

## **RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS. UN ESTUDIO DE LA REGIÓN CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO**

Gerardo BERNACHE PÉREZ

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS, Unidad Occidente. Ave. España  
1359 Col. Moderna Guadalajara, Jalisco  
Correo electrónico; gerardo.bernache@gmail.com

*(Recibido agosto 2011, aceptado diciembre 2011)*

Palabras clave: residuos sólidos, basura, rellenos sanitarios, lixiviados, ciudades mexicanas

### **RESUMEN**

Este es un estudio sobre la forma en que funcionan los vertederos de residuos sólidos que dan servicio a ciudades de diversos tamaños en el país. Los sitios de disposición final son el punto más débil de los procesos de manejo de residuos municipales y esto resulta en vectores de contaminación ambiental que afectan directamente las fuentes de agua, la calidad del aire regional y, en ocasiones, a los asentamientos de población aledaños. La Región Centro Occidente de México comprende nueve estados de la república, con 68 municipios urbanos que albergan ciudades medias, grandes y zonas conurbadas. La investigación se centró en este universo de zonas urbanas, de las cuales se logró obtener información de 41 ayuntamientos. Esta información permite analizar una diversidad de condiciones, recursos e infraestructura que tienen estos ayuntamientos para la disposición final de residuos sólidos. Los municipios estudiados albergan una población total de 10.95 millones de personas (INEGI 2011) que producen 11 170 toneladas de residuos por día. Los responsables de manejo de residuos de los ayuntamientos estudiados autoevaluaron sus procesos de disposición final con una calificación promedio de 76 en un sistema de 100 puntos. Esta calificación es “regular” e indica que los vertederos de la región son un factor de riesgo que puede estar ocasionando un nivel importante de contaminación de los ecosistemas municipales y regionales.

Key words: solid wastes, garbage, landfills, leachate, Mexican cities

### **ABSTRACT**

This study focuses on the operation of landfills located in urban areas of México. Landfill operation is the weakest point in the process of solid waste management, therefore there are pollution vectors that have a direct impact on water sources, air quality and, even local populations living in nearby areas. The West-Central Region of Mexico comprises nine states and 68 urban municipalities with medium-sized, large-sized cities and metropolitan areas. This research focused on such a universe of urban areas. The study successfully obtained valuable data on waste management from 41 municipalities. Such data presents the diversity of conditions, resources and infrastructure available for solid waste management and final disposition of urban wastes. There are 10.95 million people living on those 41 municipalities (INEGI 2011) which generate 11 170

metric tons of solid wastes per day. Municipal officials in charge of waste management operation on those municipalities evaluated the quality of their work in the area of waste disposal and management of landfill, the average score was 76 points in a 100-point scale. Such evaluations points out a “regular” standard and might indicate also that landfills on the region posse an environmental risk factor since they may be source of a significant pollution for local and regional ecosystems.

## INTRODUCCIÓN

Los sitios de disposición final de los residuos sólidos municipales son un eslabón clave en la gestión sustentable de los desechos que se producen en las ciudades (Bernache 2006). Sin embargo, en la actualidad son un eslabón débil, que sufre de muchos problemas en su operación cotidiana.

Las ciudades son los principales centros de producción de residuos, dada su concentración de actividades económicas y el número de habitantes. Este estudio se enfoca en obtener datos relevantes sobre la producción de residuos en las principales zonas urbanas de la Región Centro Occidente de México (RCO). Esta región se conforma por nueve estados: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas (**Fig. 1**). En esta zona se identificaron 68 municipios urbanos con mayor población. El objetivo fue trabajar con esos ayuntamientos y obtener información sobre su producción y el manejo de los residuos sólidos municipales, en particular los procesos de disposición final y tratamiento de los residuos.

El equipo de investigación se puso en contacto con todos los ayuntamientos y solicitó la información, sólo 41 ayuntamientos respondieron.

De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda en México, para el año 2010, los 41 municipios urbanos que participaron en el estudio tienen una población total de 10 951 406 habitantes (INEGI 2011), mismos que generan 11 170.4 toneladas de residuos sólidos cada día y 335 113 toneladas mensuales. Estos montos son enormes y pueden ocasionar graves problemas de contaminación regional si su tratamiento y disposición final no son ambientalmente sustentables.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SE-MARNAT-2003 establece los parámetros para el diseño, operación y clausura de sitios de disposición final. En términos generales, un sitio debe contar con una infraestructura básica para controlar los vectores que podrían causar un impacto ambiental, además de estar 500 metros alejado de asentamientos humanos y de fuentes de agua. La NOM-083-SE-MARNAT-2003 determina que para su operación un sitio de disposición final debe controlar el ingreso



**Fig. 1.** Estados que conforman la región de estudio

de residuos, disponerlos de manera sistemática de acuerdo con un plan, compactarlos y cubrirlos de manera cotidiana, así como el control de la generación de biogás y el manejo de los lixiviados para mantenerlos dentro del sitio (SEMARNAT 2004, SEMARNAT y GTZ 2009).

El INEGI presentó a finales de la década de los noventa una clasificación de sitios controlados, sitios no controlados y tiraderos a cielo abierto. Los sitios controlados pasaron de 22 % a 27 % en el periodo de 1991 a 1996 (INEGI 1998). Este tipo de sitios eran una minoría en el país, la mayoría (73 %) eran sitios con poco o ningún control sobre los residuos depositados y sobre los vectores de contaminación ambiental. El sitio de Pátzcuaro, Michoacán es un ejemplo de disposición no controlada (**Fig. 2**). Mientras que como ejemplo de un sitio de disposición final controlado se tiene a Los Laureles en Tonalá,

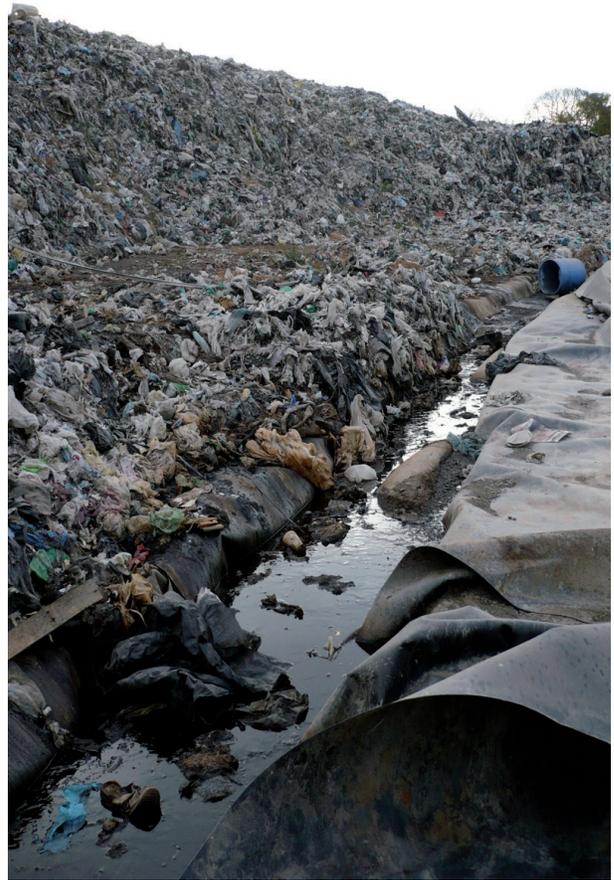


**Fig. 2.** Sitio de disposición final no controlado. Pátzcuaro, Michoacán

Jalisco (**Fig. 3**).

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 clasifica a los sitios en controlados y no controlados, estos sitios son definidos como instalaciones inadecuadas porque tienen un control parcial o no tienen control de la contaminación que produce la basura enterrada. El relleno sanitario es el sitio que sí previene y controla, de manera integral, la contaminación por entierro de residuos sólidos (SEMARNAT 2004). Dos buenos ejemplos de rellenos sanitarios son los sitios que operan en la ciudad de León, Guanajuato (**Fig. 4**) y en la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes (**Fig. 5**).

Pero en la práctica se observa que los sitios de disposición final de residuos municipales presentan un amplio rango de condiciones de tamaño y ubicación del predio, de diseño y construcción, de



**Fig. 3.** Sitio de disposición final controlado. Producción de lixiviados, Los Laureles, Tonalá, Jalisco

infraestructura necesaria, de la calidad de la operación diaria del sitio y de las acciones efectivas para control de la contaminación.



**Fig. 4.** Sitio de disposición final tipo relleno sanitario operado por empresa PASA, León, Guanajuato



**Fig. 5.** Quemadores para el tratamiento de biogás. Relleno sanitario. Aguascalientes, Aguascalientes

Los señalamientos sobre los problemas ambientales que ocasionan los sitios de disposición final no son recientes, desde hace un par de décadas que se nos ha alertado sobre los riesgos de contaminación que se originan en los grandes entierros de basuras municipales (Breen 1990, Restrepo *et al.* 1991). En México se han reportado un número de casos específicos de vertederos con problemas de contaminación no controlada.

El basurero de la ciudad de Hermosillo en la década de los noventa fue descrito como un sitio “que no cumple ni por asomo con las disposiciones de relleno sanitario” (Encinas *et al.* 1996). En el mismo tenor se encontraba el vertedero El Lancandón en las afueras de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, sitio que no cumple con los requisitos mínimos para el control de la contaminación, se ha caracterizado como un sitio en condiciones deplorables (Escamirosa *et al.* 2001). Una situación similar se ha reportado en el vertedero de Chetumal (Guevara 2002) y en el vertedero de Tepic (Saldaña 2009). En la ciudad de Sahuayo en Michoacán se ha reportado la contaminación por cadmio en un tiradero abandonado (Navarrete 2004).

En la ciudad de San Luis Potosí ha operado el vertedero de Peñasco que ha pasado de ser un tiradero a cielo abierto a un sitio controlado, pero aún así continua experimentando problemas con el control del biogás y de los lixiviados (Rangel 2003).

El caso del vertedero de la ciudad de Morelia que estuvo en operación durante las décadas de los ochenta y noventa fue estudiado por Israde y sus colaboradores, aquí se realizaron estudios geológicos e hidrológicos para detectar el impacto de los lixiviados contaminantes sobre el acuífero al poniente de la zona urbana. Los estudios arrojaron que los

lixiviados se filtraban al subsuelo y alcanzaban el acuífero, llevando consigo una carga de residuos peligrosos, en particular metales pesados como cadmio, plomo, zinc, cromo, níquel y arsénico (Israde *et al.* 1999, 2005).

Los vectores de contaminación que se originan en los vertederos y rellenos sanitarios han sido descritos en detalle por Robles, quien señala que las causas principales de la contaminación ambiental en sitios de disposición final son el biogás y los lixiviados (Robles 2008). Robles afirma que se ha mejorado el manejo y la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios que pueden controlar estos dos vectores de contaminación. Sin embargo, la mayoría de sitios de disposición de residuos en zonas urbanas de México todavía no pueden clasificarse como rellenos sanitarios, persisten los tiraderos y los diversos tipos de vertederos municipales como es el caso de las ciudades en la RCO.

En este trabajo se reporta sobre las condiciones de infraestructura y la operación de los sitios de disposición final en 41 municipios urbanos de una región de México. Se considera que el rango de variabilidad de condiciones de operación de los sitios sea una muestra de los tipos de disposición final que imperan en la república en los albores de la segunda década del siglo XXI. El corolario es que la falta de infraestructura, de personal y de recursos para una operación adecuada en los sitios de disposición final no permiten cumplir cabalmente con las disposiciones normativas en materia ambiental en México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio reporta los resultados obtenidos en una investigación realizada durante el segundo semestre de 2010. El objetivo de dicha investigación fue conocer los recursos, la infraestructura, las estrategias y las acciones para el manejo de los sitios de disposición final en los principales municipios urbanos en la RCO de México. Esta región comprende los nueve estados de la república identificados en la sección anterior.

En primer lugar se identificaron los principales municipios urbanos, considerando el tamaño de su población. Se identificaron 68 municipios distribuidos en los nueve estados.

En segundo lugar se elaboró un directorio de los presidentes municipales y las dependencias responsables de los procesos de manejo de residuos, mismas que en ocasiones se ubican en servicios públicos, otras veces en el área de ecología y medio ambiente, de acuerdo con cada organigrama municipal.

En tercer lugar se diseñó un cuestionario con 27 puntos relacionados con la producción, la recolección y la disposición final de residuos sólidos municipales. En este artículo se toman en consideración las preguntas relacionadas con los residuos que llegan a los vertederos y cómo operan los vertederos en las principales zonas urbanas de la región.

Por último, se enviaron los cuestionarios, por correo normal y por correo electrónico a los responsables de manejo de residuos en los 68 ayuntamientos identificados para el estudio. Se habló directamente con la mayoría de los funcionarios municipales. Un grupo numeroso asistió a un Taller de Gestión de Residuos realizado en la ciudad de Guanajuato hacia finales de 2010, ahí se pudo administrar el cuestionario a los participantes. Previamente se visitaron más de 10 municipios y se obtuvo la información en entrevista personal con el funcionario responsable. En otros casos se habló por teléfono y se concertaron citas telefónicas para responder al cuestionario. El correo electrónico también fue una herramienta de comunicación con los funcionarios responsables y la mayoría enviaron sus respuestas vía archivo adjunto por correo electrónico.

Al final del periodo semestral del trabajo, un total de 41 ayuntamientos respondieron al cuestionario sobre manejo y disposición de residuos sólidos. Esto es el 60 % de los ayuntamientos identificados accedieron a participar en el estudio, el 40 % no respondió a nuestra solicitud o la respuesta fue negativa. Sin embargo, los datos obtenidos son valiosos y dan un panorama amplio de las condiciones actuales de disposición y sus principales retos para alcanzar una disposición final que no tenga un impacto negativo sobre el ambiente, ni sobre la calidad de vida en las comunidades vecinas.

## RESULTADOS

Lo primero que indican los datos es que los habitantes de estos 41 municipios urbanos generan 1020 gramos de residuos por persona por día, lo que arroja un total de 11 170 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos.

Un problema que salta a la vista es que los ayuntamientos reportan una cobertura, de sus servicios públicos de recolección, de 91 % de la población. Es decir, del total producido se recolectan 10 165 toneladas que terminan, en su mayor parte, enterradas en vertederos municipales. Los residuos que no se recolectan suman 1005 toneladas por día (el 9 % del total). En un mes se acumulan, en los 41 municipios

que participaron en el estudio, un total de 30 160 toneladas que quedan abandonadas en predios baldíos, barrancas, cauces de arroyos, a lo largo de caminos y carreteras, y en otros espacios naturales de los territorios municipales en la RCO.

Una buena estrategia de gestión de residuos enfatiza los programas y acciones que evitan que los residuos terminen enterrados en vertederos municipales. En los municipios estudiados, se separa para el reciclaje el 8 % de los residuos, se entierra 91.4 % y 0.6 % se quema de manera incontrolada dentro de tiraderos y vertederos de la región (**Cuadro I**).

**CUADRO I.** DESTINO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA RCO

Residuos recolectados	Porcentaje	Toneladas
Sitio disposición final	91.4	9280.81
Residuos separados	8.0	813.20
Quema en vertedero	0.6	60.99
	100	10 165.00

En relación con la infraestructura básica de los sitios de disposición final, sólo un sitio cuenta con planta de tratamiento de lixiviados (el 2 %). Las carencias son evidentes, como lo muestra el **cuadro II**.

**CUADRO II.** INFRAESTRUCTURA EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LA RCO

Carencias en los sitios, no cuentan con:	Frecuencia	Porcentaje
Malla perimetral	7	17
Báscula al ingreso	23	56
Geomembrana	25	61
Fosa captación lixiviados	19	46

Los dos datos más relevantes del cuadro son que el 46 % de los sitios no tiene una fosa para captar lixiviados, y que el 61 % no tiene instalada una capa protectora de geomembrana. Estos dos factores indican que sólo una parte de los lixiviados se controla dentro del sitio, pero los lixiviados escaparían en la mitad de los casos, ya que no se tiene una fosa de captación y éstos escurren pendiente abajo. También se podrían estar filtrando al subsuelo ya que 6 de cada 10 sitios no tiene geomembrana para impermeabilizar la base del sitio.

Bajo las condiciones anteriores, no es sorpresa que al pedirle a los funcionarios responsables que evaluaran sus operaciones de disposición final, la respuesta indica que los procesos de disposición final

van desde un nivel muy precario, en el cual 12.8 % de los municipios urbanos de la región se anota una autoevaluación reprobatoria con menos de 59 puntos, mientras que otro 10.3 % apenas se asigna una calificación mínima aprobatoria de 60 a 69 puntos. Mientras que un 28.2 % tiene una calificación regular, el 20.5 % califica bien y el 28.2 % muy bien y excelente (**Cuadro III**).

**CUADRO III. AUTOEVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE DISPOSICIÓN FINAL**

Auto-Evaluación	Frecuencia	Porcentaje
50 – 59	5	12.8
60 – 69	4	10.3
70 – 79	11	28.2
80 – 89	8	20.5
90 – 99	8	20.5
100	3	7.7

El punto crucial para evitar la contaminación ambiental que es el manejo apropiado de los procesos de disposición final de residuos municipales. En este caso, la calificación promedio de los procesos fue de 76 puntos. Esta es una calificación “regular” que nos indica que los vertederos de la región no siempre son operados de manera apropiada, por lo que se constituyen en un factor de riesgo que puede estar ocasionando un nivel importante de contaminación de los ecosistemas municipales y regionales.

La contaminación del aire se deriva de dos puntos importantes en el manejo de residuos: evitar la quema incontrolada de basuras por parte de los habitantes; y el manejo que se le da al biogás que se genera en el sitio.

Por una parte ya se anotó que el 0.6 % de los residuos municipales se queman en los vertederos, lo cual representa 61 toneladas diarias de residuos que se incineran dentro de los sitios de disposición final y liberan sus humos sin control a la atmósfera.

Por otra parte, la quema incontrolada de basura por parte de los mismos usuarios que la juntan en el traspatio o en lotes baldíos y tienen la costumbre de prenderle fuego para deshacerse de ella. El cuestionario incluyó una pregunta al respecto. ¿Se practica la quema de residuos por parte de los habitantes de su municipio? Los resultados se presentan en el **cuadro IV**.

En casi la mitad de los casos sí hay quema incontrolada de residuos, clasificada como “sí, pero poco” en el 44 % y “a diario” en el 4 % de los municipios. Aunque el tipo de pregunta no permite cuantificar los montos de humos tóxicos liberados a la atmósfera, se puede apreciar que es un problema persistente que

**CUADRO IV. PERSISTENCIA DE LA PRÁCTICA DE QUEMAR RESIDUOS EN TRASPATIOS**

¿En su municipio hay quema incontrolada de residuos?	Porcentaje
No hay quema	51
Sí, pero poco	44
A diario	4

debe analizarse y controlarse en el futuro inmediato.

Se tiene, entonces, la quema de residuos en los vertederos en micro escala y la quema incontrolada de basura en traspatios que es de una escala también pequeña, pero la realidad es que la combinación de ambos tipos de quemas contribuye de manera importante a la contaminación atmosférica local y regional. En particular la quema de basura que contiene plásticos y hules, los humos son peligrosos y ocasionan una contaminación severa del aire que se dispersa de acuerdo con la fuerza y la dirección de los vientos.

Un punto importante en la operación de un sitio es la forma en que manejan las emanaciones de biogás. El principal componente de estas emanaciones es el gas metano que es producto de la descomposición de la materia orgánica en el vertedero. El manejo del metano en el vertedero es importante por dos razones. Primero porque puede explotar si se acumula en un ambiente cerrado. En este caso la recomendación es construir pozos de ventilación para que no se acumule y pueda causar explosión. Segundo, es un gas de efecto invernadero y su producción en grandes volúmenes contribuye, de manera importante, a la contaminación atmosférica en una zona urbana. En este caso se recomienda, de acuerdo el Protocolo de Kyoto, la destrucción controlada como un primer paso y luego preparar la infraestructura para pasar a la combustión con generación de energía.

Los resultados indican que sólo tres municipios (7 %) están llevando a cabo una destrucción controlada del gas metano, mientras que la mayoría (54 %) sólo tiene pozos de ventilación para dejar escapar el biogás a la atmósfera y evitar explosiones en el sitio. Por último, el 39 % de los municipios no hacen nada respecto al manejo del biogás en el vertedero.

Otro vector importante de contaminación en los sitios de disposición final es el lixiviado no controlado. El controlarlo implica mantener el flujo de lixiviados dentro del sitio de disposición final y darle un tratamiento apropiado para neutralizar sus residuos peligrosos, principalmente tóxicos (metales pesados). Cuando estos lixiviados escapan del sitio pueden ocasionar contaminación de fuentes de agua y suelos. En la **figura 6** se presentan las respuestas a esta pregunta.

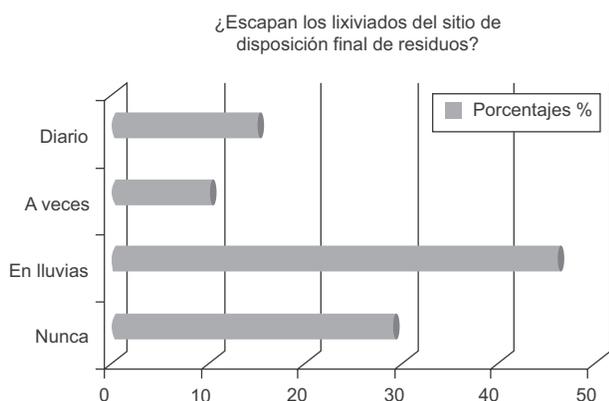


Fig. 6. Manejo de lixiviados en los municipios urbanos de la RCO

Los datos indican que en el 71 % de los casos los lixiviados escapan del sitio durante el ciclo anual. El problema es más grave durante la estación de lluvias donde 46 % de los sitios pierde el control y se escapan los lixiviados. Esto es además del 15 % de los casos en que los lixiviados escapan a diario y del 10 % de los casos que “a veces” tienen escapes. Es decir, el lixiviado escapa del sitio de manera constante pero con periodos irregulares. Se puede afirmar que 7 de cada 10 sitios de disposición final tiene un problema de escape de lixiviados durante al menos 3 meses por cada año. Se tiene que tomar en cuenta que aproximadamente 80 % de la producción anual de lixiviados se genera de manera concentrada en los meses de la temporada de lluvias en cada localidad.

El escape de lixiviados provoca un riesgo de contaminación del agua por lixiviados que, por lo general, contienen residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la normatividad mexicana. El **cuadro V** muestra que 47 % de los casos tienen situaciones de riesgo. El lixiviado entra en contacto con fuentes de agua de manera cotidiana en el 5 % que reporta que sucede a diario, también el 10 % que reporta que sucede a veces. Así mismo, una tercera parte de los casos reporta que los lixiviados contaminan fuentes de agua durante la temporada de lluvias.

CUADRO V. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR ESCAPE DE LIXIVIADOS

¿Contaminan el agua los lixiviados que escapan del sitio de disposición final?	Porcentajes
Nunca	54
En temporal de lluvias	32
A veces	10
Diario	5

Por otra parte, los lixiviados que escapan pueden afectar directamente a zonas habitacionales que se encuentran en predios cercanos al vertedero. Las respuestas al cuestionario indican que 12 municipios (29 %) reportan al menos una zona habitacional que ha sido afectada por la contaminación que resulta de la operación del sitio de disposición final. De acuerdo con los reportes de los funcionarios responsables de operar los sitios, son 43 colonias afectadas por la contaminación que originan los sitios de disposición final en los 12 municipios urbanos de la RCO que reportaron problemas en este rubro.

## DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación confirman que los procesos de disposición final en los municipios urbanos de la RCO son un punto problemático que es el origen de contaminación local y regional tanto por el manejo del gas metano que se libera a la atmósfera, como por la falta de control de los lixiviados con residuos peligrosos que escapan de los vertederos.

Los escurrimientos de lixiviados fuera del sitio contaminan fuentes de agua y afectan un sector pequeño (pero importante) de la población regional. En la minoría de casos hay afectaciones graves, en otros casos las afectaciones son serias. En cualquier escenario, el punto es que no debería tenerse escape de lixiviados que contaminen el agua y afecten población.

Se puede intentar clasificar los tipos de sitios en estos 41 municipios de la región. De tal manera que el 23 % pueden catalogarse como tiraderos a cielo abierto, 49 % como vertederos controlados y, finalmente, otro 28 % podría clasificarse como relleno sanitario. A pesar de que podemos tratar de agrupar los sitios en tres tipos principales, es importante señalar que no todos los sitios son iguales, hay rangos de cumplimiento de la normatividad y hay diferencias en la operación que caracterizan a cada sitio de disposición final.

Los rellenos sanitarios están localizados, por lo general, en las ciudades de mayor tamaño y en las capitales de los estados. Por lo tanto, estos rellenos sanitarios captan más de la mitad de los residuos sólidos municipales que producen los centros urbanos de la RCO.

Aunque no es una regla propiamente, los sitios denominados tiraderos a cielo abierto se encuentran en los municipios de menor tamaño (20 mil a 150 mil habitantes) ya que son los que tienen mayores

dificultades presupuestales para construir y mantener obras de infraestructura complejas como las requiere un relleno sanitarios.

## CONCLUSIONES

La disposición final de residuos es un proceso complejo y que tiene un costo significativo para las finanzas de un municipio. Por lo anterior, un sitio que opera como relleno sanitario requiere personal directivo profesional con conocimientos y experiencia en este tipo de actividades, trabajadores especialistas (para operación de maquinaria y organización de la disposición) y también requiere de un presupuesto anual de acuerdo con el tamaño del sitio y el tonelaje de residuos que recibe semanalmente.

Además de lo anterior, la gestión sustentable de residuos demanda un compromiso ambiental del presidente y su cabildo, el desarrollo de políticas públicas apropiadas y campañas de educación ambiental para involucrar a la población.

Tenemos entonces que para operar eficientemente y con una lógica ambiental un sitio de disposición final se requiere de una plantilla de personal adecuada, de infraestructura y presupuesto, de compromiso político y de participación social. Todo esto se refleja en las diferentes etapas de la gestión de los residuos y particularmente en la disposición final que termina siendo el punto más débil en la gestión de los residuos.

La calificación promedio de 76 puntos que se asignan los propios responsables de la operación de sitios de disposición final en la región indica muy claramente que se tienen problemas por resolver, obstáculos que manejar y situaciones por mejorar. Es una calificación mínima aprobatoria, muy lejos de una evaluación en el rango de muy bien y excelente (superior a los 90 puntos). En este caso, una calificación baja es un indicador de problemas ambientales, contaminación y afectaciones a la población y a los recursos naturales en el ecosistema local y regional.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL) por el apoyo financiero para desarrollar el proyecto de investigación CS-09-I-DS-095-10, titulado *El desarrollo sustentable y la gestión de residuos sólidos en los municipios urbanos de la Región Centro Occidente* (mayo 2010).

Al Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente (FIDERCO) y al Observatorio Urbano de la Región Centro Occidente (OURCO) por su apoyo financiero a través del Convenio FIDERCO 075/10 al proyecto titulado *Estudio de la gestión de residuos municipales en zonas urbanas de la Región Centro Occidente. Tercera etapa de los trabajos del OURCO*. (agosto 2010).

## REFERENCIAS

- Bernache Pérez G. (2006). *Cuando la basura nos alcance. El impacto de la degradación ambiental*. Publicaciones de la Casa Chata. CIESAS. México, D.F. 551 p.
- Breen B. (1990). Getting rid of garbage. Landfills are # 1. *Garbage*, Vol. II, 42-47.
- Encinas L., Valenzuela B. y Garibaldi L. (1996). El impacto ecológico de los desechos sólidos en el mundo actual. *Revista Universidad*, núm. 5, Universidad de Sonora, 37-42.
- Escamirosa L.F., del Carpio C., Castañeda G. y Quintal C. (2001). *Manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Universidad Autónoma de Chiapas – CONACyT – Plaza y Valdez, México, D.F. 129 p.
- Guevara J.L. (2002). Aprovechamiento y recuperación de desechos sólidos municipales. Informe Final de Investigación, proyecto financiado por el Sistema de Investigación Justo Sierra del CONACYT, Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Disponible en <http://dzinbanche.biblios.uqroo.mx>, consultado el 8 de octubre de 2005.
- INEGI (1998). *Estadísticas del medio ambiente. México, 1997*. INEGI, Aguascalientes. 461 p.
- INEGI (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. En la página web: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/default.aspx?tema=me>. Consultado el 25 septiembre 2011.
- Israde I., Buenrostro O. y Carrillo A. (1999). El tiradero de Morelia y sus lixiviados. *Vinculación*, núm. 6, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 35-43.
- Israde I., Buenrostro O. y Carrillo-Chávez A. (2005). Geological characterization and environmental implications of the Placement of the Morelia landfill, Michoacán. *Central Mexico. J. Air Waste Manage.* 55, 755-764.
- Navarrete López R.E. (2004). Riesgo por cadmio en un tiradero abandonado en el municipio de Sahuayo, Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental. C.U.C.B.A., Universidad de Guadalajara, Zapopan, México. 82 p.

- Rangel Martínez F.J. (2003). La gestión de los residuos sólidos municipales en el área del municipio de San Luis Potosí. Tesis de Maestría en Administración y Políticas Públicas. El Colegio de San Luis. San Luis Potosí, México. 162 p.
- Restrepo I., Rathje W.L. y Bernache G. (1991). *Los demonios del consumo. Basura y contaminación*. El Centro de Ecodesarrollo. Distrito Federal, México. 270 p.
- Robles Martínez F. (2008). *Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios*. Segunda Edición. Instituto Politécnico Nacional. Distrito Federal, México. 115 p.
- Saldaña Durán C.E. (2009). Políticas públicas y sociedad. El caso de la gestión de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tepic, Nayarit. Tesis de Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Guadalajara. 195 p.
- SEMARNAT (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales. Diario Oficial, Miércoles 20 de octubre de 2004. En la página web: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>. Consultado el 22 de septiembre de 2011.
- SEMARNAT y GTZ (2009). *Guía para la realización de planes de regularización conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y el Organismo de Cooperación Alemana GTZ. Distrito Federal, México. 66 p.