

Contigo
es posible



MANUAL PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE RELLENOS SANITARIOS



MANUAL PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE RELLENOS SANITARIOS



México 2006

Ing. José Luis Luege Tamargo

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales – SEMARNAT

Ing. José Ramón Ardavín Ituarte

Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental – SEMARNAT

Lic. Luis Felipe Carrillo Neri

Director General de Fomento Ambiental Urbano y Turismo – SEMARNAT

Dr. en Ing. Günther Wehenpohl

Asesor Principal de Gestión de Residuos y Sitios Contaminados
Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ)

AUTORES:

Ing. Claudia Patricia Hernández Barrios, Consultora GTZ

Dr. en Ing. Günther Wehenpohl, GTZ

Ing. Pablo Heredia Cantillana, GTZ (tercera edición)

CON EL APOYO DE:

Ing. Marcos Arturo Rodríguez Salinas, GTZ (tercera edición)

Tercera edición: Enero del 2006

© Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006

© Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2006

La primera edición fue publicada en el marco de la cooperación técnica binacional entre México y Alemania, en el ámbito del “Proyecto de Apoyo a la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos”, ejecutado por la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México (SEGEM) y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ)

Se autoriza la reproducción parcial o total, citando la fuente de referencia.

Se agradece el apoyo del Gobierno Alemán a través del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

ISBN 970-9983-00-8

Contenido

Lista de Tablas	IV
Lista de Anexos	V
Siglas Utilizadas	V
Resumen Ejecutivo	1
1. Objetivo del manual	2
2. Consideraciones previas a la supervisión y control de un relleno sanitario	2
3. Requisitos con respecto a la construcción del relleno sanitario	5
3.1 Ubicación del sitio para establecer un relleno sanitario	5
3.2 Características constructivas	7
3.2.1 Barrera de impermeabilización	7
3.2.2 Sistema de captación y extracción de biogás	9
3.2.3 Sistema de captación y extracción de lixiviado	10
3.2.4 Drenaje pluvial	11
3.2.5 Área de emergencia	12
3.2.6 Cerca perimetral	13
4. Requisitos con respecto a la operación de un relleno sanitario	14
4.1 Control de entrada de los residuos al relleno sanitario	14
4.2 Operación diaria	15
4.2.1 Requisitos de compactación	16
4.2.2 Cobertura de los residuos sólidos depositados	18
4.2.3 Control de materiales en banco	18
4.2.4 Uso de maquinaria y equipo	18
4.3 Zonas aledañas	19
5. Elementos de control y monitoreo	20
5.1 Manual de operación	21
5.2 Control de registros	21
5.3 Informe mensual de actividades	22
5.4 Programa de monitoreo de impactos ambientales	22

6.	Clausura final	23
6.1	Planeación preliminar	24
6.2	Tres meses antes de la clausura final	25
6.3	En la clausura final	25
6.4	Tres meses después de la clausura final	26
6.5	Mantenimiento pos clausura de largo plazo	26
7.	Requisitos para la presentación de informes	27
7.1	La función de los inspectores	28
7.2	Obligaciones de los depositantes de RSU y RME	29
8.	Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC)	30

Lista de Tablas

No.	
1	Categorías de sitios de disposición final
2	Resumen de los requisitos y especificaciones generales para los sitios de disposición final, de acuerdo a la caracterización presentada en la NOM
3	Supervisión y control para los requisitos de ubicación de un relleno sanitario
4	Supervisión y control de la barrera de impermeabilización de un relleno sanitario
5	Supervisión y control del sistema a de captación y control de biogás
6	Supervisión y control del sistema de captación y extracción de lixiviados
7	Supervisión y control de drenaje pluvial de un relleno sanitario
8	Supervisión y control de la cerca perimetral de un relleno sanitario
9	Supervisión y control de la cerca perimetral de un relleno sanitario
10	Supervisión del control de entrada de residuos al relleno sanitario
11	Supervisión de la operación diaria de un relleno sanitario
12	Control de materiales en banco
13	Control de uso de maquinaria y equipo en un relleno sanitario
14	Control en zonas aledañas
15	Supervisión de los elementos de control y monitoreo de un relleno sanitario
16	Supervisión del programa de monitoreo de impactos ambientales en un relleno sanitario
17	Supervisión y control de la planeación preliminar de la clausura de un relleno sanitario
18	Supervisión y control tres meses antes de la clausura final de un relleno sanitario
19	Supervisión y control en la clausura final

- 20 Supervisión y control tres meses después de la clausura final
- 21 Supervisión y control del mantenimiento pos clausura
- 22 Requisitos para la presentación de informes

Lista de Anexos

Anexo No.

- 1 Cédula para el control de ingreso de residuos sólidos al relleno sanitario
- 2 Control diario de maquinaria (bitácora)
- 3 Concentrado diario de maquinaria
- 4 Resumen mensual de control de maquinaria en el relleno sanitario
- 5 Resumen mensual de control de materiales de cubierta en el relleno sanitario
- 6 Control diario de vehículos de volteo
- 7 Definiciones

Siglas utilizadas

- AAE** Autoridad Ambiental Estatal
- NAME** Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias
- NOM** **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”
- RME** Residuos de Manejo Especial
- RSU** Residuos Sólidos Urbanos
- SDF** Sitio de Disposición Final

Resumen Ejecutivo

No sólo el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios representan factores que la autoridad ambiental tiene que vigilar en sus diferentes ámbitos de gobierno, sino que la supervisión y control del emplazamiento de estos sitios de disposición final representa uno de los aspectos poco desarrollados en nuestro país.

En el entendido de que un buen proyecto ejecutivo y su correspondiente estudio de impacto ambiental permiten la visualización de este tipo de obras a lo largo del tiempo, es necesario reforzar los planes, programas y proyectos emanados del avance de obra y operación a través de la asignación de inspectores /supervisores internos y externos, cuya función primordial es cotejar lo proyectado con la ejecución real en campo, de manera tal que se brinde el apoyo técnico a los encargados de la operación del relleno sanitario y se minimicen los riesgos a la salud pública y al ambiente.

Por lo anterior, este manual surge como resultado de la actualización del Manual para la Supervisión y Control de Rellenos Sanitarios¹, y contiene los puntos principales que deberán ser supervisados en cada una de las etapas del establecimiento de un relleno sanitario, las responsabilidades de cada uno de los interesados que están involucrados y la información que se deberá presentar a las Autoridades Ambientales Estatales (AAE), encargadas por ley para autorizar y vigilar este tipo de obras, y a la entidad responsable de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial del municipio.

Es importante recalcar que es la AAE la responsable de vigilar, supervisar y sancionar el cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, así como cualquier otra norma oficial mexicana referente al tema de los RSU, según lo establece la LGEEPA en su artículo 7, fracción XIII.2. Por otra parte, el manejo de los RSU, en este caso la disposición final, es de responsabilidad del ayuntamiento, quienes a su vez, deben exigir a los prestadores de servicios privados y/o dueños de los SDF el cumplimiento de la normatividad vigente.

¹ Publicado por el Gobierno del Estado de México y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ, 2ª Edición en noviembre de 2002.

² El Estado tiene la facultad de la vigilancia del cumplimiento de las NOM expedidas por la federación en las materias y supuestos de la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos [...] (entiéndase RSU y RME). LGEEPA artículo 7, fracción XIII y VI

1. Objetivo del manual

Para la mayoría de los municipios en México, el relleno sanitario representa la mejor opción para la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME), ya sea de manera individual o a través de rellenos sanitarios regionales.

Se ha determinado la necesidad de controlar la cantidad y tipo de RSU y RME que ingresan al relleno sanitario, para que de esta forma asegure el cumplimiento de sus condiciones de diseño de acuerdo con las normas y compromisos correspondientes. Solamente el control y vigilancia constante podrán garantizar un manejo ambiental adecuado.

Los objetivos que pretende cumplir este manual son:

- Establecer las principales entidades involucradas en la operación y control de los rellenos sanitarios.
- Brindar orientación específica a cada entidad responsable (Autoridad Ambiental Estatal, Municipio, empresa), para el cumplimiento de sus funciones.
- Permitir a las autoridades, el acopio de información actualizada de los rellenos sanitarios, de forma rápida, veraz y oportuna, en coordinación con el operador del SDF (municipio o empresa privada).
- Constituir un instrumento práctico de gestión para la disposición final en un relleno sanitario.

2. Consideraciones previas a la supervisión y control de un relleno sanitario

Con la aparición de la 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"³, se establecen los aspectos mínimos a considerar dentro del establecimiento, operación y clausura de las diferentes categorías de rellenos sanitarios, recordando que éste tipo de infraestructuras obtiene su clasificación de acuerdo a la cantidad de RSU y RME que ingresan diariamente en él (ver Tabla 1).

³ Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 20 de Octubre de 2004, la cual entró en vigor el 20 de diciembre del mismo año.

Tabla 1: Categorías de SDF

Categoría	Tonelaje recibido en el SDF (Ton /día)	Equivalente en número de habitantes ⁴
A	Mayor a 100	Mayor a 100,000 ⁽⁴⁾
B	De 50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000 ⁽⁴⁾
C	De 10 y menor que 50	De 12,000 hasta 65,000 ⁽⁴⁾
D	Menor a 10	Menor a 18,000 ⁽⁴⁾

Tabla 2: Resumen de requisitos y especificaciones generales para los sitios de disposición final, de acuerdo a la categorización presentada en la NOM

Requisitos	Categoría de sitio de disposición final			
	A	B	C	D
<i>A. Especificaciones de selección de sitio</i>				
A.1 Restricciones	■	■	■	■
A.2 Estudios y análisis regionales previos a la selección del sitio	■			
A.3 Estudios y análisis previos a construcción				
A.3.1 Topográfico	■	■	■	
A.3.2 Geotécnico	■	■	■	
A.3.3 Geológico / Hidrogeológico	■	■		
A.3.4 Generación y composición de residuos	■	■	■	
A.3.5 Generación de biogás	■	■		
A.3.6 Generación de lixiviados	■	■		
<i>B. Características constructivas y operativas</i>				
B.1 Barrera impermeable	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-5} cm/s
B.2 Extracción, captación, conducción y control del biogás	■	■	■	
B.3 Captación y extracción de lixiviados	■	■	■	
B.4 Drenaje pluvial	■	■	■	
B.5 Área de emergencia	■	■	■	
B.6 Compactación (Kg/m ³)	600 - 700	>500	>400	>300

⁴ Este equivalente en número de habitantes es solo referencial y se presenta como una orientación a los municipios para poder ubicar la categoría de SDF que le corresponde, haciendo la aclaración de que este rango no está normado y que depende de factores de consumo, actividades económicas, zona geográfica, etc. Para hacerlo se utilizaron valores obtenidos de un estudio de generación y composición de residuos sólidos urbanos.

Tabla 2: Resumen de los requisitos y especificaciones generales...(continuación)

Requisitos	Categoría de sitio de disposición final			
	A	B	C	D
B.7 Cobertura	<i>Diaria</i>	<i>Diaria</i>	<i>Diaria</i>	<i>Semana- nal</i>
B.8 Control de entrada de residuos	■	■	■	■
B.9 Obras complementarias				
B.9.1 Caminos de acceso	■	■	■	
B.9.2 Caminos interiores	■	■		
B.9.3 Cerca perimetral	■	■	■	■
B.9.4 Caseta de vigilancia y control de acceso	■	■	■	■
B.9.5 Báscula	■	■		
B.9.6 Agua potable, electricidad y drenaje	■	■		
B.9.7 Vestidores y servicios sanitarios	■	■	■	
B.9.8 Franja de amortiguamiento, min. 10 mts	■	■	■	
B.9.9 Oficinas	■			
B.9.10 Servicio Médico y Seguridad Personal	■			
B.10 Manual de operaciones	■	■	■	
B.11 Programa de monitoreo ambiental	■	■	■	
C. Clausura del sitio				
C.1 Cubierta final	<i>Ver NOM⁵</i>	<i>Ver NOM⁵</i>	<i>Ver NOM⁵</i>	<i>Ver NOM⁵</i>
C.2 Conformación final	■	■	■	■
C.3 Mantenimiento	■	■	■	■
C.4 Programa de monitoreo	■	■	■	
C.5 Uso final	■	■	■	■

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003

Todos los sitios de disposición final deberán apegarse a la norma, teniendo las autoridades ambientales de los tres ordenes de gobierno la vigilancia de su cumplimiento.

Para evitar el incumplimiento de los criterios que marca la norma, el municipio y la AAE deberán estructurar un programa conjunto de actividades de supervisión y control en cada una

⁵ La NOM 083-SEMARNAT-2003 en su punto 9.1 establece que la cobertura final debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo de biogás, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado, así como todas aquellas áreas que alcancen su altura final de proyecto y tengan una extensión de 2 hectáreas deberán ser cubiertas según las especificaciones de proyecto.

de las etapas relativas al emplazamiento de un relleno sanitario, y en caso de requerirlo, ejercer las sanciones correspondientes.

3. Requisitos con respecto a la construcción del relleno sanitario

Las bases a considerar en este punto son:

- el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas en materia ambiental (federal, estatal y municipal) existentes en cuanto a la disposición final de los RSU, como también en materia de desarrollo urbano;
- autorización de obra desde el punto de vista de impacto ambiental
- autorización del proyecto ejecutivo de relleno sanitario.

3.1 Ubicación del sitio para establecer un relleno sanitario

La NOM establece en su punto 6 las restricciones de ubicación para un SDF, por lo que las acciones de supervisión, a realizar por el municipio y /o la empresa encargada del emplazamiento del relleno sanitario, deberán efectuarse desde el momento mismo de realizar la selección del sitio como parte de los trabajos de elaboración del proyecto ejecutivo y serán las siguientes:

Tabla 3: Supervisión y control para los requisitos de ubicación de un relleno sanitario

Restricciones	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
<i>Elementos Naturales con tasa de cambio muy bajas:</i> Planicies Aluviales, Fluviales. Recarga de Acuíferos Zonas Arqueológicas Cavernas Fracturas Fallas Zonas de Inundación	X	X		X	Durante el proceso de selección del sitio.	Cartografía, imágenes satelitales, visita al sitio.

Tabla 3: Supervisión y control para los requisitos de ubicación de un relleno sanitario...(continuación)

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
<i>Elementos Naturales con tasa de cambio media:</i> Marismas Manglares Esteros Pantanos Humedales Estuarios Cuerpos de agua superficiales con caudal continuo Lagos Lagunas	X	X		X	Durante el proceso de selección del sitio. Después de eventos climáticos de gran importancia. Recomendable quinquenalmente (cada 15 años).	Cartografía, Imágenes satelitales, visitas al sitio.
<i>Elementos Sociales:</i> Aeropuertos Áreas Naturales Protegidas Límite de Traza Urbana Pozos Derechos de Vía.	X	X		X	Durante el proceso de selección del sitio. Durante la elaboración de instrumentos de planeación (plan de desarrollo urbano, plan de ordenamiento del territorio, etc.) Anualmente.	Cartografía, Imágenes satelitales, visitas al sitio.

* Incluye Unidades de Verificación, ONG´s, vecinos, medios de comunicación.

En estricto apego a la normatividad correspondiente, será la AAE la encargada de vigilar, autorizar y supervisar el cumplimiento de las restricciones, no sólo al momento de la selección del sitio, sino también durante toda la vida útil del relleno sanitario y tiempo de post-clausura. De igual manera deberá solicitar las modificaciones a los instrumentos de planeación urbana, así como las condicionantes que surgieran.

3.2 Características constructivas

Los aspectos que resalta la NOM en lo referente a las características constructivas del SDF de RSU y RME, deberán considerar:

- Barreras de impermeabilización
- Sistemas de captación y extracción de biogás
- Sistemas de captación y tratamiento de lixiviados
- Drenaje pluvial
- Áreas de emergencia
- Cerca perimetral.

3.2.1 Barrera de impermeabilización

La protección a los mantos acuíferos tiene la función de evitar el ingreso de los lixiviados evitando escurrimientos pluviales al confinamiento, evitar que los residuos estén muy húmedos e impermeabilizar el terreno (ver punto 7.1 de la NOM).

La protección se puede efectuar por dos métodos, natural y artificial. El método natural aprovecha la estructura y características naturales de aquellos suelos de tipo impermeable (arcillosos, por ejemplo). El método artificial incorpora estructuras externas (geomembranas o aditivos a la estructura del suelo), otorgando la impermeabilidad exigida. El sistema de impermeabilización deberá diseñarse para toda la base de las celdas del relleno sanitario, debiendo asegurar un coeficiente de conductividad hidráulica de 1×10^{-7} cm/s o menor. En el caso de los sitios de disposición final clasificados como tipo D, la impermeabilización del terreno deberá asegurar un coeficiente de conductividad hidráulica de 1×10^{-5} cm/s.

Antes de la construcción de celdas y ampliaciones de las mismas, es recomendable que el concesionario notifique por escrito al concesionario (Autoridad Municipal), turnando copia a la AAE correspondiente, informando los detalles de los trabajos que realizará. La información podrá contener:

- Número de ampliación
- Dimensiones y área de la celda a construir
- Detalles de obras específicas (detalles de impermeabilización, drenes de captación de lixiviados, cárcamos de bombeo, captación y aprovechamiento/quema de biogás, etc.)
- Localización de la celda dentro del relleno sanitario (en un plano de conjunto)

- Capacidad prevista (en metros cúbicos)
- Vida útil prevista
- Fecha de construcción
- Fecha de inicio de operaciones
- Responsable de obra
- Empresa subcontratada para realizar la obra
- Breve descripción de la obra
- Modificaciones a lo preestablecido en la Manifestación del Impacto Ambiental.

Tabla 4: Supervisión y control de la barrera de impermeabilización de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Controlar los trabajos de desmonte (eliminación de arbustos, árboles, extracción de tocones y raíces)		X	X		Al inicio de la obra y en etapas de ampliación	Visitas de campo al sitio
Controlar la compactación de la base, de acuerdo a las especificaciones del proyecto ejecutivo (prueba Proctor)		X	X		Al inicio de la obra y en etapas de ampliación	<ul style="list-style-type: none"> • Visita de campo al sitio • Resultados de pruebas de compactación Proctor
Control de instalación y del espesor de geomembrana y juntas		X	X		Al inicio de la obra y en etapas de ampliación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo a sitio • Resultados de las pruebas a juntas (control de calidad a la instalación)
Verificación del espesor de la capa de protección y tipo de material especificado para la impermeabilización en el proyecto ejecutivo y terreno	X	X	X		Al inicio de la obra y en etapas de ampliación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo a sitio • Resultado del análisis de materiales.
Vigilancia de la NOM con respecto a la impermeabilización en el SDF	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra.	Visitas de campo al sitio.

3.2.2 Sistema de captación y extracción de biogás

El biogás generado en el SDF es producto de la degradación biológica de los residuos. Los gases que se producen en mayor proporción son metano, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y nitrógeno. El gas metano busca salida del interior de las celdas hacia la atmósfera, teniendo un riesgo de explosión si su concentración alcanza valores entre el 5 al 15% en volumen. El control del biogás es obligatorio para los rellenos sanitarios del tipo A, B y C; en el tipo D es opcional.

Las principales razones para el control de biogás son:

- la alta contaminación atmosférica que provoca y su importante contribución al efecto invernadero
- la posible existencia de unidades habitacionales en las áreas circundantes al SDF,
- al alto contenido de materia orgánica contenidos en los RSU, lo que aumenta su producción,,
- la posible planeación de uso futuro del sitio, que considere el acceso al público (parques, jardines),
- la prevención de emisiones que pongan en peligro la salud de la población por sus características fisicoquímicas,
- el control de la producción de olores desagradables para la población circundante,
- el evitar que la presión del biogás sea tal que ocasione una fuerte migración lateral y /o afecte a la vegetación que rodea al sitio.

Existen varios sistemas para la captación del biogás y el objetivo es alcanzar un control en la salida. Los rellenos sanitarios de las categorías A, B y C deben contar con un sistema de captación de biogás desde el inicio, dejándolo crecer paralelamente al desarrollo de la celda del relleno.

Si el biogás generado es suficiente como para considerar su aprovechamiento (por ejemplo como energía, transformándolo en electricidad), determinado por los estudios de generación y de calidad del gas se podrá presentar el proyecto específico que cumpla con los criterios ambientales vigentes para su realización. De no contar con sistemas de aprovechamiento, todos los sitios de las categorías descritas deben quemar el biogás a través de sistemas centrales o individuales después de su captación.

Tabla 5: Supervisión y control de los sistemas de captación y control de biogás de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
La cantidad y tipo de pozos de captación deben coincidir con las especificaciones del proyecto ejecutivo.		X	X		Al inicio y en el transcurso de la obra.	Visitas de campo al sitio.
Verificación y control del funcionamiento de los pozos de captación		X	X		Mensual.	Visitas de campo al sitio.
Instalación de quemadores centrales o individuales de biogás	X	X	X		Conforme avanza la obra	Visitas de campo al sitio
Sistema de aprovechamiento de biogás que coincida con el proyecto ejecutivo	X	X	X		Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio
Vigilancia de la NOM con respecto a captación y tratamiento de biogás	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra.	Visitas de campo al sitio.

3.2.3 Sistema de captación y extracción de lixiviado

Cuando los líquidos percolan a través de las capas de RSU, remueve una serie de materiales con un alto poder contaminante. A este líquido y su contenido se le denomina "lixiviado". La infraestructura necesaria para su captación incluye sistemas de impermeabilización colocados con cierta pendiente para conducir por gravedad el lixiviado a los tubos colectores. Este sistema colector extrae el lixiviado del cuerpo de basura y lo puede llevar directamente al tratamiento, o bien lo conduce a cárcamos de bombeo para su extracción y traslado a su tratamiento.

El sistema de captación de lixiviados, requerido para los sitios de disposición final categorías A al C, deberá instalarse inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización en todas las celdas en preparación. Estos sistemas deberán ser capas drenantes, ubicadas en la base del sitio de disposición y sobre cualquier capa superior donde se espere tener acumulación de líquidos.

En el caso de que el relleno sanitario cuente con tratamiento de lixiviados, se recomienda la construcción de una piscina de evaporación que cuente con protección sintética (geomembrana de 1.5 mm. de espesor) y un sistema de difusores de aire para permitir un tratamiento primario. El cambio del sistema podría requerir una autorización previa de la AAE.

Tabla 6: Supervisión y control del sistema de captación y extracción de lixiviados en un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Control de calidad de la geomembrana y sus juntas en la piscina		X	X		Al inicio de la obra	Visitas de campo al sitio
Control de la instalación de equipo proyectado para el tratamiento de lixiviados y su funcionamiento.		X	X		A la instalación y después mensualmente, para verificar funcionamiento.	Visitas de campo al sitio.
Control de destino de lixiviados pre tratados, conforme a proyecto ejecutivo.	X	X	X		Semanal. AAE: Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.
Vigilancia de la NOM con respecto a captación y tratamiento de los lixiviados	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

3.2.4 Drenaje pluvial

La estructura que requiere de un especial cuidado en su diseño es el drenaje pluvial en el SDF. El objetivo de esta obra es desviar las aguas pluviales (generadas por lluvias) provenientes de predios vecinos y canalizarlas sin que ingresen al ciclo del SDF; de igual manera es importante determinar las redes pluviales dentro del sitio que desalojarán las aguas lluvias que se generen en las zonas ya clausuradas. Para ello se deben tomar en cuenta la incidencia de precipitación pluvial, la incidencia de eventos extraordinarios, los niveles freáticos, la permeabilidad del terreno, el punto de descarga según el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) y la determinación de la tormenta de diseño.

Tabla 7: Supervisión y control del drenaje pluvial de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Supervisar la construcción del sistema de drenes.		X	X		Al inicio de la obra.	Visitas de campo al sitio.
Verificación del funcionamiento y mantenimiento del sistema de drenes.		X	X		Mensual.	Visitas de campo al sitio.
Vigilancia de la NOM con respecto a captación y drenaje de aguas pluviales	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

3.2.5 Área de emergencia

Sólo en el caso de ocurrir alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden en el relleno sanitario, que no permitan la operación normal en el frente de trabajo puede entrar en funcionamiento el área de emergencia. Esta área, que se ubica dentro del sitio del relleno sanitario, deberá localizarse lo más cerca posible de la entrada principal del sitio y proporcionará la misma seguridad ambiental (sistema de impermeabilización, captación y control de biogás, captación y control de lixiviados, drenaje pluvial, cobertura, etc.), de ingeniería, de operación y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.

Es conveniente especificar en el proyecto ejecutivo si esta área funcionará como depósito transitorio (después de la contingencia el material depositado será trasladado a las celdas) o permanente (determinando otras áreas de emergencia a construir). En cualquier caso, después de la contingencia se deberá retomar la operación en las áreas determinadas por el proyecto ejecutivo.

Tabla 8: Supervisión y control del área de emergencia de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Presencia de área de emergencia en función del tipo de relleno sanitario diseñado.		X	X		Al inicio de la obra	Visitas de campo al sitio.
Construcción, funcionamiento y operación adecuada del área.		X	X		Al inicio de obra, trimestralmente y después de eventos meteorológicos relevantes.	Visitas de campo al sitio.
Vigilancia de la NOM con respecto a área de emergencia	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

3.2.6 Cerca perimetral

El relleno sanitario deberá estar delimitado por una cerca perimetral, para evitar el paso de animales y de personas ajenas al mismo.

Tabla 9: Supervisión y control de la cerca perimetral de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Control de cerca perimetral: instalación y estado general.		X	X		Al inicio de la obra, después bimestral.	Visitas de campo al sitio.
Control de acceso		X	X		Por parte de la entidad operadora: diario. Por parte del ente supervisor: ocasional.	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo al sitio. • Caseta de entrada al relleno sanitario, con mecanismos de control establecidos.

4. Requisitos con respecto a la operación de un relleno sanitario

Los sistemas de control en la operación tienen el objetivo de facilitar la coordinación de las distintas actividades que se realizan dentro del SDF para cumplir los objetivos de diseño del relleno sanitario. La supervisión y el control ayudarán a la optimización de actividades tales como: la descarga de los vehículos transportadores de forma rápida y segura, la compactación y cobertura adecuada, disminuyendo riesgos ambientales y a la salud pública; entre otras actividades. Lo anterior contribuirá a que el servicio del relleno sanitario sea confiable, seguro y requiera del menor presupuesto posible.

4.1 Control de entrada de los residuos al relleno sanitario

Los RSU y RME deberán estar controlados desde el acceso al relleno sanitario, a través de inspección visual y registro escrito en formatos similares a los presentados en el Anexo 1. Para el caso de los SDF tipo A y B que incluyen báscula es indispensable registrar el peso bruto de los residuos ingresados al sitio. Estos procedimientos deben estar descritos en el manual de procedimientos de operación.

Los residuos que no serán admitidos son:

- Residuos líquidos, tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más del 85% de humedad;
- Residuos conteniendo aceites minerales;
- Residuos peligrosos clasificados de acuerdo a la normatividad vigente (única restricción indicada para los sitios de disposición categoría D).

Tabla 10: Supervisión del control de entrada de residuos al relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Establecimiento de controles de entrada, tal y como lo especifica el proyecto ejecutivo autorizado.		X	X		Al inicio de operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Visual por visita de campo. • Restricción de entrada al relleno sólo para personal y vehículos autorizados.

Tabla 10: Supervisión del control de entrada de residuos al relleno sanitario (*continuación*)

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Supervisión a los controladores de entrada al relleno sanitario.		X	X		Empresa y Municipio: continua.	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo al sitio. • Elaboración y presentación de estadísticas.
Control de los tipos de residuos entrantes.	X	X	X		Empresa y Municipio: continua. AAE: Ocasional sin previo aviso.	Control en el frente de trabajo.
Vigilancia de la NOM con respecto a control de entrada.	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

A través del análisis de la información recabada sobre el acceso de los vehículos, se pueden realizar ajustes de la etapa de recolección y de disposición final de residuos sólidos, así como lograr la identificación, en forma sencilla, de los residuos peligrosos que no pueden ser depositados en el relleno sanitario.

El pesado de los residuos, ofrece un excelente mecanismo de control en el crecimiento del SDF, así como para el pago correspondiente a la empresa concesionaria en su caso. Con un manejo estadístico de este peso se pueden realizar estudios en torno a la generación por zonas e indicadores de rendimiento del manejo integrado.

4.2 Operación diaria

La operación diaria considera las actividades de descarga de residuos, la conformación de celdas, compactación, y aplicación de material para la cubierta.

Los controles en el frente de trabajo pueden llevar a realizar los ajustes correspondientes al diseño original en función de los viajes recibidos diariamente en el relleno sanitario. La información necesaria surge de los programas de avance de operaciones y los formatos de los anexos 2, 5 y 6.

Tabla 11: Supervisión de la operación diaria de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Establecimiento de frente de trabajo en celda designada, mediante estacas que señalen los límites.		X	X		Diaria.	Visual, con apoyo en programa de operaciones autorizado.
Control de la descarga de residuos en el frente de trabajo.		X	X		Continua	Visitas de campo al frente de trabajo
Control de la formación de celdas.		X	X		Semanal.	Visitas de campo al sitio.
Extendido y compactación de residuos sólidos, en forma regular (Punto 4.2.1, 4.2.5).		X	X		Continua	Visitas de campo al sitio
Suministro del material de cobertura en forma y tiempo, de acuerdo a las especificaciones del proyecto ejecutivo autorizado (puntos 4.2.2, 4.2.3).	X	X	X		Diaria AAE: Ocasional sin previo aviso	<ul style="list-style-type: none"> • Visita al banco de materiales. • Inspección ocular en sitio.
Extensión y compactación del material de cubierta, conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo autorizado.	X	X	X		Diaria AAE: Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio
Vigilancia de la NOM con respecto a la operación diaria.	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

4.2.1 Requisitos de compactación.

Conforme a la NOM los residuos deben ser esparcidos y compactados en capas. Lo anterior con la finalidad de eliminar huecos en la celda y ahorrar espacio dentro del relleno, mejorar sus condiciones mecánicas de estabilidad y conformación del cuerpo de basura, reduciendo los peligros de producción de incendios o explosiones (por bolsas de biogás), la formación de encharcamientos y deslizamientos. De igual manera ayuda a reducir el riesgo de anidación de animales como roedores.

La compactación consiste en el paso repetido del equipo pesado sobre los residuos (de 3 a 5 veces), dependiendo del tipo de maquinaria utilizada (ver manuales de los equipos). Se recomienda que las capas a compactar no rebasen los 0.5 m de altura antes de ser compactados, ya que a espesores mayores la eficiencia de compactación del equipo se reduce. Para las acciones de supervisión ver Tabla 11.

La compactación está directamente relacionada con el método de operación del SDF, el cual puede ser:

a) Operación mecánica

Los rellenos sanitarios categoría A con modo de operación mecánica, deben contar con equipo pesado y con los accesorios necesarios para el movimiento de tierra y residuos sólidos. La NOM los subclasifica esta categoría en A1 y A2, y contempla dos requerimientos:

- **A1:** cuando el ingreso de RSU está entre 100 y 750 Ton/d, el grado de compactación que deberán alcanzar los residuos deberá ser mayor de 600 Kg/m³;
- **A2:** Cuando el ingreso de RSU sea mayor de 750 Ton /d, la compactación que deberán alcanzar los residuos dispuestos deberá ser mayor de 700 Kg/m³.

Los rellenos de categoría B requerirán una compactación de al menos 500 Kg/m³ por lo que la utilización de maquinaria es necesaria.

b) Operación manual

Para los sitios de disposición final categoría D, que reciben una cantidad menor a 10 Ton de RSU al día, se propone una operación manual. Para esta forma de operación se requiere de herramientas de construcción, tales como carretillas, palas, picas, azadones, barras, piones de madera, rastrillos y rodillo compactador. El grado de compactación mínimo que establece la NOM es de 300 Kg/m³.

c) Operación combinada

En el caso de algunos rellenos de categorías B, C y cuando en rellenos sanitarios más pequeños se cuente con la posibilidad de emplear periódicamente equipo pesado para la conformación de celdas y movimiento de tierras, se recomienda el empleo de maquinaria para la formación de trincheras y preparación de terreno, dejando el material de cubierta en la cercanía para que la operación diaria se efectúe manualmente. Para los sitios de disposición final que podrían realizar una operación combinada, la NOM establece el siguiente requerimiento de compactación:

- Para los sitios categoría C (con un ingreso de entre 10 y 50 Ton/d), el grado de compactación mínimo de los residuos deberá ser de 400 Kg/m³.

El nivel de compactación alcanzado puede verificarse con ayuda estudios topográficos y los registros del peso de cada celda. Otra forma de verificar la compactación es con el pesado de muestras grandes (6 m³).

4.2.2 Cobertura de los residuos sólidos depositados

Para el cumplimiento de la NOM, se contempla que como forma de control de materiales ligeros, fauna nociva e infiltración pluvial, los residuos dispuestos deberán ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito para los sitios de disposición final categorías A - C. Para los sitios de disposición final categoría D se pide una cobertura semanal. Ver Tabla 11 para acciones de supervisión.

4.2.3 Control de materiales en banco

El control de suministro de materiales tanto para el mantenimiento de caminos interiores como para la cobertura está en función de su ubicación: dentro del mismo relleno sanitario o en bancos cercanos al mismo. Los formatos presentados en los anexos 5 y 6 se emplean para este tipo de adquisiciones y uso.

Tabla 12: Control de materiales en banco

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Control de tipo, calidad y cantidad de materiales para la cubierta diaria y conformación de caminos interiores.		X	X		Quincenal.	<ul style="list-style-type: none">• Visitas de campo al sitio.• Revisión de bitácoras.

4.2.4 Uso de maquinaria y equipo

El proyecto ejecutivo contendrá el listado del equipo y maquinaria a utilizar para la operación del relleno sanitario. El buen funcionamiento de estos equipos y su empleo adecuado son parte de una adecuada operación de disposición final de residuos. Por tal motivo, es necesaria la supervisión de su empleo en coordinación con los elementos tratados en el punto 4.2.1. Los formatos de control sugeridos son los que presentan los anexos 2, 3 y 4.

Tabla 13: Control del uso de maquinaria y equipo en un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Verificar si el tipo y cantidad de equipo y maquinaria contemplados en el proyecto ejecutivo están siendo utilizados para la operación del relleno sanitario.		X			Mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo al sitio. • Especificaciones de maquinaria y equipo. • Bitácoras de operación y mantenimiento.
Control de talleres y suministros (mantenimiento preventivo y correctivo, combustibles).			X		Mensual. En caso del mantenimiento preventivo es diario	Bitácoras y revisiones de mantenimiento preventivo. (Anexo 4)
En caso de sustitución de equipo y /o maquinaria, verificar que concuerden con las especificaciones requeridas.		X			Ocasional.	Visitas de campo al sitio.

4.3 Zonas aledañas

El mantenimiento de la limpieza en los terrenos vecinos y zonas aledañas al SDF es un aspecto importante por el impacto visual, ambiental y a la salud pública que implica el manejo adecuado de los RSU y RME. Por ello la empresa o ente operador del relleno sanitario tiene que planear, ejecutar y controlar los métodos de operación dentro del sitio, incluyendo los caminos de acceso, que deberán estar libres de basura. Asimismo de realizar el control de las zonas externas al sitio donde se pudiera acumular residuos ligeros que salieron del relleno por efecto del viento u otros agentes climatológicos o de manejo del SDF.

Tabla 14: Control en zonas aledañas

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Inspección de las zonas aledañas y caminos de acceso al relleno, para verificar que estén libres de residuos sólidos.		X	X		Semanal.	Visual.
Instalación de un cerco arbóreo u otro sistema para disminuir impacto visual en la periferia del relleno sanitario.		X	X		Semestral.	Visitas de campo al sitio.

5 Elementos de control y monitoreo

Para dar cumplimiento a los requerimientos de la NOM, un SDF que pertenezca a las categorías A, B ó C, deberá contar con un manual de operación, control de registro, informe de actividades y un programa de monitoreo ambiental. Estos elementos tienen la finalidad de garantizar que la operación del sitio sea sanitaria y ambientalmente segura.

Tabla 15: Supervisión de los elementos de control y monitoreo de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Existencia y seguimiento del Manual de Operación del relleno Sanitario		X	X		Al presentar el proyecto ejecutivo. Revisión Semestral	Visita a campo
Control de registros	X	X	X		Entidad operadora: diario. Entidad supervisora municipal: mensual AAE: Ocasional sin previo aviso	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas de campo al sitio. • Elaboración y presentación de estadísticas.

Tabla 15: Supervisión de los elementos de control... (continuación)

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Informe mensual de actividades	X	X	X		Mensual AAE: Ocasional sin previo aviso	<ul style="list-style-type: none"> Entrega / recepción del informe escrito. Formación del expediente de actividades del relleno sanitario
Vigilancia de la NOM con respecto al control y monitoreo.	X	X			Al inicio y en el transcurso de la obra. Ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

5.1 Manual de operación

Para una correcta operación del SDF, este deberá estar regulado por un manual en el que se describa la forma de efectuar los controles de cada uno de los elementos que intervienen en el trabajo, desde personal, maquinaria hasta la infraestructura. El contenido del manual de operación tendrá los puntos de operación más sobresalientes (ver [Tabla 15](#)).

5.2 Control de registros

Al igual que en el punto anterior, para una correcta operación del SDF, este deberá contar con un registro en el que se describa la forma de efectuar los controles de cada uno de los elementos que intervienen en el trabajo (se complementa con el punto 4.1 de esta guía y [Tabla 15](#)). El contenido mínimo de estos controles de registro indicados en la norma podrán:

- a) Métodos de control de entrada, de manera que se vigile el ingreso de RSU y de manejo especial, materiales, vehículos, personal y visitantes,
- b) Secuencia de llenado del SDF,
- c) Registro de la generación y manejo, incluyendo recirculación, del lixiviado,
- d) Registro de la generación y control de biogás, y
- e) Planes de contingencia en caso de incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos graves y derrames accidentales de combustible.

5.3 Informe mensual de actividades

El informe mensual de actividades constituye una herramienta de control de operaciones, tanto para la entidad que tiene a su cargo la operación propia del SDF, como para las autoridades ambientales encargadas de la vigilancia al cumplimiento de la normatividad existente (ver Tabla 15).

5.4 Programa de monitoreo de impactos ambientales

Se instituye un programa de monitoreo para mantener la operación del relleno sanitario dentro de los estándares nacionales (Leyes y NOMs - obligatorio) e internacionales (no obligatorio) que apliquen, aunado a documentar el comportamiento ambiental de la instalación y demostrar que no provoca impactos ambientales significativos. Las actividades consideradas como obligatorias son el monitoreo ambiental de la emigración de biogás y la calidad del agua subterránea.

El monitoreo ambiental es obligatorio para los sitios de disposición final A hasta C. Los resultados deberán anexarse al correspondiente control de registros e informes mensuales, los cuales deberán estar a disposición de las autoridades ambientales.

Tabla 16: Supervisión del programa de monitoreo de impactos ambientales de un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo conocer el grado de estabilidad de los residuos y tomar las medidas de mitigación conducentes.	X	X	X	X	Fijado por AAE	Composición de biogás (determinación de metano, bióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno)
					Fijado por AAE	Niveles de explosividad, toxicidad y flujo de gases
Programa monitoreo de lixiviados tiene el objetivo de conocer las características y así tomar las medidas para su tratamiento	X	X	X	X	Fijado por AAE	pH, DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y metales pesados
Programa de monitoreo de acuíferos	X	X	X	X	Fijado por la AAE	Atendiendo a los mismo parámetros determinados para el lixiviado.

6 Clausura final

Según la NOM, el proceso de cobertura final de clausura se inicia cuando las áreas de disposición final de RSU y/o RME alcanzan su **altura final** y tienen una extensión de al menos **dos hectáreas**. Estos trabajos se realizan según el avance de los trabajos (llenado de celdas) y el diseño específico del sitio contenido en el proyecto ejecutivo aprobado por la AAE.

A partir del párrafo anterior, la clausura de un relleno sanitario es un proceso continuo al igual que las actividades sujetas al mantenimiento de estas áreas.

Los planes de clausura deberán reducir los impactos ambientales a través de los años, por lo que se contemplarán las acciones para:

- Aislar permanentemente los residuos del medio exterior
- minimizar la infiltración de líquidos (agua pluvial) hacia el interior de las celdas terminadas,
- Brindar un drenaje adecuado,
- Prevenir la erosión de la cubierta final, deslizamientos y estabilidad de suelos finales, y
- Controlar el flujo de biogás generado y prevenir su fuga incontrolada.

Para la clausura se tendrán dos objetivos básicos:

- Disminuir el mantenimiento adicional del sitio una vez clausurado (post-clausura), y
- equipar al relleno sanitario para amortiguar los impactos ambientales a largo plazo.

Una vez hecha, a partir del proyecto ejecutivo, la clausura final de determinadas áreas del relleno sanitario, no se podrá volver depositar residuos sobre éstas.

La clausura del SDF debe entenderse como la suspensión definitiva del depósito de residuos sólidos por el agotamiento de su vida útil, a sus efectos de contaminación al ambiente o bien a las molestias y daño a la salud pública.

El objetivo de la clausura es confinar los residuos sólidos depositados, de modo tal que los daños al ambiente ocasionados por descomposición de los desechos y asentamiento del terreno sean mínimos, utilizando para ello técnicas de ingeniería. El uso final que puede darse a un sitio clausurado es como área verde o instalaciones deportivas, nunca para edificación de casas habitación, escuelas, edificios, etc., considerando las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás. Estas restricciones deben estar acorde al uso final de suelo aprobado por la autoridad

competente, y en su defecto deben ser consideradas para futuras modificaciones en la planificación urbana de la ciudad.

6.1 Planeación preliminar

Aunque el proyecto ejecutivo debe incluir los aspectos de clausura parcial y final, la entidad operadora (Municipio, empresa etc.) del relleno sanitario deberá presentar un proyecto actualizado a los cambios ocurridos durante la operación misma. Se recomienda que esta planeación se entregue a las AAE con anticipación a la fecha prevista para iniciar la clausura del relleno sanitario para su revisión y autorización pertinente en apego a la normatividad ambiental federal y estatal vigente al momento de la clausura.

Tabla 17: Supervisión y control de la planeación preliminar de la clausura en un relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Revisión de los planos relativos a la topografía final del sitio.			X		Cada vez que se realice una cobertura final de clausura	Levantamiento topográfico.
Elaboración o modificación del proyecto de clausura (de áreas y final).		X	X		Cada vez que se realice una cobertura final de clausura	Supervisión del avance de proyecto.
Especificar el tipo y las fuentes del material de cobertura.		X	X		Cada vez que se realice una cobertura final de clausura	Visita de campo al banco de materiales.

Se recomienda la realización del siguiente procedimiento para el funcionamiento continuo de las actividades de clausura y así evitar problemas administrativos, sociales y ambientales.

6.2 Tres meses antes de la clausura final

Tabla 18: Supervisión y control tres meses antes de la clausura final del relleno sanitario

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Revisar y aprobar el proyecto de clausura.	X	X				Basado en el proyecto.
Preparar y aprobar la calendarización de registro de cierre.	X	X	X			Verificar documento.
Notificación a la institución reguladora y a los usuarios del sitio (municipios y sector privado).	X	X	X			Verificación de las copias de los documentos.

6.3 En la clausura final

Tabla 19: Supervisión y control en la clausura final

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Cercado o estructura para fijar límites y delimitar acceso al sitio.			X		Conforme avance de obra.	Visitas de campo al sitio.
Revisión de cobertura y conformación final del sitio según proyecto aprobado	X	X	X		Durante periodo de clausura	Verificar aislamiento de residuos, infiltraciones de líquidos, redes de captura de biogás y tratamiento o quema, taludes y erosiones de áreas ya clausuradas, drenaje, infraestructura
Avisos de clausura del sitio e información del nuevo SDF.	X	X	X			Visitas de campo al sitio.
Asegurar la limpieza del sitio y zonas aledañas.		X	X		Al final de la clausura.	Visitas de campo al sitio.

6.4 Tres meses después de la clausura final

Tabla 20: Supervisión y control tres meses después de la clausura final

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Verificar la terminación de las obras de drenaje pluvial.	X	X	X		Conforme avance de clausura.	Visitas de campo al sitio.
Verificar la instalación de dispositivos para el control de asentamientos de estructuras.	X	X	X			Visitas de campo al sitio.
Verificar que las características de la cubierta final estén conforme al diseño presentado.	X	X	X		Conforme se avanza el cierre.	Inspección ocular y mediciones en celdas clausuradas.
Verificar el correcto funcionamiento la infraestructura para el control de lixiviado y biogás	X	X	X		Durante el período de clausura	Inspección ocular y mediciones en celdas clausuradas.
Verificar la cubierta vegetal.	X	X	X		Conforme se avanza el cierre.	Visitas de campo al sitio.
Vigilancia de la NOM con respecto a la clausura del sitio.	X	X			Durante el cierre del relleno sanitario	Visitas de campo al sitio.

6.5 Mantenimiento pos clausura de largo plazo.

Conforme a la NOM se debe elaborar un programa de mantenimiento y monitoreo de post-clausura para todas las instalaciones del SDF por un periodo de al menos 20 años⁶. Este programa puede incluir:

- Mantenimiento de la cobertura final de clausura y drenaje para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los RSU y RME o daños provocados por erosión (escurrimientos pluviales y viento)
- Mantenimiento y monitoreo de los sistemas de control de biogás y lixiviados,

⁶ Este período puede ser reducido cuando se demuestre que ya no existe riesgo para la salud y el ambiente. NOM punto 9.3

Tabla 21: Supervisión y control del mantenimiento post-clausura

Requisitos	Entidad responsable				Frecuencia	Forma de control
	AAE	Municipio	Empresa	Otros*		
Mantenimiento y reparación de cobertura final, hundimientos, grietas		X	X		Establecida por la AAE	Visitas de campo al sitio.
Monitoreo del biogás.		X	X		Establecida por la AAE	Mismos parámetros que en punto 5.4.
Monitoreo de lixiviados.		X	X		Establecida por la AAE.	Mismos parámetros que en punto 5.4.
Verificar el funcionamiento de las instalaciones de drenaje pluvial.		X	X		Semestral.	Visitas de campo al sitio.
Verificar el crecimiento de la vegetación y su mantenimiento.		X	X		Semestral.	Visitas de campo al sitio.
Vigilancia de la NOM con respecto al mantenimiento post-clausura del sitio.	X	X		X	Durante el periodo de post-clausura. Visita ocasional sin previo aviso	Visitas de campo al sitio.

7. Requisitos para la presentación de informes.

La entidad que presta el servicio de disposición final tiene la obligación de cumplir con todas las especificaciones señaladas en el proyecto ejecutivo de relleno sanitario, el cual fue aprobado por la AAE correspondiente.

Por lo anterior, la supervisión y control durante la construcción, operación y clausura del relleno sanitario será realizada por personal calificado de la AAE y el Municipio, bajo los siguientes factores:

Tabla 22: Requisitos para la presentación de informes

	Entidad		
	AAE	Municipio	Empresa
Información que suministra:	Referente a la información general de los SDF en el Estado ⁷ , incluyendo tipo, capacidades, vida útil restante, estado de sitios clausurados y programas de monitoreo e impactos ambientales detectados	De visitas de campo e informes de la entidad que opera el relleno sanitario, se tendrá información de: selección de sitios, construcción, operación, monitoreo y clausura. Además las informaciones tienen que representar la cantidad de RSU/RME entrantes y su origen.	Informes referentes a programa de obras, programas de operación, controles de ingreso, control de frente de trabajo, controles de banco de materiales, controles de talleres y suministros, bitácoras de operación y mantenimiento de maquinaria y equipos, informes de monitoreo de impactantes ambientales, proyectos y programas de clausura y pos clausura.
Entidad que recibe la información:	SEMARNAT	AAE	Municipio AAE
Frecuencia de entrega de la información:	Anual.	Trimestral.	Mensual.

7.1 La función de los inspectores

Los inspectores designados por parte de la AAE y el Municipio para la supervisión del relleno sanitario tendrán las atribuciones siguientes, sin perjuicio de la normatividad vigente en la materia:

- Libre acceso al sitio e instalaciones del relleno sanitario supervisado, portando una credencial de identificación en lugar visible.
- Elaborar un programa de visitas al relleno sanitario, en coordinación con los encargados de la operación del sitio, sin que esto sea limitante para efectuar visitas no programadas y /o en situaciones de emergencia.
- Durante la visita se contará con el apoyo del encargado del relleno sanitario, quien proporcionará la información necesaria referente a la construcción, operación, controles, monitoreo de impactantes ambientales y /o clausura.

⁷ De acuerdo al capítulo IV sobre Derecho a la Información de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

- En caso de observar anomalías o irregularidades en el desarrollo de las actividades programadas para el relleno sanitario, los inspectores lo harán saber al encargado del sitio, debiéndose tomar las acciones correctivas que sean necesarias de forma inmediata.
- Los inspectores deberán llenar un breve informe de visita de campo, que será firmado por el inspector acompañante y el encargado del relleno sanitario, quien funciona como contraparte; dejando copia al operador del sitio (municipio o empresa).
- Los informes semestrales y trimestrales que elaboren los inspectores, deberán contar con la bitácora de visitas de campo debidamente signadas.
- Los informes mensuales por parte de la entidad que opera el relleno sanitario, referentes a las actividades del relleno, deberán ser entregados con oportunidad a las autoridades correspondientes. En caso de que el inspector detecte que la información reportada no concuerda con la situación que impera en el SDF, éste elaborará la nota informativa correspondiente.
- Los inspectores serán los encargados de supervisar que las obras de modificación, atenuación y /o mitigación que la autoridad ambiental indique se lleven a cabo en el tiempo y forma previstos.
- Cada uno de los entes involucrados recibirá automáticamente una copia de las informaciones.
- En caso de conflictos se buscará primero un consenso entre los involucrados; en caso negativo la entidad correspondiente tomará la decisión.
- Las sanciones que puedan aplicarse serán en concordancia con la normatividad.

7.2 Obligaciones de los depositantes de RSU y RME

La entidad encargada de la operación del relleno sanitario podrá exigir a los depositantes de RSU y RME, a quienes presta sus servicios, los siguientes requisitos:

- Procedencia de los residuos, declarando por escrito que solamente transportan y depositan residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- Listado de la flotilla de vehículos con que cuentan, describiendo sus características (tipo vehículo, año, capacidad, No. económico, placas)
- Listado del personal que forma parte de las cuadrillas de recolección, para otorgarles la acreditación de acceso.
- Reportar por escrito, las bajas y altas de personal y vehículos que transportan residuos sólidos.

- En el caso de residuos de manejo especial, que ingresen a través de vehículos particulares, se podrá requerir presentar el correspondiente Plan de Manejo autorizado.

En el caso de que los depositantes incurran en faltas a las requisiciones anteriores, se podrá cancelar su autorización de acceso al sitio, en forma temporal o permanente, según lo avalen los responsables del relleno sanitario.

Cuando el depositante incurra en falta en lo correspondiente a las características de los residuos que pretende depositar, y estos tengan características de peligrosidad, será acreedor a una sanción y /o remediación fijada por la empresa y /o el Municipio y la PROFEPA, pudiéndole revocar en forma definitiva la autorización para depositar en el relleno sanitario, independientemente de las acciones legales que pueda realizar la autoridad competente.

8. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC)

Otra forma de establecer un control fidedigno de la operación, desarrollo y clausura de un relleno sanitario es a través del Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC), estipulado en la NOM. Se recomienda la realización del PEC de manera regular cada 2 años.

Este tiene las siguientes características generales:

- Es un procedimiento voluntario que puede ser solicitado **solamente** por aquellas administraciones de rellenos sanitarios que, en el caso de haber entrado en funcionamiento antes del 19 de diciembre del 2004, ya hayan realizado su plan de regularización (PR)⁸ de acuerdo a la NOM y hayan obtenido la certificación de cumplimiento de la NOM.
- Este se puede efectuar durante la construcción, operación o clausura de los SDF. Se
- Puede ser solamente realizada por Unidades de Verificación (UV) aprobadas por las autoridades federales y Estatales.
- Los criterios de verificación se pueden encontrar en el punto 10 de la NOM, y tienen como objetivo el controlar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en la Norma Oficial Mexicana
- Si el regulado cumple con los requerimientos de la NOM puede recibir un Dictamen de Verificación, que debe ser reconocido por la autoridad competente, y que hace constar que el SDF cumple con las especificaciones técnicas establecidas en la NOM.

8 Ver "Guía de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003", México 2004. Ed. SEMARNAT – GTZ. Y la "Guía para la Realización de Planes de Regularización conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003", México 2005, Ed. Semarnat – GTZ. A disposición en www.giresol.org

Sistemas de Control en la Operación del Relleno Sanitario de _____

CONTROL DIARIO DE MAQUINARIA (Bitácora)

Fecha: _____

Hoja No. ___ de _____

Turno: _____

Elaborada por: _____

Revisada por: _____

Clave de maquina	Hora de inicio	Actividad	Hora paro	Motivo	Zona trabajo	Hora inicio	Actividad	Hora de paro	Motivo	Horas efectivas	Observaciones

Actividades:

- ECR** Empuje y compactación de residuos
- PS** preparación de superficie
- EBC** Extendido y bandeo de cobertura
- CC** Compactación de cobertura
- T** Tránsito
- O** Otros

Motivo:

- HC** Hora de comida
- M** Mantenimiento
- IT** Indicaciones Técnicas
- COMB** Carga Combustible
- SM** Sin motivo

Sistemas de Control en la Operación del Relleno Sanitario de

CONCENTRADO DIARIO DE MAQUINARIA

Fecha: _____

Hoja No. ____ de _____

Zona de trabajo: _____

Elaborada por: _____

Revisada por: _____

Clave maquina	Horario operación	Actividad Tiempo efectivo							Tiempo inactivo
		ECR	PS	EBC	CC	T	O	Tiempo efectivo	

- Nomenclatura:
- ECR Empuje y compactación de residuos
 - PS Preparación de superficie
 - EBC Extendido y bandeo de cobertura
 - CC Compactación de cobertura
 - T Tránsito
 - O Otros

Sistemas de Control en la Operación del Relleno Sanitario de

RESUMEN MENSUAL DE CONTROL DE MAQUINARIA

Mes: _____

Residente de obra: _____

Tipo maquinaria: _____

Supervisor: _____

No. de serie: _____

Día	Horas efectivas	Horas acumuladas	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
TOTAL			

Sistemas de control en la operación del Relleno Sanitario de

RESUMEN MENSUAL DE CONTROL DE MATERIAL DE CUBIERTA

Supervisor de obra: _____ Mes : _____

Residente de obra: _____

Días	Viajes	Volumen suministrado (m3)	Volumen acumulado (m3)	Volumen utilizado (m3)	Existencia en banco (m3)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
TOTAL					

Definiciones

Para efectos de este manual se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes de la NOM-083-SEMARNAT-2003:

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Agua subterránea: Agua que se encuentra en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

Altimetría: Información topográfica relativa a la configuración vertical o relieve del terreno, expresada mediante el trazo de curvas de nivel referidas a la altitud de bancos al nivel medio del mar.

Aprovechamiento de los residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

Área de emergencia: Área destinada para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando por fenómenos naturales y/o meteorológicos no se permita la operación en el frente de trabajo diario.

Áreas naturales protegidas: Zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

Autoridad competente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a los Gobiernos del Distrito Federal, de los estados y municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia

Biogás: Mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos, constituida principalmente por metano y bióxido de carbono.

Clausura: Sellado del área de un sitio de disposición final después de la suspensión definitiva de la recepción de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Cobertura: Capa de material natural o sintético, utilizada para cubrir los residuos sólidos, con el fin de controlar infiltraciones pluviales y emanaciones de gases y partículas, dispersión de residuos, así como el contacto de fauna nociva con los residuos confinados.

Cobertura final de clausura: Revestimiento de material natural o sintético, o ambos; que se coloca sobre la superficie del sitio de disposición final, cuando éste ha cumplido su vida útil, abarcando tanto a los taludes como a los planos horizontales.

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

Conformación final: Configuración geométrica y de los niveles finales del sitio de disposición final.

Dictamen de Verificación: Documento que emite y firma bajo su responsabilidad la UV por medio del cual hace constar que los sitios de disposición final cumplen con las disposiciones técnicas establecidas en la NOM, de acuerdo con lo determinado en el artículo 85 de Ley Federal de Metrología y Normalización.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.

Falla geológica: Cuando se producen desplazamientos relativos de una parte de la roca con respecto a la otra, como resultado de los esfuerzos que se generan en la corteza terrestre.

Fauna nociva: Especies animales potencialmente dañinas para la salud y los bienes, asociadas a los residuos.

Frente de trabajo: Área del sitio de disposición final en proceso de llenado, que incluye generalmente la descarga, esparcido, compactado y cubierta de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Infiltración: Penetración de un líquido a través de los poros o intersticios de un suelo, subsuelo o cualquier material natural o sintético.

Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

Marismas: Terreno bajo y pantanoso que inundan las aguas del mar, por las mareas y sus sobrantes, o por el encuentro de aguas de mar con las de los ríos en su desembocadura.

Manglar: Tipo de sociedades vegetales permanentemente verdes, tropicales, de tronco corto, que se desarrollan en depresiones de las costas marinas en la zona de mareas, pero protegidas del oleaje, en bahías, lagunas o esteros.

Material de cobertura final: Material natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Manual de operación: Documento que describe las diferentes actividades involucradas en la operación del sitio de disposición final.

Mantenimiento de posclausura: Etapa de conservación de las estructuras para el control ambiental, las cubiertas, los caminos y la apariencia en general de un sitio de disposición final que ha sido clausurado.

Monitoreo ambiental: Conjunto de acciones para la verificación periódica del grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos para evitar la contaminación del ambiente.

Obras complementarias: conjunto de instalaciones y edificaciones necesarias, para la correcta operación de un sitio de disposición final.

Pantano: hondonada en donde se recogen y se detienen las aguas, que presenta un fondo más o menos cenagoso.

Parámetros hidráulicos: La conductividad hidráulica, la porosidad, la carga hidráulica, el gradiente hidráulico y los coeficientes de almacenamiento y transmisibilidad, de una determinada unidad geohidrológica.

Percolación: Flujo de un líquido a través de un medio poroso no saturado, debido a la acción de la gravedad.

Permeabilidad: Propiedad que tiene una sección unitaria de un medio natural o artificial, para permitir el paso de un fluido a través de su estructura, debido a la carga producida por un gradiente hidráulico.

Planimetría: Es la parte del estudio topográfico que determina la ubicación de los límites del predio, describiendo geométricamente en un plano, cualquier elemento de significancia, como cursos o cuerpos de agua superficial, áreas de inundación, caminos, líneas de conducción existentes (luz, agua, drenaje, gas, teléfono y árboles), así como todo tipo de estructuras y construcciones dentro del predio.

Relleno sanitario: Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicionales, los impactos ambientales.

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus

envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Sistema de flujo: Dirección de flujo que sigue el agua subterránea, considerando las zonas de recarga y descarga, las cargas y gradientes hidráulicos a profundidad y el efecto de fronteras hidráulicas. Incluye, además la interacción con el agua superficial y comprende sistemas locales, intermedios y regionales.

Sitio de disposición final: Lugar donde se depositan los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en forma definitiva.

Sitio controlado: Sitio inadecuado de disposición final que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con las especificaciones de impermeabilización.

Sitio no controlado: Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en esta norma.

Suelo: Material o cuerpo natural compuesto por partículas sueltas no consolidadas de diferentes tamaños y de un espesor que varía de unos centímetros a unos cuantos metros, el cuál está conformado por fases sólida, líquida y gaseosa, así como por elementos y compuestos de tipo orgánico e inorgánico, con una composición variable en el tiempo y en el espacio

Subsuelo: Medio natural que subyace al suelo, que por su nulo o escaso intemperismo, presenta características muy semejantes a las de la roca madre que le dio origen.

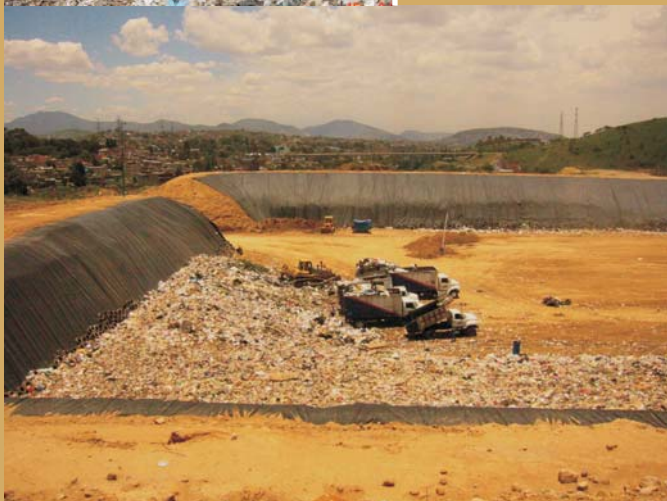
Talud: La inclinación del material de que se trate, con respecto a la horizontal.

Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

Unidad de Verificación (UV): La persona física o moral que realiza actos de verificación, debidamente acreditada y aprobada para verificar el cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana.

Uso final del sitio de disposición final: Actividad a la que se destina el sitio de disposición final, una vez finalizada su vida útil.

Vida útil: Es el periodo de tiempo en que el sitio de disposición final será apto para recibir los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El volumen de los residuos y material térreo depositados en este periodo, es igual al volumen de diseño.



ISBN 970-9983-00-8



9 789709 983005

