



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

2do. Seminario Local para la Socialización de Instrumentos Técnicos sobre la Gestión de SDF de Residuos Sólidos

Manual de Construcción de SDF Nuevos



Maribel Chalas Guerrero
 Coordinadora Técnica de Proyectos de Residuos Sólidos
maribel.chalas@ambiente.gob.do

1. Generalidades

1/2

1.1 Marco legal

- Constitución de la República Dominicana
- Estrategia Nacional de Desarrollo
- Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (No. 64-00)
- Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos (No. 225-20)
- Ley de Planificación Urbana (Ley 6232)



Tabla de Contenido

Introducción

1. Generalidades

2. Conceptos básicos
3. Planificación del SDF
4. Diseño básico de un relleno sanitario
5. Diseño detallado del SDF
6. Instalación y construcción



1. Generalidades

2/2

1.1 Marco legal

- Ley de Planificación e Inversión Pública (Ley 498-06)
- Ley sobre el Distrito Nacional y los Municipios (Ley 176-07)
- Procedimiento de Evaluación Ambiental
- Norma para la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos No Peligrosos



1. Generalidades

1.2 Rol de las instituciones

La responsabilidad de la GIRS es compartida.

1/2

- **Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Rector de la política nacional y la regulación de la GIRS.
Dirigir, regular y controlar la aplicación de la Ley 225-20.

- **Fideicomiso para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos**

Operar y gestionar el fondo destinado a la gestión integral de residuos sólidos.



Generalidades

1.3 Importancia de una disposición controlada (según estándares establecidos)

- Acceso controlado
- Vertido de residuos en el frente de trabajo del relleno
- Cobertura de suelo diaria o al menos 3 veces por semana
- Implementación de instalaciones para ventilación de gases
- Mantenimiento de los caminos o vías internas
- Instalación de un sistema de drenaje para las aguas pluviales
- Instalación de un sistema de control de lixiviados
- Instalación de una verja perimetral y una puerta de acceso.
- Supervisión, Monitoreo y Seguimiento



Figura 2: Ilustración de los estándares a caso sólidos



1. Generalidades

1.2 Rol de las instituciones

2/2

- **Ayuntamientos y Juntas de Distritos Municipales**

Son responsables por la gestión de los residuos sólidos urbanos, de la limpieza pública y la calidad ambiental de su jurisdicción.

Establecer y aplicar, en el ámbito de su demarcación, el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos (PMGIR).

- **Liga Municipal Dominicana**

Organismo técnico asesor de los ayuntamientos y juntas de distritos municipales: Apoyo en la elaboración de los PMGIR y de la fórmula para cálculo tasas de servicio de manejo de residuos
Miembro del Fideicomiso



Tabla de Contenido

Introducción

1. Generalidades
2. **Conceptos básicos**
3. Planificación del SDF
4. Diseño básico de un relleno sanitario
5. Diseño detallado del SDF
6. Instalación y construcción



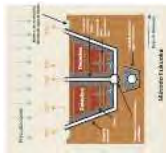
2. Conceptos básicos

2.2.1 Tipos de Rellenos sanitarios

• Relleno sanitario semi-aerobio: Método Fukuoka

Esta técnica, comparada con el método convencional anaeróbico **presenta varias ventajas:**

- (1) Mejora la calidad del agua del lixiviado;
- (2) Reduce emisiones de gases de efecto invernadero (al aumentar la cantidad de dióxido de carbono y disminuir la cantidad de metano presentes en el biogás);
- (3) Baja la cantidad de sulfuro de hidrógeno y de compuestos orgánicos volátiles generados.
- (4) Permite una temprana estabilización de los rellenos sanitarios, ya que acelera el proceso de degradación de los residuos.
- (5) Reduce costos de operación.



2. Conceptos básicos

2.1 Relleno sanitario

- Método de disposición final que consiste en **colocar, compactar y cubrir los RSU** en un sitio, mediante **técnicas de ingeniería**, con lo cual se **prevé y controlan los impactos** que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica, con el fin de **evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población**. (Art. 4, numeral 30).

- Es la **alternativa más económica**, como método de disposición final.

- Tiene ventajas y desventajas.

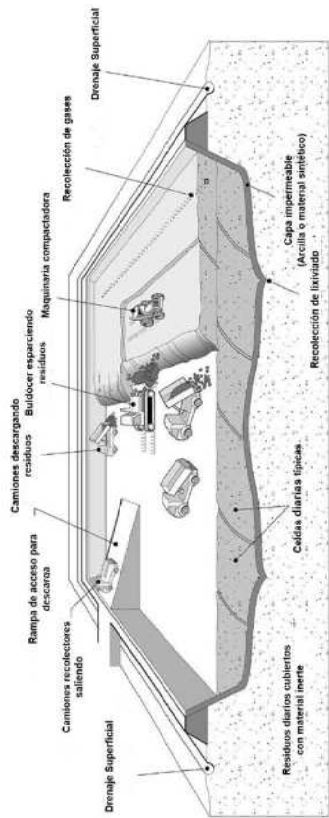


Obra de ingeniería



2. Conceptos básicos

2.1.2 Celda y celda diaria



Fuente: Tchobanoglous G., Theisen H. & Vigil S.A. (1999) Integrated Solid Waste Management. McGraw Hill International. Universidad de Sevilla Trabajo fin de grado: Generación de lixiviado en vertederos. Teresa Jiménez González. (Traducción del IET)



2.2.1 Tipos de Rellenos sanitarios

- Según el método de operación: **Manuales Vs Mecanizados**

Equipo mecanizado liviano Vs equipo mecanizado pesado.



- Método de descomposición según diseño: **semi-aerobios vs anaerobios.**

Presencia de oxígeno Vs ausencia de oxígeno.

En RD: **En general deben desarrollarse los rellenos semiaeróbicos.** Los rellenos anaeróbicos deben emplearse cuando hay recuperación del gas metano para su aprovechamiento



2. Conceptos básicos

2.1.2. Celda y celda diaria

Celda: porción de terreno con acondicionamiento previo, donde se conforman adecuadamente los residuos sólidos junto al material de cobertura, con la adecuada compactación. La celda es la **infraestructura principal de un SDF** y es el relleno sanitario proliamente dicho. En algunos países le llaman "rosa".

Celda diaria: espacio específicamente definido, dentro de la celda, en el cual se confinan, compactan y cubren los residuos durante cada día que dure la operación. Constituye la **unidad básica del relleno**.

Internamente, la celda estará compuesta por "celdas diarias".



2. Conceptos básicos

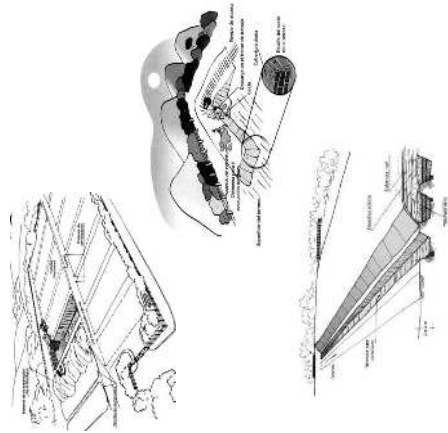
2.1.3 Métodos de Vertido

Dos métodos básicos: **trinchera y área**, con opciones de combinación de estos.

- **Método de trinchera:** Depósito de los residuos en el talud de la trinchera (pendiente 3:1), **esparcimiento y compactación** con el equipo adecuado, **cobertura con el material excavado** de la trinchera (o con material de préstamo de ser necesario), **esparciéndolo y compactándolo** sobre los residuos, hasta formar una celda diaria.

- **Método de área:** similar al de la trinchera, consiste en depositar los residuos en el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda diaria que luego se cubre con tierra. En el método de área, un aspecto muy importante es la **proximidad del lugar donde se obtendría el material de cobertura**, para no encarecer la operación,

- **Método combinado:** Conjugación de ambos métodos, cuando las condiciones hidrogeológicas, topográficas y físicas del lugar son adecuadas. **El más eficiente:** ahorro en el transporte del material de cobertura (si disponible) y aumento la vida útil.



2. Conceptos básicos

2.1.4 Qué ocurre en un relleno sanitario?

- Un relleno sanitario es un **ente vivo y dinámico**
- Se producen **reacciones biológicas, químicas y físicas**, que dan lugar a productos, en forma gaseosa y líquida, cuyos efectos sobre el medio ambiente y la salud deben ser controlados.
- **Las reacciones más significativas son biológicas**, con la participación de **microorganismos**, que descomponen la materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos, **formando gases (biogás) y eventualmente líquidos**.
- Estos gases y líquidos ejercen **presiones internas, causando desestabilización de la masa de residuos**.
- **El biogás** es fundamentalmente **dioxido de carbono y metano**. Ambos gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y, por tanto, al cambio climático.

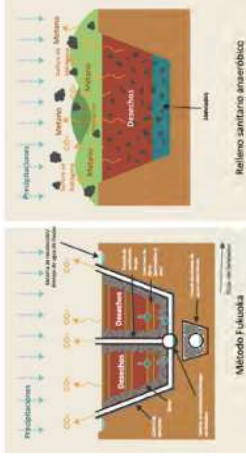


Tabla de Contenido

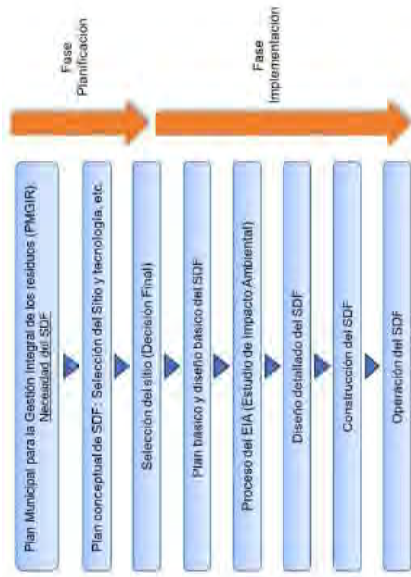
Introducción

1. Generalidades
2. Conceptos básicos
3. **Planificación del SDF**
4. Diseño básico de un relleno sanitario
5. Diseño detallado del SDF
6. Instalación y construcción



3.1 Plan de desarrollo y proceso de aprobación de un proyecto de SDF nuevo

3. Planificación de un SDF



Fuente: Código de Operación de FOGS (Banco Mundial, 2003)

Figura 8: Flujo del desarrollo de un proyecto de SDF



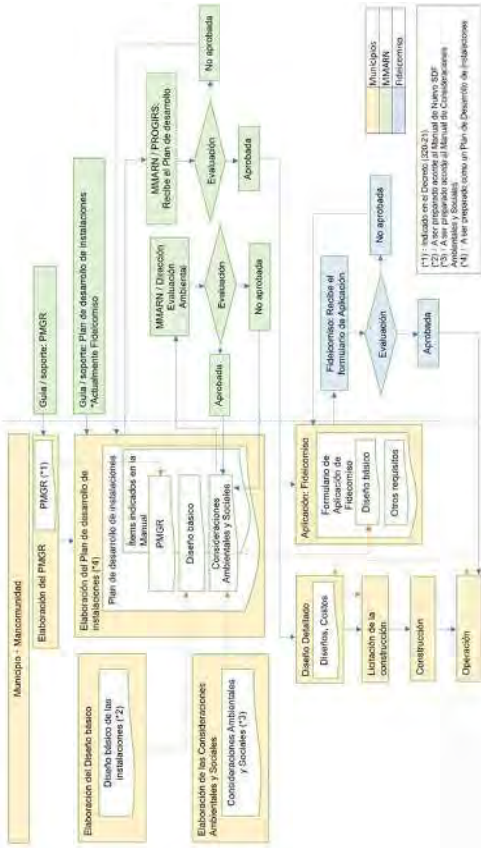
3. Planificación de un SDF

3.1 Plan de Desarrollo y proceso de aprobación de un SDF nuevo

- El municipio o la mancomunidad prepara los documentos relacionados con el plan de desarrollo del nuevo SDF y los presenta al MIMARN.
- El MIMARN evalúa estos documentos y aprueba la aplicación para una solicitud de fondos al Fideicomiso.
- El Fideicomiso evalúa y aprueba las solicitudes presentadas y paga las subvenciones.



Flujo del procedimiento de aprobación para desarrollo del nuevo SDF



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF

- Una de las acciones más complejas para poder iniciar un proyecto de disposición final de residuos
- Análisis de alternativas: Potenciales lugares de ubicación y número posible de estaciones de transferencia, considerando variables técnicas, económicas y legales.
- La disponibilidad del sitio define la viabilidad o no del proyecto.



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

1. **Preselección de terrenos: Primer escaneo**
 - **Métodos de Exploración Geológica** (búsqueda de terrenos adecuados, exploración por softwares y mapas geológicos, geomorfológicos y estratigráficos disponibles).
 - **Mapas** satelitales, temáticos, mapas topográficos provinciales
 - **Visitas** a instituciones estatales y particulares, a fin de obtener información técnica bibliográfica sobre el terreno propuesto.
 - **Datos técnicos previos de informes** profesionales particulares.
 - **Visitas técnicas de campo**, con el objetivo de verificar los datos obtenidos.



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

3. **Evaluación de los terrenos preseleccionados: Pasos**
 1. Definir los **parámetros** a utilizar para el proceso de evaluación. El parámetro debe ser cuantificable a fin de poder comparar el valor en diferentes alternativas.
 2. Definir los **valores límite o de referencia y las opciones de calificación por cada parámetro** que se utilizará en la selección. Estos valores deben guardar concordancia con lo establecido en las normas nacionales específicas y en el caso de no existir puede acudirse a referencias internacionales especializadas en el diseño o la gestión de residuos.
 3. Definir la **importancia del parámetro**. Consiste en **establecer un peso o importancia** para cada parámetro, en función de la evaluación preliminar del conjunto de los terrenos preseleccionados o alternativos, según la realidad propia de la zona.
 4. Definir el **sistema de calificación**. Para facilitar el proceso de selección del terreno más adecuado para la instalación del SDF, se puede definir una escala múltiple de calificación, que puede considerar la **evaluación de la calidad del resultado respecto al parámetro evaluado**.



3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

3. Planificación de un SDF

2. Criterios de evaluación

- Uso actual del suelo y planes urbanos.
- Distancias entre alternativas y zonas beneficiadas.
- Tamaño del terreno o superficie disponible para rellenar (ha).
- Pastos Ambientales
- Calidad del suelo (permeabilidad, compactación)
- Accesibilidad al sitio (distancia a vía de acceso (m)
- Propiedad del terreno (disposición para su adquisición)
- Barrera Sanitaria y Geológica
- Vulnerabilidad a desastres naturales
- Distancia a la población (Km)
- Distancia a fuentes de aguas superficial
- Distancia a aeropuertos (aeródromos, aeropuertos de turbina)
- Otras distancias consideradas en la normativa vigente.
- Opinión Pública

Tabla 2. Criterios para el análisis de alternativas de ubicación para un relleno sanitario de la Mancomunidad de Ayuntamientos del Gran Santo Domingo.

CATEGORÍA	CRITERIO DE SELECCIÓN	PUNTAJE (1 a 5)
AMBIENTE Factor de ponderación 50%	1. Pastos ambientales	
	2. Distancia a fuentes de aguas superficiales (m) medidas en línea	
	3. Distancia a fuentes de acostumbramiento de aguas sub-superficiales	
	4. Calidad y uso del agua	
	5. Barrera topográfica y potencial de expansión del área	
	6. Posibilidad del material de cobertura	
	7. Productividad del nivel freático (m)	
	8. Condiciones meteorológicas del sitio (principalmente prec. anual)	
	9. Firmabilidad de suelo	
	10. Dirección predominante del viento	
	11. Área natural protegida por el estado	
SOCIAL Factor de ponderación 30%	12. Vulnerabilidad a desastres (fundaciones, sismos, maremotos)	
	13. Topografía del terreno (% pendiente)	
	14. Distancia a la población	
	15. Vulnerabilidad social (aumento de congestión social, cambio en el perfil epidemiológico, asentamientos, etc.)	
ECONÓMICO Factor de ponderación 20%	16. Incremento del tránsito vehicular	
	17. Disponibilidad de la comunidad del área de influencia directa del proyecto a la adaptación del mismo	
	18. Disponibilidad de agua y uso planificado para el futuro	
	19. Accesibilidad	
	20. Propiedad del terreno y factibilidad de compra	
	21. Tamaño del terreno o superficie disponible para rellenar (ha)	
	22. Distancia a unidades de producción agropecuaria (granjas)	
	23. Distancia a infraestructura económica estratégica (aeropuerto)	

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo para los estudios sobre el SDF del MDSIC, Reporte de Estudios FOCIGIRS, 2013



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

4. Levantamiento de la situación actual del terreno: Estudios previos

1. **Determinación del derecho de propiedad y estudio topográfico** (trabajos de localización y orientación del terreno, trabajos correspondientes a la altimetría, secciones y curvas de nivel del terreno para **la determinación del relieve original del sitio a nivel de terreno natural**).
2. **Hidrología e hidrogeología:** Existencia y características de cursos de agua superficial, así como la existencia de acuíferos en la zona, profundidad, dirección de flujo, entre otras características. Si no hay estudios preliminares o datos disponibles, hay que generarlos.
3. **Estudio de la mecánica de suelo:** Se recomienda determinar 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;
- FOC: FOC, humedad y porosidad

Con estos parámetros es posible establecer el diseño del relleno, calculando altura máxima, potencial de infiltración de lixiviados, espesor de suelo de intercambio, entre otros.



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

3.2.3 Necesidad de crear consenso público

- La construcción de un SDF requiere **promover la comprensión y aceptación de la comunidad, desde la etapa de planificación.**
- **Evitar el síndrome “SPAN”** (Sí, Pero Aquí No) o NIMBY (“Not in my Back yard”) en inglés (“No en mi patio”). Muy común en todo el mundo.

- Es necesario que los municipios y los promotores entiendan que **se debe obtener el consentimiento de los residentes y/o comunidades aledañas** para la construcción y operación de un SDF



3. Planificación de un SDF

3.2 Selección de la localización del SDF: Metodología de evaluación

Evaluación de los terrenos preseleccionados: Pasos

4. Levantamiento de la situación actual del terreno: Estudios previos

4. **Climatología y meteorología.** La precipitación pluvial es clave en la formación de lixiviados y para el diseño de la operación del futuro relleno y obras complementarias. La temperatura de la zona y la dirección de los vientos son datos importantes también.

5. **Estudio del tráfico:** no es imprescindible pero sí de gran importancia, especialmente cuando se trata de SDF grandes que ameritan un flujo considerable diario de camiones.

6. Estudio de flora y fauna

7. Estudio socioeconómico de la población



Tabla de Contenido

Introducción

1. Generalidades
2. Conceptos básicos
3. Planificación del SDF
4. **Diseño básico de un relleno sanitario**
5. Diseño detallado del SDF
6. Instalación y construcción



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño básico de un relleno sanitario

Determinar:

- Vida útil: 20 años o más
- Población actual y proyectada al año de vida útil considerado
- Generación o Producción per-cápita (kg/hab-día)
- Generación total de residuos sólidos (ton/día)
- Cantidad prevista a disponer (ton)
- Disponibilidad del material de cobertura
- Método de disposición final (área, trinchera o combinado)
- Tipo de relleno (manual/mecanizado, semiaeróbico/anaeróbico)



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

4.1.1 Población actual y proyectada al año de vida útil considerado

$$Pf = Po (1+r)^t$$

Pf: Población proyectada (hab)

Po: Población año base (hab)

r = Tasa de crecimiento (%)

t = Tiempo entre Pf y Po (años)

Si no se conoce r, calcular con esta fórmula:

$$r = (Pf / Po)^{1/t} - 1$$



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

4.1.2 Generación o Producción per-cápita (kg/hab-día)

Se calcula mediante un "Estudio de caracterización": Determinación de la cantidad y la composición de los residuos sólidos urbanos para cada fuente de generación (domicilios, comercios e instituciones).

Para las viviendas:

$$GPC = \frac{\text{kg peso recolectado}}{\text{Numero de Habitantes muestreados}}$$

Para los comercios e instituciones:

$$GPCo = \frac{\text{kg peso recolectado}}{\text{Numero de Comercios muestreados}}$$

Cuando no se puede realizar un estudio de caracterización, un método menos exacto de cálculo de la GPC: **pesaje total de los camiones recolectados por día / la población servida.**



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

4.1.3 Capacidad requerida

El diseño básico de un relleno sanitario:

- **El área total requerida para el SDF:** cantidad de superficie (m2 o ha) necesaria para desarrollar el SDF en su conjunto.
- **Cálculo del área total del SDF:** área celdas + instalaciones auxiliares
- La determinación se realiza en **cuatro pasos.**



4 Diseño básico de un SDF

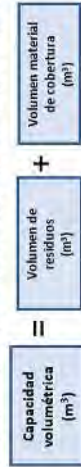
4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

3. Capacidad requerida

Paso 3: Cálculo de la capacidad volumétrica

La **capacidad volumétrica del SDF**: volumen total disponible del terreno para recibir y almacenar los residuos y el material de cobertura que conforman la(s) celda(s) o el relleno sanitario propiamente dicho.

$$\text{Capacidad Volumétrica} = \text{Volumen de residuos (m}^3\text{)} + \text{volumen de la cobertura (m}^3\text{)}$$



El volumen de la cobertura se estima como un porcentaje del volumen ocupado por los residuos depositados, un 30%.



$$V_{\text{celdas}} = 1.3 \times V_{\text{residuos}}$$

4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

3. Capacidad requerida

Paso 1: Cálculo de la cantidad (peso) de residuos generados/año

Se calcula a partir de la generación per cápita (kg/hab/día), multiplicada por el número de habitantes y luego por los 365 días del año.

Paso 2: Cálculo del volumen (m3) de residuos a depositar

Se refiere al volumen que ocuparían, en el relleno, los residuos generados por toda la población a servir.



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

3. Capacidad requerida

Paso 4: Cálculo del área total requerida para el SDF

Área total del SDF = Área de las celdas + Área de instalaciones complementarias.

(1) Área de las celdas o del relleno

A partir del volumen requerido, se puede calcular la superficie necesaria para el vertido.

$$V = \text{Área de la base (A)} \times \text{Altura (h)}$$

Despejando A, h pasa dividiendo al miembro de la izquierda, resultando:

$$A(\text{m}^2) = V(\text{m}^3) / h(\text{m})$$



Siendo:
 Vresiduos: Volumen de residuos (kg)
 GPC: Generación per cápita (kg/hab/día)
 H: Número de habitantes a servir (hab)
 N: Vida útil del relleno (años)
 D: Densidad de los residuos (kg/m³)
 365 = Número de días del año

$$V_{\text{residuos}} = GPC \times H \times 365 \times \frac{N}{D}$$

Para convertir peso a volumen, se divide por la densidad o peso específico (kg/m³ o ton/m³) que tendrán los residuos depositados en la celda.

Tabla 3: Densidad de los residuos sólidos

Residuos sólidos	Densidad
En el contenedor doméstico	105 - 210 kg/m ³
En el recolector	350 - 630 kg/m ³
Compacticación en el vertido manual	400 - 600 kg/m ³
Con maquinaria de compactación	600 - 810 kg/m ³

Fuente: Baez, "Colectores, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios". Ecuador 2002. Página 8



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

Estándares de diseño: Altura total y por nivel

- La altura de un nivel o terraza debe ser inferior o igual a 5 m.
- El número de niveles debe ser inferior o igual a 3.
- La altura total del relleno será de 15 m o menos.
- Se puede aceptar más de 15 metros, siempre que se demuestre técnicamente su estabilidad.
- Las celdas se calculan para un determinado tiempo de operación que dependerá del volumen de residuos a depositar esperado en el relleno. Se recomienda un tamaño que permita recibir los residuos generados en un año.



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

3. Capacidad requerida

Paso 4: Cálculo del área total requerida para el SDF

Área total SDF = área de celdas + área de instalaciones complementarias

Área total SDF = área de celdas + (0.4 área de celdas)

Área total SDF = 1.4 área de celdas

$$A(m^2) = V(m^3) / h(m)$$

$$V_{celdas} = 1.3 \times V_{residuos}$$

$$V_{residuos} = GPC \times H \times 365 \times \frac{N}{3}$$



4 Diseño básico de un SDF

4.1 Cálculos preliminares para el diseño de un relleno sanitario

3. Capacidad requerida

Paso 4: Cálculo del área total requerida para el SDF

Área total del SDF = Área de las celdas o relleno + Área de instalaciones complementarias.

(2) Área para las instalaciones complementarias

- El área requerida para las instalaciones complementarias se puede establecer mediante un coeficiente (%) del área ocupada por las celdas.
- **Área de instalaciones complementarias = Coeficiente (%) del área de celdas**
- Coeficiente recomendado: 40% del área de la celda (margen generoso en la etapa de diseño básico).

- Lo mejor es hacer el cálculo, considerando el mapa topográfico de cada alternativa propuesta para la construcción del SDF y la descripción precisa de las obras auxiliares específicas con que contará el sitio.



Tabla de Contenido

Introducción

1. Generalidades
2. Conceptos básicos
3. Planificación del SDF
4. Diseño básico de un relleno sanitario
5. **Diseño detallado del SDF**
6. Instalación y construcción



5. Diseño Detallado del SDF

Incluye:

- Estudios detallados de topografía, geología, hidrología e hidrogeología del terreno donde se pretende construir el relleno sanitario.

Diseño detallado de:

- Las celdas y su sistema de revestimiento e impermeabilización de la base o fondo del relleno.
- Sistema de recolección, drenaje y tratamiento de lixiviados, incluyendo obras hidráulicas de captación, conducción y almacenamiento.
- Sistema de recolección, ventilación, combustión o recuperación de gases (si hay aprovechamiento).
- Obras hidráulicas de desvío y canalización de aguas superficiales y de lluvias.
- Pozos de monitoreo de aguas subterráneas y gas (si aplica).
- La superficie final de cierre del relleno y su impermeabilización, incluyendo la capa de suelo para la plantación de la cubierta vegetal.
- Obras complementarias como cercas, casetas, talleres, caminos y otros.



5. Diseño Detallado del SDF

Otros aspectos a definir:

- Análisis y control de la estabilidad del relleno
- Monitoreo ambiental durante la operación
- Cierre y uso posterior del sitio de disposición final
- Estudio de los costos, tanto de inversión como de operación
- Análisis financiero de los ingresos y gastos (flujo de efectivo)
- Establecimiento de políticas de gestión
- Determinación de los lugares para la excavación de los materiales de cobertura.



5. Diseño Detallado del SDF

5.1 Nivel de construcción

Condiciones previas para el desarrollo de un nuevo SDF:

- Estar contemplado dentro del Plan Nacional de Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos del MIMARN.
- Ser compartido por 3 o más municipios, salvo alguna disposición especial emitida por el MIMARN, de acuerdo con lo establecido en el Art. 133 de la Ley 225-20.
- Ser un relleno mecanizado, salvo excepciones aprobadas.



5. Diseño Detallado del SDF

5.1 Nivel de construcción

- 4 niveles de desarrollo de un SDF nuevo: 1 al 4.
- El MIMARN estableció el nivel 4 para los nuevos SDF a desarrollar en RD.



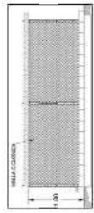
Fuente: Guía técnica para el diseño y la operación de un vertedero, JICA 2004



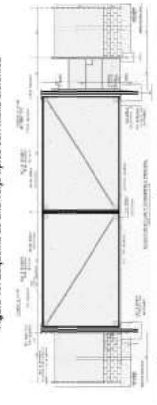
Componente	Descripción	Condiciones de instalación
Instalación para la gestión del transporte de residuos	Instalación de una oficina de gestión, basada para el manejo de los residuos, para el almacenamiento de los residuos, etc. para cerrar con un terraplén para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Muro de obra o banquete Talud	Construcción de un muro de obra o banquete Talud para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Zona de amortiguamiento	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Materiales de cobertura	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Instalaciones de ventilación de gases	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Cerco de seguridad	Con el fin de asegurar una ruta de transporte exterior y un camino de transporte hacia el interior del sitio.	a
Instalación de recolección y drenaje de aguas pluviales	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Instalación de recolección y drenaje de lixiviados	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Sistema de impermeabilización	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Cerco perimetral	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Instalación para la recolección de lixiviados	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	a
Instalación de tratamiento de lixiviados	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	b
Instalación para la recolección de lixiviados para poder repararlos y desmantelados.	Después de compactar los residuos, cubrirlos con tierra para evitar la propagación de los gases del relleno.	b

a. Instalaciones a implementar.
b. Instalaciones a ser seleccionadas e implementadas según el método de construcción y condiciones del sitio.
Fuente: Equipo de expertos de JICA.

5. Diseño Detallado del SDF



Fuente: GUÍA para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Birkela, 2012, con licencia en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios. Sanitasa L. Perú.



Fuente: GUÍA para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Birkela, 2012, con licencia en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios. Sanitasa L. Perú.

- Es necesario instalar un letrero o cartel de señalización para identificar el SDF (nombre) y debe tener el nombre del operador.
- Además, es adecuado instalar una verja biológica con árboles de gran altura y gran consumo de agua para evitar los malos olores y aumentar la posibilidad de que atrapen cierta cantidad de agua en sus raíces (y prevenir que entre al SDF).

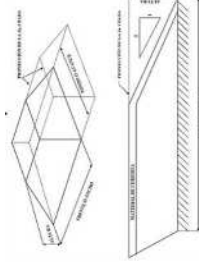
5.4 Diseño de las instalaciones principales

- 5.4.2 Instalación de puerta de acceso y verja perimetral
 - La puerta de acceso y la verja perimetral constituyen barreras físicas que impiden el libre acceso de personas ajenas al SDF.
 - La verja delimita todo el perímetro del SDF y ayuda a limitar que se lleven residuos de manera ilegal, así como a evitar la entrada de animales
 - Su altura es de aproximadamente 1,80 m sobre el suelo, y suele construirse de eslabones galvanizados sobre un muro de mampostería corto (0,20 - 0,40 m).

5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

- 5.4.3 Diseño de las celdas para depósito de los residuos
 - La celda es el relleno sanitario propiamente dicho.
 - Como infraestructura principal, el cálculo de su volumen es parte esencial del diseño de un SDF.
 - El volumen de las celdas diarias depende del área total del relleno, de la cantidad de residuos sólidos que requieren disposición, del equipo empleado y del material de cobertura.
 - Las celdas diarias se definen teóricamente como un paralelepípedo, donde los elementos básicos son altura, longitud, ancho y taludes e inclinación.
 - El diseño de la celda se fundamenta en las dimensiones de diseño de las celdas diarias.



Fuente: Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Birkela, 2012, con licencia en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios. Sanitasa L. Perú.

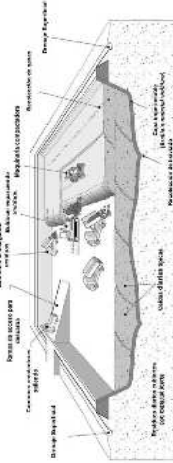
Figura 18: Elementos de una celda



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

- 5.4.3 Diseño de las celdas para depósito de los residuos
 - Por qué construir celdas? Ventajas
 - Optimiza el control de las emisiones;
 - Minimiza la producción de lixiviados;
 - Minimiza el riesgo de formación de bolsas de gas;
 - Facilita la compactación más homogénea de la masa residuos;
 - Favorece un manejo de residuos más adaptado a las condiciones de cada momento;
 - Minimiza el riesgo de incendios;
 - Agilita el inicio de la fase metanogénica;
 - Facilita el acceso y movilidad de los vehículos para descargas posteriores.



Fuente: Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Birkela, 2012, con licencia en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios. Sanitasa L. Perú.

Figura 18: Elementos de una celda

$$V = \sum (X_i) \cdot L$$

Siendo,

F= Longitud del frente de trabajo, en metros.

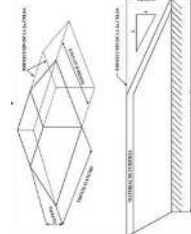
Xi= Ancho de la hoja topadora de cada una de las máquinas que se utilizarán simultáneamente, en metros



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

- 5.4.3 Diseño de las celdas para depósito de los residuos
 - Depende de la cantidad de los residuos a depositar, del espesor del material de cobertura, la estabilidad de los taludes y las especificaciones técnicas de la maquinaria empleada para la compactación de los residuos sólidos. Se recomienda una altura máxima de 5 m (por nivel), incluyendo el espesor a disponer y el material de la cubierta requerido.
 - Ancho
 - El ancho de la celda diaria o frente de trabajo se determina por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y ejecución de maniobras del equipo, tanto de compactación como de transporte.
 - Debe ser suficientemente ancho para impedir la congestión de camiones esperando para descargar.
 - Para efectos de operación, se recomienda que el ancho mínimo sea de 2 a 2,5 veces el largo de la cuchilla de la maquinaria



Fuente: Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Birkela, 2012, con licencia en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios. Sanitasa L. Perú.

Figura 18: Elementos de una celda

$$V = \sum (X_i) \cdot L$$

Siendo,

F= Longitud del frente de trabajo, en metros.

Xi= Ancho de la hoja topadora de cada una de las máquinas que se utilizarán simultáneamente, en metros



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.3 Diseño de las celdas para depósito de los residuos

Talud

- El talud de la celda es el plano inclinado en donde se apoyen los residuos y los equipos compactadores.

- Su inclinación se especifica mediante un ángulo o una relación (V:H) que indica el número de unidades que avanza en dirección vertical por cada unidad que se avanza horizontalmente o viceversa (H:V).

- Se recomienda que las celdas tengan un talud máximo de 3:1 (relación H:V), es decir, que al avanzar 3 metros horizontalmente, se suba 1 metro verticalmente. (SEDUE, 1984).

Longitud

La longitud (fondo o avance) está definida principalmente por la cantidad de residuos que llega al relleno en un día.

$$L = \frac{V}{A_c \cdot M_c}$$

- L = Largo de la celda, en metros
- V = Volumen de la celda, en metros cúbicos
- A_c = Ancho de la celda, en metros
- A_t = Altura de la celda, en metros

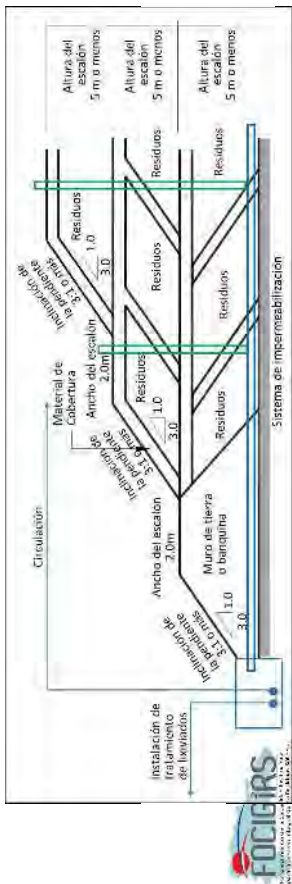


5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.4 Diseño del muro de contención o banquina

- Es una estructura formada por suelo nativo compactado que se coloca alrededor de la masa de residuos compactados para mejorar la estabilidad estructural y evitar su colapso o derrumbe.
- El diseño debe asegurar la estabilidad del conjunto:
 - La relación de la pendiente del talud debe ser de 3:1 (H:V) para garantizar la estabilidad del talud.
 - La altura máxima de muro y escalón es de 5 m.
 - Los escalones se instalan a cada 5 m de altura del SDF y su anchura es de 2 m.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.3 Diseño de las celdas para depósito de los residuos

Volumen de la celda

El volumen de la celda se determina empleando la siguiente ecuación:

$$V_c = (G \cdot D) \cdot M_c$$

V_c = Volumen de la celda diaria, en m³

G_T = Cantidad media de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario, en (kg)

D = Densidad de los residuos sólidos

M_c = Factor de material de cobertura (1.3)

Área de la celda

$$A_c = \frac{V_c}{h_c} \cdot D_c$$

A_c = Área de la celda (m²/día)

h_c = Altura de la celda (m)



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.4 Diseño del muro de contención o banquina

- Tipos de estructuras de contención: 3 tipos



Fuente: Página web de la UCA. Asociación Universitaria de Ingenieros e Ingenieras Tecnológicas. Figura 20. Principales tipos de estructuras de contención.

- Al diseñar una estructura de contención, se puede asumir que las principales cargas aplicadas serán:

- el peso de la estructura en sí;
- la presión de los residuos;
- la carga generada por las vibraciones sísmicas.



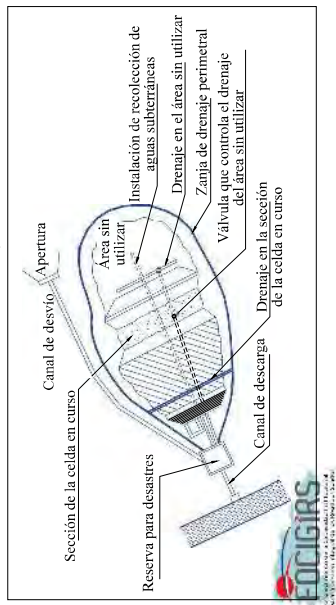
Fuente: Equipo de apoyo en ALC. Situación Urbana Base (E.U.B.), 2017. Foto 4. Proceso de instalación de un dique de terraplen para una celda.



5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4. Diseño de las instalaciones principales
 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales

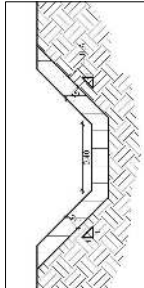
- El objetivo del sistema de recolección y drenaje de las aguas pluviales es limitar su infiltración al interior del volumen de residuos sólidos para prevenir:
 - ✓ un aumento en la generación de lixiviados;
 - ✓ la erosión del sellado o cobertura del relleno sanitario;
 - ✓ el deterioro de los caminos de acceso y otras obras de infraestructura.



Consiste en instalaciones (zanjas, generalmente) para el manejo correcto de la escorrentía del agua de lluvia.

4 tipos principales:

- ✓ zanja de drenaje perimetral
- ✓ zanja en la sección de la celda
- ✓ zanja superficial de relleno (ya clausurado)
- ✓ Zanja de desvío aguas arriba.



5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4. Diseño de las instalaciones principales
 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
 Cálculos requeridos: Determinación del caudal

Coefficiente de flujo por uso del suelo

CARACTERÍSTICAS ÁREAS CONSTRUIDAS	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Superficie asfáltica	0.70 a 0.95
Superficie de hormigón	0.75 a 0.95
Superficie metálica	0.90 a 0.95
Suelo arenoso:	
Pendientes menores que 2%	0.05 a 0.10
Pendientes entre 2 y 7%	0.10 a 0.15
Pendientes mayores que 7%	0.15 a 0.20
Suelo firme:	
Pendientes menores que 2%	0.13 a 0.17
Pendientes entre 2 y 7%	0.18 a 0.22
Pendientes mayores que 7%	0.25 a 0.35

Fuente: Reglamento para el diseño y la construcción de instalaciones sanitarias en edificios R-008, MOPC, República Dominicana 2010.



Selección del coeficiente

- Comprobar el tipo de suelo existente y adoptar el valor correspondiente.
- Determinar la pendiente media del terreno y seleccionar el valor correspondiente.

5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4. Diseño de las instalaciones principales
 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
 Cálculos requeridos: Determinación del área de captación o aporte

El caudal (volumen/tiempo) de las aguas pluviales depende de:

- ✓ la intensidad de las precipitaciones
- ✓ el área de captación
- ✓ la topografía
- ✓ el uso del suelo

a) Cálculo del flujo o caudal de diseño:

$$Q = 1/360 \times C \times I \times A \text{ (Fórmula racional)}$$

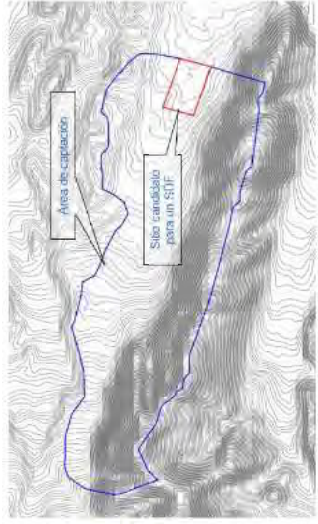
- Q = Caudal de aguas pluviales (m³/seg)
- C = Coeficiente de flujo o escurrimiento
- I = Intensidad de la lluvia (mm/h)
- A = Área de captación (Área del SDF en ha)
- 360 = Factor de conversión de horas a segundos



5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4. Diseño de las instalaciones principales
 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
 Cálculos requeridos: Determinación del área de captación o aporte

Área de captación o aporte



Fuente: Proceso de flujo de aporte de SDF con base en mapas topográficos proporcionados por IMH.

Figura 25: Ejemplo de establecimiento de un área de captación



Método de determinación del área de captación

- El área de captación se determina analizando la topografía mediante un mapa topográfico de área amplia.

5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Cálculo de la intensidad de las precipitaciones

La intensidad de las precipitaciones puede calcularse a partir de los datos históricos de precipitaciones diarias mediante la fórmula de Mononobe.

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2,3}$$

R_t = Intensidad media de las precipitaciones (mm/hr)

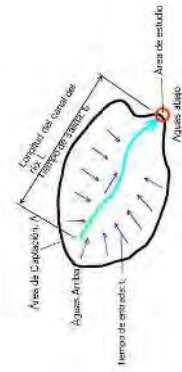
R_{24} = Precipitación diaria (mm/día)

T = Tiempo de concentración de la crecida (hr)

$$T = (t_1) + (t_2)$$

Tiempo de entrada (t₁): Es el tiempo que transcurre desde el momento que el agua de lluvia del área de captación fluye hacia un río.

Tiempo de salida (t₂): Es el tiempo que transcurre desde el momento que el agua de lluvia fluye por el cauce o lecho de un río.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4.5 Diseño de instalaciones principales
5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Cálculo de la intensidad de las precipitaciones

- **iii) Cálculo del tiempo de salida**

El tiempo de salida se calcula por:

- El **método Rziha** cuando la pendiente del cauce es superior a 1/20 (5%).

- El **método Kraven** cuando la pendiente del cauce es inferior a 1/20.

Método de Rziha

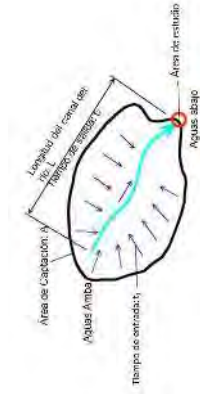
$$t_2 = L / W$$

Siendo:

t_2 = Tiempo de salida (seg)
L = Longitud del canal de río desde el extremo río arriba del área de captación hasta el punto de estudio (m)

$W = 7.2 \times V$ (V = Velocidad de propagación de la crecida (m/seg)
 $V = h / L$ (pendiente del cauce del río desde el extremo río arriba del área de captación hasta el punto de estudio)

h = Diferencia de elevación desde el extremo río arriba del área de captación hasta el punto de estudio (m)



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Cálculo de la intensidad de las precipitaciones

i) Cálculo del tiempo de concentración de la crecida (Método de Kraven)

$$T = (t_1) + (t_2)$$

ii) Cálculo del tiempo de entrada

- Si el área de captación es inferior a 2 km², consulte el cuadro siguiente.

Topografía del área de captación	Tiempo de entrada (min)
Área montañosa	30
Área de pendiente pronunciada	20
Área mejorada por alcantarillado	30

- Si el área de captación es igual o superior a 2 km², el cálculo se basa en la siguiente fórmula.

$$t_1 = \sqrt{A} / \sqrt{2 \times 30} \text{ (min)}$$

t_1 = tiempo de entrada

A = Área de captación (km²)

5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Cálculo de la intensidad de las precipitaciones

iii) Cálculo del tiempo de salida

- **Método de Kraven**

$$t_2 = L / W$$

En función **del valor del gradiente I del lecho del río**, obtener de la tabla siguiente.

I	1/100 o más	1/100 ~ 1/200	1/200 o menos
W	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

Siendo:

t_2 = Tiempo de salida (seg)

L = Longitud del canal de río desde el extremo río arriba del área de captación hasta el punto de estudio (m)

W = Velocidad de propagación de la crecida (m/s)

5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4 Diseño de las instalaciones principales
 - 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Cálculo de la intensidad de las precipitaciones

i) Cálculo del tiempo de concentración de la crecida (Método de Kraven)

$$T = (t_1) + (t_2)$$

ii) Cálculo del tiempo de entrada

- Si el área de captación es inferior a 2 km², consulte el cuadro siguiente.

Topografía del área de captación	Tiempo de entrada (min)
Área montañosa	30
Área de pendiente pronunciada	20
Área mejorada por alcantarillado	30

- Si el área de captación es igual o superior a 2 km², el cálculo se basa en la siguiente fórmula.

$$t_1 = \sqrt{A} / \sqrt{2} \times 30 \text{ (min)}$$

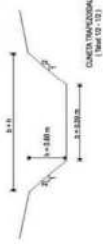
- t_1 = tiempo de entrada
- A = Área de captación (km²)



5. Diseño Detallado del SDF

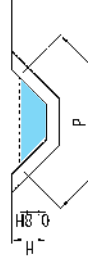
- 5.4 Diseño de las instalaciones principales
 - 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Determinación del área de la sección transversal

- El Reglamento R-019 de MOPC indica para las **cunetas trapezoidales**, la **profundidad de 0.60 metros** porque se obstruyen con menos frecuencia que las de profundidad menor.
- La pendiente longitudinal mínima será del 2%. **OJO 2/1 DE LA FIGURA QUE SIGNIFICA? ¿Esta relacionado con la pendiente?**



Fuente: R-019 MOPC
Figura 26: Modelo sección transversal para el drenaje pluvial

- En las normas japonesas, el 80% de la profundidad del canal se calcula como sección transversal de paso.



5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4 Diseño de las instalaciones principales
 - 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Determinación del área de la sección transversal

- La sección transversal de un canal de drenaje o cuneta de aguas pluviales suele ser **rectangular o trapezoidal**.
- La **forma trapezoidal es de mayor uso en los rellenos sanitarios** porque es la más fácil de construir.
- El tamaño de la sección del canal se podrá calcular usando la siguiente ecuación:

$$S = Q/V$$

- Siendo:
 - S = Área o Superficie de la sección transversal del flujo (m²)
 - Q = **Caudal de descarga** (m³/seg) **calculado por el método racional?**
 - V = Velocidad media del flujo (m/seg)

- Al determinar el área de la sección transversal, es aconsejable **diseñar con una sección transversal generosa en consideración a la acumulación de sedimentos**.



5. Diseño Detallado del SDF

- 5.4 Diseño de las instalaciones principales
 - 5.4.5 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de aguas pluviales
Cálculos requeridos: Determinación del área de la sección transversal

$$S = Q/V$$

$$V = 1/n R^{2/3} T^{1/2}$$

La velocidad media del flujo puede calcularse utilizando la ecuación de Manning:

Donde:

- S = Superficie de la sección transversal del flujo (m²)
- Q = Caudal de descarga (m³/seg)
- V = Velocidad media del flujo (m/seg)
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning
- T = Gradiente del canal
- R = Radio hidráulico (m) = S/P
- P = Perímetro mojado (m)

Tabla 7. Coeficiente de rugosidad de Manning

MATERIAL	Coficiente de Manning (n)
Concreto Liso	0.012
Concreto Rugoso	0.016
H.D.F.E	0.010
P.V.C.	0.009
Hierro Fundido	0.013

Fuente: Norma de diseño C.A.S.E.N. República Dominicana

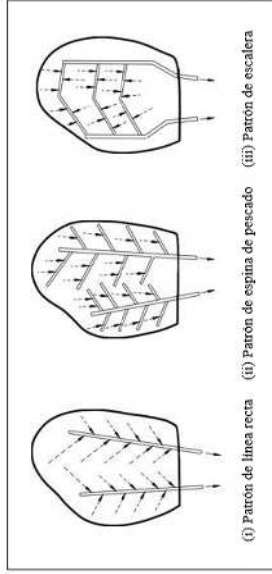
Una vez hallada el área de la sección, se deciden las dimensiones, sobre la base de las recomendaciones anteriores.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados



Fuente: Guías para la planificación, diseño y gestión de sitios de disposición final, Asociación de Gestión de Residuos del Japón, 2010.

Figura 29: Planos de disposición de la tubería inferior



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados: Normas

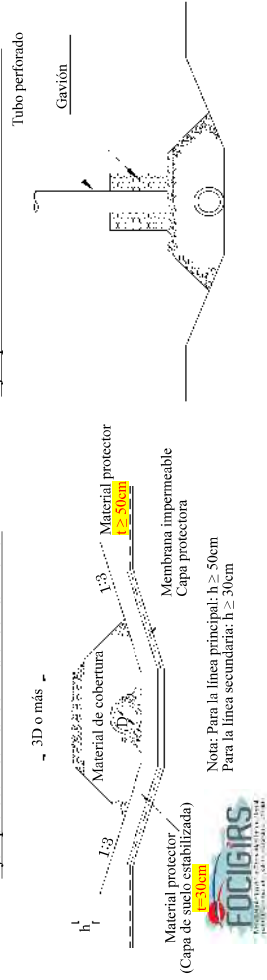
Diámetro de las tuberías

- Tubería troncal: 400 mm o más
- Tubería de derivación: 200 mm o más
- Tubería vertical: 200 mm o más
- Tubería inclinada: 200 mm o más

Intervalo de las tuberías

- Tubería de derivación: 20 m
- Tubería vertical: 40 a 50 m
- Tubería inclinada: 20 m

Ejemplo estructural de una tubería inferior

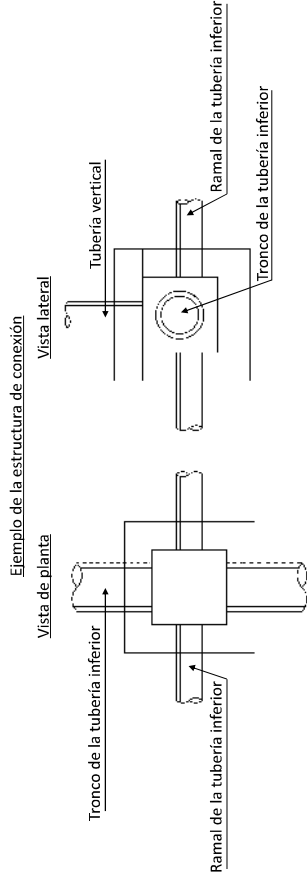


5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados: Normas

- En el método Fukuoka, es necesario **conectar físicamente la tubería inferior y la tubería vertical** mediante una cuenca de conexión o una tubería de conexión.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados: Cálculo del flujo de diseño y determinación de la sección transversal

- El **diseño** del sistema de recolección y drenaje de lixiviados se fundamenta en el **cálculo de la cantidad de lixiviado** que se espera será generada en el relleno.
- El **flujo previsto de lixiviados puede calcularse utilizando la misma ecuación racional** usada para el flujo de diseño del sistema de recolección y drenaje de las aguas pluviales, con la diferencia de que el **área de captación corresponde solo al área específica de la celda**.

a) Cálculo del flujo de diseño (Método racional):

$$Q = I \times A \times C'$$

Donde:

Q = Caudal de aguas pluviales (m³/seg)

C = Coeficiente de lixiviación (C = 1 - C)

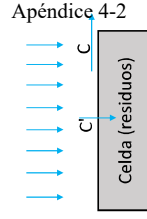
C = Coeficiente de flujo o escorrentía

I = Intensidad de la lluvia (mm/h)

A = Área de captación (ha) = Área de la celda

360 = Factor de conversión de hora a segundos

- Se considera que el **lixiviado es la cantidad de agua que se infiltra en la celda** a partir de las precipitaciones sobre la misma.
- El coeficiente de lixiviado C' se expresa mediante la ecuación $C' = 1 - C$, utilizando el coeficiente de escorrentía C.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados: Cálculo del volumen de la laguna de lixiviados

Las lagunas de lixiviados se instalan para **evitar que los lixiviados fluyan hacia fuera del SDF** y contaminen las aguas subterráneas y el medio acuático circundantes.

La capacidad de la laguna de lixiviados se calcula mediante:

$$Q = (1/1000) \times C \times I \times A \times D \text{ (Fórmula racional)}$$

Donde:

- Q = Volumen** de lixiviado (m³/día)
- C = Coeficiente** de Lixiviado= 1- C (Coeficiente de escurrimiento, ver tabla en capítulo instalaciones pluviales)
- I = Precipitación** diaria (mm/día)
- A = Área** de captación de la celda (m²)
- D = Días** de almacenamiento de lixiviado

Nota: El valor D se determina teniendo en cuenta el número de días consecutivos de precipitaciones registradas en el pasado.

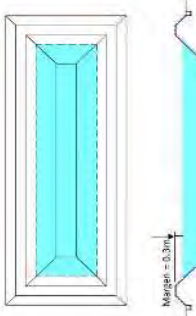


Figura 34: Imagen de una laguna de lixiviados

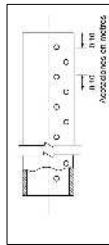
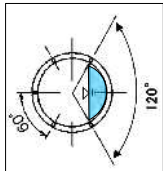
Q

5. Diseño Detallado del SDF

5.4 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados: Detalles del diseño de las tuberías

- La parte superior de la **sección transversal de la tubería debe considerarse como la sección transversal de distribución de aire y gas.**
- La sección transversal de la tubería debe determinarse de forma que el caudal objetivo previsto sea de **120 grados (1/3)** de la pared de la tubería.
- Las tuberías perforadas **deberán prepararse a tres boquillos** con ayuda de una herramienta de perforación (taladro).
- Los huecos se iniciarán a **0.10 m a partir del extremo del tubo** y estarán **espaciados longitudinalmente a 0.10 metros**, centro a centro.
- Diámetro entre **5 - 8 mm**



5. Diseño Detallado del SDF

5.4.6 Diseño de las instalaciones principales

5.4.6 Diseño de instalaciones para recolección y drenaje de lixiviados Cálculos requeridos: Determinación del área de la sección transversal

$$S = Q/V$$

La velocidad media del flujo puede calcularse utilizando la ecuación de Manning:

$$V = 1/n R^{2/3} T^{1/2}$$

- Donde:
- S = Superficie de la sección transversal del flujo (m²)
 - Q = Caudal de descarga (m³/seg)
 - V = Velocidad media del flujo (m/seg)
 - n = Coeficiente de rugosidad de Manning
 - T = Gradiente del canal
 - R = Radio hidráulico (m) = S/P
 - P = Perímetro mojado (m)

Tabla 7: Coeficiente de rugosidad de Manning

MATERIAL	Coefficiente de Manning (n)
Concreto Liso	0.012
Concreto Rugoso	0.016
H.D.P.E	0.010
P.V.C	0.009
Hierro Pulido	0.013

Fuente: Normas de diseño GAESD, República Dominicana

Una vez hallada el área de la sección, se deciden las dimensiones, sobre la base de las recomendaciones anteriores.



5. Diseño Detallado del SDF

5.4.6 Diseño del sistema de tratamiento de lixiviados

- El objetivo del sistema de tratamiento de lixiviados es evitar la contaminación de los cuerpos de agua a los que estos serían eventualmente vertidos.
- Por su parte, su función es **disminuir la concentración de los elementos y sustancias contaminantes** presentes en los lixiviados recolectados en el relleno.
- Deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:
- Selección del proceso de tratamiento de lixiviados adecuado:** Se seleccionará un proceso de tratamiento basado en la calidad del agua de los lixiviados unido con la calidad del agua de vertido, la cual está determinada por las leyes/ordenanzas y las condiciones de utilización del agua.
- Medidas contra las fluctuaciones de la calidad del agua:** seleccionar el método de tratamiento del agua tomando la calidad representativa del agua en una fase inicial del relleno.
- Medidas contra las fluctuaciones del volumen:** el volumen de lixiviados fluctúa principalmente debido a las precipitaciones, la capacidad de las instalaciones de tratamiento tiene un límite

Tabla 8: Tipo de tratamiento de lixiviados

Nivel de tratamiento	Tratamiento
Primario	Recirculación
Secundario (Biológico)	Laguna de Estabilización
Terciario	Aeróbicos
	Fisicoquímicos
	Membranas

Fuente: Adaptado por el Estado de Nueva York, 1998, y el Departamento de Recursos Ambientales y Obras de Rellenos Sólidos de Nueva York, 2001 (C. Ruckel)



5. Diseño Detallado del SDF
5.5 Diseño de las instalaciones complementarias o auxiliares
 5.5.1 Edificio de administración

- Edificio de administración;
 - Instalaciones de monitoreo ambiental;
 - Caminos de acceso y vías de mantenimiento;
 - Lavadero de vehículos
 - Otras instalaciones según sea necesario.
- ✓ El edificio de administración debe estar preparado para la gestión integral de las instalaciones y operaciones.
 - ✓ Puede constar de: oficina de administración, las salas de pruebas y análisis y, si es necesario, las salas de espera de los trabajadores, las duchas, los vestuarios, las salas de suministro de agua caliente, la cafetería, los baños y las salas de conferencia.

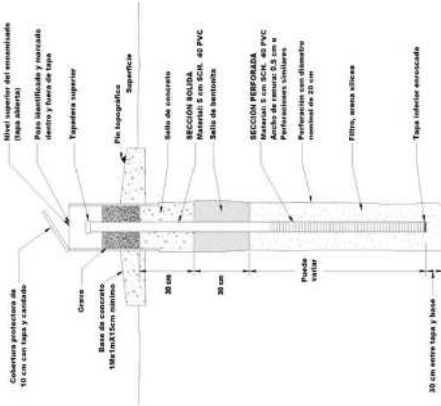


Fuente: Equipo de Asesoría de A.S.A.
 Foto 7: Edificio administrativo relleno sanitario Tarapoto, Perú



5. Diseño Detallado del SDF
5.5 Diseño de las instalaciones complementarias o auxiliares
 5.5.3 Diseño de instalaciones de monitoreo ambiental

- Los sistemas de monitoreo se utilizan para **identificar los posibles impactos del SDF** en el medio ambiente.
 - Es muy importante **proveer al SDF de la infraestructura de monitoreo** necesaria para su seguimiento durante la fase de operación.
 - El objetivo del monitoreo de las aguas subterráneas es:
 - Comprobar que el sistema de revestimiento y/o la capa de impermeabilización del relleno funcionan correctamente (no hay fugas de lixiviados).
 - Verificar el grado de propagación de las sustancias nocivas contenidas en el flujo de lixiviados hacia las aguas subterráneas.
 - Comprobar el grado de contaminación del entorno en caso de fallo del sistema de revestimiento y/o de la capa de impermeabilización.
- Se recomienda situar **tres pozos de monitoreo** de aguas subterráneas río arriba, río abajo y dentro del sitio de disposición final.
- Los pozos de monitoreo generalmente se construyen con **tubos de PVC**.
- Una **longitud común** para un filtro de pozo de monitoreo de relleno sanitario es de **3 metros**.



Fuente: Manual de Protocolo de Construcción Nuevos Rellenos Sanitarios con Revestimientos Compuestos. CCAD, 2010.
 Figura 42: Detalle de un pozo de monitoreo de aguas subterráneas común o piezómetro.

5. Diseño Detallado del SDF
5.5 Diseño de las instalaciones complementarias o auxiliares
 5.5.2 Caminos de acceso y vías de mantenimiento

- Vías que puedan utilizarse para rodear el perímetro del sitio de disposición final para patrullar e inspeccionar toda la zona;
- Vías que permitan la carga y descarga de maquinaria y materiales hacia y desde las instalaciones de tratamiento de lixiviados;
- Vías para la extinción de incendios en zonas donde se espera que estos ocurran.
- Vías para trabajos como el exterminio de plagas y animales y la pulverización de productos químicos cuando son necesarias medidas de control de olores.

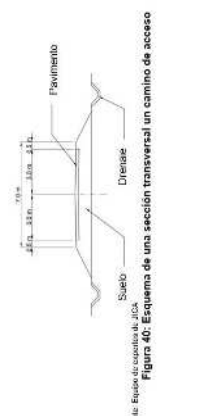
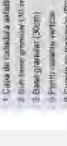


Fuente: Diseño de un plan de Manejo Integral para los residuos sólidos en la MIVUSU, Region Tarma, Cochabamba, Bolivia, 2013.



5. Diseño Detallado del SDF
5.5 Diseño de las instalaciones complementarias o auxiliares
 5.5.5 Otras consideraciones en el diseño de un SDF

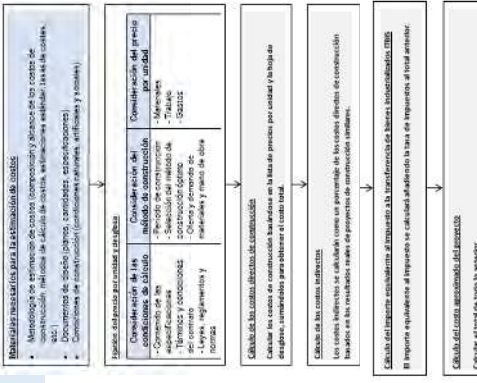
1. La zona de amortiguamiento de un SDF se refiere a una franja de distanciamiento mínimo que permita minimizar los efectos de la disposición de los residuos en la comunidad circundante.
 - Debe ubicarse alrededor de todo el SDF y se espera que tenga los siguientes efectos:
 - ✓ Que minimice la visual hacia la zona de operación del SDF;
 - ✓ Que prevenga la dispersión de residuos;
 - ✓ Que evite la propagación de malos olores hacia el entorno.
 - De conformidad con el artículo 107 del Reglamento General de Aplicación de la Ley 225-20, Decreto 320-21, la franja de amortiguamiento perimetral debe tener **al menos 15 m de ancho**.
2. Instalación y suministro de equipos para la prevención de incendios



Fuente: Equipo de Asesoría de A.S.A.
 Figura 40: Esquema de una sección transversal un camino de acceso

5. Diseño Detallado del SDF
5.5 Estimación del costo del proyecto

- El responsable a cargo del diseño deberá proveer un presupuesto de construcción y de operación para la infraestructura que haya considerado.
- Los costos operativos juegan un papel importante a la hora de definir el tipo de instalación, método y la tecnología a utilizar en cualquier obra de ingeniería.



Fuente: **GUÍA DE COSTOS PARA LA INFRAESTRUCTURA SDF PARA LA PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y OPERACIÓN DE OBRAS DE DISPOSICIÓN FINAL**. Asociación de Ciudadanos de la República del Japón, 2019.
 Figura 43: Procedimiento de estimación de costos

6. Instalación y construcción

- 6.1 Adquisición de fondos
- 6.2 Financiamiento por parte del Fideicomiso
 - 6.2.1 Solicitud de aprobación de fondos
 - 6.2.2 Desembolso
- 6.3 Financiamiento de los costos restantes
 - 6.3.1 Presupuesto municipal
 - 6.3.2 Préstamos
 - 6.3.3 Tarifa por servicio de gestión de residuos
- 6.4. Proceso de gestión de compra o adquisición

Tabla 9: Estimación de la renta media disponible de los hogares y de la capacidad de pago (2021)

Clasificación	2021 Renta mensual (a)	2021 Renta anual (b)	Impuesto sobre la renta aplicable (c)	Renta anual disponible (d) = (b) - (c)	Renta mensual disponible (e) = (d) / 12	Capacidad de pago mensual (f) = (e) * 1%
Formulas		(b) = (a) * 12		(d) = (b) - (c)	(e) = (d) / 12	(f) = (e) * 1%
Promedio Nacional	47,282	567,382	22,674	544,708	45,392	4,54
Área Urbana	50,372	604,468	28,237	576,231	48,019	4,80
Área Rural	39,382	402,988	-	402,988	33,582	3,36
Gran SD	56,287	683,804	43,118	640,722	53,394	5,34
Región Norte	44,766	537,198	38,148	519,047	43,254	4,33
Región Este	41,254	495,047	11,824	483,223	40,269	4,03
Región Sur	35,361	424,335	3,217	421,118	35,093	3,51

Fuente: **Encuesta de Hogares de la UVA**



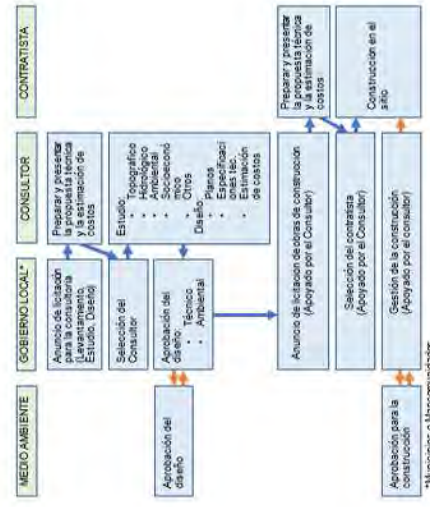
Tabla de Contenido

1. Generalidades
2. Conceptos básicos
3. Planificación del SDF
4. Diseño básico de un relleno sanitario
5. Diseño detallado del SDF
6. **Instalación y construcción**



6. Instalación y construcción

6.4 Proceso de gestión de compra o adquisición



Fuente: **Encuesta de Hogares de la UVA**
 Figura 45: Flujo del procedimiento de orden de construcción



6. Instalación y construcción

6.5 Consideraciones durante la construcción

- Durante la construcción de un SDF se deben tomar las precauciones necesarias y realizar actividades de verificación y control de la calidad del proceso constructivo.
- También se deben implementar una serie de medidas y acciones de cara al control de los impactos ambientales.

Tabla 10: Construcción general de rellenos - Puntos críticos de la inspección

	Construcción del relleno	Cuando	Frecuencia
1.0	Construcción del recubrimiento del suelo		
2.0	Construcción del recubrimiento de la geomembrana		
3.0	Construcción de la capa para la recolección de lixiviados		
4.0	Recubrimiento construido por debajo de nivel freático estacional máximo	En cada uno de los eventos de construcción	Por lo menos una vez por evento
5.0	Documentación e informes sobre la construcción del recubrimiento		
6.0	Construcción de pozos para el monitoreo de aguas subterráneas		
7.0	Construcción de sonda para el monitoreo de biogás		
8.0	Control de calidad de la construcción de tiempo completo en el sitio		

Fuente: Manual de Protocolo de Construcción Nuevos Rellenos Sanitarios con Revestimientos Compuestos (CCUQ 2010)

6. Instalación y construcción

6.5 Consideraciones durante la construcción

6.5.2 Instalación del recubrimiento con geomembrana

- La geomembrana no se debe colocar cuando existan condiciones meteorológicas indeseadas, como lluvias o vientos fuertes.
- El agua de la lluvia se debe refrigerar y alejar de la celda recubierta, mediante la construcción de canales de redireccionamiento y diques o bien al readaptar áreas que drenen hacia la celda.
- La instalación de geomembrana y el sellado no se realizará mientras esté lloviendo o si el relleno está experimentando una humedad excesiva que pueda mojar el recubrimiento.
- En todo momento debe haber una bomba para aguas pluviales para bombear el agua de la celda de desechos. Esta bomba deberá ser lo suficientemente grande para eliminar el agua drenada en el caso de tubos en un día.
- Cuando el resquebraje se debe detener y todas las juntas respaldadas con recubrimiento se deberán reducir. Esto se puede lograr con albas de suelo, resquebraje con recubrimiento de tierra, rollos de material geotéctico, bolsas de arena u otros materiales pesados que no dañen la geomembrana.
- No se debe permitir tráfico vehicular sobre la geomembrana antes de la colocación de las capas de recolección de lixiviados o bien las capas de cobertura protectoras. Los únicos vehículos que se pueden permitir sobre la geomembrana son los vehículos de presión baja sobre el suelo.
- Al personal que está trabajando en la geomembrana no se le permitirá fumar, portar zapatos que ocasionen daños o involucrarse en otras actividades que puedan dañar la geomembrana.

6.5.3 Instalación del sistema de recolección del lixiviado

- Los materiales granulados (lavados de ser necesario) se deben colocar y respaldar por medio del uso de equipos y métodos que minimicen la generación de material fino.
- Los materiales granulados no deben recibir ninguna compactación aparte de la que fuera incidental durante el proceso de colocación y esparcimiento.
- Todos los materiales de suelo que se colocan sobre una geomembrana u otros geotécticos, como parte del sistema de recolección del lixiviado se deben colocar durante la parte fresca del día y se deben esparcir en tramos a lo largo de la superficie para controlar la cantidad de agujeros y minimizar arañazos y pliegues en la geomembrana.



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

¡Muchas gracias por su atención!

Maribel Chalas Guerrero
Coordinadora Técnica de Proyectos de Residuos Sólidos
maribel.chalas@ambiente.gob.do



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

Manual

Rehabilitación y Cierre de SDF Existentes

Octubre 2023



Contenido

1. Tabla de contenido del manual
2. Objetivo
3. Generalidades
 - Marco legal
 - Definiciones básicas
4. Cierre técnico
5. Rehabilitación de un SDFE
6. Monitoreos ambientales

Tabla de contenido del Manual (1/2)

- Introducción
- 1.- GENERALIDADES
 - 1.1.- Marco legal para la disposición final en la Rep. Dom.
 - 1.2.- Rol de las instituciones en la Disposición Final en Rep. Dom.
 - 1.3.- Conceptos básicos
 - 2.- DETECCIÓN DE SDF INADECUADO PARA SU REHABILITACIÓN Y/O CIERRE (FLUJO DE DECISIÓN)
 - 3.- LINEAMIENTOS PARA EL CIERRE Y REHABILITACIÓN DE UN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
 - 3.1.- CIERRE TÉCNICO DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
 - 3.1.1.- Aspectos técnicos
 - 3.1.2.- Cierre Técnico y terminación de un SDF
 - 3.1.3.- Preparación del proyecto de cierre o clausura
 - 3.1.4.- Definición del Nivel de cierre
 - 3.1.5.- Instalaciones principales para el Cierre
 - 3.1.6.- Plan de uso de suelo luego del cierre o uso postclausura

Tabla de contenido del Manual (2/2)

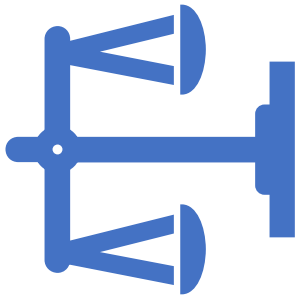
- 3.2.- REHABILITACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL EXISTENTE
 - 3.2.1.- Aspectos técnicos
 - 3.2.2.- Plan de Rehabilitación
 - 3.2.3.- Instalaciones principales para un SDF Rehabilitado
- 3.3.- MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST-CIERRE DEL SDF
 - 3.3.1.- Mantenimiento de las instalaciones principales
 - 3.3.2.- Monitoreos Ambiental
- 4.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS



Objetivo del Manual

El objetivo de este manual es proveer a la República Dominicana de una herramienta técnica aplicable para el país en materia de Cierre y Rehabilitación de SDF.





1. Generalidades/Marco legal

- ❖ La Constitución de la República Dominicana
- ❖ La Estrategia Nacional de Desarrollo (Ley 1-12)
- ❖ Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00)
- ❖ Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos (Ley 225-20)
- ❖ Ley de Planificación Urbana (Ley 6232).
- ❖ Ley de Planificación e Inversión Pública (Ley 498-06).
- ❖ Ley sobre el Distrito Nacional y los Municipios (Ley 176-07)
- ❖ Procedimiento de Evaluación Ambiental
- ❖ Norma para la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos No Peligrosos

6

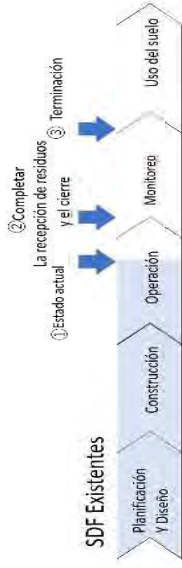


7

b).- Terminación de un SDF:

Es el estado en el que se puede prescindir del mantenimiento y operación para un SDF ya clausurado. Un SDF terminado puede ser utilizado para otros fines que no sea la disposición de residuos.

1.2.-Definiciones básicas (2/4)



- ① Estado actual, los SDF existentes que han estado en operación.
- ② Cuando los SDF existentes completan el vertido, estos se cerrarán. Luego, se llevará a cabo el "Monitoreo" hasta que se estabilicen los residuos, ya que estos aún generan gases, lixiviados, etc.
- ③ Cuando se minimizan los impactos ambientales negativos anteriores, como gases, lixiviados, etc., los SDF pasan a la fase de "Terminación". Entonces, los SDF se pueden utilizar para otros fines.

Etapas durante la Vida útil de un SDF sin rehabilitación

8

1.2.- Definiciones básicas (3/4)

c).- Rehabilitación:

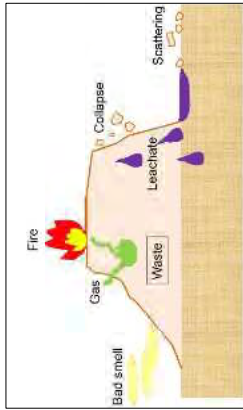
Es la acción de recuperar o restituir la capacidad de un sitio de disposición final para continuar con el confinamiento de residuos sólidos, siempre y cuando se cumpla con un mínimo de requisitos en cuanto a la capacidad volumétrica del sitio, forma de operación, mecanismos de control, protección al ambiente y a la salud pública.



9

2.2.- Problemas comunes en los SDF inadecuados

En general, en la mayoría de los SDF Existentes existen problemas como el mal olor, incendios, gases, lixiviados, el colapso de la capa de residuos y la dispersión de los mismos.



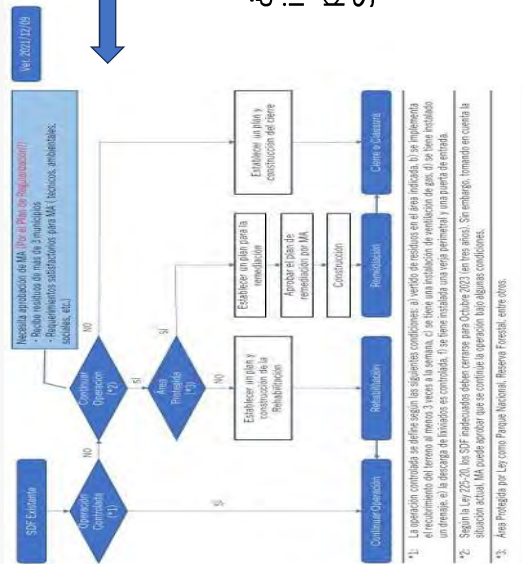
1.2.- Definiciones básicas (3/4) d).- Operación Controlada

La operación controlada es una de las condiciones bajo las cuales MEDIO AMBIENTE permite a las municipalidades y/o mancomunidades continuar con la operación:

- ✓ Vertido de residuos en la zona indicada.
- ✓ Implementación de la cobertura al menos 3 veces por semana.
- ✓ Implementación de instalaciones de ventilación de gas.
- ✓ Mantenimiento de las vías internas.
- ✓ Instalación de sistemas de drenaje de aguas pluviales.
- ✓ Instalación de un sistema de control de lixiviados.
- ✓ Instalación de una verja perimetral y puerta de acceso.



2.-Diagrama del flujo de decisión para la definición de un SDF existente



*1: La operación controlada se define según las siguientes condiciones: a) vertido de residuos en el área indicada, b) se implementa el recubrimiento del terreno al menos 3 veces a la semana, c) se tiene una instalación de ventilación de gas, d) se tiene instalado un drenaje, e) la descarga de lixiviados es controlada. f) se tiene instalada una verja perimetral y una puerta de entrada.

*2: Según la Ley 225-20, los SDF inadecuados deben cerrarse para Octubre 2023 (en tres años). Sin embargo, tomando en cuenta la situación actual, MA puede aprobar que se continúe la operación, bajo algunas condiciones.

*3: Área Privilegiada por Ley contra Fuego Nacional, Reserva Especial, entre otros.



2.1.1.- Problemas y contramedidas (1/2)

Problemas	Contramedidas
Deslizamiento de tierra/colapso	El deslizamiento y el colapso de la capa de residuos acumulados pueden ser causados por un apilamiento inadecuado y una compactación insuficiente de los residuos vertidos. La contramedida de lo anterior es hacer un talud estable con la compactación adecuada.
Contaminación del agua	La contaminación de las aguas superficiales o subterráneas puede ser causada por sistemas de recolección/control de lixiviados inadecuados o inexistentes, así como por instalaciones de gestión de la escorrentía inadecuadas. Como contramedida, se puede instalar un sistema de drenaje de escorrentía adecuado, así como una instalación correcta de cobertura de suelo y de los elementos de recolección y control de lixiviados.
Contaminación del suelo	La contaminación del suelo se debe a un sistema de recolección y control de lixiviados inadecuado o inexistente, ya que los lixiviados migran a través de los residuos alcanzando el suelo circundante. La medida para contrarrestar lo anterior es la instalación de un sistema adecuado de recolección y control de lixiviados.
Incendios	Los incendios pueden ser causados por la reacción del biogás, el oxígeno (aire) con una alta temperatura en el interior de los residuos. Una contramedida es la compactación efectiva de los residuos para reducir los huecos y limitar la entrada de aire; la cobertura diaria de los residuos y la compactación adecuada del material de cobertura.

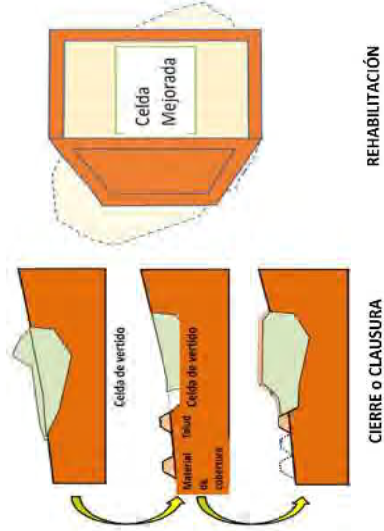


2.1.1.1.- Problemas y contramedidas (2/2)

Problemas	Contramedidas
<p>Dispersión</p> <p>La dispersión puede ser causada por daños en la cubierta superior de los residuos y debido a los fuertes vientos.</p> <p>Una medida para contrarrestar la dispersión es el mantenimiento adecuado de la cubierta superior y los diques, así como la compactación rápida y la cobertura diaria de los residuos.</p>	<p>La dispersión puede ser causada por daños en la cubierta superior de los residuos y debido a los fuertes vientos.</p> <p>Una medida para contrarrestar la dispersión es el mantenimiento adecuado de la cubierta superior y los diques, así como la compactación rápida y la cobertura diaria de los residuos.</p>
<p>Malos olores</p> <p>El mal olor puede deberse a la presencia de residuos frescos en la zona de trabajo antes de ser cubiertos.</p> <p>Una medida para combatir el mal olor es proporcionar una cobertura diaria con material terreo o equivalente sobre los residuos en la zona de trabajo y una cobertura final de tierra.</p>	<p>El mal olor puede deberse a la presencia de residuos frescos en la zona de trabajo antes de ser cubiertos.</p> <p>Una medida para combatir el mal olor es proporcionar una cobertura diaria con material terreo o equivalente sobre los residuos en la zona de trabajo y una cobertura final de tierra.</p>

3.-Lineamiento para el Cierre y Rehabilitación de un SDF (1/2)

- El **cierre**: se refiere a la actividad “esperada” para un SDF que no opera bajo los criterios mínimos.
- La **rehabilitación**: consiste en el cierre de una porción del sitio mal operado y el inicio de operaciones controladas en otra porción del mismo terreno, incluyendo la construcción de las celdas e instalaciones auxiliares, bajo los criterios mínimos para un SDF nuevo.



3.-Lineamiento para el Cierre y Rehabilitación de un SDF (2/2)

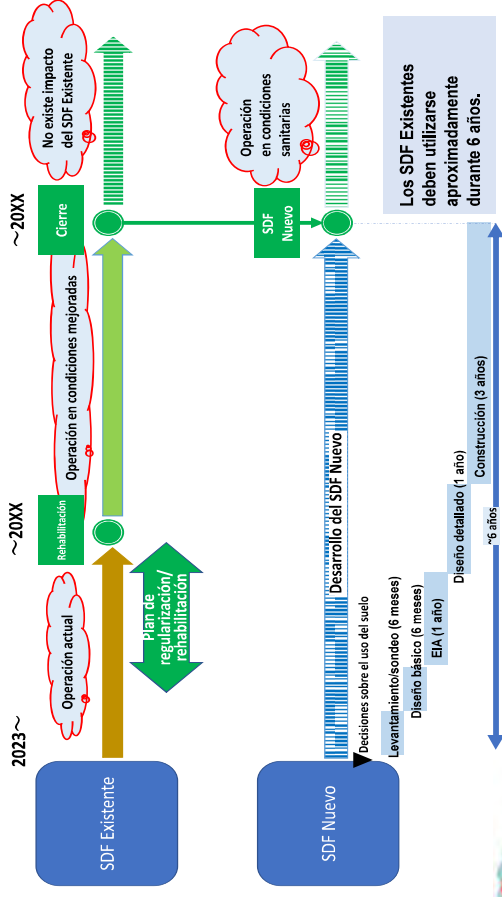


Diagrama sobre el proceso de Cierre y Rehabilitación de un SDF Existente y la Construcción del SDF Nuevo (2/2)

3.1.- CIERRE TÉCNICO DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

- El **cierre técnico**: es el proceso mediante el cual un vertedero o sitio de disposición final, ya no recibe residuos y se está preparando para el mantenimiento posterior al cierre de acuerdo a un **plan aprobado** y un **programa de construcción**. Este proceso se hace de acuerdo con los estatutos, reglamentos y leyes locales vigentes en ese momento.



3.1.1- Estudios previos ^(1/2)

Los estudios previos consideraran evaluaciones básicas en cuanto a los residuos y en cuanto al sitio



- ✓ **En cuanto a los residuos y sus derivados:**
- Análisis de generación y composición de residuos sólidos urbanos.
 - Análisis de lixiviados
 - Análisis del biogás
 - Análisis de las aguas subterráneas.



3.1.2-Cierre Técnico y terminación de un SDF

- Para llevar a cabo el cierre técnico se debe elaborar el proyecto de cierre técnico y saneamiento en el marco de un documento integral denominado “Plan de Cierre” que incluya el diagnóstico y la evaluación de impactos. El proyecto propiamente dicho, consistirá en las acciones de cierre técnico, mantenimiento y monitoreo post-cierre, su cronograma de implementación y presupuesto y los respectivos instrumentos ambientales requeridos en la normativa para tales fines.



3.1.1- Estudios previos ^(2/2)

En cuanto a las características y condiciones particulares del actual SDF



- Determinación del Derecho de propiedad
- Topografía
- Hidrología e hidrogeología
- Mecánica de suelos
- Climatología y meteorología
- Diagnóstico breve del Servicio de Limpieza del Municipio

3.1.3.- Preparación del proyecto de cierre o clausura ^(1/4)

Actividades para el diseño de la clausura son:

- Recopilación y procesamiento de resultados e informes de los estudios previos.
- 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.

• Elaboración del proyecto ejecutivo para la clausura.



3.1.3.- Preparación del proyecto de cierre o clausura ^(2/4)

- Establecimiento de alternativas de solución para los recicladores, mediante un análisis sociológico.
- Notificación a los usuarios del sitio de disposición final de la ubicación del nuevo sitio.
- 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.



3.1.3.- Preparación del proyecto de cierre o clausura ^(4/4)

Actividades para el control ambiental son:

- Instalar el espesor y características requeridas para el material de cubierta final sobre el sitio de disposición final clausurado.
- Colocación de la cubierta vegetal indicado en el proyecto de clausura.
- Construcción y/o adecuación de las instalaciones para mantenimiento y control del sitio clausurado (caseta de control, cerca perimetral).



3.1.3.- Preparación del proyecto de cierre o clausura ^(3/4)

Actividades para el control ambiental son:

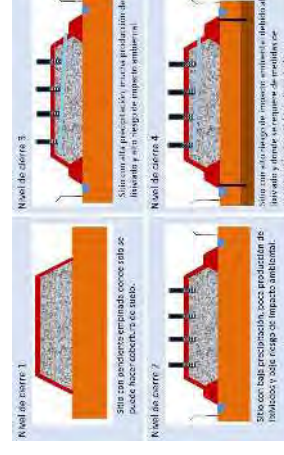
- Construcción y/o terminación de las obras de drenaje y control de escurrimientos.
- Construcción y/o continuación de uso de las obras de control de biogás y lixiviados, así como de monitoreo de aguas y biogás.
- Instalación de dispositivos para la detección de asentamientos diferenciales (hundimientos).



3.1.4.- Niveles de cierre

Hay cuatro niveles de cierre diferentes, de acuerdo con ciertos requerimientos técnicos.

El nivel de cierre es una combinación de contramedidas para cada problema que tenga el SDF Existente. La descripción para cada nivel de cierre es la siguiente:



Medidas	Nivel de cierre			
	C1	C2	C3	C4
Cobertura del suelo	++	+++	+++	+++
Drenaje de aguas pluviales	+	++	+++	+++
Almacenamiento seguro	+	++	+++	+++
Ventilación de gases		++	+++	+++
Lixiviados		+	+++	+++
Aguas subterráneas			++	+++
Estabilización temprana		+	+++	+++
Medidas post-cierre		+	+++	+++
Monitoreo	+	++	+++	+++
Sistema del vertedero				Sistema semi-aeróbico

Este manual recomienda un nivel de cierre 2 como requerimiento mínimo. También se recomienda un nivel de cierre 3 para un SDF con condiciones especiales. 25

3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre (1/7)

1.- Cobertura de suelo final:

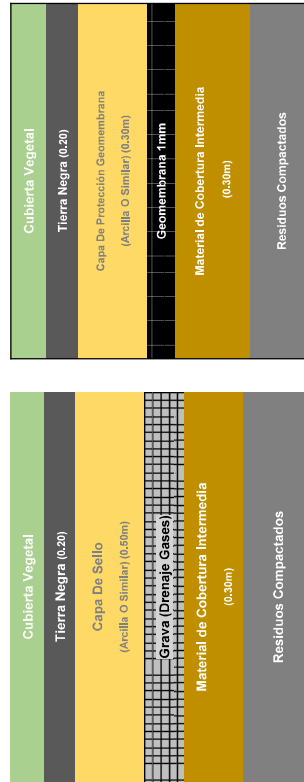
- El propósito de la cubierta final en un SDF es aislar a los residuos cercanos a la superficie del ambiente, para minimizar la migración de líquidos en las celdas y controlar el venteo del gas generado.
- Una buena cobertura reducirá la generación de lixiviados, minimizará la difusión de olores y además mejorará el paisaje.
- la cobertura de suelo final debe cumplir con las siguientes especificaciones:
 - Coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-6}
 - Hasta un 10% de tierra fina;
 - Hasta el 90 - 100% de arena o grava;
 - Que se pueda compactar fácilmente;
 - Porosidad del 25 al 50%;
 - Que provenga de un lugar ubicado a una distancia razonable del SDF.

26



3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre (2/7)

proceso de instalación de la cobertura final y su función



Capa cobertura final sin chimeneas

Capa cobertura final con chimeneas

27

3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre (3/7)

2.- Estabilización física del SDF e Instalación de un Dique o Banquina

Dique o banquina: es una estructura formada por suelo nativo compactado. Se coloca alrededor de una gran capa de residuos para mejorar la estabilidad estructural y contención de la celda de vertido.

La forma de la(s) celda(s) a cerrar dependerá(n) de la topografía del terreno previsto para ese uso.

Los taludes de la celda, se deben conformar de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad a la masa de residuos.

El material excavado durante la preparación de las terrazas se puede utilizar después como material de cobertura.

Las terrazas deben tener una pendiente del 2% hacia los taludes interiores para conducir las aguas de lixiviado a los drenajes, y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso

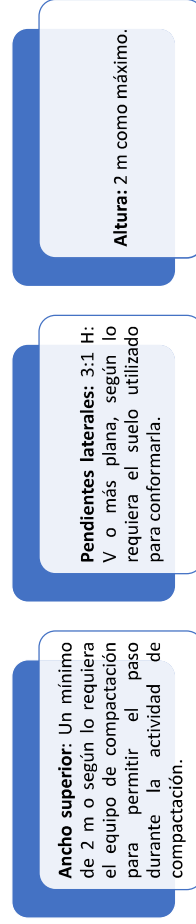
28



3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre (4/7)

2.- Estabilización física del SDF e Instalación de un Dique o Banquina

Las dimensiones deben ser las siguientes:



29

3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre ^(5/7)

3.- Instalaciones para la ventilación de gases

Los sistemas típicos para controlar el gas incluyen: pozos de extracción y combustión del gas de forma individual o pozos de captación con tuberías de recogida y transmisión a instalaciones de antorchas para la quema de gases o, en rellenos muy grandes, a las facilidades para la recuperación energética.

Las instalaciones mínimas consisten en tubos perforados instalados con ayuda de piedras y otras herramientas sencillas para la liberación de estos al aire



3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre ^(6/7)

4.- Instalaciones para recolección, conducción y tratamiento de lixiviado

Estas instalaciones consisten en la disposición y colocación de tuberías perforadas para recolectar y tratar los lixiviados.

La captación de lixiviados generados por las celdas ya cerradas, se realizará a pie de talud, mediante la construcción y diseño de zanjas.

5.- Instalaciones para el drenaje de las aguas pluviales

Un sistema de drenaje consiste en las instalaciones (zanjas, generalmente) para un correcto manejo de la escorrentía del agua de lluvia. Se instala alrededor de las vías de mantenimiento y de la masa de residuos para reducir la generación de lixiviados

Las dimensiones de las zanjas deben ajustarse a los cálculos hidráulicos, con un ancho mínimo del fondo de 0,40 m para facilitar la construcción. El grado de pendiente de los canales internos por lo general debe tener una pendiente mínima

3.1.5.- Instalaciones principales para el cierre ^(7/7)

6.-Vías de mantenimiento

Se instala por lo general alrededor de la masa de residuos, y en algunos casos encima debido a la falta de espacio, para mejorar el acceso para el mantenimiento.

7.- Instalación de una verja perimetral o estructura adecuada para limitar el acceso.

Se instala a lo largo del límite del sitio para impedir el paso de personas ajenas al mismo.

8.- Instalación de un letrero o cartel de señalización

Los carteles de señalización son dispositivos de información que se instalan cerca de las entradas y otros lugares en los que es probable que la gente se detenga y que permiten saber que el lugar en cuestión es un SDF en proceso de cierre.

3.2.- Rehabilitación de un SDF ^(1/2)

- A diferencia del cierre, la rehabilitación implicará la planificación e implementación de un plan de operaciones del sitio, incluyendo la divulgación de dicho plan y la interacción con la comunidad para que la nueva realidad de un SDF bien operado pueda ser entendida y no sea rechazada.

Objetivo del Plan de Rehabilitación:

- ✓ Reducir los impactos ambientales
- ✓ Verificar la capacidad remanente para verter los residuos en ese SDF

3.2.- Rehabilitación de un SDFE ^(2/2)

Antes de proceder con el diseño del plan de rehabilitación, se deberán considerar:

- Políticas o normativa a aplicar.
- Estudio de las contramedidas a aplicar (ver Figura 26)
- Planificación financiera para garantizar la sostenibilidad de la operación, incluyendo posibles fuentes de financiamiento, presupuesto de ejecución y operación.

3.2.1.-Aspectos técnicos para la rehabilitación de un SDFE

- Se toman en cuenta los mismos estudios que se realizan para el Cierre. Las primeras acciones tienen que ver con la construcción de las estructuras de control indicadas.

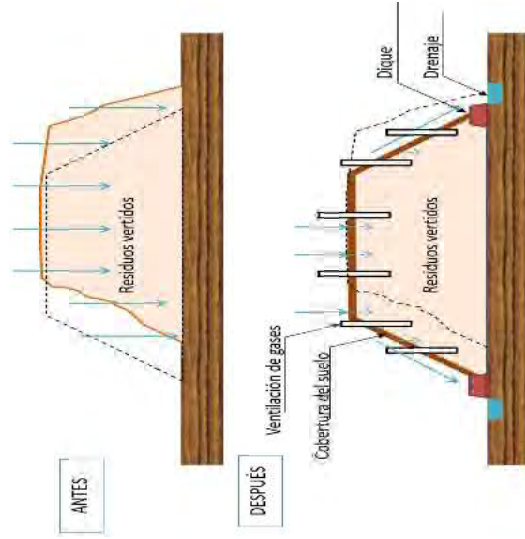
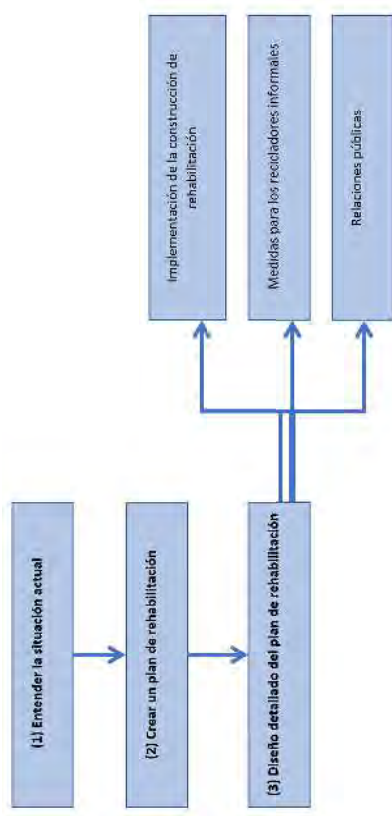


Ilustración del plan de rehabilitación de un SDFE

Proceso de planificación para la Rehabilitación del SDF



3.2.3.- Instalaciones principales para un SDF Rehabilitado

Las instalaciones principales para la rehabilitación serán la nueva celda más las mismas consideradas para el cierre. Adicionalmente, dependiendo las condiciones particulares del SDF a rehabilitar y la vida útil que se haya estimado, puede considerarse la instalación de una báscula tipo puente o balanza camionera para controlar el peso de los residuos que ingresan a las instalaciones.

3.2.3.1.-Niveles de construcción:

Se decidió un desarrollo de nivel 4 para los SDF nuevos, y en el caso de los SDF rehabilitados, el MIMARN podrá decidir entre los niveles 2, 3 y 4 según las características específicas de cada SDF.

3.3.1.- Mantenimiento de las Instalaciones principales

- ✓ Mantenimiento de la cobertura final
- ✓ Mantenimiento de la obra de drenaje
- ✓ Mantenimiento de la tubería de venteo de gases
- ✓ Mantenimiento de los caminos internos
- ✓ Mantenimiento de la verja perimetral
- ✓ Inspección de los asentamientos y deslizamientos

3.3.1.-Monitoreos ambientales

✓ Monitoreos de las aguas superficiales:

Se recomienda realizar análisis de las aguas superficiales a pesar del costo, en los siguientes casos:

- Cuando el SDF está en un área protegida. Cabe destacar que en la República Dominicana está prohibida la instalación de SDF en áreas protegidas.
- Cuando las aguas tratadas se descargan en un medio muy susceptible (río con muy poco caudal, río habitado por especies acuáticas endémicas, ecosistemas acuáticos susceptibles, etc.).
- Cuando el medio receptor central sirve para el suministro de agua potable o para el riego.

3.3.1.- Mantenimiento de las Instalaciones principales

- ✓ Monitoreos de las aguas subterráneas:
 - El objetivo del monitoreo de las aguas subterráneas es:
 - Comprobar que el sistema de revestimiento y/o la capa de impermeabilización de la celda funciona correctamente (no hay fugas de lixiviados).
 - Verificar el grado de propagación de las sustancias nocivas contenidas en el flujo de lixiviados hacia las aguas subterráneas.
 - Comprobar el grado de contaminación del entorno en caso de fallo del sistema de revestimiento y/o de la capa de impermeabilización

3.3.1.-Monitoreos ambientales

✓ Monitoreos del aire:

En el caso de una rehabilitación, durante el transporte de los residuos al SDF, en caminos no pavimentados, se tomarán las medidas necesarias para minimizar la generación de polvo y los impactos negativos derivados de las poblaciones cercanas.

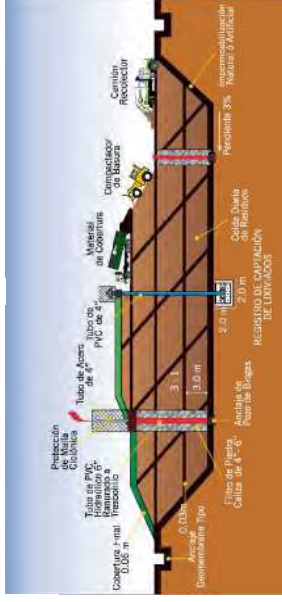
✓ Monitoreos de los gases:

Al menos en los vertederos medianos y grandes, en el momento que se decide el cierre, se debe considerar un monitoreo de los gases para conocer la composición del biogás (CH₄, CO₂, O₂, N₂) y el nivel de explosividad.

Introducción

Son varios los elementos que deben estar presentes para garantizar que la operación de un SDF sea efectiva, dentro de los cuales se incluyen: control de acceso, vertido de residuos en el frente de trabajo, previamente establecido, cobertura de suelo diaria o al menos 3 veces por semana, instalaciones para ventilación de gases, vías internas, sistema de drenaje para las aguas pluviales, sistema de control de lixiviados y verja perimetral.

El cumplimiento de lo anterior, evitaría que un relleno sanitario llegara a convertirse en un vertedero a cielo abierto, pero sobre todas las cosas, permitiría reducir las posibilidades de que se produzcan impactos ambientales mayores a los esperados en instalaciones de este tipo. A continuación, se muestran los 4 aspectos fundamentales de este manual:



Introducción

El cumplimiento de lo anterior, evitaría que un relleno sanitario llegara a convertirse en un vertedero a cielo abierto, pero sobre todas las cosas, permitiría reducir las posibilidades de que se produzcan impactos ambientales mayores a los esperados en instalaciones de este tipo. A continuación, se muestran los 4 aspectos fundamentales de este manual:



Muchas Gracias



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

MANUAL DE OPERACIÓN SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Octubre 2023

Presentado por:

Elvin López y Camilo Tapia
Especialistas en Residuos Sólidos, LMD.



1. LINEAMIENTOS PARA LA OPERACIÓN DE UN SDF

El procedimiento de operación para un SDF puede variar, dependiendo de diferentes factores:

- Tipo de relleno
- Clima
- Residuos depositados
- Tipos de residuos por recibir

Sin embargo, se pueden establecer ciertas actividades que son muy similares para todos los SDF, como una guía para quienes deben encargarse de su adecuado funcionamiento, como es el Plan de Operación (PO).



1.2 Recursos Humanos para la Operación

La cantidad y cualificación del personal requerido para el funcionamiento de un SDF depende de múltiples factores, entre los cuales podemos resaltar:

- Tamaño (superficie) del SDF
- Cantidad diaria de residuos depositados
- Disponibilidad de material de cobertura
- Legislación ambiental vigente
- Días laborables y duración de la jornada laboral



1.1 Plan de Operación SDF

El PO deberá contener como mínimo instrucciones sobre los siguientes aspectos:

1. Manejo de los residuos durante la recepción y colocación en el frente
2. Dirección de flujo del tráfico
3. Excavación, transporte y colocación del material de cobertura;
4. Inspección diaria del sitio y mantenimiento
5. Registro rutinario de la cantidad de residuos que ingresa en los vehículos recolectores



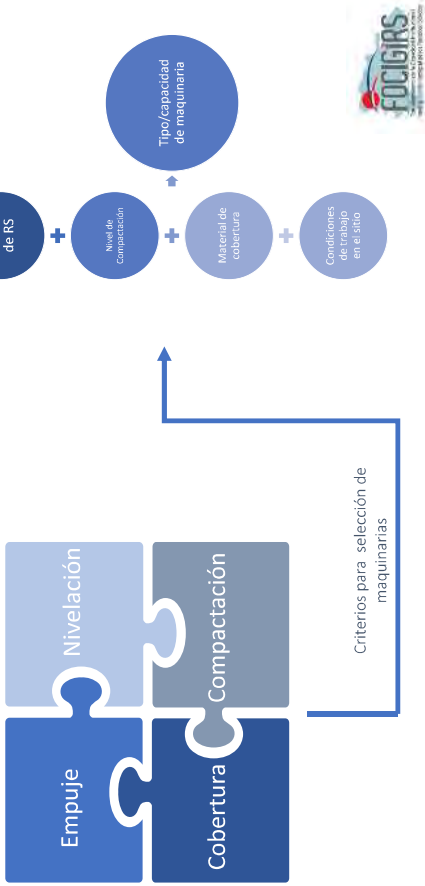
1.3 Recursos Humanos para la Operación

La siguiente tabla presenta los requerimientos de personal, en cantidad y calificación, así como la tarea principal, según el tipo de SDF:

Posición	Tarea	SDF mecanizado grande		SDF mecanizado pequeño-mediano		SDF Manual
		Más 40 tons/día	16 a 40 tons/día	0.5 - 1	Menos de 15 tons/día	
Gerente (1)	Gestionar las operaciones del vertedero	1	1	0	0	0
Subgerente	Asistencia al gerente en el funcionamiento del SDF	1	1	0	0	0
Técnico de laboratorio	Toma de muestras y procesamiento para los análisis de laboratorio	2	2	1	1	0
Responsable de la balanza	Registro y control del peso de los camiones	3	3	1-2	1-2	0
Conductor del tractor compactador	Conducir el equipo compactador	2-3	2-3	1-2	1-2	0
Conductor de equipos pesados	Conducir camiones u otros equipos pesados según sea necesario	1	1	0	0	0
Técnico en reparación de vehículos	Mantenimiento y reparación de vehículos.	1	1	1	1	0
Trabajador de reparación de vehículos	Mantenimiento y reparación de vehículos.	3-6	3-6	2-3	2-3	2-8
Trabajador del SDF	Construcción de chimeneas Mantenimiento de las instalaciones de drenaje Mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados	2	2	1	1	1
Guardia de seguridad	Presencia continua en el sitio Prohibir la entrada a personas no autorizadas Prohibir y controlar la entrada de animales Registrar en la báscula puente Guiar los camiones a la zona de vertido	1	1	1	1	1

1.4 Equipamiento para la operación

Funciones básicas de los equipos en un SDF:



1.4.1 Equipos recomendados

Excavadora

Función:

Excavar el suelo y preparar el acceso a los vehículos de transporte, así como aplicar cobertura diaria o primaria a los residuos sólidos (como el método de trinchera). Este equipo también se puede utilizar bajo ciertas premisas en el movimiento de tierras.



1.4 Equipamiento para la operación

A manera detallada, las funciones del equipamiento se enfocarán en la ejecución de las siguientes tareas:

1. Preparación del sitio
2. Manejo diario de residuos en el frente (área de tiro), que incluye traslado y compactación
3. Excavación, transporte e instalación de material de cobertura diaria.
4. Instalación y compactación de un material de cobertura final
5. Actividades de mantenimiento del sitio.

1.4.1 Equipos recomendados

Retroexcavadora

Función:

Excavar material de cobertura, además de empujar y cargar material/residuos.



1.4.1 Equipos recomendados

Cargador Frontal

Función:

Cargar material. Su distancia óptima para el transporte de materiales no debe exceder los 30 metros.



1.4.1 Equipos recomendados

Camión Volteo

Función:

Su función es transportar el material de cobertura y transportar materiales de un lado a otro del SDF.

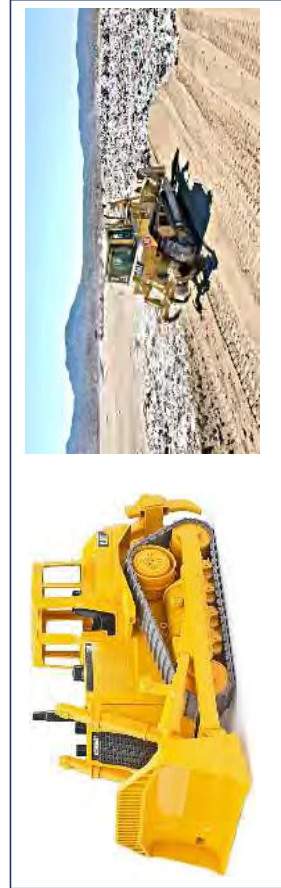


1.4.1 Equipos recomendados

Bulldozer (Tractor de oruga)

Función:

Esparcir y compactar los residuos sólidos y del material de cobertura.

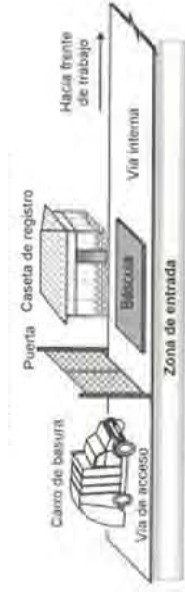


1.5 Operaciones Básicas del SDF

Como se ha explicado anteriormente, la gestión adecuada de un SDF es una actividad muy compleja, ya que, si bien la operación fundamental consistirá en recibir y disponer adecuadamente los residuos, hay actividades complementarias requeridas para garantizar la correcta operación y limitar los impactos ambientales. A continuación, se detallan las operaciones principales objeto de un SDF:

1.5.1 Control de acceso, registro y pesaje:

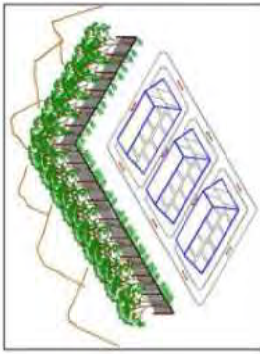
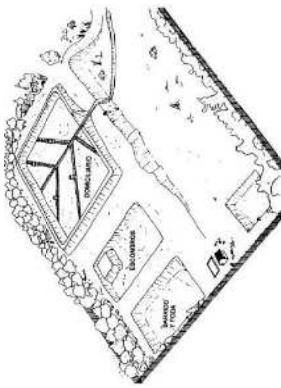
La caseta de control y el área de pesaje representan la primera fase de las operaciones del SDF. Para garantizar el control de acceso, el sitio estará debidamente cercado en su perímetro, con control de entrada y salida. También se identificará debidamente con un cartel/letrero, en el que se indique el horario y tipos de residuos aceptados.



1.5 Operaciones Básicas del SDF

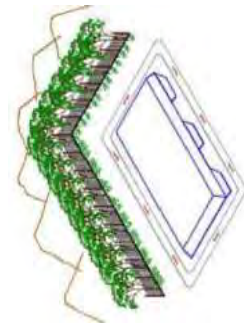
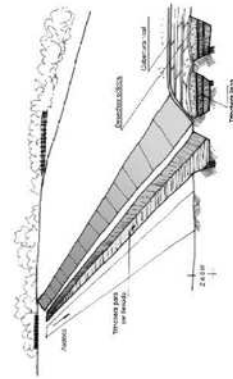
Método de área

Este método puede utilizarse en cualquier tipo de terreno disponible, como minas o canteras abandonadas, cañones, terrenos planos, depresiones y zanjas contaminadas. Un aspecto muy importante es la proximidad del lugar donde se obtendría el material de cobertura, para no encarecer la operación.



1.5 Operaciones Básicas del SDF

En algunos casos, cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del lugar elegido para instalar el relleno son adecuadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, dando cabida a lo que se conoce como Método Combinado



1.6 Esparcimiento y compactación de los residuos

La descarga de los residuos deberá realizarse a poca distancia de la celda diaria, siempre evitando que los vehículos recolectores y de transferencia interfieran con las actividades de la maquinaria pesada. Una vez descargados, los residuos se transportan al frente de trabajo en funcionamiento. Los pasos para la operación se describen a continuación:

- Descargar los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo.
- Usar estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad. Se recomienda una altura máxima de 5m, pendiente mínima de un 2% y un talud de 3:1. En todo caso la altura y avance de la celda diaria será especificada por el encargado del SDF.
- La celda diaria deberá ser el adecuado para que la maquinaria funcione y manibre cómodamente; como mínimo, se deberá adoptar un ancho igual al doble del ancho de la cuchilla u hoja topadora del compactador más 2m, debiendo ser especificado.
- Esparcir los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de 0.30 a 0.60 m de espesor.
- Compactar los residuos sólidos con entre 3 y 5 pasadas sobre el talud, según el equipo disponible.
- Una vez compactados los residuos del día, se descarga sobre los mismos el material para la cobertura diaria.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 15 cm .



1.6 Esparcimiento y compactación de los residuos

- Compactar los residuos sólidos con entre 3 y 5 pasadas sobre el talud, según el equipo disponible.
- Una vez compactados los residuos del día, se descarga sobre los mismos el material para la cobertura diaria.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 15 cm .

Nota: Dependiendo del método de operación elegido y la cantidad de residuos que ingresan diariamente al SDF, dentro de la celda se designan espacios de trabajo más reducidos para la operación diaria. Cada uno de estos espacios conforma una "celda diaria". Se recomienda considerar las celdas diarias dependiendo la cantidad de residuos que se reciben diariamente, la densidad de los residuos compactados y el grosor de la capa deseada, esto facilitará la compactación disminuyendo el número de horas que un equipo requerirá para lograr el nivel deseado

1.6 Esparcimiento y compactación de los residuos

Calculo del área de una tira (celda) diaria por una cantidad de 30 Ton / día, cuya densidad una vez compactada será de 700 kg / m³, con un grosor de 30 cm.

Densidad = Peso / volumen

Donde:
 $\text{Volumen} = \text{Peso} / \text{densidad} = 30.000 \text{ kg} / 500 \text{ kg} / \text{m}^3$
 Volumen = 60 m³

Volumen = Área x altura

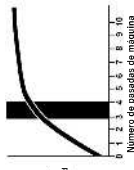
Donde:
 $\text{Área} = \text{Volumen} / \text{Altura} = 60 \text{ m}^3 / 0.3 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$

**** La compactación podría considerarse como el aspecto clave en el funcionamiento de un SDF. Compactar es simplemente aumentar la densidad de los residuos depositados, es decir, tener más, en menos volumen.**



1.6 Esparcimiento y compactación de los residuos

Es preferible colocar capas delgadas de residuos, ya que se compactan más fácilmente. Si un equipo de compactación se utiliza correctamente, el espesor ideal es de entre 30 y 60 cm. En el caso de las excavadoras, la mejor compactación (0,81 t/m³) se consigue si los residuos se colocan en capas finas con un grosor inferior a 30 cm.



Cuando se utiliza un equipo de compactación como tal, debe pasar sobre el residuo al menos 3 o 4 veces para lograr una compactación adecuada, como se puede ver en la Figura XX. Por otro lado, a partir de cuatro (4), el aumento de la densidad no es significativo, como se puede observar.



1.6 Esparcimiento y compactación de los residuos

Beneficios de la compactación:

- Optimiza el uso de SDF al permitir que se coloquen más residuos en menos espacio
- Prolonga la vida útil del SDF al aumentar el volumen que se puede recibir
- Si los residuos se compactan, se requiere menos tierra para cubrir diariamente
- Previene las madrigueras de roedores
- Evita fugas de lixiviados de las laderas



1.7 Instalación del Dique o banquina

Un dique o banquina es una estructura formada por suelo nativo compactado. Se coloca alrededor de una gran capa de residuos para mejorar la estabilidad estructural y contención de la celda de vertido. Es una actividad que durante la operación se realizará para las nuevas celdas. Los detalles de su diseño se presentan en el Manual para desarrollo de SDF nuevos..



2. Instalación del revestimiento e impermeabilización para nuevas celdas



- Suelo compactado con 90% a la prueba de Proctor modificado; material preferiblemente arcilloso.
- Geomembrana de espesor mínimo de 1.5mm.
- Geotextil de material apto para operaciones con residuos.
- Capa protectora (Suelo de protección) de 0.50m luego de compactada, que servirá de protección para la geomembrana y como capa de rodadura para la operación de los equipos.



3. MATENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Gestión y control de las aguas pluviales



El sistema de drenaje consiste en las instalaciones (zanjas, generalmente) para la gestión adecuada de la escorrentía de aguas pluviales. Se instala alrededor de las carreteras de mantenimiento y los vertederos para reducir la cantidad de generación de lixiviados.

Las obras de drenaje como zanjas, alcantarillas y tuberías colectoras, deben inspeccionarse y limpiarse con frecuencia para evitar obstrucciones en el caso de un evento de lluvia que podría producir obstrucción y, por lo tanto, incapacidad de transportar la escorrentía.



3. MATENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las funciones de soporte durante la fase de operación del SDF incluyen, además del mantenimiento de la infraestructura interna y externa, una serie de actividades preventivas que garanticen la operatividad del sitio a corto, mediano y largo plazo. Entre las principales debemos citar:



Gestión y control del biogás

Se pueden utilizar varios tipos de sistemas para controlar las emisiones y la migración de biogás (sistemas activos y pasivos), dependiendo de la cantidad que se genere. Dicho control podrá consistir en:

- Su ventilación a la atmósfera
- Combustión en quemadores
- La recuperación como fuente alternativa de energía

Tratamiento de lixiviados

El costo de prevenir la generación de lixiviados es menor que el costo de tratar los lixiviados. Para evitar / minimizar la infiltración de agua de lluvia en la masa residual y convertirse en lixiviado, se pueden aplicar las siguientes medidas:

- Mejorar los controles de escorrentía de agua en áreas alrededor del frente de trabajo.
- Mantener la cubierta intermedia y final en óptimas condiciones
- Mantener la cubierta vegetal (celda terminada)
- Reparar la erosión



3. MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Prevencción de incendios

Los incendios generan problemas de seguridad, reducen la calidad del aire (salud), causan molestias y daños a la propiedad. En los SDF, los incendios pueden ser difíciles de localizar porque a veces se generan dentro de las celdas y el humo toma la ruta que le permite salir más fácilmente y no necesariamente a la superficie directa sobre su ubicación.

La presencia en el sitio de las siguientes condiciones indica la existencia de incendios subterráneos.

- Cavidades repentinas y hundimiento
- Grietas
- Orificios de ventilación



4. MONITOREO Y CONTROL AMBIENTAL DURANTE LA OPERACIÓN DEL SDF

4.1 El control de impacto visible inmediato :

- Control del polvo
- Olores
- Ruido
- Insectos
- Roedores
- Aves.

4.2 Monitoreo de los asentamientos y deslizamientos

4.3 Monitoreo Ambiental

4.4 Monitoreo de las aguas subterráneas

4.5 Monitoreo de las aguas superficiales

4.6 Monitoreo del Aire

4.7 Monitoreo del ruido



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

Gracias!

Presentado por:

Elvin López y Camilo Tapia
Especialistas en Residuos Sólidos, LMD.



Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana Fase 2

MANUAL

**CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES -CAS-
PARA SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL**

Octubre 2023



Elementos Fundamentales del CAS



MARCO LEGAL



CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES PARA SDF



CREACIÓN DE CONSENSO



MEDIDAS PARA LA INCLUSIÓN SOCIAL

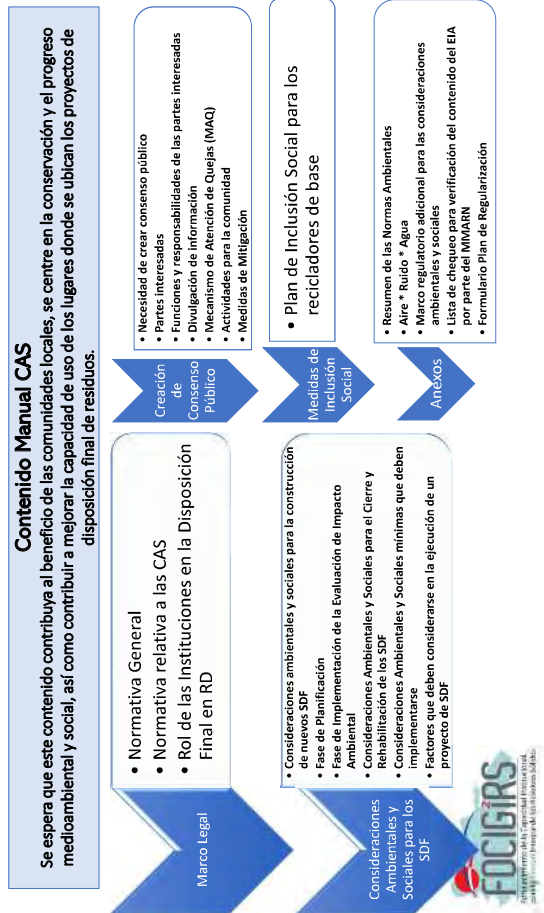


ANEXOS



Base Legal de la Gestión de Residuos

- Constitución de la República Dominicana
- Ley General 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Ley 176-07 del Distrito Nacional y los Municipios, 2007.
- Ley General 225-20 sobre Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos.
- Ley de Planificación e Inversión Pública (Ley 498-06)
- Estrategia Nacional de Desarrollo (Ley 1-12)
- Ley de Planificación Urbana (Ley 6232)
- Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de la República Dominicana
- Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos No Peligrosos 2003



Leyes y normativas relevantes a la selección del sitio, considerando el estatus del terreno

Propietario del terreno	Áreas protegidas	2) Áreas de protección de instalaciones culturales	3) Áreas de protección hidrogeológica	Áreas cercanas a límites costeros	Plan de uso de tierra
Propiedad privada, Propiedad pública	1) Áreas de protección natural: Reservas forestales, parques nacionales, áreas naturales protegidas, monumentos naturales, áreas de elevada biodiversidad, áreas de condiciones ecológicas especiales	Instalaciones culturales: Sitios o patrimonios históricos, religiosos o culturales	Fallas geológicas activas, áreas de taludes inestables, áreas de asentamientos diferenciales, terrenos donde subyacen acuíferos de gran y alta importancia, tierras aptas para la agricultura	Áreas cercanas a ríos, lagos, humedales, manglares y fuentes de agua donde las aguas subterráneas o superficiales pueden ser contaminadas por escorrentías o filtraciones.	Aeropuertos, asentamientos humanos y áreas industriales

<http://sig.ambiente.gob.do/NETPA/login.aspx>