambert Academic Publishing. Saarbrücken Germany*. 2010. Pp 294.
- [19] Cota, E. *Percepción Social de la Basura en Ensenada. Tesis de maestría en Estudios y Proyectos Sociales*. Mexicali, B.C., México: Universidad Autónoma de Baja California. 2005.
- [20] Cortinas, C. *Diez Recomendaciones Clave del Grupo de tareas sobre sustentabilidad ambiental*. (2005) www.cristinacortinas.com.
- [21] OCDE. *Indicadores Ambientales. Desarrollo, medida y uso*. División de rendimiento de información ambiental. 2003. París Francia.
- [22] Rodríguez, L. "Gestión local e intergubernamental de los residuos sólidos urbanos. Una evaluación de buenas prácticas en los municipios mexicanos". *Memorias del segundo encuentro de expertos sobre residuos sólidos*. 2009. Morelia, Michoacán. México. Pp. 12
- [23] SEMARNAT. *Guía para la elaboración de programas municipales para la gestión integral de residuos sólidos urbanos*. 2006. México.