

**Contigo
es posible**



GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE PLANES DE REGULARIZACIÓN CONFORME A LA NOM-083-SEMARNAT-2003



GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE PLANES DE REGULARIZACIÓN CONFORME A LA NOM-083-SEMARNAT-2003



México 2005

Ing. José Luis Luege Tamargo

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales – SEMARNAT

Ing. José Ramón Ardavin 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 de la GTZ

Dr. en Ing. Günther Wehenpohl, GTZ

Ing. Pablo Heredia Cantillana, GTZ

CON APOYO DE:

Lic. Oscar Gerardo Hernández Campos
(Subdirector de Análisis de Proyectos Especiales – SEMARNAT)

Biol. Laura Edith Castañeda Rosas
(Jefe de Departamento de Integración Normativa Ambiental Urbana – SEMARNAT)

Ing. Myriam Gabriela Velasco Pérez
(Jefa del Departamento de Manejo Integral de Contaminantes – SEMARNAT – Delegación Nayarit)

Primera edición: Agosto de 200

© Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2005

© Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2005

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)

Contenido	
Lista de Figuras	IV
Lista de Tablas	IV
Lista de Anexos	V
Principales siglas utilizadas en el documento	V
A. Introducción	1
A.1 Prólogo	1
A.2 El Plan de Regularización en el ámbito de la planeación municipal	2
A.3 Objetivo de la guía	3
A.4 Uso de la guía	4
B. ASPECTOS GENERALES Y PROCEDIMIENTO GLOBAL DE UN PLAN DE REGULARIZACIÓN	5
B.1 Contenidos generales de la NOM-083-SEMARNAT-2003	5
B.1.1 Procedimiento de Evaluación de la Conformidad	8
B.1.2 Plan de Regularización	9
B.1.3 Vigilancia del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003	10
B.2 Procedimiento de verificación del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003	11
B.3 Recopilación de información documental a levantar	12
B.4 Procedimiento	13
C. EL PLAN DE REGULARIZACIÓN PARA REHABILITACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	17
C.1 Antecedentes del sitio de disposición final actual	17
C.2 Descripción del servicio de limpia municipal actual	18
C.3 Evaluación del cumplimiento del sitio de disposición final actual	18
C.4 Ubicación del sitio de disposición final	19
C.4.1 Ubicación en las cercanías de un aeródromo o aeropuerto	19
C.4.2 Cercanía a áreas naturales protegidas	19

C.4.3	Cercanía a centros de población	20
C.4.4	Ubicación en sitios no permitidos	21
C.4.5	Cercanía a zonas de inundación	21
C.5	Estudios y análisis previos para la selección del sitio de disposición final	22
C.5.1	Estudio geológico	22
C.5.2	Situación del marco hidrogeológico regional	23
C.5.3	Estudios y análisis en el sitio de disposición final	24
C.6	Características constructivas	32
C.6.1	Barrera de impermeabilización	32
D.6.2	Sistema de captación y extracción de biogás	34
D.6.3	Sistema de captación y extracción de lixiviado	38
C.6.4	Drenaje pluvial	40
C.6.5	Área de emergencia	41
C.7	Características operativas	41
C.7.1	Requerimientos de compactación	42
D.7.2	Cobertura de residuos depositados	44
C.7.3	Control de materiales de entrada al sitio	45
C.8	Infraestructura del sitio de disposición final	46
C.9	Elementos de control y monitoreo	48
C.9.1	Manual de operación	48
C.9.2	Control de registros	50
C.9.3	Informe mensual de actividades	50
C.9.4	Programa de monitoreo de impactos ambientales	51
C.10	Clausura final de algunas secciones del sitio de disposición final actual	53
D.	EL PLAN DE REGULARIZACIÓN PARA CLAUSURA DEFINITIVA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	55
D.1	Clausura y saneamiento de un sitio de disposición final	55
D.1.1	Plan de clausura	55
D.1.2	Estudios previos	57
D.2	Proyecto de clausura	59
D.2.1	Actividades recomendadas para la clausura	59
D.2.2	Cubierta final	60

D.2.3	Mantenimiento	62
D.3	Proyecto de saneamiento ambiental	64
D.3.1	Estructuras de control ambiental	64
D.3.2	Monitoreo ambiental	64
D.4	Autorización del proyecto de clausura y saneamiento	65
E.	FUENTES CONSULTADAS	66

Lista de Figuras

		Página
1	El PR en la planeación municipal	2
2	Procedimiento para el cumplimiento a la NOM-083-SEMARNAT-2003	9
3	Procedimiento para la elaboración del Plan de Regulación	15
4	Esquema para los componentes del balance de agua para un relleno sanitario	31
5	Esquemas para los sistemas de impermeabilización en la base del relleno sanitario	33
6	Respiradero de gas con quemador simple	36
7	Sistema de colección de gases	36
8	Fotografía de quemador simples	37
9	Fotografía de un quemador centralizado	37
10	Sistema de impermeabilización y dren para lixiviados	39
11	Proceso para la clausura y saneamiento de sitios de disposición final	56
12	Detalles de la cubierta final de clausura	61

Lista de Tablas

1	Categorías de sitios de disposición final	6
2	Resumen de los requisitos y especificaciones generales para los sitios de disposición final	6
3	Parámetros requeridos para la caracterización de aguas subterráneas y superficiales	26
4	Pruebas geotécnicas al suelo de sitios de disposición final	27
5	Tipos, funciones y usos de los equipos más empleados en rellenos sanitarios	44
6	Obras complementarias requeridas de acuerdo a la categoría del sitio de disposición final	46
7	Características de la cubierta final de clausura, según NOM-083-SEMARNAT-2003	61
8	Fallas y causas presentadas en taludes de los sitios de disposición final	63

Lista de Anexos

- A Prototipo de lista de chequeo para verificación del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 (lista de chequeo)
- B Lista de dictamen para los contenidos de los Planes de Regularización conforme la NOM-083-SEMARNAT-083
- C Producción per cápita de generación de RSU por tipo de localidad
- B Definiciones

Principales siglas utilizadas en el documento

DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno (prueba a cinco días)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
CNA	Comisión Nacional del Agua
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental – USA)
GTZ	Agencia de Cooperación Técnica Alemana (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
NAME	Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOM-083-SEMARNAT-2003	Norma Oficial Mexicana que contiene las 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.
PCA	Pozos a cielo abierto
PEC	Procedimiento de Evaluación de la Conformidad
PR	Plan de Regularización
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
RME	Residuos de Manejo Especial
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEV's	Sondeos Eléctricos Verticales
UV	Unidad de Verificación

A. Introducción

A.1 Prólogo

La norma 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 - establece especificaciones de protección ambiental no sólo para la selección del sitio, sino también para las etapas de diseño, operación y clausura, tomando en consideración las distintas capacidades de los municipios para resolver la problemática de la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) y los de manejo especial (RME). Dado que la disposición final inadecuada de RSU y RME se debe en buena medida a la falta de capacidad técnica y económica de los municipios para crear la infraestructura y los servicios necesarios, se requiere contar con materiales de difusión que, de manera rápida y sencilla, informen a las autoridades federales, estatales y municipales sobre todos los elementos y procedimientos necesarios para la disposición adecuada de los residuos.

Como una de las herramientas de difusión de los contenidos y obligaciones que la norma requiere de las autoridades municipales, se elaboró por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), una **Guía de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003**¹, ya que dicha norma se convierte en un elemento fundamental de protección al ambiente y a la salud pública. Ésta en su numeral 11.2 describe las medidas que deberán tomar aquellos municipios en donde operan sitios que no cumplen con la norma, que a la letra dice:

11.2 Los sitios de disposición final que estén en funcionamiento en el momento de entrada en vigor de la presente Norma no podrán seguir operando, a menos que regularicen su situación, conforme al siguiente procedimiento:

- a) Durante el periodo de un año a partir de la fecha de entrada en vigor de la Norma, la entidad responsable de la instalación elaborará y someterá a la aprobación de las autoridades competentes un plan de regularización de la misma, que incluya las acciones y medidas que se juzguen necesarias, con el fin de cumplir los requisitos de la presente Norma.*
- b) Una vez presentado el plan de regularización, las autoridades competentes adoptarán una decisión definitiva en un plazo no mayor a 6 meses, sobre la cancelación o autorización de continuar las operaciones, con base en el plan de regularización y de lo dispuesto en la presente Norma. Las autoridades competentes, adoptarán las medidas necesarias para*

¹ Esta Guía puede ser obtenido a través de la siguiente página de WEB: www.giresol.org (biblioteca virtual)

cerrar las instalaciones que no hayan obtenido, de conformidad con esta Norma, la autorización para continuar sus actividades.

c) Sobre la base del plan de regularización aprobado, la autoridad competente fijará un periodo transitorio para el implemento de dicho plan de regularización.

Por lo anterior, con el sólo hecho de presentar el Plan de Regularización (PR) y ser aprobado por la autoridad competente², el municipio dará inicio al cumplimiento con la normatividad vigente.

A.2 El Plan de Regularización en el ámbito de la planeación municipal

El PR es un instrumento para la regularización de todos los sitios de disposición final que están actualmente en funcionamiento, permitiendo, a los municipios que los realicen, el cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003. Es una profundización de otros tipos de planeación a nivel municipal, como lo son: el Plan de Desarrollo Urbano o Municipal, la Agenda Local (o Agenda 21) o el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PMPGIRSU) (ver figura 1).

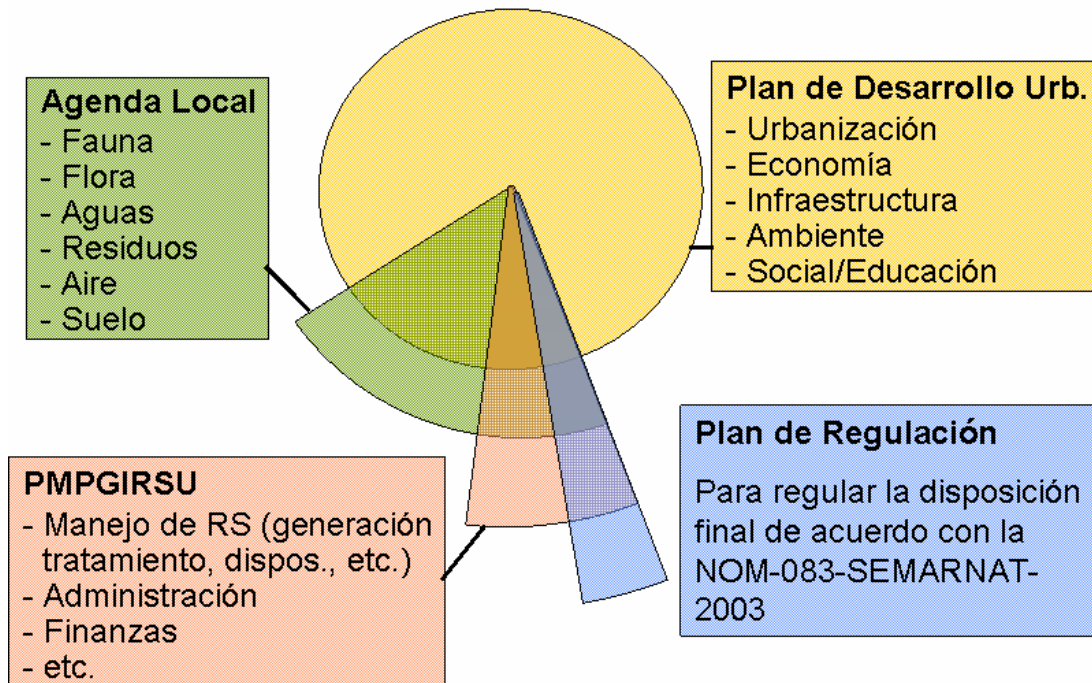


Figura 1: El PR en la planeación municipal

² La autoridad competente son las autoridades ambientales de los gobiernos estatales según lo contemplan la mayoría de las Leyes Estatales de Medio Ambiente.

El Plan de Desarrollo Urbano (o Municipal) es una planeación estratégica que refleja toda la política de un Gobierno Municipal, el desarrollo urbanístico, económico, social, de infraestructura, educacional, ambiental, entre otros. Es aconsejable y común que cada administración municipal nueva actualice dicho plan durante su administración.

La Agenda Local (o Agenda 21) es una planeación estratégica a nivel municipal para todos los sectores que influyen en el medio ambiente. Su objetivo es que las actividades de la población y sus autoridades se desarrollen de una manera sustentable y que no perjudiquen el ambiente. Considera aspecto como la prevención, control y educación orientados a la protección de todos sus elementos como son las aguas (superficiales, subterráneas), aire, suelo, fauna, flora, patrimonio arqueológico y cultural para el bienestar de la población.

El PMPGIRSU es un programa estratégico para el sector de RSU a nivel municipal. Incorpora los elementos de su manejo (generación, recolección, barrido, tratamiento, disposición final) así como aspectos no técnicos (normatividad, institucional, educación ambiental, financiero), ambos, en su conjunto, constituyen la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

El PR se refiere únicamente a la estandarización de la disposición final en los municipios que ya operan un sitio de disposición final, en los términos que lo estipula la normatividad vigente. Para su elaboración se puede recurrir, en varios aspectos, a los planes y programas mencionados anteriormente.

A.3 Objetivo de la guía

El objetivo de esta guía es: Facilitar el cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 mediante el establecimiento de los procedimientos así como de recomendaciones técnicas para la evaluación del estado en que se encuentran los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y para elaborar los PR respectivos. Esta guía está dirigida a las Autoridades Federales, Estatales y Municipales con la finalidad de explicar de forma clara y sencilla los pasos a seguir para elaborar y evaluar un PR.

Los *objetivos específicos* son:

1. Que las Autoridades Federales, Estatales y Municipales conozcan los procedimientos para dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad en cuanto a la elaboración de los Planes de Regularización.
2. Que las Autoridades Municipales conozcan los contenidos para la elaboración de Planes de Regularización de sus sitios de disposición final, y quienes son los profesionales que los pueden realizar.

3. Que las Autoridades Federales y Estatales tengan las herramientas para evaluar y orientar a los municipios en cuanto a la elaboración y aprobación de los Planes de Regularización de los sitios de disposición final.

Independientemente de eso, esta guía no substituye la necesidad de aplicar informaciones específicas más profundas en la elaboración, sino pretende facilitar la evaluación y mejor comprensión de los temas, especialmente por los responsables en los municipios.

A.4 Uso de la guía

La presente guía está diseñada para facilitar su consulta sobre temas específicos, de tal manera que no sea necesario al usuario leer todo el texto, sino que baste con:

- Buscar el tema específico referido a la NOM-083-SEMARNAT-2003,
- Identificar el numeral a que corresponde en la lista de chequeo para verificar el cumplimiento con la norma y
- Seleccionar el punto del texto que desarrolla el tema.

La guía cubre los siguientes puntos:

B. Aspectos generales y procedimiento global de un PR

1. Contenidos generales de la NOM-083-SEMARNAT-2003
2. Herramientas para verificar el cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003

C. El PR para rehabilitación de un sitio de disposición final

D. El PR para la clausura definitiva de un sitio de disposición final

B. ASPECTOS GENERALES Y PROCEDIMIENTO GLOBAL DE UN PLAN DE REGULARIZACIÓN

En este capítulo se presentarán los aspectos básicos relacionados con la NOM-083-SEMARNAT-2003, la forma de identificar la categoría del sitio de disposición final, y los principales procedimientos que incluye la misma normatividad: la Evaluación de la Conformidad y la elaboración de Planes de Regularización.

B.1 Contenidos generales de la NOM-083-SEMARNAT-2003

La NOM-083-SEMARNAT-2003 referente a los requisitos que deben cumplir los sitios de disposición final para los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial³ (RME), tiene los siguientes elementos generales:

- Los criterios, estudios y análisis requeridos para la selección del lugar donde se construirá el relleno sanitario
- Los estudios y criterios básicos para el diseño de ingeniería de este tipo de obra
- Las características de construcción y operación
- Las obras complementarias para su funcionamiento
- Las características del monitoreo ambiental
- Las bases técnicas a considerar para su clausura final, y
- El procedimiento para evaluar el cumplimiento de esta NOM ante las autoridades correspondientes.

De acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003, los rellenos sanitarios se categorizan en función de la cantidad de RSU y RME que reciben diariamente, los cuales incluyen a los de origen domiciliario, comercial e industrial (no peligrosos), como de los servicios de limpieza de calles y lugares públicos. En la Tabla 1 se pueden observar las categorías de los sitios de disposición final.

Por la misma normatividad, el Municipio está obligado a cumplir con una serie de criterios, dependiendo de la categoría de sitio de disposición final que le corresponda (Tabla 2).

³ El listado de residuos de manejo especial aparece en el Artículo 19 de la *Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Diario Oficial de la Federación, 8 de octubre de 2003.

Tabla 1: Categorías de sitio de disposición final

Tipo	Tonelaje recibido en el sitio de disposición final (Ton /día)	Equivalente en número de habitantes ⁴
A	Mayor a 100	Mayor a 100,000
B	De 50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000
C	De 10 y menor que 50	De 12,000 hasta 65,000
D	Menor a 10	Menor a 15,000

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003

Tabla 2: Resumen de los requisitos y especificaciones generales para los sitios de disposición final

Requisitos	Tipo de sitio de disposición final			
	A	B	C	D
A. Especificaciones de selección de sitio				
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	■	■		
B. Características constructivas y operativas				
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	■	■	■	

⁴ Este equivalente en número de habitantes se presenta como una orientación a los municipios para poder ubicar la categoría de sitio de disposición final que le corresponde, haciendo la aclaración de que este rango no está normado. Para hacerlo se utilizaron valores obtenidos de un estudio de generación y composición de RSU.

B.4 Drenaje pluvial	■	■	■	
B.5 Área de emergencia	■	■	■	
B.6 Compactación (Kg. /m ³)	600 - 700	>500	>400	>300
B.7 Cobertura	Diaria	Diaria	Diaria	Semanal
B.8 Control de entrada de residuos	■	■	■	■
B.9 Obras complementarias	Ver Ta- bla 8 de esta guía	Ver Ta- bla 8 de esta guía)	Ver Ta- bla 8 de esta guía)	Cerca perime- tral
B.10 Manual de operaciones	■	■	■	
B.11 Programa de monitoreo ambiental	■	■	■	
C. Clausura del sitio				
C.1 Cubierta final	Ver pun- to C 2.2 de esta guía	Ver pun- to C 2.2 de esta guía	Ver pun- to C 2.2 de esta guía	Ver pun- to C 2.2 de esta guía
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 NOM-083-SEMARNAT-2003, siendo responsabilidad de las autoridades ambientales de los tres ordenes de gobierno la vigilancia de su cumplimiento en el ámbito de sus competencias. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Obtener toda la información relativa al servicio de disposición final con que actualmente cuenta el municipio. Esto incluye las características del terreno, cantidad de RSU y RME que ingresan a él diariamente, infraestructura con que cuenta, forma de operación, vida útil, etc.
- Conocer las toneladas por día de RSU y RME que entran al sitio de disposición final actual, es posible establecer la categoría de sitio de acuerdo a la norma (consultar la Tabla 1), y con ello poder conocer los requerimientos y criterios que se exigen para cada modalidad.

- Comparar la información real con los criterios de la NOM-083-SEMARNAT-2003 (ver Tabla 2). Si a criterio de los encargados municipales, el sitio de disposición final con que se cuenta actualmente cumple con todos los requisitos⁵ se puede solicitar la verificación de las autoridades ambientales federales y estatales en cualquier momento para asegurarse de que no existen incumplimientos en cuanto a ubicación del sitio, protección al suelo y acuíferos, forma de operación, monitoreos ambientales, etc.

En el caso de que no se cumplan los criterios que marca la NOM-083- SEMARNAT-2003, el municipio deberá comenzar a diseñar un plan para regularizar su disposición final (PR), y a la par comenzar con el proceso para establecer un relleno sanitario conforme a los criterios y especificaciones de la norma.

El sitio de disposición final actual del municipio puede estar en alguna de estas dos situaciones: (a) cumple o (b) no cumple con la norma.

En el caso (a), se recomienda que el municipio solicite ante las autoridades ambientales federales y / o estatales el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC) para obtener el Dictamen de Cumplimiento de la NOM. Para el caso (b) será necesario elaborar un PR para rehabilitar y /o para clausurar el sitio, ya que es obligatorio el cumplimiento de la legislación.

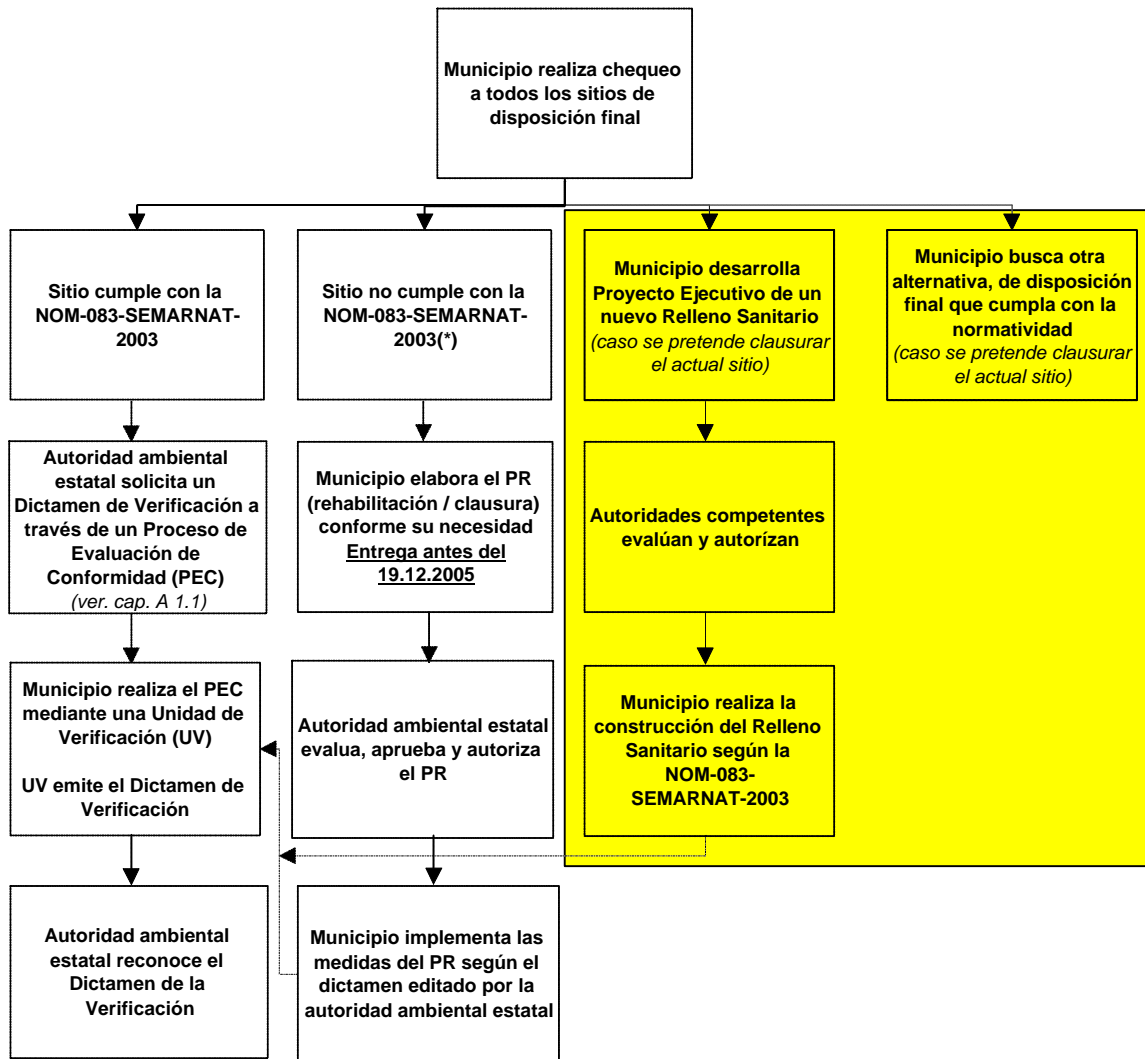
La Figura 2 presenta el esquema general para ambos procedimientos.

B.1.1 Procedimiento de Evaluación de la Conformidad

En el punto 10 de la NOM-083-SEMARNAT-2003 aparece un instrumento contemplado en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización que tiene como objetivo crear incentivos para el cumplimiento de la normatividad. El mecanismo para realizar la evaluación de la conformidad es a petición del regulado. Esta herramienta define los criterios de verificación, así como los requisitos administrativos correspondientes.

La evaluación de la conformidad se podrá efectuar durante la construcción, operación o clausura de los sitios de disposición final a través de Unidades de Verificación (UV) que serán aprobadas por las autoridades ambientales federales y estatales, con el fin de obtener el Dictamen de Verificación y el Certificado de Cumplimiento de la norma por parte de la autoridad ambiental estatal.

⁵ Revisar el texto íntegro de la NOM-083-SEMARNAT-2003, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de octubre de 2004.



(*) Ver proceso detallado de PR en la Figura siguiente

Legenda:



Figura 2: Procedimiento para el cumplimiento a la NOM-083-SEMARNAT-2003

B.1.2 Plan de Regularización

Todos los sitios de disposición final que estén funcionando en el momento de entrada en vigor de la NOM-083-SEMARNAT-2003 no podrán seguir operando, a menos que regularicen su situación conforme el procedimiento indicado en la normatividad. Aquellos sitios que no cumplan con los requisitos presentados en la norma deberán presentar un PR ante las

autoridades ambientales estatales, en un tiempo no mayor de 12 meses a partir de la entrada en vigor de la norma⁶, estableciendo en él las adecuaciones que serán necesarias efectuar al sitio en operación de manera tal que se ajuste a las especificaciones de la norma, o bien planteando su clausura bajo los lineamientos marcados en la misma regulación oficial. Una vez presentado el PR, las autoridades ambientales estatales cuentan con un plazo máximo de 6 meses para emitir un dictamen al respecto.

El PR es un proyecto de ingeniería a detalle que contiene acciones y medidas, en el cual se indican los procesos, actividades, diseños, calendario de obra, personal, costos y maquinaria que se requieren para que un sitio de disposición final que actualmente no cumple con los criterios de la norma pueda cumplir con ella, mientras llega al fin de su vida útil y/o mientras se construye el relleno sanitario que lo sustituirá. Es importante incluir en éste plan los criterios a utilizar para la adecuada clausura del actual sitio de disposición final.

Este proyecto debe ser elaborado por profesionales que tengan experiencia en la disposición final de RSU, ya sea que trabajen dentro del Ayuntamiento y cuenten con los recursos necesarios para su desarrollo, o bien por empresas consultoras especializadas para que lo elaboren. Las autoridades ambientales estatales son las encargadas de guiar a los municipios o entidades de la iniciativa privada en cuanto a los contenidos del PR (en concordancia con la NOM), así como dar asesoría en el proceso de elaboración del mismo.

Tanto el PR que se elabore para continuar las operaciones como relleno sanitario, como aquel que se confeccione para su clausura en los tiempos establecido por la NOM deben ser presentados por los responsables de los sitios de disposición final ante las autoridades ambientales estatales para ser aprobados. En caso de ser rechazado, el PR deberá incorporar las indicaciones técnicas recomendadas y ser sometidas a su aprobación según el tiempo establecido por la autoridad.

B.1.3 Vigilancia del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003

La vigilancia del cumplimiento de la norma corresponde a la SEMARNAT, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y a los gobiernos del Distrito Federal, Estados y Municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia.

Si el municipio no cumple con las disposiciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003, será sancionado según lo establecen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las Leyes y Reglamentos Estatales. Tomando en cuenta la gravedad de esta infracción, los municipios deberán cumplir con la multa y el plazo para su regularización.

⁶ La norma entró en vigor el 19 de Diciembre de 2004, por lo que la fecha límite para presentar los Planes de Regularización ante la autoridad ambiental estatal es el **19 de diciembre de 2005**.

B.2 Procedimiento de verificación del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003

Considerando que el objetivo final para los municipios en lo relacionado a la disposición final de sus RSU es el cumplimiento de la norma, se propone el uso de una lista de chequeo que de manera rápida permita a las autoridades ambientales estatales verificar si el actual sitio de disposición final con el que cuentan los municipios cumple con lo requerido por la norma o no, para así conocer cual será la ruta crítica de las acciones que el municipio ha de efectuar (ver [Figura 3](#)).

En el [Anexo A](#) se presenta un prototipo de lista de chequeo que cubre con los requerimientos marcados en la NOM-083-SEMARNAT-2003, aplicándose a los contenidos que la [Tabla 2](#) mostró para cada uno de las categorías de sitios de disposición final mencionadas en la propia norma.

Como resultado del uso de la lista de chequeo, el sitio de disposición final puede estar en alguno de estos tres casos:

- a) Que el sitio de disposición final cumpla con todos los requerimientos marcados en la norma, con lo cual para regularizar su situación se solicite el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC) y se obtenga el Dictamen de Verificación demostrando el cumplimiento de la NOM.
- b) Que el sitio de disposición final no cumpla con los requerimientos contenidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003, pero que sin embargo, a través de obras de ingeniería puede llegar a operar como un relleno sanitario, para lo cual será necesario que el municipio elabore un PR que contenga el rediseño de ingeniería a detalle de los puntos detectados que no cumplan con la norma, ya sean estructuras, procedimientos de operación, monitoreo ambiental, etc. Para ello se recomienda consultar los contenidos marcados en esta guía, y una vez que se tenga elaborado el PR, se deberá someter a la aprobación de las autoridades ambientales estatales, antes de su implementación.
- c) Que el sitio de disposición final no cumpla con la NOM-083-SEMARNAT-2003 y no pueda ser convertido en relleno sanitario a través de obras de ingeniería. Entonces el municipio deberá elaborar un PR para la clausura del actual sitio y monitoreo pos clausura, cumpliendo con los requisitos que para ello marca la norma en el punto 9, en un tiempo máximo de 18 meses para los tiraderos y de 24 meses para los sitios

controlados. Al igual que en el caso anterior, éste PR debe ser aprobado por las autoridades ambientales estatales antes de su implementación⁷.

En resumen: todos los sitios de disposición final que se encuentren operando al momento de entrada en vigor de la NOM deberán presentar un PR, cuya verificación (a) o contenido (b) y (c) estará en función de la resolución de las autoridades ambientales estatales. Se podrá utilizar una lista de verificación de cumplimiento para facilitar la toma de decisión por parte de la autoridad (ver Anexo B).

B.3 Recopilación de información documental a levantar

Para facilitar la elaboración del PR y llenar la lista de chequeo propuesta (ver Anexo A) se puede recurrir a las siguientes fuentes de información:

- INEGI: en los mapas de esta institución se pueden encontrar la mayoría de las restricciones que presenta la normatividad respecto a la ubicación de sitios de disposición final como lo son planos generales de la región, ubicación geográfica del sitio de disposición final, tipo de morfología del terreno, relieve, en algunos casos fotos aéreas, ubicación de fuentes de agua (pozos, ríos, lagos, etc.), estructuras geológicas (fallas geológicas, marismas, etc.), ubicación de aeropuertos públicos, áreas naturales protegidas federales, zonas arqueológicas y localidades importantes entre otros datos.
- Autoridades ambientales estatales: En estas instituciones se puede encontrar los ordenamientos ambientales de la región e información importante sobre áreas naturales protegidas estatales. En algunos estados se encuentran monologías con información geológica e hidrogeológica regionales.
- Municipios: Los municipios pueden contar con importante información sobre costos operacionales del sitio de disposición final, además muchos municipios cuentan con un plan de ordenamiento municipal en donde se delimitan las localidades con más de 2500 habitantes y es un instrumento importante a verificar para la posible ubicación de un nuevo sitio de disposición final de acuerdo a la normatividad sin que perturbe la vida de la localidad más cercana.

Junto a la información que se solicita en la Lista de Chequeo (ver Anexo A), se recomienda recolectar la siguiente información como antecedentes del sitio de disposición final:

⁷ Es deseable, pero no obligatorio, que a la par de la clausura se presente para su autorización el proyecto ejecutivo para un nuevo relleno sanitario (que cumpla con la normatividad vigente) o buscar un sitio autorizado que le permita realizar la disposición final de sus RSU y RME.

- Documentación fotográfica de la situación real y, si existen, de la antigua forma en que operaba el sitio o de la situación local antes de la creación del depósito final de residuos,
- Información sobre la contaminación del suelo, del agua y aire en el sitio y sus alrededores,
- Información general sobre la forma de operación del sitio de disposición final,
- Información acerca de responsables de la operación (municipio, empresa, etc.)
- Equipo existente en el sitio (maquinaria permanente y / o temporal, tipo y cantidad),
- Costos estimativos de la operación del sitio de disposición

B.4 Procedimiento

Para dictaminar si un sitio es susceptible de ser rehabilitado para continuar operando como un relleno sanitario, se insta a las autoridades ambientales estatales considerar los siguientes puntos al hacer la evaluación del sitio:

- Si en la evaluación previa, el resultado muestra que las afectaciones detectadas podrán ser controladas a través de obras de ingeniería, la autoridad debe recomendar la realización del PR de rehabilitación (ver capítulo C). Esta decisión puede ser revocada, si los estudios correspondientes (solicitados en el PR) arrojan resultados imprevistos que no fueron conocidos en la evaluación previa y exige otra forma de proceder.
- Si las condiciones del sitio no cumplen con lo estipulado en la NOM y no pueden ser controladas a través de obras de ingeniería la autoridad debe recomendar realizar el PR de clausura (ver capítulo D).
- Si los costos de rehabilitación del sitio de disposición final actual son más elevados de que los de su clausura y construcción de un nuevo relleno sanitario, o si por otras razones no le conviene al municipio continuar con la operación del sitio actual, la autoridad podrá recomendar la realización del PR de clausura (ver capítulo D). Sin embargo, es de esperar que, en muchos casos no se podrá tomar esta decisión sin la realización de estudios adicionales.

Aunque el municipio puede decidir independientemente que tipo de PR desea presentar para su aprobación a las autoridades ambientales estatales, se recomienda que esta decisión sea el resultado de un trabajo consensuado con estas autoridades.

Los trabajos de recopilación de información y levantamiento de datos (por ejemplo a través de la lista de chequeo) y la comprobación de su veracidad es responsabilidad de los municipios. Para su evaluación se recomienda acudir a las autoridades ambientales estatales, quienes podrán indicar a los municipios (a partir de la información entregada por los munic-

prios) los puntos que deben preverse y proyectarse, así como la calendarización de actividades (ver Anexo B) que deberán incluirse dentro del PR.

La elaboración propia del PR corre a cargo de los municipios, quienes pueden asesorarse con profesionales especializados en la materia.

Una vez que los municipios entregan el producto (PR) a las autoridades ambientales estatales, estas tendrán un máximo de 6 meses para emitir su decisión final con los trabajos que estime necesarios y conveniente.

En el caso de que ni aún con medidas de ingeniería planteadas en un PR pudieran controlarse de una forma ambientalmente segura los aspectos de permeabilidad del subsuelo, prevención de la contaminación de acuíferos, la captación del biogás y lixiviados, y / o que el daño ambiental que ya exista sea importante, se deberá optar por la clausura definitiva del actual sitio de disposición final de residuos a través de la presentación de un PR para la clausura (ver Capítulo D de esta guía).

La Figura 3 indica el procedimiento propuesto para la elaboración y dictamen de un PR.

Procedimiento recomendado previo a la realización del PR:

1. Para facilitar y agilizar el procedimiento de diagnóstico y evaluación del sitio de disposición actual se recomienda la aplicación de la lista de chequeo (Anexo A). Esta permite tener, en poco tiempo, una primera estimación de la situación actual, siendo también una importante herramienta a las autoridades ambientales estatales para armonizar el proceso de control y monitoreo de las informaciones a solicitar.
2. El municipio, como responsable de la disposición final de los RSU, e independientemente si el servicio está concesionado o no, deberá llenar esta lista. Para el llenado se puede buscar apoyo total o parcial de profesionales especializados en la materia. El tiempo para su llenado se calcula de entre dos a tres semanas. Posteriormente, se deberá entregar la lista de chequeo con las informaciones solicitadas a la autoridad ambiental estatal (generalmente la Secretaría o institución de ecología estatal).
3. En un lapso de entre dos a cuatro semanas (dependiendo de las posibilidades operativas) la autoridad ambiental estatal debe evaluar las informaciones y dar el dictamen sobre el tipo de PR (rehabilitación o clausura) y los puntos a tratar en la elaboración del mismo.

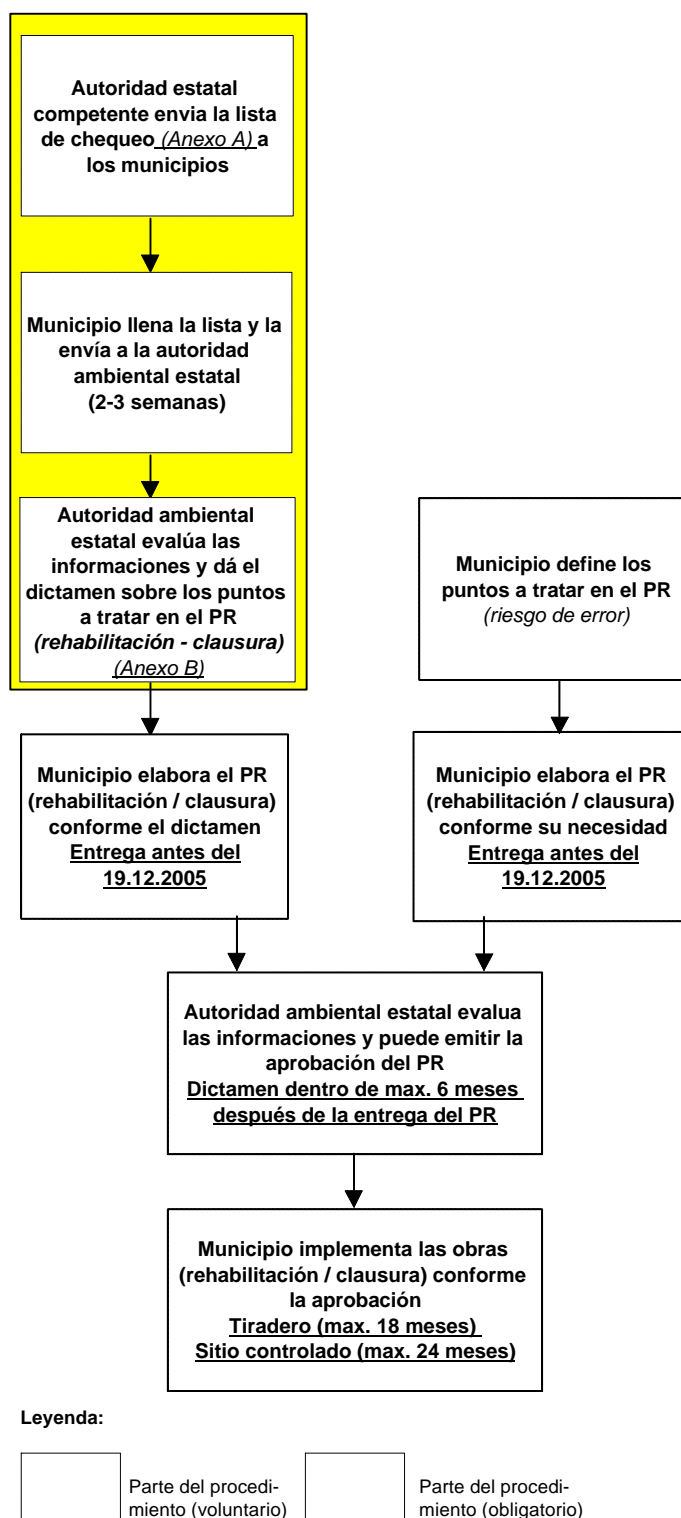


Figura 3: Procedimiento para la elaboración de Plan de Regularización

Procedimiento Obligatorio según la normatividad:

- 4 En el caso, de que el Estado o el municipio no esté de acuerdo con el procedimiento recomendado previo, el municipio deberá elaborar el PR según sus criterios, sin embargo se corre un alto riesgo que los resultados no correspondan a las necesidades del PR y posteriormente se tenga que presentar información adicional.
- 5 El municipio deberá elaborar y presentar el PR antes del 19 de diciembre de 2005 a la autoridad ambiental estatal para su aprobación. En los capítulos B y C de esta guía se puede encontrar información a considerar en la elaboración del PR.
- 6 La autoridad competente tiene hasta un máximo de seis meses para evaluar el PR, solicitar correcciones o informaciones adicionales y dar el dictamen de aprobación sobre las medidas necesarias a realizarse.
- 7 Basado en el dictamen de la autoridad ambiental estatal, el municipio deberá implementar en los tiempos establecidos las acciones y medidas del PR. Los sitios no controlados (tiraderos) y los sitios controlados que deban clausurar tendrán un tiempo máximo de 18 y 24 meses respectivamente para hacerlo.
- 8 Una vez realizadas las medidas contenidas en el PR, el municipio podrá solicitar a la autoridad ambiental estatal la constatación del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003. En el caso de realizarse un PR de rehabilitación el municipio puede realizar un PEC (ver capítulo B.1.1). Se recomienda a los Estados solicitar un Dictamen de Verificación regularmente.
- 9 En caso de la clausura del sitio de disposición final, el municipio precisa buscar soluciones alternativas para la disposición final de sus residuos antes de la clausura final. La solución puede ser la realización de un nuevo relleno sanitario, que cumpla con la normatividad o buscar otro sitio de disposición final que cumpla con la normatividad en algún municipio cercano, para entregar sus residuos. Es importante mencionar, que es responsabilidad del municipio garantizar en cada momento una adecuada disposición de los residuos.

C. EL PLAN DE REGULARIZACIÓN PARA REHABILITACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

Cuando las autoridades estatales en conjunto con las municipales han decidido aplicar la lista de chequeo propuesta (Anexo A) o cualquier otra herramienta que les permita evaluar la situación de cumplimiento de cualquier sitio de disposición final, y han dictaminado que corresponde al caso (b) del punto anterior, en el que a través de obras y procedimientos de ingeniería se puede dar cumplimiento a la NOM-083-SEMARNAT-2003, entonces se requerirá al municipio la presentación de un PR con los contenidos mínimos que serán seleccionados con respecto a los resultados de la lista de chequeo y en función del tipo de sitio de disposición final que se trate (A, B, C o D).

En el texto de éste capítulo se indicarán los aspectos a desarrollar para este caso de PR, la categoría de sitio que deberá cumplir y el punto que corresponde dentro de la lista de chequeo.

C.1 Antecedentes del sitio de disposición final actual

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo⁸	
A, B, C y D	2, 3 y 4	Es importante presentar en forma breve la descripción general del sitio indicando: nombre, ubicación con coordenadas geográficas, la responsabilidad de operación y propiedad, el tipo y cantidad de residuos que ingresan por día (indicando el método de medición), la superficie del terreno y su distribución, la forma en que ha ido evolucionando (año en que comienza operaciones, volúmenes utilizados y disponibles, vida útil) y la categoría a la cual corresponde según la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Como parte de la ubicación del sitio, se hará referencia a las restricciones que incluye la NOM-083-SEMARNAT-2003 y los puntos del 4.3 al 4.8 de la lista de chequeo.

Se deberá indicar si hay presencia de pepenadores, así como la cantidad, productos que recuperan y si

⁸ En la lista de chequeo (Anexo 1) se encuentra adicionalmente la relación a los puntos de la NOM.

pertenecen a alguna asociación o grupo político.

Como parte de los antecedentes del sitio de disposición final actual se deberá indicar si existe un proyecto ejecutivo para la selección del sitio, su diseño, operación, clausura y monitoreo ambiental, así como si el mismo fue autorizado por las autoridades competentes a través de la presentación del informe previo, o manifestación del impacto ambiental. De ser el caso es recomendable anexar copia de las autorizaciones correspondientes. En caso de no existir, indicarlo.

C.2 Descripción del servicio de limpia municipal actual

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	De forma general se presentará una breve descripción de los subsistemas que componen el servicio de limpia municipal: barrido, recolección, tratamiento, transferencia y disposición final.
A, B, C, D	Ninguno	

Esto tiene la finalidad de visualizar cuál es la generación de residuos y su flujo a través de cada subsistema, permitiendo detectar cómo se ve impactada finalmente la disposición final en el sitio actual.

En este punto es importante señalar la cantidad de RSU y RME generados (Ton / día), la fuente de generación y su porcentaje (domiciliarios, servicio municipales, industrias, comercios, etc.).

C.3 Evaluación del cumplimiento del sitio de disposición final actual

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Aplicando la lista de chequeo del <u>Anexo A</u> , se efectuará la evaluación del sitio de disposición final actual. Con el resultado se verifica el cumplimiento de la normatividad, conforme a los requerimientos que marca la NOM y según el tipo de relleno sanitario correspondiente.
A, B, C, D	Aplicación de toda la lista	

Como se vio en el capítulo anterior (capítulo C.2), la aplicación de esta herramienta de verificación corresponde a los municipios, quienes entregarán la informa-

ción a las autoridades ambientales estatales. Estas últimas indicarán al municipio que tipo de PR deberá desarrollar y los aspectos a cubrir dentro del mismo (para transformar el sitio a relleno sanitario o clausurarlo).

En caso de que el sitio de disposición pueda llegar a cumplir con los requerimientos de la norma, es necesario determinar cuáles aspectos requieren de corregirse, mismos que deben ser realizados mediante un proyecto de ingeniería (el cual es descrito en este capítulo), o de administración para conformar lo que será el PR, el cual deberá ser aprobado por las autoridades competentes.

C.4 Ubicación del sitio de disposición final

En caso de que el incumplimiento del sitio sea con respecto a las restricciones de ubicación para un sitio de disposición final especificadas en la norma, pero su operación diaria se realiza conforme a lo establecido en la misma, las acciones a seguir se indican a continuación.

C.4.1 Ubicación en las cercanías de un aeródromo o aeropuerto

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Si el incumplimiento es con respecto a las restricciones para la ubicación del sitio de disposición final cerca de pistas de un aeródromo o aeropuerto, es necesario solicitar la realización de un estudio de riesgo aviario, para determinar el área del cono de despegue y aterrizaje de aeronaves que tiene que estar libre de obstáculos para evitar accidentes. Dicho estudio debe ser realizado por especialistas y tener la aprobación de las autoridades de aviación correspondientes.
A, B, C, D	4.3	

Si como resultado del estudio se determina que la ubicación del sitio de disposición final de residuos presenta riesgo, las autoridades ambientales competentes determinarán su clausura final.

C.4.2 Cercanía a áreas naturales protegidas

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Cuando el sitio de disposición final se encuentra dentro de un área natural protegida, se deberá realizar un es-
---------------------------	----------------------------------	--

A, B, C, D 4.4

tudio de daños ambientales⁹ que ocasiona la operación del sitio de disposición final actual dentro del área natural protegida, contemplando los posibles daños y las medidas de prevención, mitigación o corrección que sean necesarias.

Este documento deberá ser aprobado por las autoridades ambientales competentes, quienes determinarán si es posible autorizar que continúe la operación del sitio hasta su clausura final considerando como obligatorias para el responsable de la operación del sitio de disposición final, ya sea el municipio o particulares, el cumplimiento de las medidas de protección, mitigación y /o corrección resultantes del estudio, o bien emitir el fallo de clausura definitiva y posterior emplazamiento de un relleno sanitario que cumpla totalmente con la normatividad.

C.4.3 Cercanía a centros de población

Categoría de sitio A, B, C, D
Punto de lista de chequeo 4.5

En el caso de que la distancia del sitio de disposición final a localidades mayores de 2,500 habitantes sea menor de los 500 m, será necesario diseñar las acciones de prevención, mitigación y/o corrección tendientes a que la operación diaria del sitio evite:

- Molestias a los habitantes por el paso continuo de vehículos recolectores y de volteo,
- Alta dispersión de materiales térreos,
- Dispersión de materiales volátiles procedentes del transporte de residuos y la disposición de los mismos,
- Ruido por el tránsito vehicular y / o uso de maquinaria pesada,
- Presencia de fauna nociva (perros, roedores, moscas, etc.),
- Alteración visual del entorno, y

⁹ El estudio de daños ambientales es distinto a una manifestación del impacto ambiental, ya que el primero se efectúa en obras que ya están en operación, con la finalidad de evaluar los impactos generados por las mismas.

- Presencia de pepenadores en los alrededores.

En el caso de que las autoridades ambientales den su visto bueno, estas acciones serán obligatorias y sujetas a control e inspección para los responsables de la operación del sitio de disposición final.

C.4.4 Ubicación en sitios no permitidos

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Cuando el sitio de disposición final se encuentre ubicado en:
A, B, C, D	4.6	<ul style="list-style-type: none">• zonas de marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas,• distancias inferiores a 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas,• zonas de restricción respecto a pozos en extracción de agua en operación y abandonados,
	4.8	
	4.9	

la autoridad ambiental competente solicitará el cierre definitivo del mismo, a menos que considere pertinente su operación. De ser el caso ésta deberá realizarse mediante la presentación y aprobación de medidas de mitigación, compensación y / o corrección ambiental que surjan de un estudio de evaluación de daños ambientales del sitio de disposición final. Dichas medidas serán obligatorias de implantar por el responsable de la operación del sitio de disposición final y sujetas a supervisión.

C.4.5 Cercanía a zonas de inundación

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Si el sitio de disposición final se encuentra dentro de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años, se deberá demostrar que no existe obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integran el sitio de disposición final.
A, B, C, D	4.7	

Esta demostración se hace a través de estudios regionales y locales de las cuencas hidrológicas, creando un modelo de comportamiento hidráulico de acuerdo al historial registrado.

Este estudio debe realizarse por especialistas en la materia y deberá ser avalado por las autoridades correspondientes, con la finalidad de garantizar que la operación del sitio de disposición final no conlleva un riesgo ambiental ni sanitario.

C.5 Estudios y análisis previos para la selección del sitio de disposición final

En el caso de requerir completar las especificaciones para la selección de sitios de disposición final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003, las acciones a realizar están agrupadas en cuatro grupos según el tipo a que corresponda el sitio actual.

C.5.1 Estudio geológico

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A	5.1	<p>Cuando los sitios de disposición final tengan un ingreso diario mayor a 100 toneladas y no cuenten con un estudio del marco geológico regional, deberá hacerse lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Corroborar la existencia del proyecto ejecutivo y su correspondiente manifestación de impacto ambiental (punto 3 de la lista de chequeo). Si existen estos documentos, la información del marco geológico regional está contenida en ellos y es posible obtenerla, analizarla y presentarla como tal para cumplir con el punto 6.2.1 de la NOM.• Si no existen los documentos arriba mencionados, será necesario conocer, analizar y presentar los fundamentos mediante los cuales se hizo el diseño del sitio de disposición final. Por lo regular esto tiene relación con el sistema de impermeabilización utilizado.• En caso de no contar con la información geológica extraída de las fuentes anteriores, será necesario obtener la descripción estratigráfica, geometría y distribución de la geología regional, considerando

las fallas y fracturas que pudiesen existir. Se inspeccionará directamente sobre el terreno las características litológicas y estructurales de cada una de las formaciones aflorantes, orientándose hacia aquellos puntos que se considere necesario verificar: fallas geológicas, terrenos fracturados, contactos entre unidades litológicas, inestabilidad de taludes, etc. Con esta información de campo y la documental, se elaborará un plano geológico regional que ilustre el tipo de suelos o rocas existentes, presencia de fenómenos geodinámicos y sitios de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas.

El estudio deberá ser elaborado por especialistas en la materia. Una vez realizado este estudio, deberá ser presentado ante la autoridad competente para que dicte si el sitio no presenta riesgo de operar bajo las condiciones en que lo ha venido haciendo, o determinar las condicionantes que se deberán cubrir para continuar operando o, en su caso pedir a la autoridad municipal presentar un PR para la clausura definitiva del sitio en los tiempos estipulado en la NOM-083-SEMARNAT-2003 (ver parte C de esta guía).

C.5.2 Situación del marco hidrogeológico regional

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A	5.2	Quando los sitios de disposición final tengan un ingreso diario mayor a 100 toneladas y no cuenten con un estudio del marco hidrogeológico regional, deberá hacerse lo siguiente: <ul style="list-style-type: none">• Corroborar la existencia del proyecto ejecutivo y su correspondiente manifestación de impacto ambiental (punto 3 de la lista de chequeo). Si existen estos documentos, la información del marco hidrogeológico regional está contenida en ellos y es posible obtenerla, analizarla y presentarla como tal para cumplir con el punto 6.2.2 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.• Si no existen los documentos arriba mencionados, será necesario conocer, analizar y presentar los

fundamentos mediante los cuales se hizo el diseño del sitio de disposición final. Por lo regular esto tiene relación con el sistema de impermeabilización utilizado, los sistemas de captación y extracción de lixiviados, así como los programas de monitoreo ambiental.

- En caso de no contar con la información hidrogeológica extraída de las fuentes anteriores, será necesario buscar la siguiente información:
 - a) Evidencias del uso del agua subterránea en las zonas de influencia, para conocer el gradiente hidráulico, determinando volúmenes de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo para la zona de estudio.
 - b) Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero y el sistema que conforman.
 - c) Análisis del sistema de flujo, determinando la dirección del flujo subterráneo regional

Una vez que se cuenta con el estudio del marco hidrogeológico regional, mismo que deberá ser realizado por especialistas en la materia, y evaluado por las autoridades ambientales competentes para determinar si el sitio no presenta riesgo de operar bajo las condiciones que lo ha venido haciendo, establecer las condicionantes que se deberán cubrir para continuar operando o, en su caso, dar la orden de clausura definitiva del lugar, teniendo en consideración que tanto los estudios geológicos como los hidrogeológicos regionales sirven de apoyo para determinar el riesgo ambiental que pudiera presentar el sitio de disposición final.

C.5.3 Estudios y análisis en el sitio de disposición final

Cuando los estudios topográficos, geotécnicos, geológicos, hidrogeológicos del sitio de disposición final no se tengan y / o falten los estudios de generación y composición de residuos sólidos urbanos, será necesario complementar la información de acuerdo a las especificaciones siguientes:

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	A fin de completar la caracterización en detalle del sitio actual y para corroborar el diseño adecuado del relleno sanitario, se deben realizar estudios de ingeniería que describan las características del sitio seleccionado. Estos estudios especializados deberán ser realizados por profesionales en ingeniería.
A, B	5.3	

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Estudio geológico
A, B	5.3	Para complementar la información estratigráfica se recomienda realizar una perforación por cada 3 hectáreas a 15 m de profundidad, sobre el suelo en el cual está asentado el sitio de disposición final, y no sobre la capa de residuos ya depositada.

Estos sondeos exploratorios sirven para realizar pruebas de permeabilidad de campo (una en cada tramo de 5 m), para conocer la conductividad hidráulica de los materiales que se encuentran en el subsuelo.

A partir de los materiales identificados, se dibuja el perfil estratigráfico de cada sondeo.

También se realiza una prospección geofísica empleando sondeos eléctricos verticales (SEV's) o mediante la utilización de técnicas equivalentes. La información obtenida servirá para determinar la continuidad de los materiales del subsuelo, ayudando a su vez en la definición del modelo geológico del sitio donde se realiza la disposición final de residuos. Se recomienda efectuar al menos dos sondeos interceptados entre sí para una superficie mínima de 3 hectáreas. Por cada 2 hectáreas que se incremente la superficie se agregará un sondeo.

Con los resultados de la prospección geofísica y de las perforaciones exploratorias se hace la interpretación del modelo geológico detallado, definiendo las unidades litológicas presentes en el área de desplante del sitio y su entorno, a la par de que se describe su estructura, textura, alteración, relaciones estratigráficas,

permeabilidad y rangos de variación.

Categoría de sitio
A, B

Punto de lista de chequeo
5. 3

Estudio Hidrogeológico

Es importante también conocer la profundidad y distribución de los niveles piezométricos de las obras localizadas en la región de interés, para lo cual se realiza una campaña de medición en campo que permitirá conocer la variación de los niveles del espejo de agua y la posición que guarda el nivel freático regional con respecto a la ubicación del sitio en estudio.

Con la integración de las actividades anteriores se establecerá el modelo de funcionamiento geohidrológico que permitirá conocer la geometría del acuífero, sus límites, características, movimientos de agua y el mecanismo de recarga y descarga, conociendo así la influencia que tiene el sitio de disposición final sobre el subsuelo.

Se recomienda efectuar un muestreo y caracterización de agua de pozos situados aguas arriba y aguas abajo del sitio de disposición final actual, de cada acuífero en aprovechamiento, y de cada cuerpo de agua superficial ubicado aguas abajo. Las determinaciones que se recomiendan se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Parámetros requeridos para la caracterización de aguas subterráneas y superficiales

Físicos	Químicos	Metales Pesados
<ul style="list-style-type: none"> • pH • Temperatura • Total de carbono orgánico • Orgánicos volátiles • Conductividad eléctrica • Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) • Demanda química de oxígeno (DQO) • Total de partículas disueltas 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitratos • Nitrógeno amoniacal • Sulfatos • Componentes fenólicos • Coliformes totales • Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Bario • Cadmio • Cianuros • Cromo • Hierro • Mercurio • Plomo • Selenio

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	<u>Estudio geotécnico</u>
A, B, C	5.3	<p>Con base en la topografía del sitio y en los resultados del estudio geológico–geohidrológico se identificarán los puntos de muestreo del suelo con énfasis en la detección de estratos potencialmente permeables.</p> <p>Estas pruebas deberán efectuarse en el terreno que aún no se encuentre con depósitos de residuos. Estudios similares, pero efectuados a las capas de residuos depositados, se requerirán para el proyecto de clausura final del sitio (parte C de la presente guía).</p> <p>Se recomienda obtener una muestra inalterada por cada 5 hectáreas de terreno a través del empleo de pozos a cielo abierto (PCA). A las muestras se les realizan pruebas en sitio y en laboratorio que permitan determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a nivel de desplante del sitio (<u>Tabla 4</u>).</p>

Tabla 4: Pruebas geotécnicas al suelo del sitio de disposición final

Características físicas	Características mecánicas
<ul style="list-style-type: none">• Clasificación SUCS• Contenido natural de agua• Granulometría y contenido de finos• Límites de Atterberg• Densidad de sólidos• Contracción lineal• Permeabilidad y humedad óptima• Peso volumétrico natural, seco máximo	<ul style="list-style-type: none">• Compresión simple• Complexión triaxial rápida• Consolidación unidimensional

Los resultados de las pruebas geotécnicas permitirán:

- Determinar estratigrafía, permeabilidad y parámetros de resistencia al esfuerzo cortante,
- Precisar los taludes de las excavaciones para que a largo plazo sean estables,
- Determinar la factibilidad de uso de suelo para obtener material para la cubierta diaria, intermedia y /o final,
- Emitir recomendaciones para adaptar las obras de

ingeniería a la zona. La cantidad y la profundidad de los sondeos por tipos de prueba deben ser las necesarias para apoyar la interpretación de toda el área.

Los resultados de las pruebas de campo y laboratorio constituyen parte de la memoria de cálculo del PR. Además se debe entregar información relativa a:

- Plano de ubicación de muestras, perforaciones y sondeos,
- Corte estratigráfico por cada perforación,
- Susceptibilidad sísmica,
- Decisión de sistema de impermeabilización,
- Volumetría preliminar.

Estos datos se consideran como una herramienta básica para el diseño ingenieril.

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C y D	5.3

Estudio topográfico del sitio

Es necesario para la elaboración del PR que da base al proyecto de ingeniería de diseño de sitio de disposición final, la planeación correcta de actividades preventivas y correctivas de control ambiental, así como del cierre del sitio. Del estudio topográfico debe partir el desarrollo de la ingeniería básica de un proyecto ejecutivo para todos los tipos de relleno sanitario. En caso de no contar con él, deberá efectuarse con los requerimientos abajo especificados.

Los levantamientos planimétricos y altimétricos pueden ser efectuados tanto por personal calificado del Municipio por personal externo calificado.

Una vez establecido un banco de nivel fijo se deberá efectuar una nivelación diferencial hasta el sitio de interés a lo largo de una poligonal abierta definida previamente, con puntos de nivelación a cada 10 m para superficies menores a 5 hectáreas (para superficies mayores, a cada 20 m). Se recomienda establecer un eje central que divida al predio en dos áreas aproximada-

mente iguales, definiendo ejes paralelos a cada 25 m, mismos que deben seccionarse transversalmente a cada 10 m¹⁰, con curvas de nivel a cada 0.5 m en superficies planas o ligeramente onduladas, mientras que para superficies irregulares cada metro.

Se recomiendan escalas de los planos de 1:500 para terrenos menores de 8 hectáreas (ha), y de 1:1,000 para los mayores de 8 ha.

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Generación y composición de los residuos sólidos urbanos
A, B, C (D)	5.3	

Son estudios considerados como básicos para obtener los parámetros de diseño del sitio de disposición final. Para su elaboración se recomienda seguir los procedimientos de las normas mexicanas (NMX) correspondientes¹¹, así como incluir una breve descripción de las acciones realizadas por quién los elaboró. El sustento analítico formará parte de la memoria de cálculo del PR.

Estos estudios son realizados bajo diferentes esquemas, según la capacidad de la entidad que elabore el proyecto ejecutivo:

- Para los sitios de disposición con alto ingreso de residuos sólidos como son los correspondientes a los tipos A y B, se requiere que se realicen los estudios de: generación per cápita, peso volumétrico, selección y cuantificación de RSU.

¹⁰ Para superficies mayores a 5 hectáreas los ejes paralelos se definen a cada 50 m y se seccionan transversalmente cada 25 m

¹¹ NMX-015-1985 Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo. Residuos Sólidos Municipales. Método de cuarteo. SECOFI - DGN. México. 18 de marzo de 1985.

NMX-019-1985 Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo. Residuos Sólidos Municipales. Peso volumétrico. SECOFI - DGN. México. 18 de marzo de 1985.

NMX-022-1985 Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo. Residuos Sólidos Municipales. Selección y cuantificación de subproductos. SECOFI - DGN. México. 18 de marzo de 1985.

NOM-AA-061-1985 Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo. Residuos Sólidos Municipales. Determinación de la Generación. SECOFI - DGN. México. 8 de agosto de 1985.

- Para los rellenos categoría C se recomienda presentar estudios de generación per capita, aunque podrán hacer uso de los valores promedios por regiones del país o bien de estudios de localidades similares.
- Para determinar si un sitio se clasifica como tipo "D", es importante la estimación de la generación.

Categoría de sitio
A, B

Punto de lista de chequeo
5.3

Estudio de generación de biogás.

Se debe calcular la tasa de generación de biogás durante varios decenios, mediante relaciones estequiométricas y cinéticas de reacción. Para ello se recomienda el empleo de modelos como los de Ham y Barlaz, o el de la EPA (EPA 40 CFR, partes 51 y 60), los cuales se pueden adquirir como software especializado, requiriendo de cierta capacitación para su empleo.

Esto se considera como requisito para los sitios de disposición final clasificados como A y B, el cual deberá ser presentado para su evaluación ante la autoridad ambiental competente, ya que tiene gran influencia en la determinación de las características constructivas, de operación, monitoreo ambiental y clausura del sitio actual de operación, y esto deberá ser objeto de una evaluación del impacto ambiental correspondiente.

Categoría de sitio
A, B

Punto de lista de chequeo
5.3

Estudio de generación de lixiviados.

De acuerdo a lo indicado en la NOM-083-SEMARNAT-2003, la cuantificación del lixiviado deberá efectuarse mediante balance hídrico. En gran parte, el balance hídrico depende de las características de la superficie del sitio de disposición: suelo, vegetación, pendientes y clima. Los principios de esta equivalencia están determinados por la masa; se recurre a un procedimiento matemático para evaluar la humedad entrante y la saliente. En la [Figura 3](#) se representan los componentes principales de este balance.

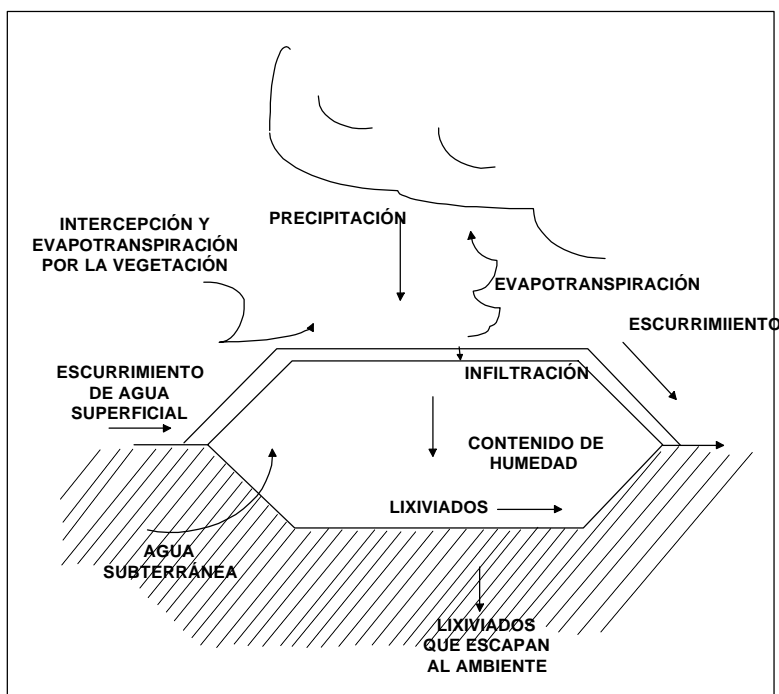


Figura 4: Esquema de los componentes del balance de agua para un relleno sanitario (Adaptado de *Guía para la evaluación de un Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario*, SEDESOL, 1997)

Para el cálculo hay varios métodos, de los cuales se deberá emplear y justificar por lo menos uno. Estos se adquieren como software especializado. Los tres principales son:

- Método de balance de agua (Water Balance Method, WBM)
- Evaluación hidrológica de la evolución de un relleno sanitario (Hydrologic evaluation of landfill performance: HELP), y
- Balance hídrico desarrollado por C. W. Thornthwaite

El resultado de este estudio deberá ser presentado para su evaluación ante la autoridad ambiental competente, ya que tiene gran influencia en la determinación de las características constructivas, de operación, monitoreo ambiental y clausura del sitio actual de operación.

C.6 Características constructivas

Cuando de acuerdo con la lista de chequeo del Anexo A, el incumplimiento sea respecto de alguno de los aspectos que resalta la NOM-083-SEMARNAT-2003 en lo referente a las características constructivas del sitio de disposición final de RSU y RME, deberán considerarse dentro del PR los aspectos que a continuación se indican.

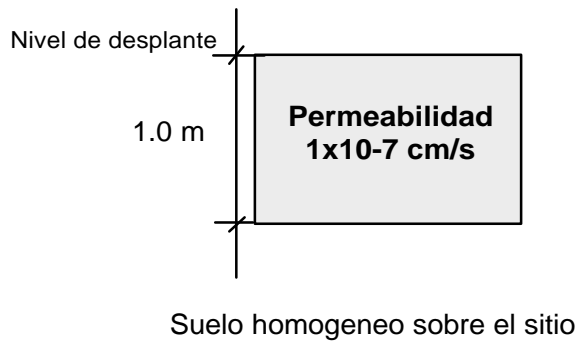
C.6.1 Barrera de impermeabilización

Una impermeabilización posterior al depósito de los residuos técnica y económicamente no es factible. Para los sitios que no cumplen con el requisito como indica la NOM-083-SEMARNAT-2003 se precisa elaborar un PR de clausura (capítulo C de esta guía). La información siguiente es para orientar a los profesionales, que evalúan el sitio sobre las necesidades de la impermeabilización.

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	La protección a los mantos acuíferos se realice a través de una barrera de impermeabilización. Esta barrera tiene la función de evitar la infiltración de los lixiviados, evitando escurrimientos pluviales al confinamiento, evitar que los residuos estén muy húmedos e impermeabilizar el terreno.
A, B, C y D	6.1	

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	La protección se puede efectuar por dos métodos, natural y artificial, en función del tipo de suelo. 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 (sitios categoría "A", "B" y "C") o menor. Esta impermeabilización se puede alcanzar con material natural (tepetate) bien compactado o con una geomembrana (espesor mínimo 1 mm) o una combinación de los dos (ver <u>Figura 5</u>). Las áreas previstas para la extensión se presentarán en un plano a escala 1:1,000.
A, B, C y D	6.1	

a. Impermeabilización natural



b) Impermeabilización sintética

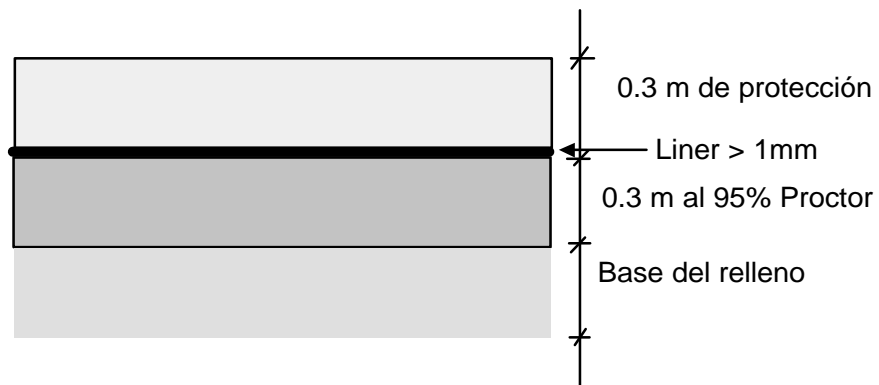


Figura 5: Esquemas para los sistemas de impermeabilización en la base del relleno sanitario (Fuente: SEGEM/GTZ: Guía para el desarrollo, presentación ...; 2003)

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C y D	6.1

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.

La selección del tipo de impermeabilización se debe realizar con base en los resultados obtenidos de los estudios geohidrológicos, geotécnicos y el balance hídrico. Si el terreno está constituido por material poroso, o está fracturado, o le afectan fenómenos sísmicos, o en la región se extrae agua subterránea, es necesario incrementar las acciones de protección contra posible contaminación por lixiviados. Se deben describir y proponer dentro del PR:

- Componentes del sistema de impermeabilización,

- Criterios para la utilización de membranas sintéticas (en caso de requerirlo),
- Características del material impermeabilizante,
- Tipos de uniones (en caso de requerirlo),
- Control de calidad empleado en su instalación,
- Planos de impermeabilización,
- Cronograma de actividades específicas.

Esta información es importante proporcionarla para todos los PR de cualquier tipo de relleno sanitario.

D.6.2 Sistema de captación y extracción de biogás

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A, B, C	6.2	El biogás generado en el sitio de disposición final es producto de la degradación biológica de los RSU. 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.

Especial control de biogás deberá considerarse cuando:

- existan viviendas y /o edificios en las áreas circundantes al sitio de disposición final, los RSU depositados tengan un alto contenido de materia orgánica,
- en los planes de uso futuro del sitio se tenga considerado el acceso al público, al terreno, por ejemplo después de tener convertido en un parque una vez clausurado el sitio.
- las emisiones de biogás pongan en peligro la salud de la población por sus características fisicoquímicas,
- en el sitio se produzcan intensos olores desagradables para la población circundante,
- la presión del biogás sea tal que ocasione una fuerte migración lateral y/o afecte a la vegetación que rodea al sitio.

Cuando en un sitio de disposición final no se cuente con un sistema de control y extracción del biogás, la captación de éste a diferencia de los lixiviados, puede realizarse posteriormente, aunque su eficiencia es menor que cuando se construye el sistema a partir del inicio de la operación del sitio. Existen varios sistemas para la captación del biogás y cuyo objetivo es alcanzar un control en la salida.

Los sistemas indicados en las figuras 6 y 7 se deben instalar paulatinamente conforme al relleno del sitio, pero también pueden instalarse después de aplicar la cubierta final del sitio, excavando un pozo desde la superficie hasta llegar al cúmulo de residuos. Posteriormente el pozo se rellena con cascajo o piedra (no caliza, ya que se puede disolver con los gases ácidos) y conectado a la capa de base permeable por debajo del revestimiento mineral de la cubierta de sellado superior. El gas se debe incinerar en el mismo sitio con un quemador simple (Figura 6 y 8) o recolectarse y conducirse por un tubo flexible, de policloruro de vinilo PVC o polietileno de alta densidad PEHD, hasta las instalaciones que lo utilizarán o bien hasta un quemador central (Figura 7 y 9).

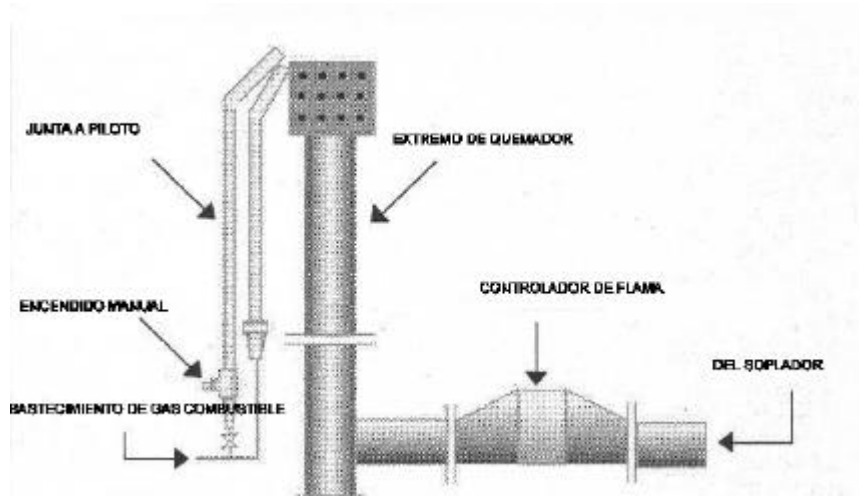


Figura 6: Respiradero de gas con quemador simple (Tomado de *A guide for methane mitigation projects*, EPA)

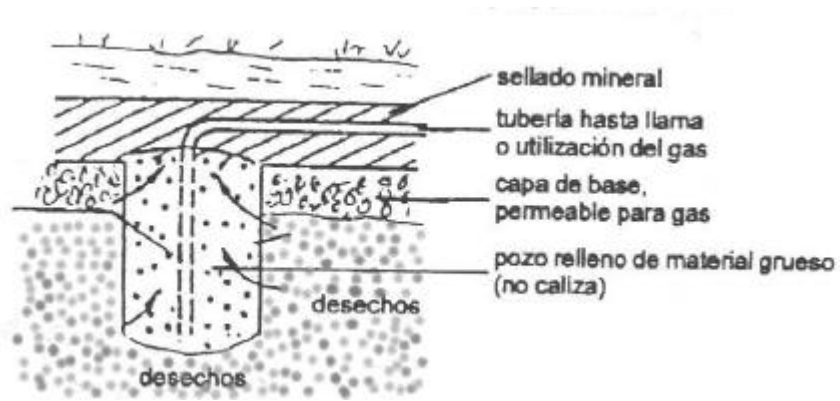


Figura 7: Sistema de colección de gases (Tomado de Oeltschner y Mutz. *Guía para un manejo apropiado de los rellenos sanitarios domésticos*).



Figura 8 y 9: Quemador simples de biogás y Quemador centralizado
(Fotografías: G. Wehenpohl)

Según lo establecido en la norma , un relleno sanitario deberá contar con un sistema de captación de biogás desde el inicio, el cual debe ampliarse paralelamente al desarrollo de la celda del relleno, es importante que permite también al mínimo su quema (ver [Figuras 6 a 9](#)).

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C	6.2

Para seleccionar el número de pozos de extracción se tiene que conocer la cantidad de residuos depositados diariamente, la profundidad promedio del sitio y el área del mismo. Se estiman que dos pozos por hectárea son suficientes, pero eso tiene que ser justificada a través de un cálculo.

En el PR se deben aportar:

- Especificaciones del sistema y de equipo de captación y extracción de biogás,
- Planos y secciones de las obras, y
- Métodos para instalación y construcción de los sistemas.

Si el biogás generado es suficiente como para considerar su aprovechamiento (por ejemplo como energía, transformándolo en electricidad), lo cual es determina-

do por los estudios de generación, se presentará el proyecto específico que cumpla con los criterios ambientales vigentes.

D.6.3 Sistema de captación y extracción de lixiviado

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A, B, C	6.3	<p>El lixiviado es un 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 pueden 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. 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 y lo conduce a la planta de tratamiento.</p>

El sistema de captación de lixiviados, requerido para los sitios de disposición final de tipo A al C, deberá instalarse inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización (ver Figura 10), sobre todos en 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.

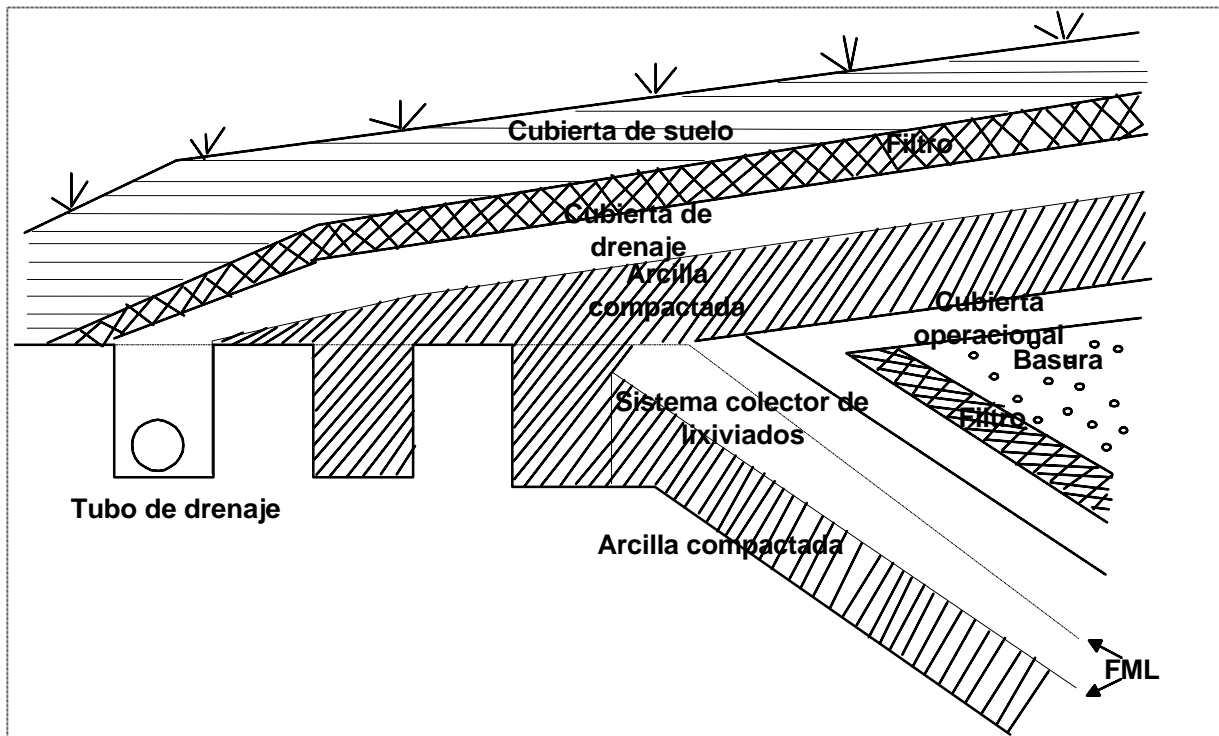


Figura 10: Sistema de impermeabilización y drenaje para lixiviados. (Tomado de Mc Bean, Rovers & Farquhar. *Solid waste landfill. Engineering and design*, 1995).

Sin embargo, para la mayor parte de los sitios de disposición final que ya están en operación, la generación de lixiviado se puede reducir considerablemente si se desvían las aguas pluviales y el cierre del sitio se realiza con material impermeable (consultar la parte referida a la clausura: parte D del texto). Este cierre también puede ser hecho parcialmente conforme el avance de llenado del sitio.

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C	6.3

Se deberá impedir que los lixiviados tengan salida lateral, empleando para ello en la cubierta diaria materiales impermeables; pero en caso de que esto ocurra, deberán ser captados de la misma forma que los generados en la zona de macroceldas.

Por ningún motivo el lixiviado extraído deberá ser descargado a cuerpos de agua ni bienes nacionales, sin previo tratamiento.

Existen varias opciones para el tratamiento de lixiviados y la selección depende de la caracterización final del mismo. Las opciones pueden ser descargar a una planta de tratamiento de lixiviados (por ejemplo una laguna de evaporación) o recirculación a las celdas del sitio de disposición final. Este último procedimiento tiene el beneficio de acelerar la estabilización de los materiales orgánicos presentes, aunque no elimina la necesidad final de tratamiento. En la práctica en México es común la combinación de tratamiento y recirculación de lixiviados estableciendo:

- Porcentaje de recirculación de lixiviados al relleno sanitario,
- Frecuencia de recirculación de lixiviados y
- Tratamiento complementario de los lixiviados.

En el caso del tratamiento de los lixiviados, este deberá realizarse dentro de las instalaciones del relleno sanitario. El PR debe aportar:

- Especificaciones del sistema y del equipo de control de lixiviados,
- Planos y secciones de las obras,
- Métodos para instalación y construcción de los sistemas de captura, tratamiento y disposición final del lixiviado.

C.6.4 Drenaje pluvial

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C	6.4

La estructura que requiere de un especial cuidado en su diseño es el drenaje pluvial en el cuerpo del sitio de disposición final. 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. El sistema de drenaje pluvial deberá contener las estructuras siguientes:

- Drenes,

- Canal principal,
- Cárcamo de bombeo,
- Descarga,
- Obras complementarias como cruces de caminos, etc.

Para el caso en el que el sitio cuente con estructuras complementarias, el diseño a realizar deberá considerar una instalación pluvial con caída libre y escurrimiento hacia el terreno natural empleando PVC. Las descargas de las azoteas serán hacia las coladeras, recomendándose una unidad por cada 100 m² de superficie a desalojar.

C.6.5 Área de emergencia

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C	6.5

Si el diseño original del sitio de disposición final actual no cuenta con área de emergencia, el PR deberá contemplarla para depositar los RSU y RME, cuando por alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no se pueda trabajar de manera normal en el frente de trabajo.

Esta área dentro del cuerpo del relleno sanitario, deberá localizarse lo más cercano posible a la entrada principal del sitio y deberá proporcionar la misma seguridad ambiental (sistema de impermeabilización, captación y control de biogás, captación y control de lixiviados, cobertura) y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.

C.7 Características operativas

Cuando la falta de información correspondiente a los aspectos operativos del sitio de disposición final de RSU y RME, es necesario hacer un replanteamiento en los puntos de grado de compactación de los residuos depositados, así como los puntos de control sanitario y ambiental que facilitan la operación misma.

C.7.1 Requerimientos de compactación

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Cuando el incumplimiento a la NOM-083-SEMARNAT-2003 consiste en no alcanzar los requerimientos de compactación, el PR deberá contener los procedimientos para efectuarla utilizando herramientas y /o maquinaria adecuada para tal fin.
A, B, C y D	7.1	

Los residuos serán esparcidos y compactados en capas, con la finalidad de eliminar huecos en la celda y reducir el riesgo de anidación de roedores y de producción de fuego, así como la formación de encharcamientos, pero sobre todo, tiene la función de ahorrar espacio dentro del relleno.

La compactación está directamente relacionado con el método de operación del sitio de disposición final, 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. Los equipos mecánicos pueden ser adaptados (trascabo, bulldózer, etc.), diseñados expresamente para la operación de los rellenos (compactadores de basura) y de apoyo (retroexcavadora, traílla, motoconformadora, compactador cilíndrico, etc.).

Para esta categoría la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 contempla dos requerimientos:

- Cuando el ingreso de RSU está entre 100 y 750 Ton / d, el grado de compactación que deberán alcanzar los residuos será mayor de $600 \text{ Kg} / \text{m}^3$;
- Cuando el ingreso de RSU sea mayor de 750 Ton / d, la compactación que deberán alcanzar los residuos dispuestos será mayor de $700 \text{ Kg} / \text{m}^3$.

b) Operación manual

Para los sitios de disposición final categoría "D", que

reciben una menor cantidad 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, pisones de madera, rastrillos y rodillo compactador.

El grado de compactación mínimo que establece la norma es de 300 Kg / m³.

c) Operación combinada

En el caso de rellenos 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 estos tipos de disposición final la NOM-083-SEMARNAT-2003 establece los siguientes requerimientos de compactación:

- Para sitios tipo "B", la compactación de los residuos dispuestos será mayor de 500 Kg / m³.
- Para los sitios tipo "C", el grado de compactación mínimo de los residuos será de 400 Kg / m³.

El equipo requerido en la compactación del relleno sanitario debe servir para realizar las operaciones básicas siguientes:

- Colocar y distribuir residuos sólidos en el frente de trabajo,
- Colocar los desechos en el talud del frente de trabajo,
- Extraer, colocar, distribuir y compactar el material de cubierta de las celdas, y
- Acondicionar las celdas (ajuste de taludes, conformación de caminos temporales, excavación de material tipo I y remoción de material aflojado y /o excavado).

Esta selección se debe justificar según: tipo y cantidad de residuos por manejar diariamente, características topográficas del predio, material de cubierta por emplear, método operativo que se pretenda utilizar, disponibilidad y costo de equipo y refacciones.

En la Tabla 5 se enuncian algunas ayudas y recomendaciones prácticas para selección adecuada de equipo mecánico.

Tabla 5: Tipos, funciones y usos de equipos más empleados en rellenos sanitarios (Fuente: *Curso sobre Tratamiento y Disposición final de residuos sólidos municipales*. División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería. UNAM, 1994)

Equipo	Residuos		Material de cobertura			
	Colocación	Compactación	Excavación	Colocación	Compactación	Transporte
Tractor de oruga con topadora	E	B	E	E	B	NA
Tractor de oruga con cargador frontal	B	B	E	B	B	B
Tractor de ruedas neumáticas con topadora	E	B	L	B	B	NA
Tractor de ruedas neumáticas con cargador frontal	B	B	L	B	B	E
Tractor con ruedas compactadoras de acero y topadora	E	E	B	B	E	NA
Retroexcavadora sobre orugas	NA	NA	E	L	NA	L

ACOTACIONES:

E - Excelente
M - Malo

B - Bueno
NA - No aplicable

L - Limitado

D.7.2 Cobertura de residuos depositados

Categoría de sitio **Punto de lista de chequeo**

A, B, C y D 7.2
 7.3

Cuando el incumplimiento con la normatividad esté dado por la falta o deficiencia en la cobertura de los residuos depositados, el PR deberá contener los señalamientos y procedimientos ingenieriles para cumplir con tal fin.

Al finalizar las actividades diarias de esparcido y compactado de residuos, es necesario colocar una cubierta de protección, ya sea de material natural o sintético, cumpliendo con la función primordial de impedir la dis-

persión de materiales ligeros de los residuos que han sido previamente depositados y compactados, así como evitar la proliferación de fauna nociva. Al usar materiales naturales se recomienda poner en capas de por lo menos 0.15 m y compactarlas, con frecuencias en función del ingreso diario de residuos.

Para la NOM-083-SEMARNAT-2003, 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 tipos "A" –a la "C". Para los sitios de disposición final tipo "D" se pide una cobertura semanal.

C.7.3 Control de materiales de entrada al sitio

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C y D	7.3
	7.4

Cuando sea necesario elaborar dentro de un PR el control de materiales al sitio de disposición final, las recomendaciones que se hagan deberán explicarlo de forma detallada.

El control del tipo de residuos que ingresan al sitio de disposición final debe realizarse desde el acceso, a través de inspección visual y registro escrito en formatos indicados dentro del manual de procedimientos de operación.

La forma en que se puede efectuar dicho control es:

- Visual a la entrada del sitio de disposición final, por medio de personal destinado para ello;
- Entrada restringida al relleno sólo para personal y vehículos autorizados;
- Supervisión a los controladores de entrada al relleno sanitario, mediante la elaboración y presentación de estadísticas.
- Control de los tipos de residuos entrantes

Con el manejo de la información recabada al acceso de los vehículos, se pueden hacer ajustes para las etapas

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, conforme a lo indicado en la NOM-083-SEMARNAT-2003. 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.

C.8 Infraestructura del sitio de disposición final

Este rubro está referido a las obras complementarias que la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 requiere de acuerdo a la categoría de sitio de disposición final. Los elementos contemplados son varios, ver Tabla 6, y podrán estar limitados a los siguientes requerimientos.

Tabla 6: Obras complementarias requeridas de acuerdo a la categoría de sitio de disposición final

Infraestructura	Categoría			
	A	B	C	D
Camino de acceso	X	X	X	
Camino interiores	X	X		
Cerca perimetral	X	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X	X
Báscula	X	X		
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X		
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X	
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	X	X	X	
Oficinas	X			
Servicio Médico y Seguridad Personal	X			

Fuente: Guía del cumplimiento ..

Categoría de sitio
A, B, C y D

Punto de lista de chequeo
8

Como parte importante del diseño las obras complementarias permitirán una mejor operación y control del relleno sanitario. Dependiendo de la clasificación del relleno sanitario será la obra requerida y sus características.

Se presentarán los planos correspondientes conteniendo:

- Croquis de localización,
- Lista de símbolos, notas, datos del proyecto, conceptos y cantidades de obra, cuando así se requiera,
- Escalas, acotaciones y orientación.

Los planos de instalaciones requieren del diseño de planta detalles constructivos, desde el punto de vista arquitectónico, hidrosanitario, eléctrico, de detalle, herrería y cancelería, cimentación y estructura; complementando con una relación de precios de materiales y mano de obra, así como análisis de precios unitarios.

Se recomienda que el material y los acabados propuestos en la obra general del relleno sanitario sean de origen local y de bajo costo.

Algunas recomendaciones para estas obras complementarias son:

- La superficie mínima para una caseta de vigilancia es de 4 m²,
- La superficie de la caseta de pesaje será como mínimo de 12 m²,
- La báscula deberá tener la capacidad suficiente para el pesaje de los residuos sólidos en el camión recolector de mayor aforo, y como mínimo una precisión de 5 Kg., cumpliendo con las especificaciones de la Secretaría de Economía,
- Las instalaciones hidráulicas serán diseñadas con tubería de cobre tipo M, considerando una dotación

de agua de 100 litro / trabajador /día y 5 litros / m² / día para las áreas de riego,

- Las instalaciones sanitarias emplearán tubería de PVC, paredes lisas y conectadas con anillos de empaque y selladas con cemento de contacto. Se recomienda el diseño de una fosa séptica,
- Debe considerarse una instalación pluvial con caída libre y escurrimiento hacia el terreno natural empleando PVC. Las descargas de las azoteas serán hacia las coladeras, recomendándose una unidad por cada 100 m² de superficie a desalojar.

Si bien el tipo “D” tiene solo los requerimientos de cerca perimetral y caseta de vigilancia y control, deberá presentar los planos correspondientes con las indicaciones arriba mencionadas, como parte del PR.

C.9 Elementos de control y monitoreo

Para dar cumplimiento a los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003, un sitio de disposición final que pertenezca a los tipos “A” a “C”, deberá contar con 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.

C.9.1 Manual de operación

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A, B, C	9.1	Para una correcta operación del sitio de disposición final, éste 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. En caso de no contar con él, deberá desarrollarse y presentarse para su aprobación ante las autoridades ambientales correspondientes dentro del PR específico. El contenido del Manual de Operación deberá tener los puntos de operación más sobresalientes:

- a) Métodos de control de entrada, de frente(s) de trabajo, de bancos de material y de talleres de suminis-

tro de refacciones y consumibles para la maquinaria, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos y radioactivos,

- b) Métodos de registro para la cantidad y tipo de residuos sólidos que ingresará al sitio,
- c) Vías internas dentro del sitio, según se abran o cierren las celdas diarias y macroceldas,
- d) Señalización interna, tanto informativa, preventiva como restrictiva,
- e) La descripción, paso por paso, de los métodos de operación del relleno sanitario,
- f) El cronograma de operación, para el funcionamiento diario, mensual, trimestral, semestral y anual,
- g) Control de avance del relleno sanitario, a través de los cronogramas de operación y el registro en bitácoras donde se consignen todos los detalles del trabajo diario,
- h) Programas específicos de control de calidad en la construcción de celdas, el mantenimiento de equipo y maquinaria y el monitoreo ambiental del sitio,
- i) Registro de la generación y manejo, incluyendo recirculación de lixiviados,
- j) Registro de la generación y control de biogás,
- k) Registro de la canalización de los escurrimientos pluviales,
- l) Manual de organización y procedimientos para el personal administrativo y operativo, que contenga el perfil requerido, la descripción de puestos y funciones y el reglamento interno de trabajo,
- m) Manual de seguridad e higiene en el trabajo, tanto para el personal administrativo como el operativo,
- n) Las acciones de urgencia más sobresalientes,
- o) Planes de contingencia en caso de incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos graves y derrames accidentales de combustible, y

- p) Canales y formas de comunicación interna y con las entidades externas involucradas en el funcionamiento del sitio.

De todos estos puntos, se considera en la NOM-083-SEMARNAT-2003 que los correspondientes a los incisos a, b, f, h, i, j, n y o son indispensables para los rellenos sanitarios de los tipos "A" al "C".

C.9.2 Control de registros

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	Al igual que en el punto anterior, para una correcta operación del sitio de disposición final, 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.
A, B, C	9.2	

Por lo regular son parte del Manual de Operación, pero en caso de no contar con éste apartado, deberá desarrollarse y presentarse para su aprobación ante las autoridades ambientales correspondientes dentro del PR específico. El contenido mínimo de estos controles de registro indicados en la norma será:

- 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 sitio de disposición final,
- c) Registro de la generación y manejo, incluyendo recirculación de lixiviados,
- 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.

C.9.3 Informe mensual de actividades

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	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 sitio de disposición final, como para las autoridades ambientales encargadas de la vigilancia de cumpli-
A, B, C	9.3	

miento de la normatividad existente.

Si bien la NOM-083-SEMARNAT-2003 no indica el contenido mínimo, los datos que deberá contener éste historial de reportes serán los siguientes:

- Mes y año del reporte,
- Nombre del sitio de disposición final,
- Nombre del responsable de la operación y control del sitio,
- Cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial ingresados al sitio: promedio diario, promedio por día de la semana, total mensual,
- Observaciones por rechazos de ingreso de residuos peligrosos o de otro tipo,
- Cantidad de vehículos que ingresaron al sitio conteniendo residuos: promedio diario, clasificación (oficiales, privados, institucionales, etc.), total mensual según clasificación de vehículos,
- Cantidad promedio de personal, maquinaria y equipo en operación,
- Reporte de avance de llenado de celdas,
- Cantidad mensual de material de cobertura (m³),
- Procedencia del material de cobertura,
- Reporte especial sobre el monitoreo ambiental efectuado, y
- Notas sobre contingencias o situaciones especiales.

C.9.4 Programa de monitoreo de impactos ambientales

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A, B, C	9.4	Se instituye un programa de monitoreo para mantener la operación del sitio de disposición final dentro de los estándares nacionales e internacionales 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. Para ello se recomienda hacer uso de información

previa, como la siguiente:

- Determinación de posibles direcciones y vías de emigración del biogás según: estratigrafía superficial, fluctuación estacional del nivel freático, composición de los residuos, extensión del área de amortiguamiento, etc.;
- Tasa de generación de biogás durante la vida útil y a la pos clausura del sitio;
- Ubicación de los pozos - de venteo y de monitoreo - de biogás, acorde con la previsión de emigración, y de agua subterránea; y
- Secciones y especificaciones de los pozos de venteo y de monitoreo de la emigración de biogás.

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

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo
A, B, C	9.4

Monitoreo de biogás

Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo conocer el grado de estabilidad de los residuos y tomar las medidas de mitigación conducentes.

Se deberá especificar los parámetros a determinar, equipos y técnicas a emplear, así como la frecuencia de muestreo. Se recomienda que para la composición del biogás (determinación de metano, bióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno) se realicen muestreos y análisis (cuya frecuencia deberá ser fijada por la autoridad ambiental correspondiente), mientras que la determinación de niveles de explosividad, toxicidad y flujo de gases se puede efectuar de forma rutinaria diariamente.

Monitoreo de lixiviados

Este programa tiene el objetivo de conocer las caracte-

rísticas del lixiviado producido por los residuos depositados y así tomar las medidas para su tratamiento.

Se recomienda que la autoridad ambiental correspondiente sea quien determine la frecuencia para efectuar los análisis de pH, DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y metales pesados.

Monitoreo de acuíferos

Los puntos de muestreo para el acuífero deberán corresponder a las condiciones particulares del sistema de flujo hidráulico, teniendo por lo menos dos pozos de muestreo (uno aguas arriba y otro aguas abajo) a las afueras del sitio de disposición final.

La perforación y operación de los pozos de monitoreo debe contar con la autorización correspondiente de la Comisión Nacional del Agua (CNA). La frecuencia de muestreo deberá ser fijada por la autoridad ambiental correspondiente, atendiendo a los mismo parámetros determinados para los lixiviados.

Como parte del programa de monitoreo se llevará un registro de los impactos ambientales generados en el relleno sanitario, anexando los resultados de laboratorio, de tal manera que la toma de decisiones referentes a la operación y manejo del relleno sanitario permitan una adecuada mitigación y minimización de los mismos.

C.10 Clausura final de algunas secciones del sitio de disposición final actual

Categoría de sitio	Punto de lista de chequeo	
A, B, C y D	10	La clausura final de algunas secciones se debe al término de la vida útil de tales áreas y se realiza para controlar las afectaciones ambientales que puedan ocurrir a raíz de la disposición de residuos ahí realizado.

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. , sin embargo, esto ocurre al finalizar completamente la operación del sitio de disposición final y todas sus secciones han sido clausuradas.

Las áreas del sitio de disposición final que alcancen la altura meta, de acuerdo a lo proyectado en el diseño de ingeniería, y que tengan una extensión mínima de entre 1 y 2 hectáreas, deberán ser clausuradas parcialmente conforme al programa de avance.

El diseño de la cubierta final puede adaptarse a las recomendaciones que se hacen en el punto C 2.2 *Cubierta final* de la presente guía, las cuales cumplen con los requerimientos marcados en la norma.

D. EL PLAN DE REGULARIZACIÓN PARA CLAUSURA DEFINITIVA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

Considerando que la situación de la disposición final de los residuos sólidos en los municipios de México es diferente, la primer pregunta a plantear es si existe o no un sitio de disposición final. En caso negativo, el municipio no precisa tomar medidas para la regularización, clausura y/o saneamiento, pero es indispensable verificar si realmente no existen sitios antiguos, abandonados o ilegales que puedan requerir acciones específicas.

Si el municipio dispone de un sitio de disposición final, el mismo en conjunto con las autoridades ambientales competentes podrá verificar a que categoría pertenece y el estado de cumplimiento con la normatividad, para decidir el tipo de PR a elaborar y seguir en forma particular.

Se propone que la autoridad competente decida, a partir de los datos entregados por el municipio, que tipo de PR se deberá elaborar de acuerdo a la realidad detectada en la lista de chequeo. Esto permite agilizar el proceso de evaluación e implementación del mismo.

D.1 Clausura y saneamiento de un sitio de disposición final

La clausura del sitio de disposición final debe entenderse como la suspensión definitiva del depósito de residuos sólidos debida a: el término de su vida útil, a sus efectos de contaminación al ambiente o bien a las molestias y daño a la salud pública.

El proyecto de clausura requiere de la información que arrojen los estudios previos. El flujo de actividades para la clausura esta representado en la [Figura 10](#).

D.1.1 Plan de clausura

Los planes de clausura deben ser congruentes con el uso final del suelo que haya sido autorizado, y deberán incluir las medidas para reducir los impactos de los residuos sólidos y sus subproductos a través de los años mediante acciones de saneamiento ambiental, por lo que en los mismos se debe contemplar la prevención de:

- infiltración del agua pluvial hacia el interior de los residuos sólidos depositados,
- erosión de la cubierta final,
- fuga incontrolada de biogás,
- fuga incontrolada de lixiviados y su tratamiento,
- contaminación de las aguas subterráneas, y
- lograr la estabilidad mecánica de los residuos sólidos depositados.

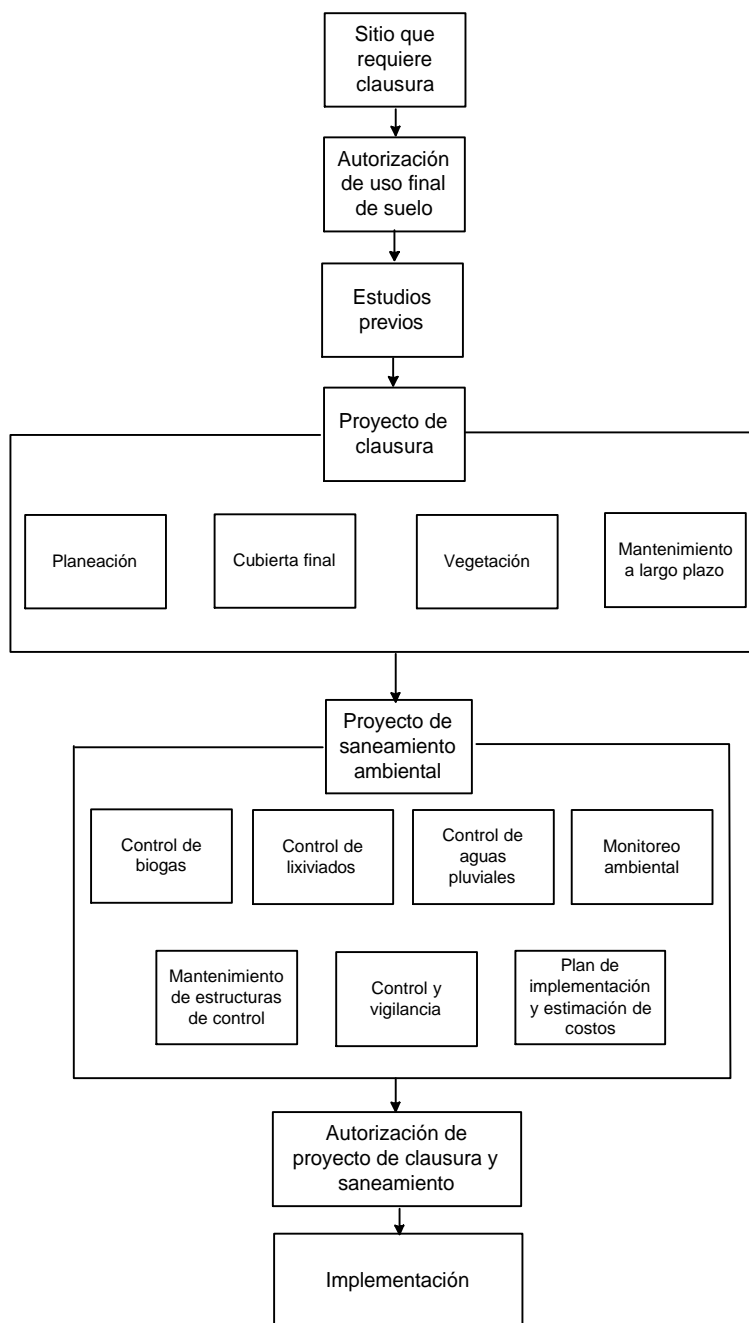


Figura 11: Proceso para la clausura y saneamiento de sitios de disposición final

Los sitios utilizados para la disposición final de los residuos sólidos, una vez clausurados y acondicionados, pueden ser utilizados como áreas recreativas, jardines botánicos y áreas de estacionamiento. Sin embargo, el uso final de estos sitios como áreas verdes es lo más común. No se debe autorizar de ninguna forma el uso pos clausura de estos sitios de disposi-

ción final para construcciones, ya que, existen riesgos por asentamientos continuos que pueden causar problemas a las estructuras. Además hay riesgo de escape de biogás y así posibles explosiones y daños a la salud.

Después la clausura el sitio tiene que pasar un periodo de estabilización que puede durar más de 25 años. Durante este tiempo tiene que ser monitoreado, controlado y adecuado periódicamente. El tiempo de pos clausura según la NOM-083-SEMARNAT-2003 es de 25 años.

D.1.2 Estudios previos

Haciendo uso de la información resultante de los estudios previos, se conceptualizará el proceso de clausura de sitios de disposición final, bajo el entendido de que no se cuenta con un control operativo adecuado, por lo que algunas de las acciones a seguir tienen que ver con la construcción de estructuras de control para lixiviados, biogás, agua pluvial entre otros.

Los estudios previos tienen relación con las características del sitio:

Los estudios básicos referidos a los RSU, RME y derivados

Estimación de los RSU y RME depositados El levantamiento topográfico (ver abajo) y la comparación de sus informaciones con las en mapas, que muestran la situación anterior a la disposición permitan estimar el volumen depositado en el sitio de disposición.

Generación y análisis de lixiviados. Considerando la cantidad de residuos depositados y la situación geográfica y climatológico local permite estimar la generación de los lixiviados. El muestreo y análisis de lixiviados permitirá obtener una caracterización particular de éstos en el sitio donde fueron generados, lo cual servirá para determinar si es necesario darles un tratamiento, y en caso afirmativo, el tipo de tratamiento más apropiado. Se recomienda buscar un consenso con la autoridad ambiental correspondiente sobre la necesidad del estudio.

Generación y análisis de biogás. Considerando la cantidad de residuos depositados, su carácter y la situación geográfica y climatológico local permite estimar la generación del biogás. La caracterización del biogás permitirá conocer su composición (elementos y compuestos) y el nivel de riesgo presente en el sitio, incluyendo la eventual presencia de vapores orgánicos tóxicos en el biogás. Esta información permitirá definir el potencial aprovechamiento del gas, así como obtener los parámetros de diseño de los sistemas de captación y control. Se recomienda buscar un consenso con la autoridad ambiental correspondiente sobre la necesidad del estudio.

Análisis de agua subterránea.

Su caracterización está en función de factores como: su presencia en el sitio, que existan pozos en la zona y la dirección del flujo del acuífero de manera que la toma de muestras se haga aguas abajo y aguas arriba con relación a la ubicación del sitio de disposición final actual (a una distancia de 500 a 750 m del sitio). El análisis físico y químico del agua permitirá establecer si existe contaminación por causa del sitio de disposición en la zona. En caso positivo, el conocimiento sobre la contaminación permite medidas complementarias como por ejemplo la restricción del uso de la agua y medidas adicionales de minimización del ingreso de agua pluviales, para reducir la generación.

Topografía

Primeramente se realizarán los trabajos de localización y orientación del terreno. En segundo lugar se contemplan los trabajos correspondientes a la altimetría, secciones y curvas de nivel del terreno, que actualmente y en el futuro está previsto para la disposición final. Como parte importante se tiene la determinación del relieve original del sitio a nivel de terreno natural, lo cual será factible de obtener a partir de estudios anteriores o mediante restituciones fotogramétricas elaborados para tal fin.

Al mismo tiempo, esta información permitirá estimar la volumetría de lo que ya ha sido dispuesto.

Mecánica de suelos

Las propiedades mecánicas de los suelos tienen gran influencia en el comportamiento de diversos fenómenos presentes en los sitios de disposición final. Se recomienda determinar los siguientes parámetros de campo y laboratorio: capacidad de carga; permeabilidad; clasificación de suelos; capacidad de intercambio catiónico; peso volumétrico; granulometría; contenido orgánico total; límites de consistencia; compresión triaxial; compactación Proctor estándar; pH; humedad y porosidad.

Con estos parámetros es posible establecer el diseño de la clausura del sitio de disposición final, calculando altura máxima, potencial de infiltración de lixiviados, espesor de suelo de intercambio, entre otros.

Climatología y meteorología

La precipitación pluvial es un factor importante en la formación de lixiviados.

Los datos de fuentes bibliográficas o documentales (de estaciones meteorológicas de la región) son: precipitación pluvial, temperaturas y dirección de los vientos.

Basado en los estudios previos se recomienda la elaboración de un anteproyecto, que presente las alternativas que existen con el fin de buscar un consenso sobre éste con las autoridades ambientales estatales y / o federales. El anteproyecto permite evitar errores en la elaboración del proyecto ejecutivo de clausura.

D.2 Proyecto de clausura

El desarrollo de estudios básicos fundamentará el diseño de clausura y saneamiento del sitio. Las actividades que deben incluirse son:

- a) Recopilación y procesamiento de resultados e informes de los estudios previos
- b) Elaboración del diagnóstico ambiental de las condiciones actuales del sitio, para establecer las medidas de control y mitigación de impactos y riesgos ambientales y a la salud pública.
- c) Elaboración del proyecto ejecutivo para la clausura.
- d) Establecimiento de alternativas de solución para pepenadores, mediante un análisis sociológico.
- e) Notificación a los usuarios del sitio de disposición final de la ubicación del nuevo sitio.
- f) Eliminación de la fauna nociva, antes de iniciar el movimiento, compactación y sellado de los residuos sólidos mediante un programa de fumigación y eliminación de roedores, insectos y aves.

D.2.1 Actividades recomendadas para la clausura

Las actividades recomendadas a efectuar antes de la clausura del sitio de disposición final son:

- Revisar los planos de clausura
- Preparar las cédulas de registro del cierre
- Preparar la calendarización final de las actividades de clausura
- Notificar a la instancia reguladora
- Notificar a los usuarios del sitio (municipio y/o privados).

En la fase de clausura se realizará el movimiento, compactación y sellado de residuos sólidos. De acuerdo con el nivel de especificación que se tenga del proyecto ejecutivo de clausura, se llevarán a cabo las actividades siguientes:

- Levantamiento de un cercado o estructura adecuada para limitar el acceso.
- Colocar un letrero en donde se indique que el sitio está clausurado y la localización del nuevo sitio para la disposición de los RSU y RME.
- Colectar los materiales ligeros que se encuentren dispersos en el lugar.

- Conformar de acuerdo a la topografía final proyectada, los volúmenes de residuos depositados en el sitio, proporcionarles el grado de compactación que garantice su estabilidad a largo plazo y la cobertura con material térreo seleccionado.

Las actividades consideradas como de pos clausura, se enfocan fundamentalmente al saneamiento ambiental del sitio. Consisten en la construcción de sistemas de control ambiental, tales como:

- Construir y / o terminar las obras de drenaje y control de escurrimientos.
- Continuar las obras de control de biogás y lixiviados, así como de monitoreo de aguas subterráneas y biogás.
- Instalar dispositivos para la detección de asentamientos diferenciales (hundimientos).
- Instalar el espesor y características requeridas para el material de cubierta final sobre el sitio de disposición final clausurado.
- Colocar la cubierta vegetal indicada en el proyecto de clausura.
- Construir y / o adecuación de las instalaciones para mantenimiento y control del sitio clausurado (caseta de control, cerca perimetral, etc.).

D.2.2 Cubierta final

El propósito de la cubierta final en un sitio de disposición final es aislar a los residuos cercanos a la superficie del ambiente, para minimizar la migración de líquidos en las celdas y controlar el venteo del gas generado. Un sistema de cobertura final debe ser construido para que cumpla con las funciones anteriores, aunado a un mínimo mantenimiento del drenaje adecuado, reduciendo la erosión y asentamientos, con una permeabilidad muy baja.

Se recomienda que para la cobertura de los residuos se consideren los siguientes aspectos:

- a) Disponibilidad del material de cobertura, a través del cálculo de volúmenes de material a utilizar y así localizar el (los) banco (s) de material.
- b) La selección del banco de material siempre que éste tenga un coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-5} a 1×10^{-7} cm / s, cuente hasta con un 10% de finos y del 90 - 100% de gravas o arenas, que sea compactable, con un 25 - 50% de porosidad y cercano al sitio.
- c) La altura que los residuos sólidos depositados han alcanzado dentro del sitio.
- d) La compactación que la basura ha tenido a lo largo del tiempo en que se ha ido depositando, en toda la superficie del sitio.
- e) Los ángulos de inclinación que presentan los taludes de la conformación final de residuos sólidos depositados en el sitio.

Se recomienda que la cubierta final de clausura tenga las siguientes especificaciones (ver Figura 12 y Tabla 7):

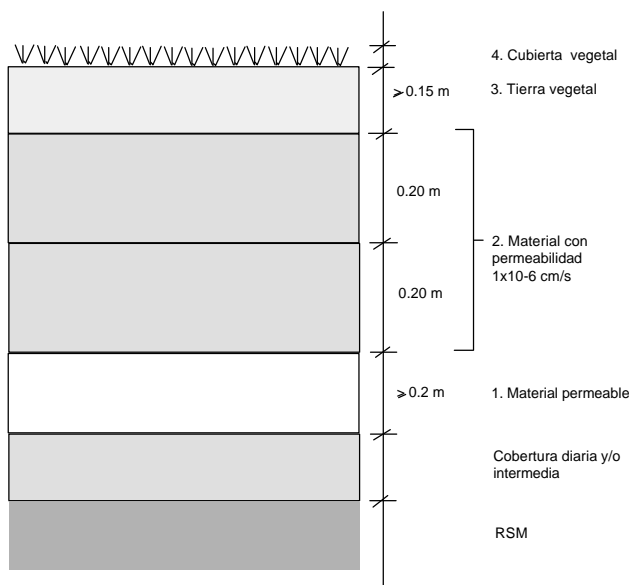


Figura 12: Detalles de la cubierta final de clausura (Fuente: SEGEM/GTZ: Guía para el desarrollo, presentación ; 2004, pág. 57)

Tabla 7: Características de la cubierta final de clausura, según NOM-083-SEMARNAT-2003

Capa No.	Características	Espesor	Función	Se recomienda para:
1	Material permeable	> 0.2 m	Permite el drenaje horizontal de biogás. Base de soporte para capas posteriores.	Sitios de disposición final con altura de RSU dispuestos igual o mayor de 12 m.
2 ¹²	Material térreo con permeabilidad 1×10^{-6} cm / s	Dos capas de 0.20 m cada una	Impide la infiltración de agua pluvial. Evita la migración no controlada de biogás.	Todos los sitios de disposición final.
3	Tierra húmica, vegetal o composta	> 0.15 m	Permitir el desarrollo de especies vegetales.	Todos los sitios de disposición final
4	Cubierta vegetal (especies de raíces poco profundas)		Evitar daños a las capas inferiores y minimiza la erosión. Favorece la estética del sitio. Facilitar la evapotranspiración.	Todos los sitios de disposición final

¹² Esta capa puede ser sustituida con una membrana plástica impermeable, no PVC, con un espesor mínimo de 1 mm (40 milésimas de pulgada)

Una breve descripción de cada capa:

- *Residuos sólidos*. Esta última capa debe estar bien compactada antes de colocar el material de cubierta siguiente, pues será la base estructural para la clausura.
- *Cobertura diaria o intermedia* (material de cubierta de operación normal). En la superficie de la última capa de residuos se coloca una capa de material cuyo espesor se recomienda sea mayor de 0.2 m.
- (1) *Sistema de drenaje de los gases*. Éste contendrá grava arenosa o material producto de escombros de construcción, que tienen buena permeabilidad para el biogás generado. Funciona como un sistema de drenaje, a través del cual el biogás migra a los sistemas de venteo. Este material debe de ser compactado para constituir un buen fundamento de las capas de sello siguientes. Se considera que esta capa permeable debe de colocarse para sitios donde la altura de los residuos sólidos depositados alcanzó más de 12 m.
- (2) *Capa de sello*. Sobre la capa de drenaje se coloca la capa de sello, la cual debe constituir una barrera de baja permeabilidad. Esta barrera minimiza a largo plazo la infiltración de líquidos y es parecida al sistema de impermeabilización que se coloca en el fondo del relleno (se recomiendan dos capas de material arcilloso de 0.2 cm de espesor, con una permeabilidad de 1×10^{-6} cm / s).
- (3) La cubierta superior del sitio esta constituida por una cubierta de *tierra vegetal*, cuya función es la de proteger las capas inferiores del daño mecánico y, junto con la cubierta vegetal, protegerla contra la erosión. El espesor de esta capa depende del material disponible y el uso final que se planee dar al sitio. En cualquier caso el espesor mínimo recomendado es de 0.15 m. Las pendientes finales de la estructura deben ser mayores del 2%, en función del avance de la estabilización de los residuos.
- (4) Las características deseables de la *vegetación* que se coloca sobre la última capa de tierra vegetal son: raíces poco profundas, de rápido crecimiento, resistentes al biogás, capaces de soportar la falta de agua y que se extiendan horizontalmente sobre el área. Debe evitarse que las raíces penetren y dañen las capas de clausura que se encuentran más abajo.

D.2.3 Mantenimiento

Este mantenimiento está en función del uso final del sitio, ya que la mayoría de los sitios deberán tener sistemas de control y monitoreo de biogás y lixiviados que requerirán de una continua atención. Otras instalaciones que requerirán un grado de atención continua son las instalaciones de drenaje y posibles erosiones.

Este periodo de pos clausura abarcará como mínimo 25 años. Las actividades básicas consideradas son:

- Seguimiento al programa de mantenimiento para la cubierta final del sitio y las instalaciones para el control ambiental.
- Identificación de posibles problemas de contaminación

- Asegurar el funcionamiento de los sistemas de monitoreo ambiental: biogás, lixiviados, aguas subterráneas y estabilidad de taludes.

El mantenimiento a largo plazo tiene el objetivo de resolver problemas provocados por acción de las lluvias y del viento, como las depresiones, grietas y erosiones. Es importante que en caso de que dichos problemas existan, se resuelven lo más pronto posible para evitar que los residuos queden al descubierto y puedan provocar problemas ambientales.

La estabilidad de taludes está considerada como uno de los factores de mayor importancia para la clausura y saneamiento de sitios de disposición final, deberá estar acorde al tipo de residuos sólidos depositados en el sitio y el diseño conceptual de la superficie final del lugar.

Los tipos de fallas y causas más frecuentes presentadas en los taludes (superficies inclinadas respecto a la horizontal) se presentan en la Tabla 8.

Las depresiones en este tipo de obras clausuradas son comunes debido a la compactación natural que sufre la basura con el paso del tiempo, por lo que tiende a formarse en la superficie de la cubierta final una depresión. Las acciones a seguir tienen como objetivo evitar la acumulación de agua de lluvia y su infiltración.

Tabla 8: Fallas y causas presentadas en taludes de sitios de disposición final

Tipo de Falla	Causas
Deslizamiento	Partículas de material se deslizan superficialmente hacia abajo. Falta de presión normal dentro del confinamiento (falla en la compactación).
Movimiento del cuerpo del talud	Movimientos bruscos que afectan una masa considerable del talud, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo.
Erosión	Fallas causadas por el viento o agua.
Licuación	Cuando en la zona de deslizamiento, el suelo pasa rápidamente de un estado más o menos firme a una condición de suspensión con pérdida casi total de resistencia al esfuerzo cortante. Se presenta cuando se da un incremento del contenido de humedad del material.

Para los caminos interiores, que son las arterias vitales para lograr un adecuado mantenimiento del sitio, se debe procurar que estén siempre transitables. El mantenimiento deberá considerar las labores de bacheo, el riego de caminos con agua tratada y la limpieza de cunetas para evitar el azolvamiento.

El control del sitio clausurado y saneado deberá describir en forma detallada las siguientes disposiciones¹³:

- Métodos de control: de entrada, de bancos de material y de suministros.
- Mantenimiento de vías dentro del sitio
- Señalización informativa, preventiva y restrictiva.
- Descripción de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de estructuras y obras complementarias.
- Cronogramas de mantenimiento y monitoreo
- Programas de monitoreo ambiental
- Medidas de seguridad e higiene en el trabajo
- Acciones de urgencia
- Planes de contingencia de incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos y derrames accidentales de combustible.
- Aspectos de comunicación interna y externa.

D.3 Proyecto de saneamiento ambiental

Las acciones encaminadas al control de los residuos sólidos después de la clausura, se conocen como saneamiento ambiental. Estas se pueden definir como los procedimientos de ingeniería para el diseño, construcción y operación de sistemas de control para mitigar los impactos ambientales y a la salud pública, durante los procesos de estabilización de los residuos depositados en el sitio clausurado.

D.3.1 Estructuras de control ambiental

En lo que se refiere a las obras de control de biogás, lixiviados y aguas pluviales, éstos se han detallado en el Capítulo C, puntos C.6.2 *Sistemas de captación y extracción de biogás*, C.6.3 *Sistemas de captación y control de lixiviados* y C.6.4 *Drenaje pluvial*.

D.3.2 Monitoreo ambiental

El establecimiento de sistemas de monitoreo ambiental en un sitio clausurado debe ser un instrumento de vigilancia de las condiciones que pueden afectar a la salud pública o al ambiente, durante por lo menos 25 años.

¹³ El proyecto de clausura debe contar con un manual de procedimientos de control, mantenimiento y monitoreo ambiental.

Existen dos tipos básicos de monitoreo que son el periódico y el continuo. Dependiendo del objetivo del programa de monitoreo y de las condiciones específicas, se deberá seleccionar alguna de las opciones mencionadas para cada uno de los parámetros de interés.

Los programas de monitoreo deben incluir como mínimo evaluaciones frecuentes de:

- Aguas subterráneas: El muestreo semestral de rutina es suficiente para establecer la presencia de cualquier tendencia, identificando cualquier cambio estadísticamente significativo, y principalmente detectar aquellos parámetros con valores mayores que los de los criterios permitidos.
- Aguas superficiales: Este monitoreo debe ser un componente de rutina cuando se sabe o se sospecha que el lixiviado está impactando en las aguas superficiales de los alrededores o cuando se tiene alguna preocupación fundada sobre la calidad del agua subterránea. De otra forma el monitoreo será necesario normalmente el primer año de la clausura y muy esporádicamente en etapas posteriores.
- Lixiviado: La frecuencia mensual durante los primeros cuatro años después de cerrado el sitio. Después se recomienda dos veces al año.
- Biogás: El monitoreo debe realizarse en programas trimestrales para identificar cualquier problema antes de que ocurra, facilitando las acciones correctivas.

D.4 Autorización del proyecto de clausura y saneamiento

Para la aprobación del proyecto de clausura, se podrá requerir de la descripción de las acciones a realizar en el tiempo así como los recursos (humanos, materiales y financieros) por aplicar para tal fin.

Se considera que del 89 al 91% de la inversión requerida se aplica en la movilización y conformación de residuos, aunado a la cubierta final¹⁴.

Una vez elaborado el proyecto de ingeniería para la clausura y saneamiento de un sitio de disposición final de residuos sólidos y – en algunos Estados - su correspondiente Informe de Impacto Ambiental, conforme a los procedimientos de cada entidad federativa, las autoridades municipales podrán someter éste a la autorización de obras ante la autoridad competente.

Dicha entidad deberá emitir su respuesta y observaciones al respecto, quedando asentado que se realizará una supervisión constante de las obras proyectadas.

¹⁴ Tomado del *Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el Estado de México*. SEGEM – GTZ, diciembre 2000.

E. FUENTES CONSULTADAS

AMCRESPAC, SETASA de C.V. (1998):
Impacto ambiental en rellenos sanitarios; México.

Diario Oficial de la Federación (2004).
NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección de sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
20 de octubre de 2004

Oeltschner, Mutz, D. (sin fecha):
Guía para un manejo apropiado de los rellenos sanitarios domésticos.
Ed.: GTZ, Banco Mundial, PNUD, UNCHS

OPS / OMS (1991):
Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Programa de Salud Ambiental, Serie Técnica No. 28.

MC BEAN, ROVERS & FARQUHAR (1995):
Solid waste landfill. Engineering and design

SEDESOL (1997):
Guía para la evaluación de un proyecto ejecutivo de relleno sanitario.

Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México / GTZ (*Autores: Wehenpohl, G.; Hernández Barrios, C. P.*) (2002):
Manual para la supervisión y control de rellenos sanitarios; 2° edición, Noviembre.

Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México / GTZ (*Autores: Hernández Barrios, C. P.; Wehenpohl, G.*) (2002):
Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el Estado de México; 2° edición, Noviembre.

Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México / GTZ (*Autores: Hernández Barrios, C. P.; Wehenpohl, G.; Sánchez Gómez, J.*) (2003):
Guía para el desarrollo, presentación y evaluación de proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios; Diciembre.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Agencia de Cooperación Técnica Alemana GTZ (*Autores: Wehenpohl, G.; Heredia Cantillana, P.; Hernández Barrios, C. P.; de Buen Richkarday, B. H.*) (2004):
Guía de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003; Diciembre.

UNAM División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería (1994):
Curso sobre Tratamiento y Disposición final de residuos sólidos municipales.

**- GUIA DE VERIFICACIÓN DE LA NOM-083-SEMARNAT-2003¹⁵ -
(Lista de chequeo)**

1. Datos Generales.

Estado _____
Municipio _____

Dirección _____ Col. _____ C.P. _____
Teléfono _____
Fax _____ Correo Electrónico _____

Nombre de la persona que apoyó en llenar el formulario por parte del municipio:

Cargo / puesto: _____
Dirección _____
Teléfono _____
Fax _____ correo electrónico: _____

2. Información general del actual sitio de disposición final

Nombre del lugar: _____
Coordenadas geográficas: _____

El sitio de disposición final es:

- Municipal
 Privado (rentado prestado comodato
 Concesionado

¿Cuál es la cantidad diaria que el municipio deposita en el sitio de disposición final?
_____ ton / día

¿Cuál es el área total del sitio? _____ hectáreas

¿Cuál es el área para la disposición final? _____ hectáreas

¿En que año se empezó la disposición final? _____

¿Cuál es el volumen estimado disponible? _____ m³

¿Cuál es la vida útil estimada? _____ años

¿Hay pepenadores en el sitio de disposición final (cuantos)? _____

3. Proyecto ejecutivo y Evaluación / manifestación del impacto ambiental

¿El sitio de disposición final cuenta con un proyecto ejecutivo? (6, 7, 8 y 9)

- Si; No

El sitio de disposición final ¿cuenta con una evaluación o manifestación del impacto ambiental? (10.5.5)

- Si; No

¹⁵ Los numerales entre paréntesis corresponden a las secciones indicadas dentro de la NOM-083-SEMARNAT-2003

4. Ubicación

4.1 ¿Qué tipo de residuos ingresa al sitio de disposición final? (5.1)

- Residuos sólidos urbanos (RSU)
 Residuos de manejo especial (RME)
 Residuos peligrosos
 Residuos biológico- infecciosos
 Otros, indicar _____

4.2 ¿A qué tipo corresponde el sitio? (5.2)

- Tipo A (> 100 ton/día)
 Tipo B (50 hasta 100 ton/ día)
 Tipo C (10 hasta 50 ton/día)
 Tipo D (Menor a 10 ton/día)

4.3 ¿El sitio está ubicado a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio público o aeropuerto? (6.1.1)

- Sí No

4.4 El sitio está ubicado en un área natural protegida? (6.1.2)

- Sí No

4.5 ¿Cuál es la distancia del sitio de disposición final a localidades (existentes y contempladas en el plan de desarrollo) mayores de 2,500 habitantes? (6.1.3)

Distancia _____ m

4.6 ¿El sitio de disposición final se ubicó en zona(s) de: marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas? (6.1.4)

- Sí No

En caso afirmativo, ¿de qué? _____

4.7 ¿El sitio de disposición final se ubica dentro o fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años? (6.1.5)

- dentro fuera

4.8 ¿El sitio de disposición final se ubica en una distancia inferior de 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas? (6.1.6)

- Sí No

4.9 ¿El sitio de disposición final se ubica fuera de las restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación y abandonados? (6.1.7)

- Sí; No

5. Estudios y análisis previos realizados para la selección del sitio

5.1 Describir el marco geológico regional (solo tipo A) (6.2.1)

5.2 Describir la situación hidrogeológico regional (solo tipo A) (6.2.2)

5.3 Listar los estudios realizados y describir sus resultados respecto al cumplimiento con la NOM-083 (6.3 a 6.5)

6. Características constructivas

¿El sitio de disposición final tiene alguna barrera de impermeabilización?

Tipo A hasta C, conforme el punto 7.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

Si No

Tipo D conforme el punto 8.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

Si; No

6.2 ¿Se dispone de un sistema de captación de biogás y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.2)

Si No

Breve descripción del mismo: _____

¿Se realiza la quema del biogás permanente o hay un aprovechamiento energético (transformación en energía) (Tipo A hasta C)?

Si No

Breve descripción del mismo: _____

6.3 ¿Se dispone de un sistema de captación de lixiviados y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.3)

Si No

¿Cuenta con sistema de tratamiento de lixiviados (tipo A hasta C)?

Si No

Infraestructura	Tipo				Sí	No
	A	B	C	D		
Báscula	X	X				
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X				
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X			
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	X	X	X			
Oficinas	X					
Servicio Médico y Seguridad Personal	X					

Observaciones:

9. Control y Monitoreo (para tipo A hasta C)

9.1 ¿En el sitio de disposición final se cuenta con un manual de operación conforme a la NOM-083? (7.10-a)

Sí; Parcial No

Observaciones: _____

9.2 ¿En el sitio de disposición final se cuenta con un control de registro conforme a la NOM-083? (7.10-b)

Sí; Parcial No

Observaciones: _____

9.3 ¿En el sitio de disposición final hay un informe mensual de actividades requeridas por la NOM-083? (7.10-c)

Sí; Parcial No

Observaciones: _____

9.4 ¿Existe un programa de control de impactos ambientales? (7.11)

Sí; Parcial No

Observaciones: _____

10. Clausura final (todas los tipos)

¿Las partes clausuradas en el sitio de disposición final cuentan con los requisitos indicados en el punto 9 de la NOM-083-SEMARNAT-2003?

	Si	Parcial	No
(9.1) Cobertura final			
(9.2) Conformación final			
(9.3) Mantenimiento			
(9.4) Programa de monitoreo			
(9.5) Uso final del sitio			

Observaciones: _____

11. Observaciones adicionales

Nombre, firma y fecha del levantamiento:

LISTA DE DICTAMEN PARA LOS CONTENIDOS DE LOS PLANES DE REGULARIZACIÓN CONFORME LA NOM-083-SEMARNAT-2003
(dirigido a las autoridades ambientales estatales)

1. Datos Generales

Estado _____

Municipio _____

Dirección _____ Col. _____ C.P. _____

Teléfono _____

Fax _____ Correo Electrónico _____

Nombre de la persona que apoyó en llenar el formulario por parte del municipio:

Cargo / puesto: _____

Dirección _____

Teléfono _____

Fax _____ correo electrónico: _____

2. Información general del actual sitio de disposición final

¿Se requiere información general adicional (puntos 3, 4 y 5 de la lista de chequeo)?

Si punto 3 punto 4 punto 5

No punto 3 punto 4 punto 5

Observaciones: _____

3. Características constructivas

3.1 ¿Se requiere un sistema de captación de biogás?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

3.2 ¿Se requiere un sistema de quema o aprovechamiento de biogás?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

3.3 ¿Se requiere de un sistema de captación de lixiviados?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

3.4 ¿Se requiere de un sistema de tratamiento de lixiviados? (tipo A hasta C)

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

Observaciones: _____

6. Control y Monitoreo (para tipo A hasta C)

6.1 ¿Se requiere un manual de operación conforme a la NOM-083?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

6.2 ¿Se requiere un control de registro conforme a la NOM-083?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

6.3 ¿Se requiere un informe mensual de actividades requeridas por la NOM-083?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

6.4 ¿Se requiere un programa de control de impactos ambientales?

Si No Adecuaciones

Observaciones: _____

7. Clausura final (todas los tipos)

¿Se requiere un proyecto de clausura final del sitio de disposición final conforme los requisitos indicados en el punto 9 de la NOM-083-SEMARNAT-2003?

	Si	Parcial	No
(9.1) Cobertura final			
(9.2) Conformación final			
(9.3) Mantenimiento			
(9.4) Programa de monitoreo			
(9.5) Uso final del sitio			

Observaciones: _____

8. Decisión Final

Plan de Regularización (PR) para la rehabilitación Si; No

Plan de Regularización (PR) para la clausura final Si; No

Clasificación: Sitio controlado

Clasificación: Tiradero / Basurero

9. Observaciones adicionales

Nombre, cargo, firma, lugar y fecha de la decisión:

**Producción per cápita de generación de residuos sólidos urbanos
por tipo de localidad**

Tipo de localidad	Generación (Kg / Hab / Día)
Zonas metropolitanas	1.2258
Ciudades medias	0.9032
Localidades urbanas pequeñas	0.6250
Localidades semirurales y rurales	0.3793
NACIONAL	0.8283

Fuente: SEDESOL, 2000

Definiciones

Para efectos de la guía 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 estableci-

das 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.

La *Guía para la Realización de Planes de Regularización conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003* se terminó de imprimir en Impresora _____

El tiraje consta de 3,500 ejemplares

Distribución gratuita, prohibida su venta

