

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOTADEROS READECUADOS POBLACIONES DE 10.000 HABITANTES



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza

Cooperación Suiza en Bolivia

Créditos

Título: Manual de operación y mantenimiento de botaderos readecuados para poblaciones de 10.000 habitantes

Autor: Proyecto Gestión Ambiental Municipal.

Elaboración: Graciela Suárez, ingeniera de proyectos en residuos sólidos, Aguatuya.

Revisión: Lourdes Valenzuela, directora de comunicación Aguatuya.

Revisión gramatical: Carla Hannover, consultora.

Diseño y diagramación: Andrea Iturry, consultora.

Fotos de portada e interiores: Aguatuya.

Año: 2021

Contacto

C. Nicolás Ortiz Pacheco N. 33 edificio TESAI, primer piso,
oficina 1B - entre c. Antonio Salinas y av. Calampampa.

Tel.: (591) 4 4242164

info@aguatuya.org

www.aguatuya.org

Facebook.com/Aguatuya

Primera edición.

Queda permitida la reproducción del presente documento siempre que se cite la fuente.

Cochabamba - Bolivia

PRESENTACIÓN

La Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DGGIRS) se constituye el año 2009 mediante Decreto Supremo No. 29894 y depende del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB) que a su vez depende del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). El año 2010, la DGGIRS procede a la elaboración del "Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia", donde se identifican las principales falencias en cuanto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). De éstas, resalta la inexistencia de un instrumento de planificación en gestión de residuos sólidos.

La GIRS es una actividad de vital importancia para prevenir el deterioro del medio ambiente y proteger la salud de las personas. Por ello, contar con instrumentos de planificación que sean claros, didácticos, de fácil aplicación y lo más adaptados al contexto posible es trascendental para el correcto funcionamiento de todo el servicio.

Actualmente, los municipios del Valle Alto que están mejorando sus servicios de gestión de residuos sólidos, con el apoyo del proyecto Gestión ambiental municipal de la Cooperación Suiza en Bolivia, demandan instrumentos como manuales que ofrezcan una guía para realizar una disposición final adecuada que se adapte a su contexto y cubra sus necesidades en el marco de la normativa boliviana ya existente.

Es como respuesta a esta demanda que el proyecto Gestión ambiental municipal ha decidido realizar una serie de manuales para la operación de botaderos readecuados y producción de compostaje municipal, para asegurar la sostenibilidad de los servicios mejorados y asegurar que, aunque los funcionarios municipales puedan cambiar, la información se quedará en la unidad responsable del manejo de residuos.

1. ASPECTOS GENERALES.

1.1 Objetivo general

- El objetivo general de este manual es ser utilizado por todas las personas responsables de la disposición final de los residuos sólidos en sus actuales botaderos controlados para poblaciones no mayores a 10 mil habitantes.
- Además, establecer lineamientos prácticos para lograr una eficiente operación de dichas instalaciones a fin de minimizar los efectos negativos en la salud pública y en el medioambiente que nos rodea.

1.2 Propósitos específicos

Dentro de los propósitos específicos del presente manual destacan los siguientes:

- Reforzar los aspectos conceptuales del sistema de operación del botadero controlado / botadero readecuado controlado.
- Establecer los procedimientos del proceso de operación y actividades complementarias del botadero controlado.
- Establecer los procedimientos para la seguridad e higiene del personal que trabaja en el botadero controlado.
- Definir e instruir sobre el uso adecuado de los controles y registros requeridos para el conocimiento de las operaciones dentro el botadero como también fuera, esto quiere decir controlar el ruteo de recolección del camión (separación y aprovechamiento) y el barrido.

1.3 Justificación del manual de operaciones

El éxito del funcionamiento de cualquier bota-

dero readecuado controlado municipal radica esencialmente en la modalidad de operación y el apego a los principios básicos establecidos en este manual de operaciones para, de esta forma, minimizar los impactos a la salud y al medio ambiente.

Un sistema adecuado de disposición final de los residuos sólidos puede contar con la tecnología más avanzada para el control de los elementos contaminantes. Pero, si se carece de procedimientos adecuados que día a día permitan la construcción eficiente de las diferentes etapas planeadas, se provoca el incremento de los costos asociados con la operación, reducción de la vida útil a un tiempo menor del previsto, posibilidad elevada de riesgo de seguridad y salud del personal operativo, molestias a la población, etc.

Por lo tanto, al contar con el presente manual, se espera que el personal operativo asuma la responsabilidad de aplicar, en la medida de lo posible, los procedimientos consignados en el documento mencionado. También, se espera que a través de la experiencia y conocimiento que se genere en la práctica de la aplicación de los mismos, éstos sean enriquecidos y difundidos entre los miembros que estén relacionados con la operación del botadero readecuado controlado.

1.4 Administración.

La operación de los botaderos readecuado controlados para una población igual a 10 mil habitantes se hará bajo la responsabilidad de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos/Dirección de Desarrollo Productivo y Medio ambiente/ Unidad de Saneamiento Básico.

2. NORMATIVA LEGAL VIGENTE.

2. Marco conceptual y legal

2.1 Marco conceptual

La Ley 755 de Gestión Integral de Residuos, el Decreto Supremo 2954, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos y las guías elaboradas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, incluyen un marco de definiciones de las cuales se han extraído aquellas que se vinculan directamente con la disposición final de residuos. A continuación, se citan los siguientes:

- **Residuo:** Material en estado sólido, semisólido o líquido generado en procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento cuyo generador o poseedor decide o requiere deshacerse de este. Puede ser susceptible de aprovechamiento o requiere sujetarse a procesos de tratamiento o disposición final.
- **Disposición final:** Proceso u operación efectuada para disponer los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente.
- **Botadero:** Lugar de disposición final de residuos que no cumple con normas técnicas, ni disposiciones ambientales vigentes, creando o pudiendo crear riesgos sanitarios o ambientales.
- **Botadero controlado:** Sitio de disposición final que, a pesar de no disponer de todas las medidas técnicas necesarias, cuenta con algunas medidas y actividades de control y mantenimiento como el compactado y recubrimiento con material de cobertura.

“Sitio de disposición final en el que se han implementado ciertas medidas de control, sin que éstas lleguen a las medidas de rigor técnico necesarias para que el sitio sea considerado como un relleno sanitario”.

- **Relleno sanitario:** Instalación o infraestructura que cumple con las condiciones técnicas, sanitarias y ambientales empleadas para la disposición final de residuos. Es donde se realiza el esparcimiento, acomodo y compactación de los mismos sobre una base impermeable, la cobertura con tierra u otro material inerte, el manejo y tratamiento de lixiviados y gases y el control de vectores con el fin de evitar la contaminación del ambiente para proteger la salud de la población.
- **Celda:** Es el bloque unitario de construcción de un relleno sanitario.
- **Volumen de material depositado en un relleno sanitario durante un período de explotación relativamente corto de días.**
- **Biogás:** Gas combustible que se forma a partir de la descomposición de materia orgánica, compuesto principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). También, suele tener otros compuestos, los cuales actúan como impurezas.
- **Lixiviado:** Líquido resultante de la descomposición del residuo orgánico dispuesto en el sitio de disposición final, así como de la infiltración del agua pluvial a través de los residuos y que puede generar contaminación.

El Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos, realiza una clasificación de los rellenos sanitarios en función a la cantidad y características de los residuos a disponer. A continuación, se mencionan los tres tipos de rellenos sanitarios:

- **Relleno sanitario manual:** Es la obra de ingeniería cuyo funcionamiento se desarrolla de forma manual. En ésta sólo se requiere maquinaria para obras de mejoramiento o ampliación de las instalaciones, así como para la extracción, traslado o distribución de material de cobertura

y sistemas complementarios. Será considerado en esta modalidad cuando recibe menos de diez (10) Ton/día. En el caso de municipios que generen hasta dos (2) Toneladas por día, en la construcción de relleno sanitario manual, se podrá prescindir de la utilización de geomembrana, no obstante, se deberá realizar la impermeabilización del suelo mediante el empleo de arcilla, conforme a normativa vigente y estudios técnicos garantizando de esta manera la no afectación al suelo y agua.

- **Relleno sanitario semi-mecanizado:** Es aquel sitio en el que se requiere maquinaria convencional compacta en el frente de trabajo para realizar funciones de extendido, extracción, traslado, distribución de material de cobertura, construcción de drenes y obras complementarias. También, para el mejoramiento y ampliación de los sistemas complementarios. Será considerado en esta modalidad cuando recibe entre diez (10) y cincuenta (50) Ton/día.

- **Relleno sanitario mecanizado:** Es aquel sitio en el que se requiere de forma permanente maquinaria especializada en el frente de trabajo para realizar funciones de extendido, compactado, extracción, traslado, distribución de material de cobertura, construcción de drenes y obras complementarias. También, para el mejoramiento y ampliación de los sistemas complementarios. Será considerado en esta modalidad cuando recibe más de cincuenta (50) Ton/día.

- **Clausura:** Suspensión definitiva de un sitio de disposición final o instalación de tratamiento de residuos, por no cumplir con los requisitos que establezca la normativa técnica correspondiente.

- **Cierre técnico de botaderos:** Sellado de un botadero cumpliendo las condiciones establecidas en la normativa técnica correspondiente.

- **Plan post cierre:** Conjunto de actividades ejecutadas posterior al cierre de un relleno sanitario para el mantenimiento de

las instalaciones relacionadas con el sitio de disposición final.

2.2 Marco legal

Como instrumento normativo, se cuenta con el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (aprobado mediante Decreto Supremo N.º 24176, del 8 de diciembre 1995), de la Ley de Medio Ambiente N.º 1333, que tiene por objeto "establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos".

Particularmente en el capítulo IX, "De la Disposición Final de Residuos Sólidos", se hace una descripción referente al tipo de relleno, método de operación, las obras de diseño, las instalaciones y equipamiento, las condiciones para su funcionamiento, los requisitos ambientales para funcionamiento, cierre y monitoreo.

ARTICULO 70º La disposición final de los residuos que no sean reutilizados, reciclados o aprovechados, deberá llevarse a cabo evitando toda influencia perjudicial para el suelo, vegetación y fauna, la degradación del paisaje, la contaminación del aire y las aguas y, en general, todo lo que pueda atentar contra el ser humano o el medioambiente que lo rodea.

ARTICULO 71º La operación de todos los sitios de disposición final para residuos sólidos deberá realizarse conforme al método de relleno sanitario. "Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios", del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

Las Normas Bolivianas NB 742-760 del Instituto Boliviano de Normalización de Control y Calidad, aprobadas mediante Resolución Secretarial, N.º 383 del (28 de noviembre de 1996) del Ministerio de Desarrollo Humano, tienen como objetivo "regular, ordenar el diseño y consecuentemente la planificación del manejo de los residuos sólidos, mejorando las condiciones del medio ambiente y por ende el bienestar y salud del pueblo boliviano".

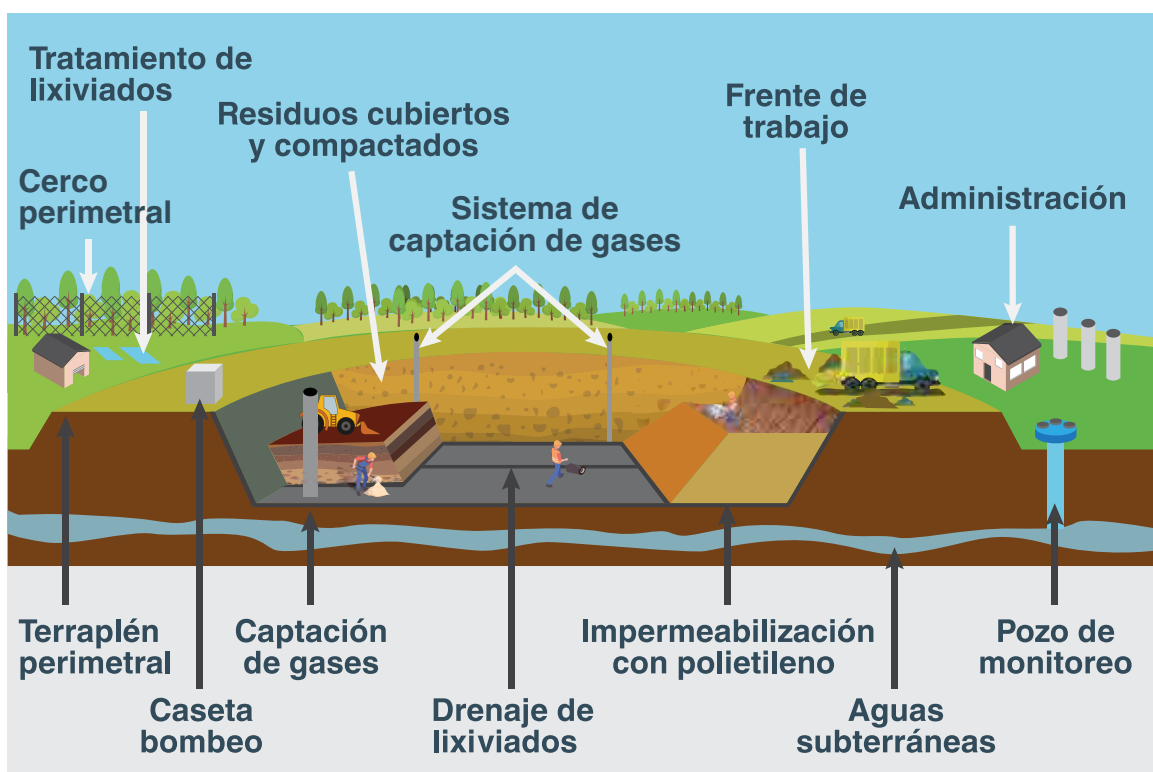
Dentro de estas normas se encuentran:

NB 757 "Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición de residuos sólidos municipales", que tiene por objeto y campo de aplicación "establecer las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales y es de observancia obligatoria para los responsables de la evaluación, análisis y selección de dichos sitios. Esta Norma es de observancia

obligatoria también en el caso de ampliación de un relleno sanitario".

NB 760 "Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario", que tiene por objeto "proteger el medio ambiente y la salud, estableciendo los requisitos a los que deberán ajustarse el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario".

Esquema de un relleno sanitario



Fuente: <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/Guia-para-el-Diseno-Construccion-Operacion-Mantenimiento-y-Cierre-de-Relleno-Sanitario.pdf>

- **Celda:** Volumen de material depositado en un relleno sanitario durante un período de explotación relativamente corto, de días. Una celda incluye los propios residuos sólidos depositados y el material de cobertura con frecuencia diaria y cuyo objetivo es eliminar la existencia de olores procedentes de la descomposición de éstos. Esta cobertura tendrá un espesor de unos 15 cm de un material con características determinadas

y que preferiblemente se pueda extraer de una zona cerca al relleno sanitario para minimizar costos de transporte.

- **Berma:** Son terrazas utilizadas cuando la altura del relleno sanitario es considerable y tienen como objetivo mantener su estabilidad. También son utilizadas para la ubicación de los canales para el drenaje de aguas superficiales y tuberías para la recuperación de gas.

- **Impermeabilización de la celda:** Se realiza con materiales naturales y/o artificiales en función de la magnitud y tipo de relleno. Estos materiales deben recubrir el fondo y las superficies naturales. Los recubrimientos son diseñados para proveer la impermeabilización del vaso y evitar la migración del lixiviado.
- **Lixiviado:** Líquido producido por la humedad presente en los residuos y cuando el agua procedente de la escorrentía superficial y/o lluvia se pone en contacto con los residuos depositados y adquiere características de líquido contaminante.
- **Frente de Trabajo:** Es el lugar donde los vehículos descargan los residuos para su posterior colocación, compactación y recubrimiento.
- **Biogás:** Mezcla de gases producto del proceso de descomposición anaerobia

de la materia orgánica o biodegradable de los residuos. Sus componentes principales son el metano y dióxido de carbono.

La Ley 755, de Gestión Integral de Residuos, promulgada en noviembre de 2015, tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia. Prioriza la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

Asimismo, establece que los residuos según sus características deben ser sometidos a procesos de tratamiento para su aprovechamiento, reducción de su peligrosidad o disposición final segura. Forman parte también del tratamiento, las operaciones realizadas en los sitios de disposición final en botaderos readecuados.

De esta manera, los componentes que deben tomarse en cuenta para la disposición final son:

Componentes de la cadena de gestión integral de residuos solidos



Fuente: Elaboración propia en base a Ley 755 y Decreto Supremo 2954

3. CONSIDERACIONES GENERALES DEL BOTADERO CONTROLADO MUNICIPAL

3.1 Horario de atención y jornal de trabajo.

El Botadero Controlado operará de la siguiente manera:

Días de trabajo del personal:

HORARIO DE ATENCION Y JORNAL DE TRABAJO	DIAS DE TRABAJO DE PERSONAL	HORARIOS DE TRABAJO
El personal llegará a las instalaciones oportunamente para preparar el equipo y el área de trabajo en donde se recibirá al vehículo separador.	De lunes a viernes, durante las 52 semanas del año.	Los horarios de trabajo varían según los cronogramas municipales pero lo ideal es tener una Jornada diaria de nueve horas de trabajo una hora de descanso y ocho horas laborales. Es decir, cuatro horas de trabajo, una de descanso, y luego se retoma las otras cuatro horas restantes.

Lugar de partida: siempre respetando la misma hora de partida durante los días de recolección diferenciada ejemplo 07:30 am

- Plaza principal del municipio.
- El chofer encargado del camión tendrá que estar pendiente y hacer los requerimientos pertinentes a su superior tanto, así como para la gasolina y el mantenimiento del vehículo.

Es necesario que el personal llegue a las instalaciones temprano para preparar el equipo y el área de trabajo en donde se recibirá oportunamente al camión recolector. Algunas de las actividades importantes que hay que realizar para ello son: el mantenimiento preventivo del equipo, la carga de combustible, la preparación de las áreas de descarga y la limpieza y delimitado de los caminos internos.

3.2 Personal requerido.

A. Seguridad y control de acceso al Botadero Controlado.	B. Celda de confinamiento de residuos.	C. Separación de residuos comercializables.
<p>Una persona encargada del control durante el día para impedir la entrada a extraños y que se bote basura por las rejas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un encargado de la supervisión de la operación, mantenimiento y cierre del botadero controlado. • Un chofer para el traslado del personal hacia el área de trabajo. • Un operario de tractor de oruga. • Un operario de retroexcavadora para movimiento de basura a la macrocelda. • Un operario de rodillo para compactación de la basura en la macrocelda en caso de ser necesario. • Un operario para pala. 	<ul style="list-style-type: none"> • El personal de separación, estará a cargo del manejo y separación de los residuos reciclables tanto de la separación en el camión como en la disposición final. • El número de personas responsables de la realización de este trabajo es de tres, mismos que se hacen cargo de la recolección diferenciada (chofer y dos ayudantes de recolección). • Los cuales contarán con la debida capacitación para la separación correcta de dichos materiales.

En el anexo 1. Se mostrará el cálculo de las dimensiones de la zanja o construcción de una macrocelda según la guía del MMAYA. DEL 2012

Se contará con los mismos tres ayudantes para la elaboración del compost y descargue de la materia orgánica recolectada, Los mismos deberán ser capacitados en elaboración de compost para un manejo adecuado del mismo.



Descarga de material orgánico, que vienen de la separación de residuos en el hogar



Área de compostaje municipal

3.3 Materia prima, insumos para el mantenimiento del botadero readecuado

Durante la etapa de operación del botadero, se requieren los siguientes materiales para la formación de las celdas diarias:

A. Residuos sólidos.

Serán generados por el centro urbano de los Municipios. Estos residuos serán recolectados por el camión separador y llevados hasta el sitio de la disposición final. También se incluye los residuos de parques y jardines los cuales ayudan para el compostaje.



Recolección diferenciada en hogar



Preparación de Material para impermeabilización de los suelos



Acopio de material orgánico en la disposición final

B. Material de cubierta

Estará compuesto por la tierra procedente de la excavación de la siguiente celda para el confinamiento de los residuos. Esta tierra será previamente zarandeada, esto con el propósito de que se cumpla con los requisitos de material de cubierta y en caso de no ser suficiente se deberá contar con un banco de agregados para que la celda pueda contar con la cantidad de cobertura según guía de cierre de botadero readecuado.



Aplicación de cobertura para evitar el esparcimiento de residuos



Extracción de material para cubierta de la macrocelda



Traslado de material de cubierta a la macrocelda

C. Insecticidas, raticidas.

(biorat, uso dos veces por año)

Estos insumos serán empleados periódica-mente para evitar la proliferación de moscas y roedores, entre otros. Establecer un cronograma de protección e higiene con el personal encargado de las labores dentro el botadero readecuado.

D. Hipoclorito de sodio (lavandina)

Insumo empleado periódicamente en la desinfección de herramientas y protección de personal. Se coloca en la entrada y salida del lugar para no contaminar luego otras áreas de trabajo.

3.4 Maquinaria, Vehículos y Herramientas.

El utilizar maquinaria mecanizada sencilla y sobre todo versátil para operar el Botadero Controlado tiene como objetivo confinar al menor volumen posible los residuos al final de la jornada. Por eso, se sugiere la utilización de un equipo de este tipo administrado correctamente y evitando su desvío a otras tareas ajenas del botadero.

Maquinaria.

- Rodillo para compactación residuos y cobertura de la celda de confinamiento.
- Cargador frontal para zarandear el material de cobertura, extracción de material suelto.
- Excavadora sobre oruga para la creación de las celdas de confinamiento.

Vehículos.

- Volqueta para el transporte y descarga de material de cobertura en celda de confinamiento.
- Camioneta para el transporte de residuos sólidos comercializables.

Asociación de Recicladores.

- Moto carguera para el transporte de residuos orgánicos a la planta de compostaje.
- Camioneta para el traslado del personal.

Cargador frontal para zarandear el material de cobertura



Herramientas

Al ser un botadero controlado manual semi mecanizado, se requieren en su mayoría más herramientas que equipos o maquinarias. La cantidad de estas herramientas está en función del número de trabajadores, y el de éstos, a su vez, depende de la cantidad de residuos que se debe confinar en el sitio de disposición final.

A continuación, se muestra una relación de lo que se requiere para realizar las operaciones:

Herramientas y usos para la operación de Botaderos controlados

Herramienta	Uso
Pala	<ul style="list-style-type: none">• Cargar, descargar y colocar basura suelta• Cargar, descargar y colocar material de cobertura• Excavar• Mantenimiento de la fosa séptica y laguna de tratamiento biológico (excavación de sedimento)• Mantenimiento y construcción de cunetas
Azadón	<ul style="list-style-type: none">• Aflojar el terreno• Trabajos de arborización• Mantenimiento de cunetas y canales de drenaje
Barra	<ul style="list-style-type: none">• Aflojar el terreno para excavaciones• Trabajos de arborización• Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pico	<ul style="list-style-type: none">• Mullir el terreno para excavaciones• Trabajos de arborización• Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pisón de mano	<ul style="list-style-type: none">• Compactación manual de los residuos colocada en las superficies laterales (taludes)
Vibrador compactador	<ul style="list-style-type: none">• Compactación mecánica de los residuos colocada en las superficies laterales (taludes)
Horquilla	<ul style="list-style-type: none">• Carga y descarga de basura en fundas
Machete	<ul style="list-style-type: none">• Cortar palos para la construcción de chimeneas u otros trabajos de mantenimiento• Afiliar palos y estacas• Cortar árboles pequeños para la preparación del terreno
Martillo	<ul style="list-style-type: none">• Construcción y mantenimiento de chimeneas• Mantenimiento de herramientas
Sierra	<ul style="list-style-type: none">• Cortar palos y otra madera
Rastrillo	<ul style="list-style-type: none">• Colocación homogénea del material de cobertura; homogeneización de la basura colocada
Carretilla	<ul style="list-style-type: none">• Transporte interno de basura y del material de cobertura
Rodillo manual	<ul style="list-style-type: none">• Compactación de la basura y de la cubierta con tierra

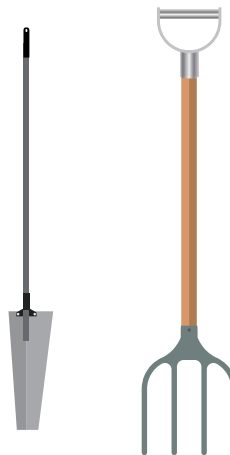


3.5 Actividades importantes que hay que tener en cuenta:

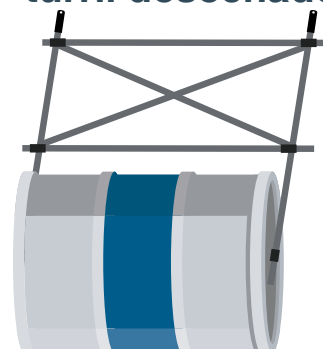
Desinfección de superficies de contacto en los camiones y herramientas a ser utilizadas.

- Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos: verificación de niveles de aceites, agua, combustibles, estado de llantas y oruga, etc.
- Provisión de combustible.
- Preparación de la celda y limpieza de los caminos internos.
- Limpieza diaria del frente de trabajo y de las zonas adyacentes.
- Limpieza diaria de caminos interiores.
- Control de fauna nociva.

Barra Horquilla



Barril o turril desechado



relleno con
piedra u hormigón

4. OPERACIÓN EN CASETA DE CONTROL.

En la caseta de guardia y control, se registrará el ingreso y salida de vehículos y personas a las instalaciones sin excepción, mediante una simple hoja de control indicando: identificación, procedencia, asunto que motiva su visita y hora de ingreso.

Para el caso de los vehículos recolectores de residuos de cualquier municipio se debe contar con otro formato para registrar el peso aproximado de residuos que llegan en los vehículos. Se debe especificar el tipo de residuo, fecha, día, hora, placa del vehículo, nombre del conductor. Este registro después se pasa al área de oficina para su captura.



Caseta de control

5. OPERACIÓN EN CELDA DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.



Macroelda de desecho en botadero controlado



Movimiento de residuos dentro la macroelda

Todos los operarios y recicladores, al momento de iniciar sus labores, deberán contar con sus Equipos de Protección Personal en buen estado y usados de forma correcta y obligatoria para evitar que ocurra algún accidente y/o enfermedad.

Se debe reconocer que las dos responsabilidades más importantes que tienen los operadores del botadero controlado son: por un lado, proporcionar la facilidad para que los vehículos transportadores de residuos sólidos municipales lleven a cabo la descarga de manera rápida y segura. Por otro lado, confinarlos de manera

tal que se disminuyan los riesgos al ambiente y a la salud pública.

La operación que se realiza en la celda de disposición final de los residuos sólidos, consta de siete etapas, detalladas a continuación:

A. Recepción.

Se debe verificar diariamente que la zona de ingreso de los vehículos recolectores de residuos sólidos, se encuentre sin obstáculos y en buenas condiciones.

B. Descarga.

Los vehículos recolectores de residuos sólidos, deberán dirigirse a la zona de descarga, según indicaciones del personal encargado de las operaciones del botadero, teniendo siempre en cuenta el frente de trabajo.

En ocasiones dado el volumen de residuos a depositar se debe implementar un sistema uniforme de señales a través de banderas manuales que indiquen la zona de descarga y las diferentes maniobras a realizar.

También al momento de la descarga se debe ir esparciendo los residuos en capas de 30 a 40 centímetros para facilitar la labor de los recicladores y lograr posteriormente una mejor compactación.

Además, se tendrá en cuenta que, al término de la jornada los residuos sólo alcanzarán una altura no mayor a un metro sin compactar, usando estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje de lixiviados por gravedad hacia el pozo respectivo.

Se deberá tener cuidado con las estacas de nivelación y chimeneas de gases que están instaladas en la celda. Asimismo, se debe evitar que sean destruidas por la circulación de los vehículos recolectores, o tapadas por la manipulación de los residuos.



Descarga de Desecho dentro la zanja, supervisada por los operadores del servicio



Descarga de material reciclable en la disposición final

Descarga de material orgánico en la disposición final



C. Separación de residuos comercializables y compostables.

La separación de los residuos estará a cargo del personal de recolección y barrido ya que algunos municipios no cuentan con mucho personal y el tiempo de éstos se optimiza.



Acopio de material orgánico



Recolección de material reciclable

D. Disposición de residuos.

Después de culminar la labor de los trabajadores, se nivelará los residuos una altura no mayor de un metro, para posteriormente iniciar con su compactación y tapado del mismo con material de cobertura del lugar.



Disposición de material reciclable en el botadero readecuado

E. Compactación de los residuos.

Con la oruga se realizará la compactación de los residuos. De esta forma, se logrará reducir su altura por lo menos en un 25 %. Para ello, se irán revisando progresivamente las estacas de nivelación, las cuales tienen que ser dejadas por el responsable de residuos sólidos en el municipio.



Disposición de desecho en la macroceld



Compactado de residuos para luego de aplicar la cobertura en macrocelda



Aplicación de cobertura para compactado de residuos en la macrocelda

F. Cobertura de los residuos con tierra.

La cobertura de los residuos se realizará utilizando material que cumpla con las características necesarias según la norma y guía de cierre técnico de botaderos. Con esto, se busca impedir que los gases generados por la descomposición de los residuos orgánicos emigren hacia el exterior en forma incontrolada, siendo cernida. La capa de cobertura será de 30 centímetros (tierra del lugar).

Deberá existir reserva de material de cobertura, el cual será acopiado garantizando la operación normal de la celda en un periodo mínimo de una semana. Esta cantidad se estima en relación del 20 al 30% del volumen de residuos a confinar.

El material de cobertura será extraído del banco de almacenamiento de agregados del municipio correspondiente.



Aplicación de cobertura dentro una zanja

G. Compactación de tierra.

El material de cobertura será compactado en 20 centímetros, empleando el rodillo sobre ruedas para obtener una superficie uniforme y dejando la celda en óptimas condiciones.

El cubrimiento diario de los residuos con tierra es de vital importancia para el éxito del botadero, debido a que cumple las siguientes funciones:



Compactación de la cobertura dentro una zanja

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas.
- Impedir la presencia y proliferación de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Minimizar los olores.
- Disminuir la entrada de lluvia a los residuos.

La siguiente celda podrá ser construida de inmediato junta o sobre la primera celda, siguiendo siempre el plan de operaciones del botadero controlado.

Se recomienda que los vehículos transiten por la superficie de las celdas terminadas a fin de lograr mayor compactación.

Rodillo sobre ruedas para compactacion



6. OPERACIONES DEL PROCESO DE RECICLAJE

El proceso de separación estará a cargo de los responsables de apoyar en la recolección diferenciada de residuos sólidos. Su función dentro del Botadero Controlado Municipal es la de reunir todo tipo de residuos comercializables, principalmente botellas PET, papel, vidrio, cartón, plástico para posteriormente clasificarlo y enfardarlo para su recolección por empresas recicladoras las cuales tienen convenios con el municipio.

6.1 Consideraciones generales.

- Definición de los materiales a reciclar, según comercialización y producción.
- Determinación de área de instalación de máquinas y herramientas necesarias.
- Determinación del número de personal para cada etapa del reciclaje.
- Preparar el formato de registro del reciclaje.

Clasificación de residuos reciclables

6.2 Etapas del proceso de selección

Recolección diferenciada en fuente



Recolección diferenciada en origen

La cadena de reciclaje de residuos sólidos comercializables, estará dado en las siguientes etapas:



1. Separación en el área de reciclables.

Se inicia el proceso de segregación que consiste en la separación de residuos sólidos comercializables en forma rápida según la siguiente clasificación:

Clasificación de residuos a comercializar

- Papel
- Cartón
- Plástico
- Metal
- Vidrio

2. Selección de residuos segregados según clasificación.

La selección tiene por finalidad liberar al plástico de interés de diferentes tipos de materiales especialmente de los otros tipos de polímeros que estén acompañando al material. También, se lo debe separar de metales, algunas veces de vidrio o de papel.

La separación se hace sobre la materia prima usando el reconocimiento óptico del color y tipo. Se debe incluir el proceso de destapado, des etiquetado y extracción de cintas adhesivas. Debe ser realizado de manera minuciosa tal como se detalla en el siguiente cuadro.



Clasificación de residuos reciclables para su almacenamiento

PAPEL				
Pasos a seguir	LO QUE SI SIRVE			NO SIRVE
1° paso: Sin Arrugar	Si tienes que desechar hojas no las arrugues, porque así pierden el valor en el reciclaje.			<ul style="list-style-type: none"> • Servilletas • Papel carbónico • Papel de factura • Tarjetas de celular • Papel que tenga pegamento • Papel higiénico usado • Kleenex • Papel brillante.
2° Paso: Separar	Puedes separar en tres cajas:			
	Papel blanco	Papel de color	Otros	
	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de cuadernos • Hojas de archivadores • Hojas impresas en blanco y negro • Fotocopias • Pliego de papel Bond • Cartulina blanca 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel seda • Cartulina de color • Papel mache • Hojas de colores • Hojas impresas con colores 	<ul style="list-style-type: none"> • Revistas • Periódico 	

PAPEL		
Pasos a seguir	LO QUE SI SIRVE	NO SIRVE
3º Paso: Secretos para separar mejor y fácil	<ul style="list-style-type: none"> • Busca cajas en las que sea fácil transportar el papel que separas. • Si las hojas son muy grandes puedes doblarlas, pero recuerda no las arrugues. • Cuando tus cajas estén llenas puedes vaciarlas en ganchos más grandes de manera separada. 	Si el papel que separas se moja con la lluvia o con algún otro líquido YA NO SIRVE se convierte en basura.
4º Paso: Recuerda las 3R's	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce: por cada hoja desperdiciada, la energía, agua y materia prima invertidas también se desperdician. • Reutiliza: Usa ambas caras de las hojas. • Recicla: Para poder reciclar primero debes separar 	

CARTÓN		
Pasos a seguir	CATÓN QUE SIRVE	CARTÓN QUE NO SIRVE
1º El color	Cartón de color café. Cuando lo rompes solo se ve cartón	Cartón de colores brillosos. Si al romper una parte aparece una lámina delgada de plástico.
2º Separa	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas cafés de galletas. • Cajas cafés de helados. • Cajas cafés de cerámica. • Cajas de detergentes. • Rollos de papel higiénico. • Cajas de electrodomésticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de golosinas. Cajas de juguetes. • Cajas de jugos, leche u otras bebidas • Maples de huevos (estos pueden servir para hacer compost) • Rollo que queda de la cinta adhesiva
3º Paso: Secretos para separar mejor y fácil	<ul style="list-style-type: none"> • Puedes doblar, cortar, aplanar las cajas. • Usa una caja resistente para almacenar. • También puedes amarrar varios cartoneros. • No las dejes donde se pueden mojar o llenar de tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el cartón se moja con cualquier líquido o se llena de tierra y barro NO SIRVE. • Si el cartón se ensució con grasa, aceite o restos de comida TAMPOCO SIRVE

Plástico		
Pasos a seguir	PLÁSTICO QUE SIRVE	PLÁSTICO QUE NO SIRVE
1º El número	Los envases de plástico tienen numeraciones, solo debes separar los que tienen numeración 1, 2 y 4	Plástico con numeración diferente, envases que hayan contenido químicos.
2º Separa	<p>Puedes poner todos estos envases en un solo gangocho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botellas de refresco, agua, jugos, yogurt o similares. • Botellas de detergente de cocina • Bidones de aceite comestible • Bidones de aceite para autos • Envases de champú y cremas • Botellas duras de mayonesa, ketchup y mostaza • Cajas/canastas para pollos, refrescos y cerveza • Bañadores, baldes de pintura 	Si las botellas están con tierra, barro o sucias ya no sirven para reciclar, se convierten en basura, por eso debes mantenerlas en un gangocho lejos de la lluvia y la tierra.

Plástico		
Pasos a seguir	PLÁSTICO QUE SIRVE	PLÁSTICO QUE NO SIRVE
2° Separa	<ul style="list-style-type: none"> Jarras de plástico, tappers y parecidos Bolsas de nylon (las de la tienda para el pan, etc.) limpias y secas Bolsas de leche, pilfrut, jugos y agua que tengan símbolo de reciclaje Láminas para agro (recubrimiento de acequias) y viveros. Plástico termo contraíble: las bolsas que se usan para empacar botellas de refresco, vino, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Vasos desechables. Platos y cubiertos desechables. Envolturas de helados, frituras y golosinas Envases de yogurt en vaso. Bolsas nylon sucias con resto de comida o de carne. Bombillas. Vasos de gelatina. Envases de helado
3° Paso: Secretos para separar mejor y fácil	<ul style="list-style-type: none"> Aplasta las botellas para que entren más en el gangocho. Quita todo el contenido de las botellas que contienen refresco o jugo, los frascos de mayonesa, ketchup o mostaza y termina toda la leche o el jugo de las bolsitas de leche o pilfrut. No es necesario lavar las botellas solo quitar o echar las sobras. 	<ul style="list-style-type: none"> Si entregamos las botellas, frascos o bolsas con contenido dificultamos el trabajo de los recicladores. Si almacenamos botellas, frascos o bolsas con contenido es posible que los roedores sean atraídos por el olor.



Metal		
Pasos a seguir	METAL QUE SIRVE	METAL QUE NO SIRVE
1° El número	<ul style="list-style-type: none"> Chatarra de cobre que se encuentra en: Motores eléctricos, tuberías, cables, hilos, radiadores, etc. Chatarra de aluminio que se encuentra en: Latas de cerveza, latas de refrescos y maltas, latas de conservas y de atún. Recipientes, ollas y calderas Radiadores, perfiles y cables. Envases de desodorante en aerosol 	<ul style="list-style-type: none"> Latas de pintura. Latas de insecticidas y plaguicidas. Restos de pedacería de metal.
2° Separa	<ul style="list-style-type: none"> Puedes entregar en gangochos o cajas. Las latas de refresco o maltas pueden aplastarse para que no ocupen espacio. 	

Vidrio		
Pasos a seguir	VIDRIO QUE SIRVE	VIDRIO QUE NO SIRVE
1° El número	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas de vino y damajuanas • Botellas de tragos y licores • Botellas de cerveza • Botellas de refresco • Frascos de conservas, mermeladas, café y otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vidrios de ventanas • Espejos • Parabrisas rotos. • Platos, vasos, tazas y otros rotos. • Botellas y frascos rotos.
2° Separa	<ul style="list-style-type: none"> • Puedes entregarlas en gangochos, o cajas. • Todos los colores de vidrio sirven. • No deben contener líquido adentro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si los vidrios están rotos envuelve en papel o cartón, avisa para que el encargado no se corte. Deposita estos vidrios en el tacho de desechos.

COMO SEPARAR LOS DESECHOS		
¿Qué es el desecho?	Es todo aquello que una vez usado ya no puede darse un segundo uso, es decir no se puede hacer ABONO o RECICLAR	
	DESECHOS	DESECHOS QUE DEBEN TRATARSE DE UNA MANERA ESPECIAL.
	<ul style="list-style-type: none"> • Vasos, platos, cubiertos desechables. • Bolsas nylon sucias y con restos de comida. • Tubos de pasta dental. • Máquinas de afeitar. • Cepillos de dientes. • Papel higiénico del baño. • Pañales desechables. • Cajas, frascos y envases de medicamentos. • Plastoformo. • Bolsas de cemento. • Latas de insecticidas y pinturas. • Papel de regalo. • Tela, zapatos, juguetes. • Llantas. • Resto de barrido del patio y aceras 	<ul style="list-style-type: none"> • Escombros, resto de yeso, tierra de la calle en grandes cantidades. Esta debe ser manejada por la persona que genera, debiendo comunicarse con la unidad de obras públicas del municipio para coordinar su recojo y disposición. • Pilas o baterías de celular. Deben ser almacenadas en botellas de plástico y rellenas con arena, una vez se tenga una botella llena se debe tapar bien y entregar al carro recolector. 1 pila contamina 6 mil litros de agua.z
Secretos para no tener desechos.	REDUCIR: En lo posible no usar vasos, platos, cubiertos desechables y bolsas de nylon.	

Clasificación de residuos reciclables para su almacenamiento



3. Enfardado de residuos.

En esta etapa, se intentará ir comprimiendo el montón de residuos clasificados a medida que se va llenando las pacas de 50 kilos. Una vez llenado, se cerrará con alambre para que esté totalmente confinado.

Generalmente las dimensiones de estos bloques o como generalmente se las denomina "pacas" es de 0,90 x 0,90 metros.

En esta etapa se clasifican los residuos según operaciones a seguir.

Residuos preparados para almacén y comercialización.

En esta clasificación se encuentran el papel, el cartón, el vidrio y el aluminio.

Residuos preparados para prensado.

En esta clasificación se encuentran el PET y plástico duro. Se sigue con la operación descrita en la etapa cinco de este manual.



Llenado de enfardadora con material reciclable en este caso botellas PET



4. Enfardado

PET y plástico duro/ papel/cartón



Compactación y obtención del fardo



Compactación y obtención del fardo

Los residuos son prensados de forma manual o mecánica para reducir su volumen y facilitar la etapa de empaquetado.

5. Empaquetado.

Todos los residuos serán almacenados siendo rotulados según corresponda. Durante el empaque se considerará al máximo la disminución del volumen para facilitar las labores de almacenamiento y comercialización.



Empaquetado de diferentes materiales reciclables

Empaquetado de diferentes materiales reciclables



6. Almacenamiento y comercialización.

Las pacas serán almacenadas en orden y protegidas de sol y del agua para su posterior comercialización en el mercado nacional.



Centro de acopio



Almacenamiento de material reciclable

Almacenamiento



7. Operaciones del Proceso de Compostaje Manual

7.1 Consideraciones generales.

Antes de realizar el proyecto de instalación de una planta de compostaje, tenemos que definir:

- Los tipos de residuos orgánicos a compostar.
- Si el residuo proviene de una recolección diferenciada o se debe clasificar en la planta
- Los volúmenes o peso de residuos.
- Las condiciones climáticas del sitio (mm de lluvias, humedad, temperatura, etc.)

En el caso del Botadero Controlado, de acuerdo a la cantidad, composición y recolección diferenciada, se optó por la utilización como materia prima en la planta de compostaje, a los Residuos provenientes de:



Recolección diferenciada de residuos en el hogar

CÓMO SEPARAR RESIDUOS ORGÁNICOS		
	LO QUE SIRVE	LO QUE NO SIRVE
¿Qué son los residuos orgánicos?	<p>Son todos aquellos que provienen de las plantas y pueden descomponerse.</p> <p>Son los residuos que más se generan en casa ya que comemos todos los días y para ello consumimos frutas y verduras.</p> <p>Si se manejan bien se puede obtener ABONO que es alimento para la tierra.</p> <p>Cuando se maneja de mala manera y llega al botadero mezclado escurre un líquido negro que huele mal y contamina la tierra y el agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Escombros, resto de yeso, tierra de la calle en grandes cantidades. Esta debe ser manejada por la persona que genera, debiendo comunicarse con la unidad de obras públicas del municipio para coordinar su recojo y disposición. • Pilas o baterías de celular. Deben ser almacenadas en botellas de plástico y rellenas con arena, una vez se tenga una botella llena se debe tapar bien y entregar al carro recolector. 1 pila contamina 6 mil litros de agua.
Cómo podemos separar	<ul style="list-style-type: none"> • En una canasta o balde almacenar todas las cáscaras, pepas, tallos que queden de las frutas y verduras. • Si tienes algunas frutas o verduras podridas también se pueden poner al balde. • La poda de árboles, arbustos o pasto también sirve. • Los restos de comida SIN carne NI leche. 	<ul style="list-style-type: none"> • No sirven las heces de los perros y gatos. • Restos de barrido. • Las plumas o pelos de animales. • Restos de comida que contengan carne o leche.

CÓMO SEPARAR RESIDUOS ORGÁNICOS		
	LO QUE SIRVE	LO QUE NO SIRVE
Como entregar	<ul style="list-style-type: none"> • No uses bolsas de plástico para almacenar, esto hace que se generen malos olores. • No dejes tu canasta o balde al sol, eso hace que los restos se pudran y haya mal olor. • Recuerda tapar bien tu recipiente así evitarás las moscas. • Puedes trozar los maples de huevo y poner eso sobre las cascaras eso alejará a las moscas. Si tienes un poco de tierra negra en casa también puedes echar un poco para alejar a las moscas • Si podaste tu jardín asegúrate de amarrar las ramas o meter las hierbas en un gangocho para que el recojo sea más fácil y rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Queda terminantemente PROHIBIDO entregar animales muertos.

7.2 Infraestructura.

El área de compostaje contará con las siguientes instalaciones:

- Un área para ingreso, estacionamiento y patio de maniobras para el vehículo que abastece los residuos y una zona de descarga de los residuos.
- Un patio para construcción de pilas.
- Una instalación (pozo) para captación de los lixiviados generados en el proceso de compostaje.
- Un área para el empaque y almacenamiento del compost terminado.
- Cerco perimétrico con barrera sanitaria.



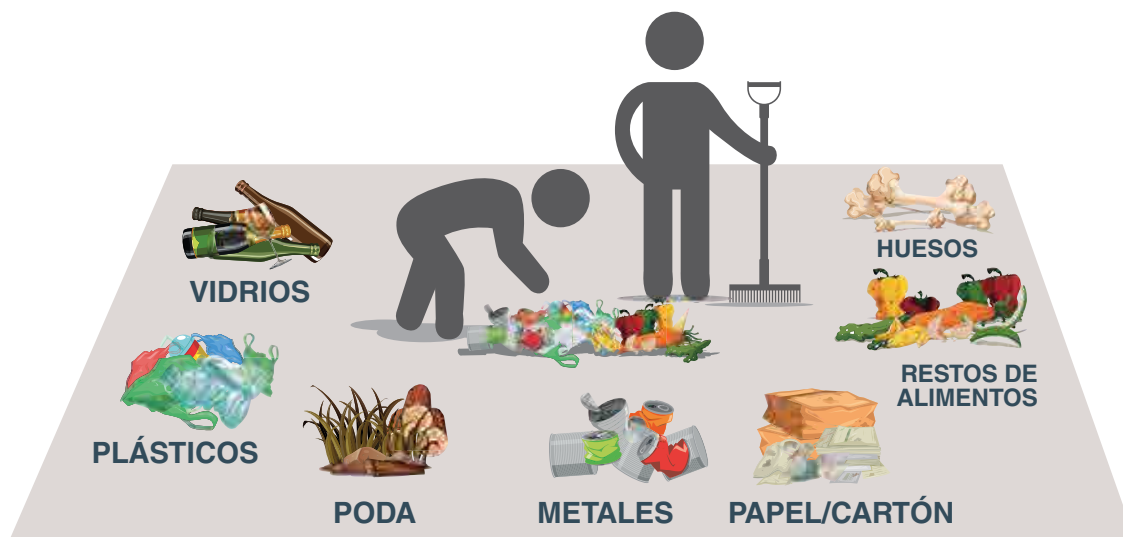
Área de almacenamiento de compostaje

Área de secado y almacenamiento de compostaje municipal



7.3 Etapas del compostaje.

El proceso de compostaje referido a la transformación de la materia orgánica en compost como producto final para su uso como abono orgánico, está conformado por las siguientes etapas.



Clasificación de residuos manual para obtención de materia orgánica Recolección diferenciada de residuos en el hogar

1. Segregación rápida de residuos orgánicos.

Se realizará las labores de segregación de materia orgánica compostable en el camión de recolección ya que este se encuentra dividido en tres partes, orgánico reciclable y desecho.

El municipio en cuestión cuenta con recolección diferenciada



Recolección de materia orgánica de los hogares



Acopio de material orgánico en la disposición final

2. Transporte de residuos a la planta de compostaje.

Los residuos orgánicos seleccionados de los mercados y cementerio son transportados diariamente en contenedores hacia la planta de compostaje, mediante el uso de un camión separador o motocarros.



Recolección de residuo orgánico (motocarro)



Recolección de residuos orgánico (camión)



Descarga de residuos orgánicos en la disposición final

3. Separación de residuos compostables.

Se procederá a separar minuciosamente todos los residuos que no pueden ser tratados en la compostera, tales como:

- Ceniza (la ceniza aumenta la tasa de C/N, impide el proceso de compostaje y perjudica a la calidad del producto)

- Plásticos (no son compostables y disminuyen la calidad del abono)
- Vidrio (por la misma razón de los plásticos).
- Metales (razón similar que los plásticos).
- El material inorgánico debe ser evacuado del área de producción de compost diariamente.



Clasificación de material orgánico



Clasificación de material orgánico

4. Pesado de residuos compostables

Se realizará el pesado de los residuos compostables para registrar con datos cuantitativos la materia orgánica a ser recuperada.

5. Picado de residuos compostables.

Para el compostaje se debe desmenuzar los trozos más grandes que podrían detener el proceso de biodegradación.

Lo que se busca al trozar los desechos es aumentar la superficie específica y, por consecuencia, la capacidad de retener aire y agua para facilitar el proceso de biodegradación realizado por los microorganismos.

Las herramientas y el equipo para trozar deben resistirse a las piedras, la madera dura y los materiales agresivos.

Una vez acopiada la cantidad de material suficiente, se procede a la formación de la pila.



Personal responsable del picado de material secante/estructurante

Mezclado de material orgánico y material Secante



6. Armado de pilas de compostaje.

Diariamente colocará las rumas de 1.0 a 1.5 m. de ancho en la superficie del suelo acondicionado (falso piso). Las pilas tendrán una altura entre 1.20 a 1.50 m. a fin de garantizar el ingreso de oxígeno del ambiente y pueda realizarse una adecuada descomposición de los residuos, pues si son muy bajas la materia orgánica no se calienta y el tiempo de procesamiento será mayor.

El armado de pilas se realizará de 500 kilos cada una. Cada día se construirá una ruma y se colocará a continuación de la ruma del día anterior formando una hilera continua.



Aplicación de material estructurante para el armado de pilas



Armado de pilas de compostaje

7. Mezclado, volteo de material compostable.

La pila debe ser mezclada dos veces por semana, desmenuzando el material apilado y moviendo el material desde el exterior hacia el centro para evitar la putrefacción anaeróbica. Si fuera necesario, se añade agua se cuida del frío extremo. La lluvia no debe inundar la compostera.

La biodegradación anaeróbica no es deseable en una planta de compostaje, por causa de

olores fuertes y de impedimento del proceso de biodegradación aeróbico.

En esta etapa se controlarán parámetros como el pH, la humedad y el C/N. Si alguno de los parámetros se encuentra fuera de rango, se producirá un aumento en el tiempo de proceso y/o una disminución del rendimiento de producción, además de variaciones en la calidad del producto final.



Tapado del armado de pilas



Tapado del armado de pilas



Operadores trabajando en el mezclado de material



Operadores trabajando en el mezclado de material

8. Incorporación de aditivo “EM-Compost” a pilas de compostaje.

Luego de armar las pilas se agrega el aditivo mismo que nos ayuda a humedecer.

Los aditivos a ser utilizados en el armado de pilas son, chancaca dos barras de 5 kilos diluida en 200 litros, a este se le adiciona un kilo de levadura, todo esto se lo mezcla hasta que esté todo homogéneo y la chancaca totalmente diluida

- 10 kilos de chancaca
- 1 kilo de levadura
- 200 litros de agua
- 400 kilos Material orgánico



Operadores preparando la enmienda para regar con eso las pilas de compost



Operadores picando la chancaca para mezclarla con agua



Operadores picando la chancaca para mezclarla con agua

9. Tamizado de compost.

Después de 8 semanas, el material compostado debe ser tamizado con la finalidad de separar aquel material que no se degradó y obtener el tamaño de partículas deseado. De esta forma, se tiene como resultado un compost de óptima calidad, apto para su aplicación ya sea en forma manual o mecánica.

El material que se degradó óptimamente debe ser incorporado nuevamente a las pilas de compostaje según su etapa de maduración.



Tamizado grueso de compostaje

Tamizado grueso de compostaje



10. Envasado.

En esta etapa, el compost será envasado y rotulado según corresponda.



Embolsado de compostaje

11. Almacenamiento.

Los productos finales obtenidos, serán almacenados teniendo siempre en cuenta las condiciones máximas de un almacén.



Almacenamiento de material tamizado



Almacenamiento de material tamizado

12. Uso y Comercialización.

Estos productos serán usados en las áreas verdes del Municipio y comercializado entre las familias.

8. OPERACIÓN EN TEMPORADA DE LLUVIAS.

En los periodos de lluvias se presentan los mayores problemas de operación, entre ellos se pueden mencionar:

- Posibles atascamientos debidos a la baja densidad alcanzada con la compactación.
- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menor rendimiento por parte de los operarios.
- Solo es posible descargar la basura y el material de la cobertura sobre la terraza, por lo que quedarán retrasadas la conformación y compactación de las celdas.
- Mayor lixiviado debido a la lluvia que cae directamente sobre las áreas rellenadas.

De ahí que será necesario tomar las siguientes previsiones:

- En época de lluvia es necesario colocar tablones para facilitar el desplazamiento.
- Pronta conformación de las celdas con el fin de evitar la presencia de aves carroñeras que deteriorarán la apariencia del botadero.
- No dejar sin cubrir demasiado volumen de residuos sólidos a fin de evitar la generación de líquidos contaminantes.
- El trabajo de compactación debe detenerse para evitar cualquier accidente dentro de la celda. Por lo tanto, es importante que los camiones recolectores que pudiesen ingresar al sitio durante este tiempo se estacionen en una zona de espera bajo condiciones seguras. Intensificar la revisión de la poza de lixiviados

9. SEGURIDAD E HIGIENE

El contacto de los trabajadores del Botadero Controlado Municipal con los RR. SS es una actividad que merece toda la atención del responsable de la Gestión de los Residuos, pues lo que se busca es proteger la salud y brindar seguridad.

Las causas de riesgo pueden tener dos orígenes: condiciones inseguras de trabajo y negligencias del propio trabajador.

Las principales condiciones de inseguridad en el trabajo son:

- Recoger residuos con la mano y sin el empleo de guantes. Esto puede producir cortaduras si se tropieza con vidrios rotos u objetos punzocortantes.
- Trabajar en jornadas excesivas largas, con la consiguiente fatiga de los trabajadores.
- No llevar ropa adecuada ni equipos de protección personal.
- No realizar la limpieza de las instalaciones del botadero al término de la jornada de trabajo.
- Ingerir alimentos en el frente de trabajo.
- Entre los actos de negligencia más comunes del propio trabajador están:
- No usar la ropa ni el equipo personal de protección.
- Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo o llegar embriagado.
- Levantar en forma indebida objetos pesados.
- No prestar atención a la descarga del camión recolector de residuos.
- No dar un buen mantenimiento a los equipos y herramientas de trabajo.

- Permitir el ingreso de personas ajenas al Botadero Controlado.
- Usar la ropa y el equipo de seguridad personal fuera del sitio de trabajo.
- Usar los RR. SS para alimentar animales.
- Fumar durante la jornada de trabajo.

Recomendaciones para minimizar los problemas anteriores:

- Se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras y las causas más comunes de accidentes en el trabajo a las que está expuesto el trabajador con el objeto de brindarles soluciones adecuadas.
- Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
- Elaborar normas de seguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso de equipo.
- Proveer al personal de un vestuario para la jornada de trabajo o establecer un programa de exámenes médicos para identificar, prevenir o curar las posibles enfermedades que se relacionan con su actividad.
- Dotar a los trabajadores de los Equipos de Protección Personal EPP, tales como guantes, botas, gorra o sombrero y, por lo menos, dos uniformes al año.

El supervisor controlará el cumplimiento de las normas de seguridad en el trabajo.

Equipos De Protección Personal (EPP).

Se dotará a todos los trabajadores, la indumentaria y Equipos de Protección Personal (EPP) para desarrollar sus actividades de manera normal y segura, según la función que desarrollen.

Personal de celda (recicladores).

Debido al tipo de actividades que se llevan a cabo en el sitio de disposición final y al contacto directo con los residuos sólidos, los trabajadores se pueden ver expuestos a accidentes y a enfermedades infecto-contagiosas, por lo tanto, es importante proteger la seguridad y la salud de los trabajadores dotándolos como mínimo de guantes, botas, gorras o sombreros, mascarillas contra el polvo y, por lo menos, de dos uniformes al año.

A continuación, se describen los equipos básicos de protección personal y accesorios de higiene:

a. Casco

La función de éste equipo es proteger la cabeza contra peligros de impacto y/o penetración, así como de descargas eléctricas. Por tanto, se debe considerar como requisitos mínimos las siguientes características:

- Material: Polietileno de Alta Densidad
- Diseño: Ultraliviano
- Poseer una banda de sudor recambiable
- Poseer un canal en el borde para derivación de lluvias/salpicaduras
- Poseer un sistema de adaptación a diferentes diámetros de cabeza
- Debe permitir el acoplamiento de orejeras o de protector facial

b. Lentes

La función de éste equipo es proteger la vista contra peligros de penetración, salpicaduras y de gases que puedan irritar la vista. Por tanto, se debe considerar como requisitos mínimos las siguientes características:

- Lentes Panorámicos de Policarbonato de Alta Resistencia
- Protección al 99% de rayos UV
- Anti empañante
- Que se pueda acoplar una banda elástica para el mejor ajuste

c. Mascarilla

La función de éste equipo es proteger las vías respiratorias contra peligros de gases tóxicos, salpicaduras, etc. Por tanto, se debe considerar como requisitos mínimos las siguientes características:

- Poseer bandas o ligas de ajuste
- Filtros descartables
- Poseer clip nasal doble para que se adapte a la forma de la nariz

d. Ropa de trabajo

La función de éste equipo es proteger el cuerpo completo de agentes extraños. Por tanto, se debe considerar como requisitos mínimos las siguientes características:

- Tela Drill
- Composición: 100% algodón
- Mangas largas
- Cintas reflectoras

e. Guantes

La función de éste equipo es proteger las manos. Por tanto, se debe considerar como requisitos mínimos las siguientes características:

- Material: Cuero
- Buena flexibilidad
- Fácil Manejo
- Fácil colocación en las manos
- No deben presentar pliegue o fruncidos que molesten al usuario

f. Botas

La función de éste equipo es proteger los pies. Por tanto, se debe considerar

como requisitos mínimos las siguientes características:

- Material: Caucho Natural
- Resistencia a la abrasión, ácidos, electricidad, insecticidas
- Material de plantilla: Algodón (Brinda amortiguación, confort, absorción de sudor y Anti hongos)
- Material de Caña: Totalmente impermeabilizada
- Punta de acero de alto impacto

g. Botiquín de primeros auxilios

La implementación de un botiquín de primeros auxilios es necesario dentro de las instalaciones del sitio de disposición final, en las zonas que se consideren necesarias, así esta forma se pueda manejar cualquier accidente leve.

h. Implementos de higiene

Es importante considerar el aseo personal del operador dentro de las instalaciones del sitio de disposición final, para prevenir enfermedades que puedan ocasionarse por un inadecuado aseo. Para esto se hace una relación de los productos que deben ser suministrados al personal para su aseo:

- Jabón de mano
- Papel higiénico
- Gel antibacterial

Asimismo, los operadores deben contar con casilleros personales, para así puedan guardar sus cosas personales.

Deberán contar con los siguientes EPP:

- Gorra o caso protector.
- Mascarilla desechable.
- Ropa de protección (mameluco).
- Guantes de cuero reforzado.
- Botas de seguridad.
- Gafas.

Operarios de maquinaria.

Deberán contar con los siguientes EPP:

- Sombrero con alero
- Botas.
- Barbijo
- Lentes claros y oscuros
- Taponos auditivos
- Guantes de palma engomada puño corto

Diariamente y por razones de seguridad, se realizará el registro de los trabajadores para el uso obligatorio de los EPP brindados por el Municipio. De esta forma se dará cumplimiento con lo establecido en las normativas.

Visitantes.

A toda visita que llegue al botadero, se le proporcionará el Equipo de Protección Personal adecuado, especialmente en la celda de confinamiento de los residuos. Se les entregará:

- Sombrero con alero
- Botas de seguridad
- Barbijo

El encargado de la operación del botadero deberá revisar diariamente el estado de la indumentaria y los EPP. En caso de encontrarse alguna falla o rotura, debe comunicarlo inmediatamente para su recambio. Asimismo, se debe verificar su correcta utilización en forma diaria.

Desinfección.

- Se utilizará hipoclorito de sodio para la desinfección de herramientas y protección de la salud de los trabajadores

10. PREVENCIÓN DE MOLESTIAS.

10.1 Polvo.

Cuando las condiciones tienden a generar polvo ya sea en el área de descarga o en el área de operación misma, tales áreas deberán rociarse con agua. Todas las áreas sometidas a tráfico, inclusive aquellas que se utilicen para excavaciones, acarreo y distribución de material de cobertura, deberán también ser rociadas con agua. Las áreas del botadero recién cubiertas podrán rociarse con agua si llegan a ser fuentes productoras de polvo.

10.2 Control de insectos.

La disposición de una capa de 0.20 metros de material de cobertura sobre los desechos sólidos, se constituye en la principal medida de control de insectos. Se deben eliminar las aguas estancadas en el botadero. A pesar de la gran importancia de la colocación del material de cobertura, pueden presentarse en el botadero problemas con los insectos. Los aguaceros fuertes pueden erodar el material de cobertura almacenado. En estos casos, el control de insectos puede realizarse mediante el uso de insecticidas. Para ello se recomienda la aplicación de insecticidas cada trimestre o cuando el supervisor lo estime conveniente.

10.3 Control de roedores.

El objetivo del control es limitar la población de roedores al número mínimo posible y evitar reclamos de los vecinos. Hay dos factores importantes que se deben tener en cuenta para el control de roedores:

- Primer factor: Implica que la disposición de material de cobertura sobre toda el área de los desechos sólidos sea obligatoria. Si hay puntos por donde los roedores tengan acceso a los desechos sólidos, se favorece el crecimiento de una alta población de éstos.
- Segundo factor: En caso de que la población de roedores llagara a ser

perceptible, se debe iniciar un programa de envenenamiento. La utilización de tales métodos debe restringirse a personal entrenado y experimentado.

10.4 Control de aves.

El control de aves será posible si se evita que los residuos sólidos se encuentren destapados o expuestos. De esta forma, se impide el acceso a los desechos.

10.5 Control de combustión.

La combustión de los residuos sólidos puede presentar un problema serio. Si ocurre un incendio en una celda en construcción, esta deberá suspenderse y aislarse inmediatamente. Luego deben ser extinguidos o sofocados con material de cobertura.

11. LABORES DE MANTENIMIENTO.

Existen una serie de actividades encaminadas al mantenimiento de los sistemas operativos, con el fin de garantizar su apropiado funcionamiento. Entre éstas se destacan:

11.1 Herramientas.

Una vez concluidas las labores diarias, las herramientas deberán dejarse limpias y, en caso de daños, deberán ser reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.

11.2 Vía de acceso y camino interno.

La vía de acceso y el camino interno al frente de trabajo, deben mantenerse en adecuadas condiciones de operación. El costo de mantenimiento de la vía de acceso y de la vía interna es menor que el de la reparación por daño de los ejes y resortes o que el deterioro del vehículo recolector ocasionado por el mal estado de la carretera o un posible volcamiento. El frente de trabajo se debe mantener ordenado y sin material disperso.

11.3 Drenaje perimetral.

Se debe conservar en buen estado los canales de drenaje periféricos (cunetas, disipadores de energía y las cunetas de la vía de acceso) y la superficie del botadero. Con el tiempo, estos canales se van obstruyendo por la erosión de los taludes de tierra, por el material que se arrastra en las épocas de lluvia o por el material que es dispersado por el viento (papeles, plástico, etc.).

11.4 Material disperso.

Es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario. Cuando se dejan acumular papeles arrastrados por el viento, el botadero adquiere mal aspecto.

Al término de la jornada uno de los trabajadores

debe recoger todos estos materiales dispersos y depositarlos en el sitio donde se construye la celda diaria.

11.5 Drenaje del lixiviado.

El pozo de lixiviados deberá ser revisado periódicamente con el fin de observar el nivel de colmatación o la cantidad de sedimentos que contenga y así recircular los lixivios y retirar el material sedimentado.

11.6 Drenaje de gases.

Debido a los asentamientos de la celda de confinamiento de los residuos sólidos, las chimeneas de gases se van deformando e inclinando; de ahí que sea necesario mantenerlas verticales a medida que se eleva el nivel del botadero con el fin de evitar su obstrucción y total deterioro.

11.7 Aseo de instalaciones.

El aseo incluye a la caseta de seguridad y control, al área de compostera y al área de reciclaje.

12. FUNCIONES DE TRABAJADORES IMPLICADOS EN LA OPERACIÓN DEL BOTADERO CONTROLADO

A. Autoridades competentes de la Gestión de Residuos Sólidos.

Dirección de Medioambiente y Residuos Sólidos

- Promover y coordinar la adecuada gestión de residuos sólidos, determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios, planta de tratamiento de residuos sólidos y el aprovechamiento comercial de residuos.
- Monitorear y evaluar el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos PIGARS.
- Promover los proyectos orientados hacia la protección ambiental y el reaprovechamiento de los residuos sólidos.
- Regular, controlar y fiscalizar la autorización para el funcionamiento de Infraestructuras de Residuos Sólidos como las Instalaciones de Comercialización, Centros de Acopio, Almacenes dentro de su ámbito de ejecución y Plantas de Transferencia, Tratamiento, Disposición final y de Operadores de residuos sólidos dentro del ámbito municipal.

División de Gestión de Residuos Sólidos

- Programar, dirigir, ejecutar, coordinar y controlar las actividades de gestión de residuos sólidos desde la recolección, limpieza, transporte, transferencia y disposición final.
- Proponer y ejecutar acciones para lograr mayor eficiencia y competitividad de los servicios de Gestión de Residuos Sólidos que presta el municipio.
- Proponer y ejecutar programas de

segregación y recuperación de residuos sólidos, con manejo técnico y sanitario adecuado.

- Fiscalizar y/o proponer normas que regulen y controlen la disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales.
- Elaborar, Implementar y monitorear el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos PIGARS.
- Proponer, ejecutar y evaluar los programas de limpieza pública, programas de segregación y recuperación de residuos sólidos.

B. Encargado del Botadero readecuado/ Botadero controlado por el Municipio

- Velar porque la operación del Botadero Controlado Municipal se haga en forma eficiente y por la correcta aplicación del presente manual de operación.
- Coordinar las operaciones del Botadero Controlado Municipal. Servir de interlocutor entre los trabajadores y la autoridad competente de la Gestión de Residuos Sólidos.
- Dar las instrucciones y distribuir adecuadamente las tareas asignadas sobre la disposición final de los RR. SS.
- Velar por la eficiencia y calidad del servicio, planificando el abastecimiento y el mantenimiento de materiales, herramientas y equipos necesarios para el buen desempeño de las labores.
- Restringir la entrada al botadero exclusivamente al horario laboral correspondiente y únicamente a personal autorizado.

- Llevar el registro del número de unidades diarias que ingresan al botadero, esto permitirá determinar la carga promedio.
- Recepción, rendimiento del operario y agotamiento del botadero.
- Garantizar la señalización respectiva para la circulación de los vehículos (dirección, velocidad máxima permitida, desvíos con los caminos programados y las celdas en operación).
- Verificar que se respete el horario de operación.
- Vigilar que los vehículos, al llegar al patio de maniobras, sean orientados para descargar lo más cerca posible al frente de trabajo.
- Realizar la cobertura diaria sobre los residuos compactados, debiendo esparcirse y compactarse el material de cobertura el cual deberá alcanzar un espesor final mínimo de 15 centímetros en toda la superficie de la celda; empleando las maquinas autorizadas por la autoridad competente en la Gestión de Residuos Sólidos
- Evitar que los camiones no tiren residuos en su tránsito por el botadero sino hasta el frente de trabajo.
- Controlar que la fracción liviana de los residuos que pueda ser arrastrada por el viento, tales como papeles y plásticos, no se disperse fuera del frente de trabajo.
- Mantener limpia de residuos la superficie del Botadero Controlado, así como los sitios vecinos, recogiendo permanentemente la fracción liviana que no pueda ser controlada.
- Revisar la limpieza y mantenimiento de áreas como: El cerco perimetral puerta de ingreso, vías de acceso, alrededores del frente de trabajo.
- Hacer cumplir la Fumigación periódica de la celda de confinamiento.
- Controlar la segregación del comité de recicladores.

- Velar por la capacitación adecuada a los trabajadores en cuanto a las labores de operación del botadero controlado.
- Rendir informe bimestral a la División de Gestión de Residuos Sólidos sobre el gasto de combustible, mantenimiento de maquinaria y otros implementos utilizados en el botadero.
- Informar periódicamente sobre el desarrollo de las actividades y anomalías que se presenten. Si el botadero controlado manual no cuenta con una buena supervisión para su operación y mantenimiento ni se le destinan los recursos necesarios, muy pronto se convertirá en un botadero a cielo abierto.

C. Obreros.

Obreros en celda

- Ajustarse a los horarios de operación establecidos por las autoridades competentes en la Gestión de Residuos Sólidos.
- Esparcir los residuos según estaca de nivelación.
- Cubrir la celda diaria.
- Apoyar a los operarios en la compactación de los residuos.
- Apoyar en la compactación de la capa de tierra zarandeada.
- Evitar que los residuos ligeros (bolsas) se esparzan.

Obrero en caseta de seguridad y control.

- Vigilar el área del proyecto.
- Controlar, registrar el ingreso salida de vehículos, personal trabajador, visitantes.
- Controlar la cantidad de residuos que ingresan al botadero en m³.

D. Operarios.

- Dirigir a los vehículos para que descarguen en los lugares adecuados.
- Esparcir los residuos sólidos en capas delgadas con el uso de la maquinaria asignada.
- Trasladar la cantidad de material de cobertura (tierra zarandeada) necesaria para cubrir los residuos sólidos esparcidos, empleando maquinaria.
- Cubrir y compactar, los residuos y material de cobertura.
- Deberán utilizar implementos de protección personal como: Guantes, mascarilla, botas, mameluco.

13. RESTRICCIONES A TRABAJADORES Y RECICLADORES EN LAS INSTALACIONES DEL BOTADERO CONTROLADO MUNICIPAL

Se prohíbe:

- El ingreso del personal al frente de trabajo sin el uso de los Equipos de Protección Personal (EPP).
- El ingreso de recicladores en compañía de menores de edad, así como la realización de actividades de reciclaje.
- La extracción de residuos sólidos fuera de las instalaciones del botadero sin autorización de la Alcaldía.
- Ingerir alimentos en el frente de trabajo (celda de confinamiento).
- Realizar construcciones rudimentarias o de otra índole con fines o no de posicionamiento dentro del área del botadero.
- Realizar actividades domiciliarias como lavar o cocinar.
- Trabajar en estado de ebriedad o ingresar y consumir de bebidas alcohólicas.
- Mantener el frente y el área de reciclaje de residuos comercializables y compostables en malas condiciones.
- Otras prohibiciones y restricciones que asigne la autoridad competente, que serán comunicadas al responsable de la Gestión del Botadero Controlado Municipal.

XIV. FORMATOS DE CONTROL.

TABLA 1.- HOJA DE CONTROL DE VISITAS AL BOTADERORO CONTROLADO MUNICIPAL.

FECHA	LUGAR DE PROCEDENCIA	ASUNTO	VISITA	HORA DE INGRESO	HORA DE SALIDA

TABLA 2.- HOJA DE CONTROL DE VEHÍCULOS RECOLECTORES AL BOTADERO CONTROLADO MUNICIPAL.

DÍA:	MES:	HOJA:	DE:
Placa o número de vehículo	Hora de ingreso	Procedencia	Hora de salida

TABLA 3.- FORMATO CONTROL DE RESIDUOS

MES:	AÑO:		HOJA:		DE:	
	Residuos sólidos recibidos		Residuos sólidos confinados		Residuos sólidos reciclados	
Día	Ton. parcial	Ton. acumulado	Ton. parcial	Ton. acumulado	Ton. parcial	Ton. acumulado
1						

Bibliografía

- Guía para el diseño de Construcción, Operación y Cierre técnico de Rellenos Sanitarios, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, DIRECCION GENERAL DE RESIDUOS SOLIDOS, Bolivia 2012.
- Manual de Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, Ilustre Municipalidad de Jaén, Perú, 2014
- Ley 755, de Gestión Integral de Residuos, Bolivia, 2015
- Decreto Supremo 2954, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos, 2016
- Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de botadero controlado manual, Eguizábal Brandan, Rosalía Marizol, Ministerio del Ambiente, Perú, Inédito
- Guía para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de rellenos sanitarios manuales, Jaramillo, Jorge, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente/Organización Panamericana de Salud), 2002.
- Norma Boliviana NB 760, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 1996
- Estudio Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Municipios de la Mancomunidad de la Región Valle Alto del Departamento de Cochabamba, AGUATUYA, Valle Alto, 2018
- Decreto Supremo 2954, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos, 2016
- Norma Boliviana NB 760, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 1996

ANEXO 1.

Para Rellenos Manuales Operación (guía de rellenos sanitarios ministerio de medio ambiente y agua 2012)

Los residuos se descargan lo más cerca posible al sitio donde se rellenará, por lo que, es importante informar e indicar al chofer del vehículo recolector, sobre el trabajo a realizar. Los trabajadores depositan los residuos en capas delgadas, de un espesor máximo de 30 cm. Se pueden construir capas horizontales o capas inclinadas que se apoyen en un talud natural o en las capas construidas anteriormente. Si se hace la colocación de los residuos sólidos con capas inclinadas, estas no deben ser más inclinadas que 1:3.

Capas inclinadas



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales, Robën Eva, Loja, Ecuador, 2002

Las capas se deben construir diariamente, compactar y cubrir con una capa de unos 10-15 cm de tierra. Para la protección del sitio de disposición final contra roedores, insectos y otros animales (gallinazos, perros callejeros, etc.), y para impedir la dispersión de materiales volátiles, polvo y olores es muy importante que no quede expuesto ningún residuo.

El material de cobertura se puede conseguir del lugar del sitio de disposición final. Si se hace el relleno manual en forma de trinchera, el material excavado sirve como cobertura diaria y también se puede utilizar como cobertura final. En caso de que se construya el sitio de disposición final

en el área, hay diferentes posibilidades de suministrar el material de cobertura:

- Si se aprovechan los residuos biodegradables produciendo humus, la fracción gruesa sobrante del proceso de cribado del compost se puede utilizar para cubrir los desechos, aunque no es la mejor alternativa porque esta fracción puede ser reincorporada en el proceso de compostaje y ser usada como estructurante.
- Si el sitio de disposición final se construye en un terreno inclinado, se puede

nivelar el talud y utilizar la tierra sobrante.

- Se puede buscar tierra de los alrededores. Se puede recibir en el sitio de disposición final la tierra sobrante de excavaciones dentro de la ciudad, anunciando que se recibe la tierra en el botadero readecuado o relleno sanitario.

En regiones con mucha precipitación, la excavación o el transporte diario del material de cobertura puede ser problemático, cuando la tierra se satura de humedad, pesa más y es más pegajosa que en la época seca.

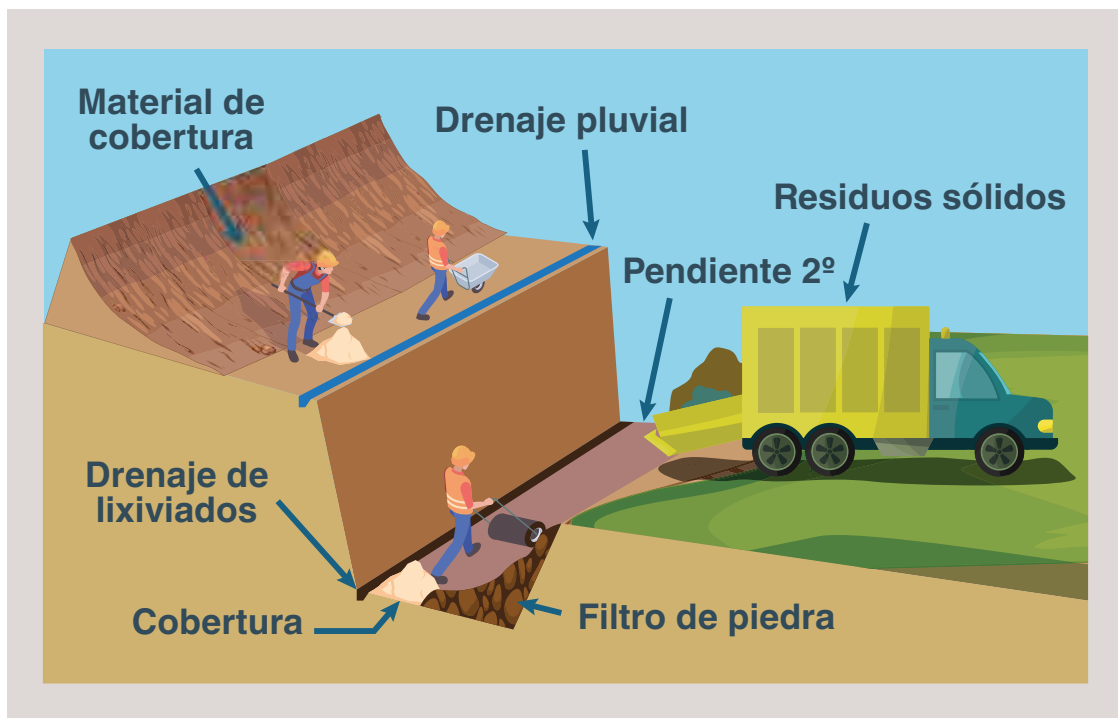
Por ello, se recomienda almacenar una cantidad suficiente de material de cobertura en el mismo relleno.

Si es posible, se almacena esta tierra sobre una celda ya terminada.

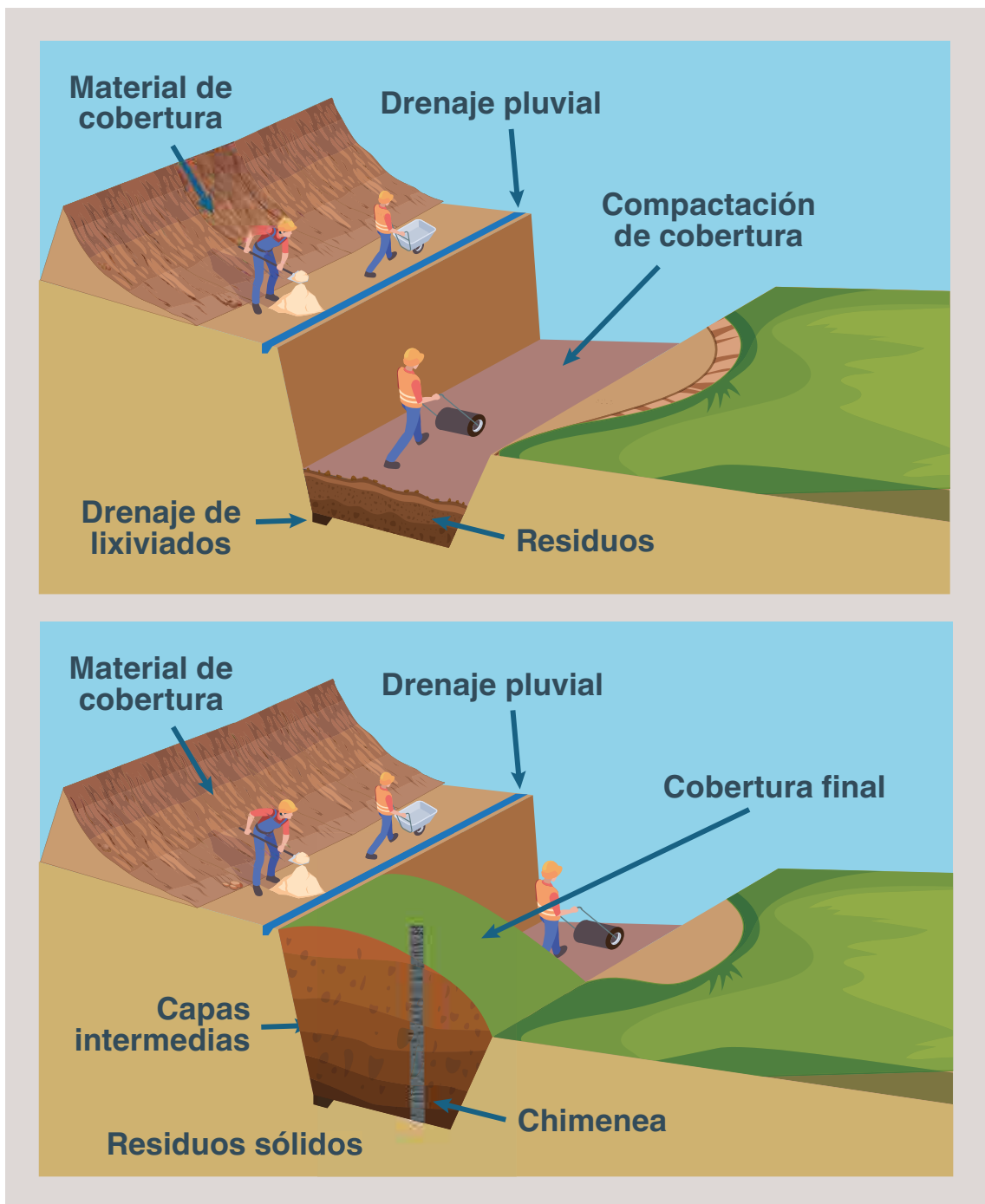
Con esto, la distancia de transporte hacia la celda actualmente operada sería mínima, y el peso de la tierra acumulada ayudaría a compactar más la celda terminada y disminuiría la generación de aguas lixiviadas.

La compactación de los residuos depositados y de la cobertura se realiza con los pisones manuales y con el rodillo manual o en lo posible con un minicargador para apoyar con el material de cobertura.

En botaderos controlados manuales, para la compactación de los taludes, el uso de pisones es más recomendable; para superficies horizontales se utiliza el rodillo manual, así mismo es una gran ayuda el uso de saltarín de obras civiles para realizar esta tarea de compactación, aunque aumenta el costo por el uso de combustible, pero la eficiencia del trabajo y rendimiento de los obreros es muy significativa.



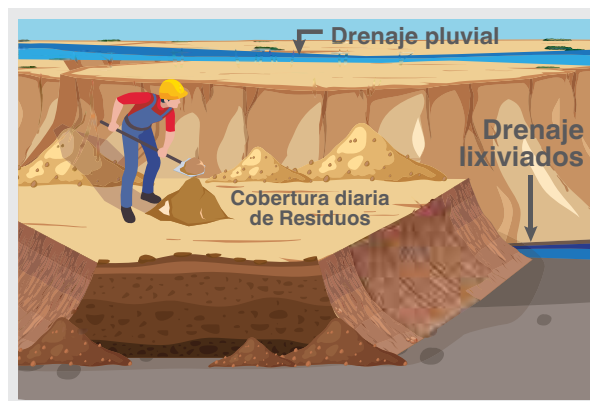
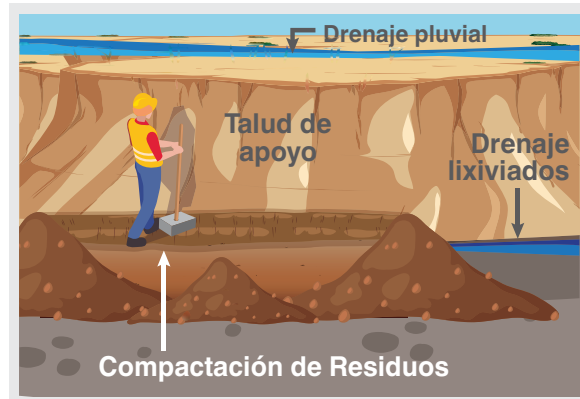
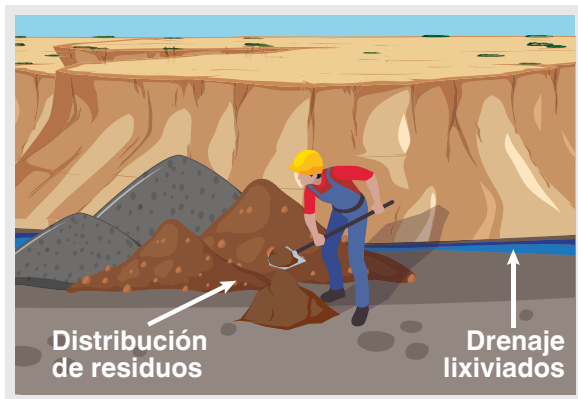
Fuente: *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*, Jaramillo, 2002



Fuente: *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*, Jaramillo, 2002

1. Descarga de los residuos sólidos en la trinchera
2. Distribuir y compactar los residuos sólidos en capas de 30 cm de espesor.
3. Realizar la cobertura diaria de los residuos con material arcilloso con un espesor de 10 a 15 cm.
4. Compactar el material de cobertura diario.
5. Construcción de chimenea y cobertura final de la celda de trabajo.

Forma de Trabajo para Relleno Sanitario Manual Método de Área



Fuente: Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Jaramillo, 2002

1. Descarga de los residuos sólidos en el frente de trabajo
2. Distribuir los residuos sólidos en capas de 30 cm de espesor.
3. Realizar una compactación de los residuos sólidos con pisón.
4. Realizar la extracción de material de cobertura de los taludes adyacentes.
5. Realizar la cobertura de los residuos sólidos
6. Compactación del material de cobertura diario.

7.2.3.2 Para botaderos controlados o Rellenos Mecanizados

Dependiendo de la forma y topografía del terreno, se pueden aplicar diferentes métodos de descarga de residuos sólidos en rellenos sanitarios mecanizados. Es indispensable compactar los residuos sólidos de manera óptima para extender la vida útil del sitio de disposición final y minimizar los impactos ambientales.

Las siguientes medidas ayudan a lograr este objetivo:

Los residuos sólidos se deben colocar de forma homogénea. Es importante que el

personal que tiene la función de indicar los lugares de descarga los organice de tal manera que los montículos de residuos descargados se distribuyan homogéneamente sobre el área de frente de trabajo diario. Esta precaución minimiza también el trabajo y consecuentemente los costos del tractor compactador.

Se recomienda utilizar compactadores pesados especiales en rellenos muy grandes y utilizar un segundo tractor liviano para trabajos auxiliares y realizar capas delgadas de entre 0.5 a 1 m de forma de obtener buenos resultados con la compactación.

El número de las pasadas que hace el tractor sobre los desechos influye en la compactación, La bibliografía establece que realizar más de 8 pasadas no contribuye significativamente en el grado de compactación, por consiguiente, de forma de no encarecer los costos por maquinaria y maximizar el uso de esta se recomienda realizar únicamente 8 pasadas para la compactación de residuos sólidos.

Se debe cubrir los residuos sólidos descargada cada día al fin de la jornada con una capa de tierra. La cantidad del material usado para la cobertura debe ser en una relación de 1 (material de cobertura) a 3 (residuos sólidos). Si se depositan 50 m³ de residuos, se debe utilizar entre 13 - 15 m³ de tierra para la cobertura

Forma de Trabajo para Rellenos mecanizados en la celda diaria



Fuente: Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos, PROARCA/SIGMA, Meléndez Carlos, 2004

Conclusión de una celda o módulo de trabajo

Cuando se cierra el relleno sanitario o un módulo del relleno, hay que construir una capa final para poder restaurar el terreno, se debe construir una cubierta final más elaborada que las cubiertas diarias o intermedias.

El propósito de la cubierta final de un sitio de disposición final es aislar a los residuos más superficiales del ambiente, para minimizar la migración de líquidos en las celdas y controlar el venteo del biogás generado. Un sistema de cobertura final debe ser construido tomando en cuenta las condiciones descritas en la NB-760, para que cumpla con las funciones anteriores, aunando a un mínimo mantenimiento del drenaje adecuado, reduciendo la erosión y asentamientos, con una permeabilidad muy baja.

En la medida de lo posible, el material de cobertura será extraído del mismo predio o de sectores aledaños al sitio de disposición final.

Se recomienda construir una capa final de 0.40 - 0.60 m en dos etapas, cada una de 0.20 - 0.30 m de espesor, con un intervalo de aproximadamente un mes para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera capa. Algunas recomendaciones pasan por:

- Las condiciones de compactación e impermeabilidad de la capa impermeable, deben lograrse con una masa homogénea

de permeabilidad de 10-6 cm/s o menor y un alto grado compactación.

- En caso de no disponer de material natural con la suficiente impermeabilidad, se pueden usar materiales sintéticos como geomembrana de PEAD de 1 - 1,5 mm de grosor (mejor 1,5 mm para evitar roturas).
- Entre los residuos y la geomembrana es importante incluir una capa que permita el drenaje de los biogases. Esto es porque cuando ponemos la cobertura final impermeable el gas queda atrapado y se generan bolsas en el interior del relleno sanitario que tienden a subir arriba. La capa drenante de gases, puede ser de gravas.
- Para canalizar posibles aguas de infiltración, entre la capa vegetal y la capa de impermeabilización, se debe colocar una capa drenante, esta puede ser de grava o de material sintético como un geodren.
- En caso de usar gravas para la capa drenante de agua y geomembrana como capa impermeabilizante, es conveniente usar un geotéxtil no tejido de 200gr/m² entre la geomembrana y las gravas, para la protección de la geomembrana y un geotéxtil filtrante entre la capa vegetal y la capa de gravas, para evitar la colmatación de estas gravas. Si se usa geodrén para drenar no es necesario colocar geotéxtil.

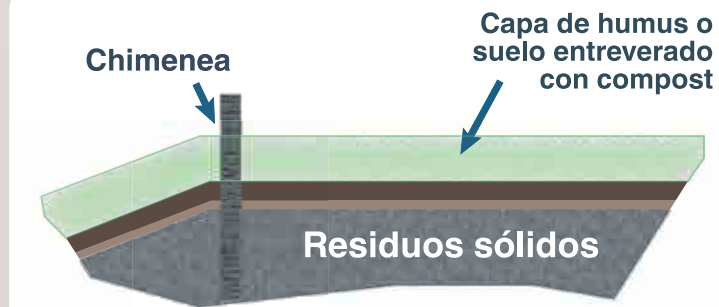
Cierre de Módulo de trabajo en Relleno Manual

Construcción cubierta impermeable



Cierre de Módulo de trabajo en Relleno Manual

Aplicación de la capa de humus

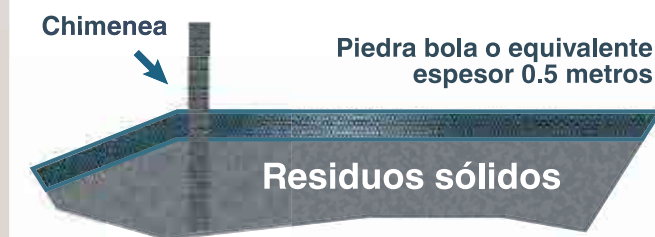


Arborización



Cierre de Módulo de trabajo en Relleno Mecanizado

Construcción de capa de drenaje de gas



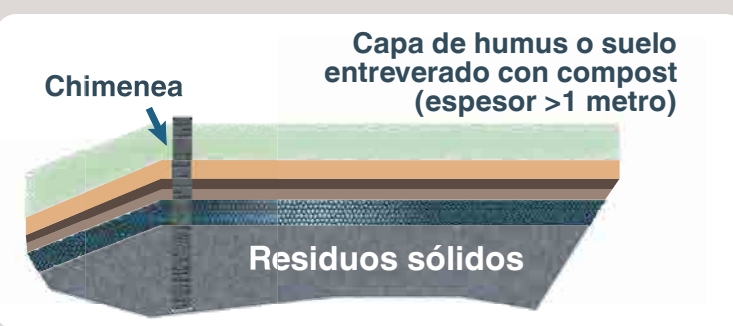
Construcción cubierta impermeable



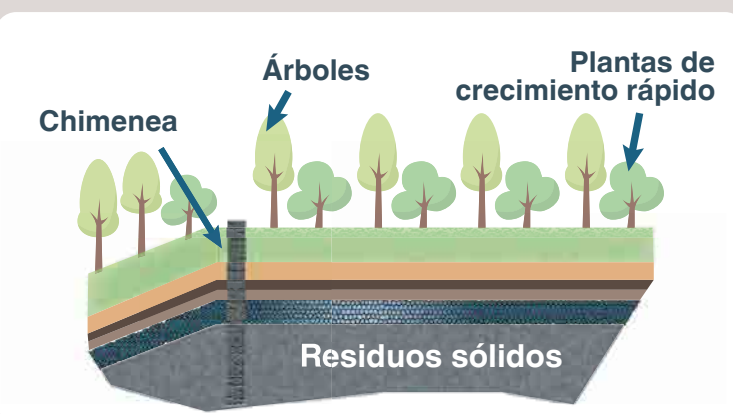
Construcción de capa de drenaje de lluvia



Aplicación de la capa de humus



Arborización



Fuente: Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos, PROARCA/SIGMA, Meléndez Carlos, 2004

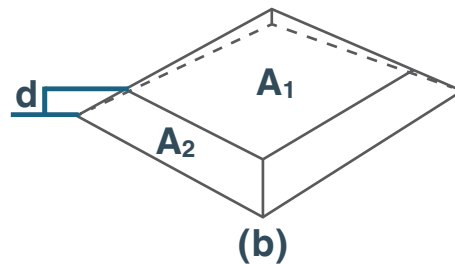
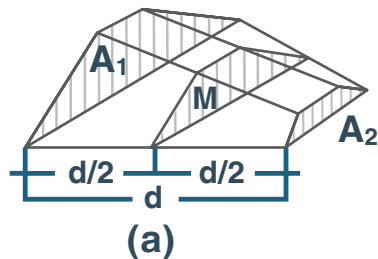
ANEXO 2.

Cálculo del volumen por la regla del prismoide

Método 2. Cálculo del volumen por la regla del prismoide

El prismoide se define como un sólido que tiene dos caras planas y paralelas de forma regular o irregular, unidas por superficies planas o alabeadas, en las que se puedan trazar rectas desde una hasta la otra cara paralela. Algunos ejemplos de prismoides se presentan en la figura 5.11, cuya fórmula equivale a la [5-19].

Prismoides



Para determinar su volumen por la regla de Simpson, es necesario dividir la figura de forma que resulte un número de secciones equidistantes; tres es el número menor que cumple esta condición.

Método 3. Volumen a partir de las áreas extremas

A partir del eje del proyecto y de la nivelación por franjas de un terreno, se puede calcular el volumen entre dos secciones transversales consecutivas, multiplicando el promedio de las áreas de las secciones por la distancia que las separa (para estar más cerca de la realidad, se recomienda tramos de 20 metros) (figura 5.12

El volumen entre las secciones A1 y A2 está dado por:

$$\text{Volumen} = \frac{(A_1 + A_2) \times d}{2} \quad [5-20]$$

donde:

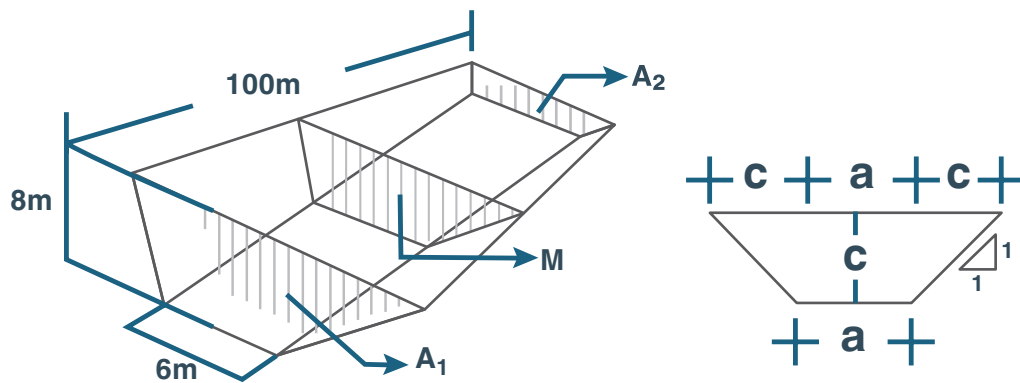
A_1 y A_2 = Áreas de las secciones transversales (m_2)

d = Distancia entre las secciones A_1 y A_2

Esta fórmula será más precisa a medida que A_1 y A_2 tiendan a ser iguales. En general, la precisión de este método es más que suficiente, puesto que se supone que

el terreno será nivelado uniformemente entre las dos secciones, aunque se sabe que el volumen real es un tanto diferente (apéndice D, ejemplo 7).

Volumen de un zanjón



Método 1. De la retícula

Cuando se trata de hallar el volumen de un terreno de gran extensión y poca profundidad, el trabajo de campo consiste en cubrir el área de la superficie de desplante con una retícula de cuadros y obtener los niveles de sus vértices. El volumen total se puede calcular como la suma de volúmenes de todos los prismoides que tienen como área transversal un cuadro de la retícula y como altura la distancia a la superficie final del relleno. Esta altura estará dada por el promedio de las distancias entre la superficie de la configuración final del relleno y los vértices del cuadrado. Es decir, que si las elevaciones de los vértices de un cuadro son e_1 , e_2 , e_3 y e_4 , la elevación de superficie final en este punto es e_f , y el área de cada cuadrado de la retícula es A . Así, el volumen sería:

$$V_i = A (e_f - (e_1 + e_2 + e_3 + e_4)) \quad [5-21]$$

El grado de precisión que se obtenga será mayor mientras más pequeños sean los cuadrados de la retícula (apéndice D, ejemplo 8).

Método 2. A partir de las curvas de nivel

Consiste en determinar el volumen existente entre los planos horizontales del terreno, para lo cual es necesario calcular las áreas, luego promediarlas y multiplicarlas por la diferencia de altura que las separa. Se parte de la ecuación [5-20].

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \quad \text{levantamiento} \quad [5-22]$$

Mientras más pequeño es el incremento h , mayor será la precisión del método. Además, será más fácil de usar si se tiene el $?$ topográfico con curvas denivel cada metro y si se utiliza un planímetro para el cálculo de las áreas. Este es el método más común en el caso de grandes rellenos sanitarios.

donde :

$$\begin{aligned} V &= \text{Volumen entre dos curvas de nivel (m}_3\text{)} \\ A_1 \text{ y } A_2 &= \text{Áreas de los planos horizontales (m}_2\text{)} \\ h &= \text{Diferencia de altura entre los planos (m)} \end{aligned}$$

Por tanto, la capacidad volumétrica del sitio está dada generalmente por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} h_1 + \frac{(A_2 + A_3)}{2} h_2 + \frac{(A_4 + A_5)}{2} h_3 + \dots [5-23]$$

Cuando las áreas tomadas son equidistantes entre sí:

$$V = \frac{h}{2} * A_1 + 2^{n-1} A_1 + A_N$$

ANEXO 3.

Cálculo de área requerida para la construcción del Relleno

Datos de entrada:

- Población, (p): 18,964 habitantes,
- Densidad de los residuos sólidos estabilizados, (Drse): 800 Kg/m³,
- Altura del relleno sanitario, (HRS): 5.5 m,
- Tasa de crecimiento poblacional, (r): 2% anual,
- Producción per cápita, (ppc): 0.451 Kg/hab.día,
- Tasa de aumento de generación de residuos sólidos, (g): 1.01
- Factor de material de cobertura, (MC): 1.1,
- Vida útil del relleno sanitario, (VU): 20 años.

1. Área requerida para residuos sólidos

Aplicando la ecuación para el cálculo del área total se tiene:

$$A_{rs} = \frac{365.25 \times 20 \times 0.451 \text{kg/hab.día} \times (1.01^{19}) \times 18,964 \text{hab} (1+0.02)^{20-1} \times 0.7 \times 1.1}{800 \text{kg/m}^3 \times 5.5 \text{m}}$$

$$A_{rs} = 19,243 \text{ m}^2 = 1.9 \text{ Ha}$$

2. Área requerida para obras perimetrales

Aplicando la ecuación para el cálculo de obras perimetrales se tiene:

$$A_{op} = 4 * [3.5 * (\sqrt{19,243 + 3.5})]$$

$$A_{op} = 1,991 \text{ m}^2 = 0.2 \text{ Ha}$$

3. Finalmente Área total requerida será la siguiente:

$$A_{TRS} = 19,243 \text{ m}^2 + 1,991 \text{ m}^2 + 500 \text{ m}^2 + 250 \text{ m}^2$$

$$A_{TRS} = 21,984 \text{ m}^2 = 2.2 \text{ Ha}$$

Dimensionamiento de la celda diaria

Datos de entrada:

Frecuencia de operación: 6 días semana

Ancho prefijado de la celda: 4,0 m

Densidad de los residuos recién compactados: 400 Kg/m³

1. Cálculo del área

Aplicando la ecuación de cálculo de área se tiene:

$$A_c = \frac{7 \times 0.451 \text{kg/hab.día} \times 18,964 \text{hab} \times 1.1 \times 0.7}{6 \times 400 \text{kg/m}^3 \times 1.5 \text{m}}$$

$$A_c = 12.8 \text{m}^2$$

2. Largo o avance de la celda

De acuerdo a la ecuación se tiene

$$l_c = \frac{12.8 \text{m}^2}{4.0 \text{m}}$$

$$l_c = 3.2 \text{m}$$

Dimensionamiento del volumen anual de residuos dispuestos y vida útil

Datos de entrada

Método de áreas externas

Volumen mínimo calculado: 5 años

Dimensiones de la celda: 20 m. de ancho
65 m. de largo

2,4 m. de profundidad

Talud de corte: 1 Horizontal 1 Vertical

Aplicando el método de las áreas externas, se generarán dos (02) áreas:

1. la primera que estará al nivel del suelo, para este caso se denominará Área Superior (Ars) y,

2. la segunda la que estará 2.4 m debajo del nivel del suelo y denominará como Área Inferior (Ari).

El cálculo en resumen consiste en obtener el promedio de estas dos áreas y multiplicarlo por la distancia que los separa (h). La operación de cálculo se explica a través en la siguiente tabla:

Cálculo de la capacidad útil de diseño

Parámetro/Fórmula	Unidad de Medida	Cantidad
Largo superior (Ls)	m	65,0
Ancho superior (Ans)	m	20,0
Area superior (Ars) = Ls x Ans	m ²	1300,0
Altura = h	m	2,40
Talud de la trinchera (H)		1
Talud de la trinchera (V)		1
Largo Inferior (Li) = Ls - 2 x hH	m	60,20
Ancho inferior (Ani)= Ans - 2 x hV	m	15,20
Área Inferior (Ari) = Li x Ani	m ²	915,04
*CUD= (Ars+Ari)/2 * h	m ³	2658,05

*Capacidad Útil de Diseño

En la siguiente tabla se determina el volumen anual de residuos dispuestos en este caso para una proyección de 7 años:

Años (1)	Generación de residuos (Ton/año) (2)	Densidad de residuos estabilizados(Ton/m3) (3)	Volumen anual de residuos m3/Año) (4)	Cantidad de material de cobertura (%) (5)	Cantidad de material de cobertura (m3/Año) (6)	Volumen total anual de residuos (m3/año) (7)	Volumen total anual acumulado de residuos (m3/año) (8)
1	241,8	0,6	403,0	25,0	100,76	503,78	503,8
2	247,9	0,6	413,1	25,0	103,27	516,37	1.020,1
3	254,1	0,6	423,4	25,0	105,86	529,28	1.549,4
4	260,4	0,6	434,0	25,0	108,50	542,51	2.091,9
5	266,9	0,6	444,9	25,0	111,21	556,07	2.648,0
6	273,6	0,6	456,0	25,0	114,00	570,00	3.218,0
7	280,4	0,6	467,4	25,0	116,85	584,25	3.802,2

1. Es el número de años que como mínimo puede operar un relleno sanitario.
2. Son los datos proyectados de generación de residuos sólidos por año en el municipio.
3. Es el valor mínimo densidad que debe alcanzar el residuo una vez confinado el residuo en el sitio de disposición final (esparcido y compactado).
4. Volumen anual de residuos, considera la cantidad de generación anual de residuos y la densidad mínima que debe alcanzar el residuo en el relleno sanitario $(2) / (3)$.
5. Es un valor de referencia, que está establecido en función del espesor de la capa de cobertura diaria a utilizar, el valor varía entre 20 y 25 % del volumen de residuos dispuestos (esparcido y compactado).
6. Es el volumen total estimado de material de cobertura que se requerirá por año $(4) * (5)$.
7. Volumen anual total de residuos dispuestos, considera la cantidad de generación anual de residuos a la densidad mínima que debe alcanzar el residuo en el relleno sanitario más el volumen del material de cobertura $(4) + (6)$.
8. Volumen total acumulado de residuos dispuestos.

El cálculo de la vida útil, se define comparando el valor de la capacidad útil de diseño (CUD) con los años hacia los cuales más se aproxima y se afina el resultado mediante una regla de tres simple.

CUD: 2.658,0 m³

Año 2012: 2.648,0 m³

Año 2013: 3.218,0 m³

Mediante Regla de tres, se quiere determinar el tiempo de vida útil necesario para disponer 10 m³ a adicionales:

Nº días	m ³
365	**570,0
X	10,0
X = 6,4 Días	
X = 0.02 Años	

****Corresponde al total anual de residuos calculado en el año fin del rango seleccionado.
En tal sentido para el ejemplo, la vida útil del proyecto será de 5.02 años.**

Dimensionamiento de la capacidad de la celda diaria

Datos de entrada
Talud (H:V 1/2)
Criterios de acuerdo a tabla.

$$\begin{aligned} a &= 76,0 \text{ (m)} \\ b &= 7,0 \text{ (m)} \\ c &= 2,5 \text{ (m)} \\ d &= \text{Talud de las trincheras H/V:1/2} \\ &= (a)-(h*1/2) = (76)-(5*1/2) \\ h &= \text{Altura máxima de la celda} = 5*(1/2)=2,5 \end{aligned}$$

Aplicando la ecuación de cálculo de área se tiene:

$$V_c = \frac{1}{3} * 2,5 (76,0 * 7,0 + 2,5 * 73,5 + \sqrt{(76,0 * 7,0) * (2,5 * 73,5)})$$

$$V_c = 1.068,52m^3$$

Cálculo de la cantidad de material de cobertura

Datos de entrada:
Material de cobertura: 10% del volumen de residuos
Altura de la celda: 5,5 m
Área del relleno: 19.243 m²

1. Volumen de material de cobertura

$$V_{MC} = 10\% \times 5.5m \times 19,243m^2$$

$$V_{MC} = 10,583.6m^3$$

Cálculo de la generación de lixiviados, Método Suizo

Precipitación media anual: 114 mm,
Superficie de terreno: 19.243 m²
Coeficiente de compactación: 0,25

1. Volumen de lixiviado

$$Q_{\text{lixiviado}} = 10\% \times 5.5m \times 19,243m^2$$

$$V_{MC} = 10,583.6m^3$$

Cálculo de la mano de obra para el sitio de disposición final

Datos entrada:

Generación de residuos: 12.600 Kg/día

Días de operación: 6 días

Horas efectivas: 6 horas efectivas de trabajo

Celda diaria = volumen de residuos sólidos + material de cobertura (20%)

Volumen de residuos sólidos = 12.600 kg/día / 450 kg/m³ = m³/día

Volumen de tierra = 28 m³/día * 0,20 = m³/día

Volumen de la celda diaria = (28 + 5,6) m³/día = 33,6 m³/día

(hc = 1,0 m)

Al aplicar los rendimientos y ecuaciones se tiene

Operación	Fórmula de rendimiento	Hombres/día
Movimiento de residuos	$\frac{12,6 \left(\frac{t}{\text{día}} \right)}{\left(0,95 \frac{t}{\text{hora - hombre}} \right)} \quad * \quad \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Compactación de residuos	$\frac{(33,6 \text{ m}^2)}{20 \frac{\text{m}^2}{\text{hora - hombre}}} \quad * \quad \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Movimiento de tierra	$\frac{5,6 \text{ m}^2}{\left((0,35 - 0,70) \frac{\text{m}^3}{\text{hora - hombre}} \right)} \quad * \quad \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Compactación de la celda	$\frac{33,6 \text{ m}^2}{\left((20) \frac{\text{m}^2}{\text{hora - hombre}} \right)} \quad * \quad \frac{1}{6 \text{ horas}}$	
Total	12,6 t/día	5 hombres
		2,5 t/ hombre-día

ANEXO 4.

FORMULARIO DE REGISTRO

Vehículo	Tipo		Capacidad		Placa	
Ingreso	Público				Particular	
Tipo de Residuo conductor	Municipal		Esoecial		Peligroso	
Fecha y hora	Fecha				Hora	
Procedencia	Distrito				Ruta	
%Volumen ingresado	100%		75%		Otro	
Registrador						
Observaciones						

A continuación, se describen cada uno de los campos de información:

a. Vehículo Tipo: corresponde al tipo de vehículo que atiende el servicio de recolección y transporte de residuos, en la actualidad dispone de los siguientes:

- Camión compactador
- Camión volquete
- Camión de caja fija
- Camión roll on roll off

En caso que el vehículo provenga de un servicio privado, deberá registrarse también el tipo de vehículo.

b. Capacidad: corresponde a la capacidad de carga del camión de recolección y transporte, esta se expresará en m³. Así por ejemplo las capacidades de los camiones disponibles son:

- Camión compactador: 12 m³
- Camión volquete: 6 m³
- Camión de caja fija: 4 m³
- Camion roll on roll off: 6 m³

De la misma manera se registrará la capacidad del vehículo que provenga de un servicio particular.

c. Placa: corresponde a la placa del vehículo que ingresa

d. Ingreso: corresponde al registro si el vehículo que ingresa del servicio público municipal o proviene de un servicio particular.

e. Corresponde al registro según las características físicas del residuo.

f. Conductor: Corresponde al registro del nombre del chofer responsable del vehículo que ingresa a las instalaciones.

g. Fecha y hora: Corresponde a la fecha y hora de ingreso del camión o vehículo a las instalaciones.

h. Procedencia: Corresponde al registro del distrito de donde proviene el camión recolector. En caso de ser un servicio particular deberá registrar también la procedencia, así por ejemplo domicilio, industria, etc.

Cuando corresponda podrá registrar en el campo "Ruta" si proviene de las siguientes fuentes:

- Mercado
- Recolección diferenciada
- Limpieza de microbasural
- Otro

i. % Volumen ingresado: En el municipio de Tolata no se dispone de báscula para el pesaje de residuos, sin embargo se puede estimar la cantidad en peso en función al volumen de residuos

que ingresa en el camión recolección, de esta manera según la verificación visual que se realice deberá estimarse el porcentaje de carga volumétrica.

j. Registrador: Corresponde al nombre de la persona a cargo del registro, en este caso de no contar con personal exclusivo para este servicio, el registrador podrá ser el mismo conductor del camión.

Algunas de las posibles contravenciones que se pueden detectar en el ingreso son:

- Transporte de líquidos y su posible escurrimiento (fugas)
- Ingreso de residuos no autorizados para la descarga
- Sobrepeso en los camiones que puede dificultar el descargue en el frente de trabajo
- Incumplimiento de medidas de seguridad durante los ingresos o identificación de anomalías.

Acciones programadas	Periodicidad	Acciones correctivas
Descarga y cobertura de los residuos		
Control de Angulo de talud	Mensual	Corrección hasta alcanzar el diseño
Compactación de residuos eficiente	Mensual	
Estado de cobertura de los residuos	Mensual	Verificación después de cada actividad de cobertura
Control de fugas de biogás y lixiviados	Mensual	Corrección de redes de fugas
Control de drenes fluviales y Lixiviados		
Estado de canales de coronamiento y perimetral	Mensual	Limpieza y conservación
Verificación de estado las tuberías de conducción de los lixiviados	Mensual	Limpieza y conservación
Control de estanque de lixiviados	Mensual	Control de nivel de espejo de agua en época de lluvia y estiaje, recirculación y retiro de sedimentos
Tratamiento de los gases		
Mantenimiento de las chimeneas según el avance del relleno	Mensual	Adecuación al diseño de la instalación con características adecuadas
Control de aguas subterráneas y superficiales		
Mantenimiento de pozos de control	Mensual	Subsanación de las deficiencias (limpieza conservación)
pH	Semestral	Adopción de medidas correctivas

Acciones programadas	Periodicidad	Acciones correctivas
Conductividad eléctrica	Semestral	Adopción de medidas correctivas para mantener bajo normas ambientales (localización y reparación de fugas, mejoraren la impermeabilización de las celdas del relleno)
Oxígeno disuelto	Semestral	
Metales pesados	Semestral	
DBO5 DQO	Semestral	
Nitratos	Semestral	
Amoniacos	Semestral	
Control de incendios (fuegos)		
Construcción y mantenimiento de corta fuegos en áreas de vegetación	Mensual	Subsanación de deficiencias en su caso
Prohibición de residuos incendiados	Permanente	Subsanación de deficiencias en su caso
Compactación de residuos diarios	Permanente	Subsanación de deficiencias en su caso
cobertura de los residuos sólidos dispuesto	Permanente	Subsanación de deficiencias en su caso
Disponibilidad de agua y material de cobertura	Permanente	Subsanación de deficiencias en su caso
Control de plagas (vectores)		
Compactación adecuada de los residuos	Diario	
Control adecuado de los líquidos percolados	Diario	
Limpieza de frente de trabajo y de zonas adyacentes	Diario	Limpieza de toda el área de trabajo y zonas adyacentes
Fumigados de criaderos de vectores	Semanal	Mitigación de los vectores como las mocas. El personal encargado del fumigado debe contar con ropa adecuada
Control de material de dispersión		
Inspección de existencial de materiales de dispersión dentro del área de operación y alrededores	Semanal	Limpieza de frente de trabajo, cobertura diaria 100% de residuos y instalar de mallas para evitar la dispersión de materiales livianos
Forestación del perímetro del botadero readecuado	Adecuación para el plan de cierre	ejecución de las determinaciones de proyecto para mitigar los impactos
Control de malos olores		
Coberturas de residuos sólidos 100%	Diario	Subsanación de las deficiencias detectadas
Inspección y mantenimiento de las chimeneas	Mensual	los drenes de gases contarán con quemadores, después de vida útil de las chimeneas
Limpieza total del recinto	Semanal	Retirar la basura incluyendo el área de trabajo, instalaciones, frente de trabajo y accesos
Seguridad laboral		
Programas de capacitación en riesgos laborales, saneamiento básico e higiene ocupacional	al inicio de la operación anual	Realizar cursos de capacitación para la eficiencia de los trabajos
Dotación de equipos de protección personal	al inicio de la operación anual	Subsanación de todas las deficiencias



Ejecutado por:

