

REGLAMENTO OPERATIVO  
RELLENO SANITARIO  
LOS PICACHOS





## **REGLAMENTO OPERATIVO DEL RELLENO SANITARIO LOS PICACHOS**

La Gerencia General de URBASER POPAYÁN S.A. E.S.P., en uso de sus atribuciones legales y el cumplimiento del Artículo 8 del Decreto 838 de 2005, el Decreto 2981 de 2013 y Decreto 1077 de 2015, adopta el presente reglamento para la operación del relleno sanitario Los Picachos.

### **CONSIDERANDO**

Que en la actualidad el propietario y operador directo del relleno sanitario Los Picachos es URBASER POPAYÁN S. A. E.S.P. y en cumplimiento de los requisitos legales, ha dispuesto el siguiente reglamento para la operación del relleno sanitario.

Que como compañía prestadora del servicio público de aseo tiene el compromiso de velar por la adecuada operación del relleno sanitario y establecer normas internas que permitan dar cumplimiento a los requerimientos técnicos, operativos y jurídicos concernientes al sitio de disposición final.

En este sentido buscando ser eficientes y eficaces

en nuestra labor se desarrolla este documento en el cual se plasma una serie de procedimientos mínimos para la correcta realización de la tarea de disposición de residuos.

### **ACTIVIDADES OPERATIVAS**

#### **1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

De acuerdo con el planteamiento y la proyección de obras a realizar en desarrollo del proyecto Relleno Sanitario Los Picachos, como resultado del diseño técnico y operativo, se obtiene en función del tiempo un listado de actividades encaminadas a asegurar la operatividad confiable y continua, procurando en cualquier caso impedir o minimizar la ocurrencia de situaciones que puedan afectar el medio ambiente, la operación o la comunidad. A continuación, se adjunta cronograma de actividades para garantizar el buen funcionamiento del relleno sanitario.

Las actividades de monitoreo y control estarán ajustadas a la normativa actual vigente, en especial lo establecido en la Resolución 938 de 19 de diciembre de 2019 del Ministerio de Vivienda

# RELLENO SANITARIO LOS PICACHOS - POPAYÁN

## REGLAMENTO OPERATIVO

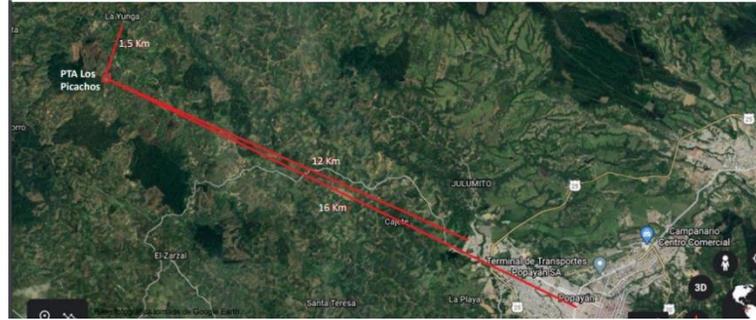


Ciudad y Territorio, reglamentario del Decreto 1784 de 2 de noviembre de 2017, prevaleciendo lo establecido en dicha norma. Así las cosas, cualquier diferencia que pueda encontrarse en el presente Reglamento Operativo frente a la norma, se establece la prevalencia de la Resolución 938.

Para cualquier efecto, el relleno sanitario Los Picachos, según el Decreto 1784, se clasifica de Categoría II (entre 50 ton/día y 500 ton/día).

CAPITULOS	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE TIEMPO POR AÑO											
		MES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	<b>OPERACIÓN DE RESIDUOS</b>												
	<b>MANEJO DE AGUAS LLUVIAS (Zona de disposición y otras zonas)</b>												
	Limpieza de canales y cajas de aguas lluvias												
	Construcción de zanjas para manejo de aguas lluvias												
	Impermeabilización de zanjas												
	<b>Vía de acceso a frente de descargue (a=10.0m, arcilla 1.20 m y recebo 0.30)</b>												
	Colocación y compactación de arcilla (e=0.60) para acceso a descargue												
	Suministro y compactación de recebo común (e=0.30) para acceso a descargue												
	<b>OPERACIÓN CON RESIDUOS</b>												
	Secuencia de llenado por niveles												
	Riego, conformación y compactación												
	Colocación de cobertura sintética												
	Pruebas de densidad de residuos												
	<b>Chimeneas para evacuación de gas</b>												
	Malla gavión para chimeneas												
	Piedra rajón chimeneas gases D=hasta 10"												
	Tubo perforado D=6" para cuerpo chimenea												
	<b>Drenes Intermedios en rajón (0.40m*1.0m)</b>												
	Excavación en relleno para drenes intermedios en rajón												
	Suministro y colocación material granular drenes intermedios (rajón, H=.40 a=1.0)												
	<b>Manejo de brotes lixiviados.</b>												
	Excavación en basura												
	Piedra rajón para brotes D=hasta 10"												
	Suministro e instalación de geotextil para brotes (a=1.0m)												
	<b>OPERACIÓN GENERAL DEL RELLENO</b>												
	Aseo y limpieza de áreas de trabajo												
	Combustible e insumo de maquinaria y equipos												
	Mantenimiento maquinaria y equipos												
	Control de vectores (incluye vectores, olores)												
	Control de población aviar												
	Elementos de ferretería y herramienta para oficios varios												





*Fuente: Google Earth*

## **2. CONDICIONES DE ACCESO AL RELLENO SANITARIO LOS PICACHOS**

### **2.1 Por el usuario.**

#### 2.1.1 Acceso al servicio por parte de las empresas prestadoras del servicio público de aseo

El acceso vial al relleno sanitario Los Picachos se realiza por la vía Popayán - El Tambo, en el Km 18, en la vereda La Yunga. A partir de Popayán, la vía cuenta con 14 km de vía pavimentada y los 8 km restantes son de vía con capa de rodadura en afirmado. Tiene un ancho promedio de 7 metros y presenta, en general, buen desarrollo geométrico.

#### 2.1.2. Condiciones de ingreso al relleno sanitario Los Picachos:

Las condiciones para que las empresas prestadoras del servicio de aseo puedan ingresar al relleno sanitario Los Picachos se describen a continuación:

- Presentar previamente al ingreso los pagos de seguridad social vigentes (EPS, ARL) de la tripulación (conductor y operarios).
- La velocidad máxima permitida en las vías internas del proyecto relleno sanitario Los Picachos es de 20 Km/h.
- Todos los vehículos deben cumplir con las obligaciones y requisitos citadas en el Decreto 1077 de 2015 "Por el cual se reglamenta la prestación pública de aseo" para el transporte de residuos, así como aquellas concernientes ubicadas en el Decreto 838 de 2005, modificado por el Decreto 1784 de 2017, sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Todo vehículo deberá detenerse en la portería, antes de acceder al relleno sanitario, para registrar su ingreso y cumplir con los protocolos de seguridad.
- Todo vehículo que ingrese al PTA Los Picachos debe contar con un (1) extintor ABC de mínimo 10 libras cargado y vigente, al igual debe contar con el respectivo botiquín de primeros auxilios con todos los

elementos necesarios y vigentes.

- Toda la tripulación debe usar los elementos de protección personal exigidos (tapabocas, guantes, camisa de manga larga, botas de seguridad, jeans u overol).
- Todos los tripulantes deberán acatar las instrucciones de los supervisores y/o personal administrativo del relleno sanitario.
- No está permitido el ingreso de personal que no esté vinculado al prestador del servicio de recolección que corresponda en cada municipio y/o que no porte el carné correspondiente de la empresa para su identificación.
- No está permitido el ingreso de menores de edad.
- No se permite el ingreso de mujeres en estado de embarazo.
- No se permite el ingreso de personal para desarrollo de actividades de reciclaje en el área de disposición final de residuos.

#### 2.1.2.1. Prohibiciones en la celda y el frente de disposición

Para el ingreso al frente de disposición, debe tener en cuenta las siguientes prohibiciones:

- Prohibido fumar.
- Prohibido ingerir alimentos en el área de operaciones, piscinas y plantas de tratamiento de lixiviados.
- Prohibido el uso del celular mientras realiza alguna actividad u operación.
- Prohibido transitar dentro del PTA Los Picachos a velocidades mayores de 20 Km/h.
- Prohibido ingresar a las instalaciones del PTA los Picachos cualquier tipo de arma blanca o de fuego.
- Prohibido extraer especies vegetales.
- Prohibido cazar y/o capturar especies animales.
- Prohibido el ingreso de personal no autorizado

PROHIBICIONES EN EL VASO DE DISPOSICIÓN		
		
Prohibido fumar en vaso de disposición	Prohibido ingerir alimentos en Vaso de disposición	Prohibido el uso de celular en Vaso de disposición
		
Prohibido extraer especies vegetales	Prohibido cazar y capturar especies animales	Prohibido cazar y capturar especies animales

Fuente: Elaboración propia.



### 2.1.2.2. Elementos de protección obligatorios para usuarios o visitantes en el relleno sanitario

El personal operativo y administrativo del relleno sanitario se encuentra obligado a la utilización de los elementos de protección personal de acuerdo con el cargo y las actividades a desarrollar según la matriz de elementos de protección de personal:

- Gafa de seguridad
- Tapabocas
- Guantes
- Overol y gorra
- Botas de seguridad





Fuente: *Elaboración propia.*

### 2.1.3. De la Licencia Ambiental:

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) mediante Resolución 05031 del 28 de marzo de 2014, otorgó Licencia Ambiental para el Proyecto "Construcción y Operación del Relleno Sanitario Los Picachos, vereda La Yunga, municipio de Popayán, departamento del Cauca". Igualmente, el relleno sanitario cuenta con permiso de vertimientos de los efluentes del sistema de tratamiento de lixiviados, según Resolución

No.11244 de marzo de 2017, emitida por la CRC.

El relleno sanitario Los Picachos se clasifica como de Categoría II, conforme a lo definido en el Decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017. Las actividades de operación, las obligaciones y labores de monitoreo y seguimiento se desarrollan en cumplimiento de la Resolución 938 de 19 de diciembre de 2019, reglamentaria del Decreto 1784, y de la Licencia Ambiental y permisos ambientales actualmente vigentes.

### 2.1.4 Origen de los residuos sólidos:

El relleno sanitario Los Picachos recibe residuos domiciliarios ordinarios de origen residencial, urbano, comercial, institucional, de barrido de vías y áreas públicas, y de mantenimiento de áreas verdes. Se prohíbe el ingreso y disposición de residuos peligrosos al relleno, así como de lodos que no sean provenientes de procesos y actividades propias del relleno. Se permite el ingreso de RCD que tengan una destinación de uso definida como aprovechamiento en mantenimiento o mejoras viales, construcción de terraplenes, llenos o muros estructurales.

### 2.1.5 Caracterización y cantidad de residuos sólidos a entregar:



Se hace recepción exclusiva de residuos ordinarios (papel, cartón, plástico, polvo de barrido, envases de cartón, huesos, caucho, goma, cuero, madera, vidrio, latas de aluminio, metales, productos de jardinería, cerámica, residuos orgánicos, entre otros) siempre y cuando estos no sean clasificados como residuos peligrosos.

Se hará caracterización de los residuos dispuestos en el relleno, considerando la muestra como un todo, de forma anual. La caracterización particular de residuos para cada municipio o usuario del relleno debe ser realizada por el prestador del servicio de recolección y transporte, conforme a lo dictado por la normativa vigente. Esto no obsta para que la Empresa pueda adelantar alguna caracterización para validación de la información y cuyo costo se cargará al usuario del servicio; tampoco impide que la Empresa establezca un convenio o contrato con el usuario para realizar la caracterización de sus residuos particulares.

#### 2.1.6. Horario de entrega de los residuos:

Si bien el relleno sanitario cuenta con disponibilidad de uso y operación durante las 24 horas del día,

días a la semana, el horario corrientemente convenido y permitido para la recepción de residuos es:

De lunes a sábado, de 07:00 a.m. a 03:00 am.

Domingo, de 11:00 a.m. a 19:00 p.m.

En este sentido, el relleno sanitario tiene la capacidad de ampliar su operación hasta 24/24 horas, acorde con los requerimientos para atender nuevos usuarios/servicios o para atender situaciones de contingencia que puedan ocurrir en otros municipios y que por ello presenten la necesidad de realizar la disposición final en el relleno sanitario Los Picachos.

## 2.2. Por el prestador del servicio

El relleno sanitario Los Picachos, mantendrá disponible la siguiente información:

- Capacidad operativa instalada, la cual se dará en ton/día.
- Capacidad operativa adicional disponible para nuevos usuarios, dato brindado en ton/día en un tiempo no mayor a 5 días.
- Flujo promedio diario de residuos sólidos en ton/día, que se están disponiendo en el relleno sanitario, al momento de la solicitud de acceso al servicio.

## 3. FRENTE DE TRABAJO

Se dispondrá de un solo frente de trabajo de forma ordinaria. Sólo podrá apreciarse un segundo frente de trabajo en caso de cambio de sitio de descarga, labores de cierre o ante una contingencia.

### 3.1. Descripción Frentes de Trabajo

El ingreso al relleno sanitario, las barreras, casetas de control de ingreso y vigilancia se encontrará indicado y enunciado con carteles diagramados.

#### 3.1.1. Acceso a la plataforma de descarga

Para llegar a las plataformas del relleno sanitario, desde la vía principal de acceso, se debe prever la construcción de vías temporales de acceso a los diferentes frentes de trabajo dentro del relleno como, plataforma de descargue, área de descargue, bahía de lixiviados, chimeneas, etc.

Estas vías deben permanecer en buen estado independientemente de la época y condiciones de tiempo que se atraviese.



Luego recibir las instrucciones en la plataforma de descargue, un operario del relleno indica al usuario el sector definido para realizar el descargue, así evitará congestiones.

### 3.1.2. Tránsito interno de los vehículos recolectores y particulares

El desplazamiento interno consiste básicamente en conducir el vehículo desde el punto de pesaje hasta el sitio de descarga y disposición. El tránsito no debe exceder una velocidad de 20 Km/h; se debe conducir con las luces bajas encendidas durante todo el tiempo que se encuentre dentro de las instalaciones del PTA; debe usar el cinturón de seguridad; no se debe manipular el celular mientras conduce, se debe conducir siempre por su derecha; está prohibido transportar operarios propios o ajenos a la empresa ubicados en los estribos laterales o posteriores, o colgados. Todo el personal debe ir dentro de la cabina.

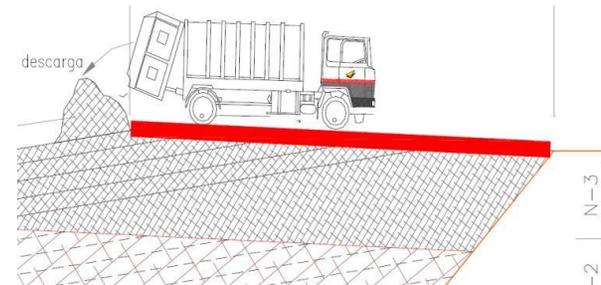
Estas recomendaciones aplican tanto para la movilización hacia el punto de descarga de residuos como para su retorno hacia la puerta de salida del relleno sanitario.

### 3.1.3. Vertimiento de desechos

Para facilitar el acceso a la ubicación de descargue de residuos se cuenta con una plataforma o patio de maniobra. Esta zona tendrá el área necesaria para permitir el giro y las demás maniobras de los carros.

En la siguiente figura, se muestra un ejemplo de la plataforma de vertimiento de desechos.

#### Ilustración 1. Esquema Vertimiento de Residuos

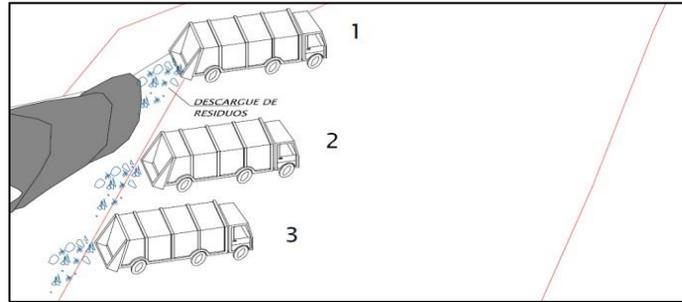


Fuente: Propia. Relleno Sanitario Los Picachos.

Allí, el mismo operario que dio la orden de descargue, dirige ahora al recolector en la plataforma de descargue indicando el modo y la orientación en que deberá parquearse el vehículo antes de evacuar los residuos, la cual será de derecha a izquierda para asegurar visibilidad sobre el camión contiguo.



## Ilustración 2. Descarga de residuos



Fuente: Propia. Relleno Sanitario Los Picachos.

En cada frente de operación se tendrá una lámpara de iluminación con la suficiente potencia como para dar luz segura en las horas de la noche.

En el relleno sanitario se cuenta con generador eléctrico, con el fin de soportar algunas operaciones y la iluminación en caso de presentarse un corte de energía

### 3.1.4. Prohibición de la realización de reciclaje en los frentes de trabajo del relleno.

No se permite a los usuarios del servicio de disposición final actividad alguna de remoción, excavación, separación o extracción de residuos dispuestos en el relleno sanitario para su aprovechamiento o venta.

De igual manera, el personal propio del relleno sanitario se abstendrá de dichas actividades, salvo que haya una autorización específica por parte del líder de disposición final, con fines de uso para obras internas.

En el caso de que se observe actividad de este tipo, cualquier persona que sea testigo del evento podrá dirigirse al ingeniero líder de disposición para informar lo que esté sucediendo y este a su vez tomará las medidas necesarias, desde un llamado de atención verbal hasta la prohibición de ingreso en caso de reincidencias sucesivas, previos informes que evidencien la situación ante el usuario/prestador correspondiente.

### 3.1.5. Operación del Relleno

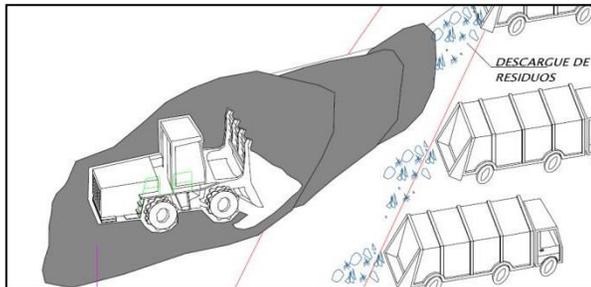
Para la operación técnica del relleno se cuenta con la maquinaria apropiada para hacer riego y compactación de los residuos, así como la conformación y perfilado de taludes sin y con cobertura térrica; esto es buldócer, excavadora, retrocargador, volqueta.

Para una apropiada conformación del relleno se realizan las siguientes actividades:

- **Disgregación y riego de residuos**

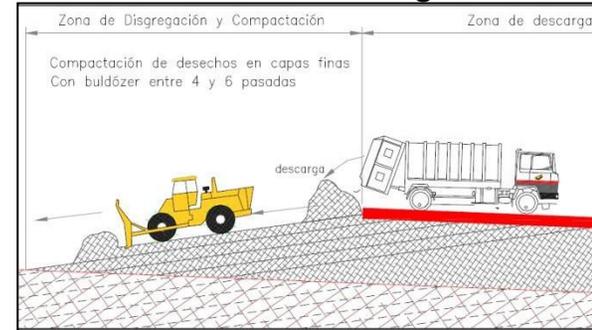
Consiste en romper las bolsas de residuos mecánicamente, con el objeto de, hacer más homogénea la basura. Esto se logra cuando el equipo pesado, por el accionar de la pala y las cadenas de tracción empieza a arrastrar los viajes descargados, dejando pasar por debajo una capa de residuos de unos 30 a 60 cm de espesor. Las cadenas dentadas de la maquinaria hacen las veces de trituradores.

**Ilustración 3. Esquema de disgregación en el relleno**



Fuente: Propia. Relleno Sanitario Los Picachos.

**Ilustración 4. Esquema zona de Disgregación - zona de Descarga**



Fuente: Propia. Relleno Sanitario Los Picachos.

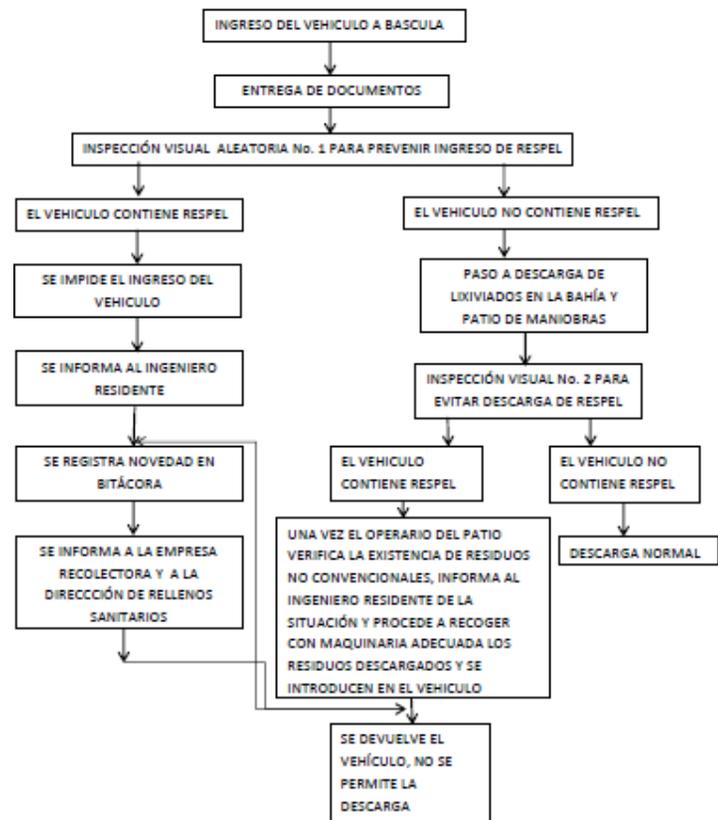
Esta operación se realiza sobre pendientes adecuadas para el equipo. Preferiblemente se debe realizar la operación en bajada como se observa en la figura de adelante.

Este proceso de ir y venir con residuos dejando una capa de 40 cm en promedio y 60 cm como máximo, se realiza hasta alcanzar la altura de cada nivel, de acuerdo con los planos de diseño, dándole a la vez la compactación requerida a través de pasadas sucesivas.

## RESTRICCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Se prohíbe el descargue de residuos diferentes a los ordinarios en la zona definida para los residuos domésticos. En tal sentido, el operario de la báscula cuenta con un procedimiento previamente definido por la organización, en el cual se definen los pasos a seguir para evitar que esto suceda, el cual se relaciona a continuación:

PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN ALEATORIA DE VEHICULOS



Sin embargo, conforme a las instrucciones del ingeniero líder de disposición, se verificará de forma aleatoria, la no presencia de residuos peligrosos en la descarga de los vehículos. Específicamente se vigilará la descarga de los residuos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente.

Así mismo, los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos, de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente.

De los residuos dispuestos en el relleno sanitario, en el frente de operación activo, se hará una caracterización anual. A continuación, se relaciona una caracterización tipo, de los Residuos que ingresan al relleno sanitario.

Tipo de residuo	Popayán Residencial		Popayán Comercial		Timbio		Piendamó		Total	
	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)	Porcentaje (%)
Papel	1,5	3	--	--	2	3,5	6	9,79	9,5	4,2
Cartón	2	4	2	3,57	7	12,4	1,8	2,94	12,8	5,7
Plástico	8	16	8	14,29	8	14,2	6	9,79	30	13,4
Textiles	4,5	9	3	5,36	4	7,1	2,5	4,08	14	6,3
Goma	0,5	1	--	--	1,5	2,7	8	13,05	10	4,5
Cuero	2	4	--	--	3,5	6,2	--	--	5,5	2,5
Madera	1,5	3	4	7,14	--	-	--	--	5,5	2,5
Vidrio	2	4	--	--	4	7,1	5	8,16	11	4,9
Latas de aluminio	2,5	5	--	--	1	1,8	0,5	0,82	4	1,8
Metales	--	--	1	1,79	1,5	2,7	0,5	0,82	3	1,3
Productos de jardinería	--	--	13	23,21	2,5	4,4	9	14,68	24,5	10,9
Residuos Orgánicos	17	34	15	26,79	12	21,2	14	22,84	58	25,9
Higiénico Sanitarios	8	16	1,5	2,68	8	14,2	6	9,79	23,5	10,5
Otros	0,5	1	8,5	15,18	1,5	2,7	2	3,26	12,5	5,6
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>56,5</b>	<b>100</b>	<b>61,3</b>	<b>100</b>	<b>223,8</b>	<b>100</b>

Tabla 1. Caracterización de residuos sólidos tipo.  
Fuente: CIAN Ltda., estudio realizado para Urbaser.

#### 4. COMPACTACIÓN DE LOS RESIDUOS

La compactación eficiente de los residuos consiste en la concentración de estos ocupando el menor volumen posible. Esto beneficia al relleno en el incremento de la vida útil, reducción del costo por tonelada dispuesta, reducción de los asentamientos posteriores, disminución de la infiltración de aguas, limitación de la deformación de la red de evacuación de biogás, entre otras.



La compactación se realiza paralelamente a la actividad de disgregación y riego. Al ir rompiendo y dispersando residuos, el peso del equipo compacta cada capa. Para hacerlo más efectivo, se requiere de al menos tres (3) pasadas por capa extendida y disgregada con espesor promedio de 40 cm y máximo de 60 cm.

Conforme a las políticas y prácticas de Urbaser, se buscará que el área expuesta de trabajo no sea mayor a 1.500 m<sup>2</sup>, pues eso implicaría sobre costos por acarreo de basura, amplitud de zonas expuestas al agua lluvia, mayor requisito de coberturas temporales, etc. En cualquier caso, en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 0938, no se tendrá un área descubierta mayor a 3.000 m<sup>2</sup>.

El equipo mínimo previsto para la compactación de los residuos es un buldócer de mínimo 16 toneladas o su equivalente.

### **Ilustración 5. Buldócer Trabajando en Campo**



Fuente: Propia

Mensualmente se deberá determinar la densidad de compactación; esto se hará con un apique realizado en la franja de trabajo sobre los residuos compactados, en el frente de operación, teniendo en cuenta que el sitio de apique y toma de muestra debe estar alejado como mínimo un (1) metro de los bordes de la franja de trabajo y, en especial de coronas de talud de residuos o de paredes de celda.

Hecha la excavación, se procede a pesar el material extraído. Luego, se mide el volumen que se excavó. Con la relación de peso sobre volumen (W/V) en ese sitio, se determina la densidad. El ingeniero Líder de Disposición Final hará seguimiento y análisis de estos resultados, para anexarlos al informe mensual. Conforme a la Resolución 938 de 2019, el índice de compactación será mayor a 1 ton/m<sup>3</sup>; sin embargo, el *Índice Objetivo de Densidad de Compactación* será de 1,07 ton/m<sup>3</sup>.

#### 4.1. Conformación

En la misma medida en que se van conformando los residuos, se van alcanzando las cotas y la geometría final del relleno. En la operación, *el área descubierta de residuos no superará los 3.000 m<sup>2</sup>, siendo el índice objetivo tener áreas descubiertas de menos de 1.500 m<sup>2</sup>.*

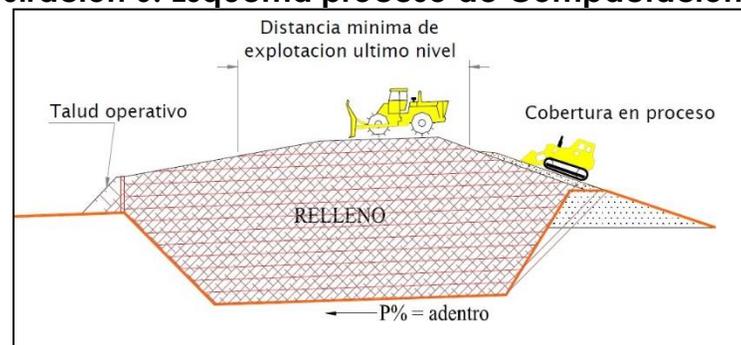
Cuando esto sucede, se va realizando la conformación de los residuos para que así tenga similitud con lo proyectado en los diseños. Es muy importante ajustarse a esta geometría pues es con ella con la que se han realizado estudios de

vida útil, estabilidad y producción de gases y lixiviados. La alteración de estas condiciones podría repercutir en la configuración de escenarios de riesgo no contemplados y sólo podrá hacerse previa verificación geotécnica.

La conformación se realiza generalmente con buldócer, y con excavadora para los taludes. En esta ocasión, el equipo no debe remover los residuos más que para lograr la línea de diseño.

Una vez haya conseguido la inclinación esperada, la maquina se dedicará a compactar ese perfil por 3 a 4 pasadas con la cuchilla topadora levantada.

#### Ilustración 6. Esquema proceso de Compactación



Fuente: Propia.

## 5. MATERIAL DE CUBIERTA DIARIA

### 5.1. Cubrimiento diario de los residuos

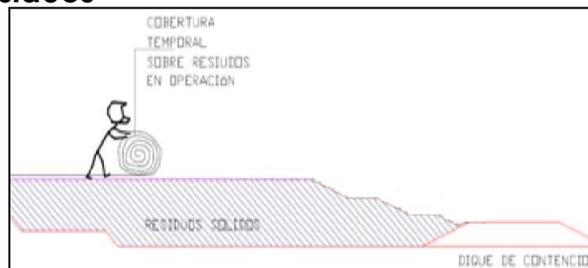
Salvo en los frentes de trabajo directos que son ocupados por las máquinas, no se mantendrá basura descubierta. Tampoco se dejará basura descubierta al finalizar la jornada.

Es importante resaltar que el ingreso inadecuado de agua a la masa del relleno es perjudicial para la estabilidad y para la producción excesiva de lixiviados. Por esta razón la cobertura normal de residuos se hará con material arcilloso proveniente de las excavaciones de adecuación que se realizan en el sitio, procurando que en plataforma quede una capa de espesor efectivo superior a 0,30 metros y en taludes con espesor superior a 0,20 metros.

Para cobertura diaria del frente de trabajo y en algunos casos de coberturas temporales de menos de 3.000 m<sup>2</sup> (duración menor a 6 meses), se proveerá de un material de características compatibles con la exigencia del trabajo, tal como sucede con el sintético polimérico conocido en el mercado como “negro verde”. Este servirá para tapar los residuos que no hayan alcanzado la cota de diseño final y que tampoco hagan parte de la

operación del momento, tal como se observa en la siguiente figura. La lona o membrana que se use como cobertura se debe anclar o pisar con bultos de residuos o de arena en las juntas que se forman con el traslape de las piezas, para que no sea removida por el viento.

#### Ilustración 7. Esquema proceso de Cubrimiento Diario de Residuos



Fuente: Propia.

Con este procedimiento de cobertura con arcilla, se minimiza en gran medida no solo el ingreso de agua, sino que el aspecto por el impacto visual es mucho



menor y la posibilidad de dispersión de residuos por viento y vectores también se disminuye. Adicionalmente permite mayor control de emisión de olores y su reducción, y el establecimiento de cobertura vegetal en zonas terminadas o de cierre por más de seis meses.

## **5.2. Actividades adicionales en las plataformas**

### **5.2.1. Barreras de contención de volantes**

La cuadrilla de operación será la encargada de montar esta barrera según las necesidades del momento.

La ubicación de estas barreras, generalmente mallas, será viento delante de las direcciones preferenciales del viento, en todo caso lo más cerca posible del frente de trabajo y descarga de los residuos.

Se debe realizar limpieza periódica de esta barrera de forma manual o empleando para ello ganchos u otras herramientas de alcance en altura (según se requiera, hasta 7 metros), recogiendo los residuos y reincorporándolos a la masa de residuos en el frente de operación.

### **5.2.2. Limpieza de plataforma**

Se barrerá la plataforma que tenga cobertura intermedia y que no se use para el descargue, al igual que área de maniobra para descargue de residuos. En tiempo seco, se realizará de forma manual con rastrillo. En tiempo de lluvias, se raspará con buldócer y se acumulará el barro en acopios lo más alejado posibles de las chimeneas o de drenajes, o puede ser integrado a los residuos dispuestos, haciendo un buen riego.

### **5.2.3. Control de vectores, olores y roedores (fumigación)**

Periódicamente, sobre la basura descubierta se hará fumigación tanto para control de vectores como para control de olores, con los productos que se hayan establecido en el PMA o los que resulten de estudios y ajustes a estas actividades; antes de realizar el tapado temporal de los residuos o antes de terminar la jornada operativa, se deberá ejecutar esta acción.

La tarea la realizará el personal operativo del proyecto, quienes bajo la orientación del ingeniero líder de disposición, y atendiendo las instrucciones de consultoría o personal especializado en el tema, mezclarán las dosis y fumigarán con las frecuencias dadas por el protocolo implementado para el relleno sanitario. El personal a cargo debe utilizar todos los elementos de protección personal requeridos y recomendados por el proveedor y el asesor.

Para el control de roedores, se utilizan trampas de monitoreo y puesta de cebo.

De toda esta labor se llevará registro con el fin de permitir el seguimiento y la retroalimentación de este.

## **6. CONTROL DEL AGUA DE INFILTRACIÓN Y DE ESCORRENTÍA.**

Uno de los componentes más importantes para mantener la estabilidad del relleno, con un índice seguro, es el manejo del agua que ingresa al relleno.

Un manejo inapropiado que propicie la infiltración exagerada del agua lluvia al interior del relleno, se reflejará en un incremento en la producción de lixiviado, en el nivel de los líquidos dentro de la masa de residuos, así como en la presión de poros, poniendo en riesgo la estabilidad del relleno, en especial ante la eventualidad de un sismo.

Para el manejo de las aguas lluvias dentro del relleno sanitario se cuenta con un sistema de canales y cunetas de la siguiente manera:

### **6.1. Manejo temporal de lluvias**

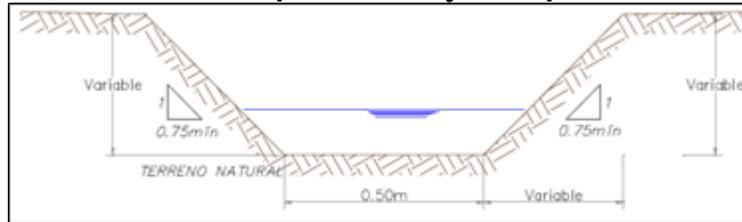
Se deben construir canales temporales de desvío y control de ingreso de lluvias por fuera de las zonas de explotación de tierra o la operación de residuos para tal fin, definidas en los planos de diseño, donde se presentan probables estados operativos.

Las especificaciones mínimas de obra para estos canales temporales serán:

Base mínima de  $b=0.50\text{m}$

Altura requerida mayor a  $0.15\text{m}$

**Ilustración 8. Perfil para manejo temporal de vías**



Fuente: Propia.

**6.2. Manejo final de lluvias (escorrentía)**

El manejo de las aguas de escorrentía es uno de los aspectos más importantes para la operación del relleno sanitario.

Es muy importante controlar el ingreso de agua durante la construcción de las terrazas por lo que se recomienda remitirse al capítulo de adecuaciones y retomar lo dicho sobre el tema de manejo de lluvias.

Las aguas lluvias dentro de la plataforma de operaciones, serán controladas mediante la aplicación de la cobertura intermedia con las pendientes indicadas en los planos, que resultan ser

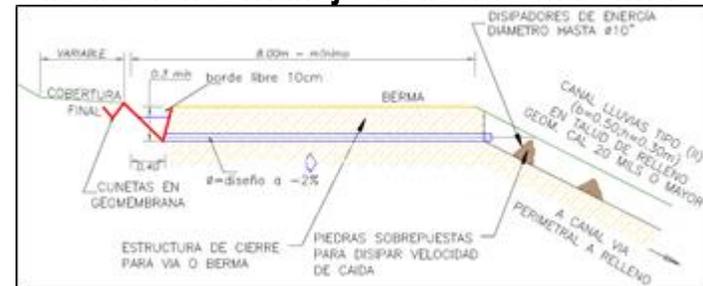
las mismas que las de llenado de niveles.

Esta agua escurrirá por los taludes también tapados hasta el canal provisional de las adecuaciones o hasta una de las estructuras finales destinadas para este propósito.

**6.3. Cuneta para manejo de aguas pluviales en bermas de zona relleno**

Revestidas en geomembrana cal. 20mils o superior, cuentan con una sección mínima de  $0.40\text{m} \times 0.30\text{m}$  y van por la pata de cada talud de relleno en basura, sobre las bermas de estabilización y vías de acceso a plataforma.

**Ilustración 9. Manejo de lluvias en bermas**



Fuente: Propia.

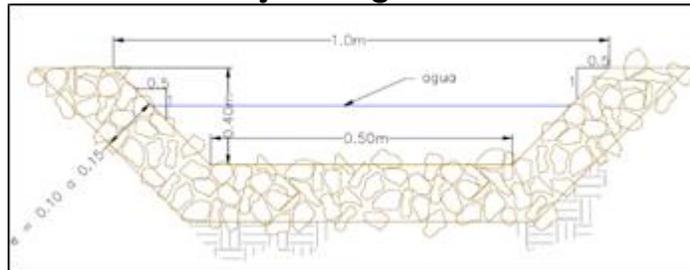


#### 6.4. Canal perimetral para manejo lluvias

Este canal coleccionará todas a las aguas de escorrentía del relleno y cortará las que por escorrentía pretendan ingresar al relleno por la parte alta.

Irá revestido en piedra pegada, si está apoyado en suelo natural, o en geomembrana si se desarrolla sobre residuos o suelos no consolidados y tendrá una sección trapezoidal mínima de 0.50m \*0.40m. La pendiente de este canal será variada en función de las condiciones topográficas del sitio de construcción.

**Ilustración 10. Canal perimetral definitivo para manejo de aguas lluvia**



Fuente: Propia.

#### 6.5. Canal evacuación lluvias por taludes zona relleno

En el mismo detalle para cunetas se aprecia la sección longitudinal de estos canales. También revestidos con geomembrana 20mils o superior, tienen adicionalmente unas piedras de más o menos 10" de diámetro, sobrepuestas en su sección mínima de 0.50m\*0.30m, para disipación de energía.

Estos canales entregan el agua captada a las cunetas de manejo de lluvias que se encuentran en las vías de acceso o a los canales perimetrales.

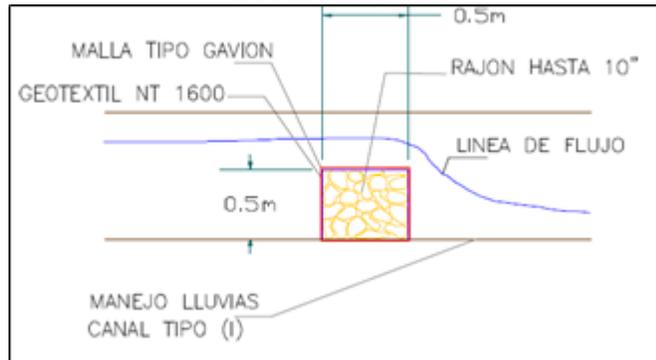
#### 6.6. Estructura desarenadora antes de entrega final.

En el punto de entrega que se observa en el plano de manejo de lluvias, se debe construir un desarenador para propiciar la retención de sólidos arrastrados hidráulicamente.

Esta será un conjunto de mantos filtrantes de 0.50\*0.50m por los cuales debe cruzar el agua y en los que perderá los sedimentos que pueda arrastrar. Las especificaciones se pueden observar en el dibujo siguiente:



**Ilustración 11. Esquema de estructura desarenadora**



Fuente: Propia

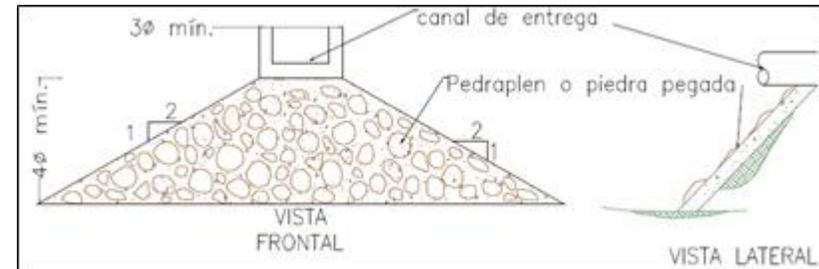
#### 6.7. Entrega final en piedra pegada a líneas de drenajes naturales

Tiene la función específica de frenar el impulso del agua o al menos de distribuir la energía con la que llega a los cuerpos de agua.

Esta consta básicamente de un muro de piedra pegada con taludes de pendiente entre 2H:1V y 1H:2V en todas direcciones y desde la base del canal de aducción hasta el borde del drenaje. Por eso la altura será determinada en campo.

A continuación, se muestra un esquema tipo de dicha estructura.

**Ilustración 12. Estructura de entrega**



Fuente: Propia

### 7. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.

Esta operación cuenta con una serie de obras y actividades mediante las cuales se asegura que los lixiviados generados en el relleno sanitario sean manejados evitando su acumulación dentro la masa de residuos, conduciéndolos de forma segura y contenida hasta la planta de tratamiento y su posterior vertimiento y evitando la contaminación del medio circundante (suelo, aguas, vegetación), lo cual redundará en mejores condiciones que reducen la presencia de vectores y olores.

Las actividades son las siguientes:

### 7.1. Drenaje de fondo

Durante la etapa de construcción en el relleno sanitario, se construirá una red de drenes filtrantes, que de acuerdo con la configuración en planta podrán ser: filtros principales, filtros secundarios o colectores y filtros en espina de pescado. Esta labor será realizada antes de comenzar con la operación de los residuos, en las zonas que ya cuenten con el sistema de impermeabilización de fondo. Estos filtros no deben quedar envueltos con geotextil, dado que por las características de alto contenido orgánico y gran fracción de finos en nuestros residuos, su colmatación será muy rápida por acción física y biológica (microorganismos).

Los filtros principales son de sección cuadrada de 1m x 1m, consistentes en una línea de gaviones llena de piedra o rajón de diámetro promedio equivalente entre 4"-10". El filtro debe contener dos tubos perforados de mínimo 8", uno a 10-15cm del piso y el otro a 20 cm por encima del primero.

Entre filtros principales debe haber una distancia no mayor de 30m, siendo lo convencional 20m o 25m.

Los filtros secundarios o colectores, si se requieren, tendrán una sección rectangular mínima de  $b=0,60m$  x  $h=1,0m$ , contenidos mediante una malla electrosoldada tipo Q4. Al construir, debe preverse que su entrega al filtro principal tenga un ángulo no mayor de  $45^\circ$ .

Los filtros en espina de pescado, que pueden ir tanto a los filtros principales como a los filtros secundarios si se tienen estos, deben quedar unidos con ellos formando un ángulo entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$  y paralelos entre sí. Su sección mínima será de  $b=0,40m$  x  $h=0,60m$ , contenidos mediante malla electrosoldada tipo Q4 (no tendrán malla si son espinas de pescado intermedias).

El sistema de drenaje de fondo entrega al sistema de conducción que lleva a la planta de tratamiento de lixiviados. en este trayecto o justo a la entrada a la planta debe implementarse un mecanismo de medición de caudales, que deberá ser leído diariamente y monitoreado para su control.

#### **NOTAS:**

- (1) Es una muy buena práctica de ingeniería tener en cuenta que los filtros no se construyan en contacto



directo con la geomembrana, para evitar su punzonado o rasgado y posteriores infiltraciones al suelo de base.

- (2) Sólo en caso de considerar que los filtros pueden ser construidos y colmatados por el material arcilloso de protección de geomembrana, se les pondrá geotextil tipo NT en la base y hasta 20cm de altura, con el fin de retener dicho material.

## **7.2. Capa drenante**

Por alguna condición específica del sitio o por análisis de conveniencia desde la ingeniería y la fuente de materiales podría requerirse una capa drenante, la cual se construirá utilizando material granular redondeado (canto rodado) de tamaño superior a 4" con un espesor no mayor de 30cm, o instalando mallas triaxiales. Se evitará el uso de llantas, dada la probada pérdida de eficiencia y el daño que pueden producir por su desintegración.

## **7.3. Drenes intermedios**

La tarea de construcción del sistema de drenaje intermedio se acometerá primero con la ayuda de una retroexcavadora o un retrocargador dotados con pala zanjadora (entre 0,40m y 0,70m de ancho) para hacer la excavación en la

cobertura intermedia (entre niveles), y luego la sección será rellenada con los materiales definidos en las especificaciones, por la cuadrilla de lixiviados o de operaciones. Es importante tener en cuenta que, si la longitud de los filtros intermedios es de más de 30m, es conveniente implementar filtros colectores como los descritos para el sistema de fondo.

Esta cuadrilla se encargará de tomar los datos referentes a la longitud y ubicación de cada uno de ellos especificando qué chimeneas son las que se unen con cada línea construida. Este informe se pasa cuando se termine cada una de estas obras, al ingeniero líder de disposición final.

## **7.4. Control de brotes de lixiviados**

Se realiza mediante la construcción de filtros con rajón de 4"-10" que se ubican en el área donde se presenta el brote y que se conectan al filtro o la chimenea más cercano que se tenga en el sector. La cuadrilla, con la coordinación del ingeniero líder, adelantará la construcción de estas estructuras de alivio de presiones. Una excavadora hará una zanja de alivio o un corte vertical (si es en un talud) para su sangrado y hacer la captación



más profunda posible del brote.

Al terminar, la cuadrilla debe informar sobre la longitud y ubicación (apoyados con planos de trabajo), de cada dren construido.

### **7.5. Salida bajo dique**

En el caso de hacerse la conexión del sistema de drenaje de fondo a la conducción, cruzando un dique, se deberá construir siguiendo los diseños específicos y dejando la tubería envuelta en doble camisa de geomembrana de mínimo 60 mils (bota doble), de tal forma que no haya posibilidad de fugas en este lugar crítico. El sello de las tuberías será compromiso de los instaladores dependiendo del tipo de unión que se requiera (si es mecánica o si es térmica), al igual que la prueba de estanqueidad unitaria y total del sistema. De esto se deberá entregar informe al ingeniero como soporte de garantía.

### **7.6. Tubería de limpieza**

En celdas conformadas por excavación y/o cierre con diques que generen una profundidad de piscina mayor a 6 metros, se construirá inmediatamente como se tengan construidos los drenes de fondo. Se instalará tubería flexible de

alta resistencia de diámetro mayor a 8", con el fin de hacer extracción de lixiviados por bombeo o, lo menos deseado y recomendado, inyectando agua o aire a presión por ella para tratar de limpiar el drenaje de fondo.

De igual manera, para celdas ya construidas o por construir que requieran de sistema de extracción, se buscará construir e implementar pozos verticales o torretas de bombeo, para lo cual se utilizará tubería de diámetro superior a 18".

### **7.7. Conducción de lixiviados a Planta de Tratamiento.**

Los lixiviados generados y captados en el relleno sanitario se conducen lo más rápido posible a planta de tratamiento de lixiviados, de tal forma que se tenga la menor acumulación dentro del relleno y el mínimo almacenamiento en piscinas, y así la capacidad instalada se pueda utilizar en eventos de contingencia (por mantenimiento de planta de tratamiento o por aumento de la generación de lixiviados por efectos de temporadas lluviosas fuertes).

En la actualidad el relleno sanitario cuenta con 4



pondajes y una laguna de homogenización, con una capacidad total aproximada de 13.239 m<sup>3</sup> de almacenamiento, y con una planta de tratamiento convencional, para tener un vertimiento que cumple con todos los parámetros de norma.

El lixiviado generado en los vasos activos de operación es conducido de manera temporal mediante bombeo o por gravedad, y si se requiere, hacia uno de los pondajes, para posteriormente ser tratado en la Planta de Lixiviados de tecnología convencional, previo paso por la laguna de homogenización.

El efluente del sistema es vertido a una fuente superficial denominada Rio Hondo, para lo cual se cuenta con permiso de vertimientos otorgado por la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC- según lo dispuesto en la Resolución 11244 de 2017.

Al interior del relleno sanitario Los Picachos, se lleva un registro diario tanto del lixiviado generado, como del tratado y adicionalmente un control de capacidad de almacenamiento de los lixiviados dentro del sistema de pondajes.

## 8.0 RECOLECCIÓN, CONCENTRACIÓN Y VENTEO DE GASES.

### 8.1. Construcción de Chimeneas

Al mismo tiempo que con la construcción del relleno sanitario se construirán y realizarán las chimeneas para extracción pasiva de gases. La sección de las chimeneas podrá ser cuadrada o circular, asegurando que el área de sección sea superior a 0,70 m<sup>2</sup>; para la primera, se usará malla tipo gavión, que puede ser de triple torsión o electrosoldada; en el segundo caso, se utilizará malla electrosoldada. Se prefiere este último método, para lo cual los tramos de realce pueden ser de 1,2 o 2,4 metros de longitud. Estas mallas contendrán un lleno de piedra o rajón de diámetro equivalente 4"-10".

Las chimeneas se ubicarán en las intersecciones de los filtros de fondo que estarán distanciadas a 20-25 metros entre sí y se procurará mantener esta configuración en todo el espacio del relleno. Cada dos chimeneas (es decir, chimenea de por medio) se dejarán ductos dentro de la chimenea en tubería perforada tipo novafort o de rigidez superior, de diámetro 6"-8" cuya función es la de

actuar como freatímetro, como un componente clave de monitoreo y seguimiento de niveles de lixiviados en el relleno.

### 8.2. Manejo de Gases

Las chimeneas construidas permiten la captación del biogás y su conducción por fuera de la masa del relleno, de tal forma que no se formen bolsas que generen grandes presiones que puedan elevar los lixiviados y propiciar la existencia de niveles colgados y brotes, además del aumento de riesgo de desestabilización parcial de la masa tanto por estos niveles como por las mismas bolsas de gas.

El manejo de los gases previsto para el relleno sanitario se da desde la etapa de operación por medio de las chimeneas. Tal como ya se mencionó, conforme se va levantando el nivel de residuos se van conformando los módulos de piedra que dan cuerpo a cada chimenea, hasta que se llegue a la cota final del relleno.

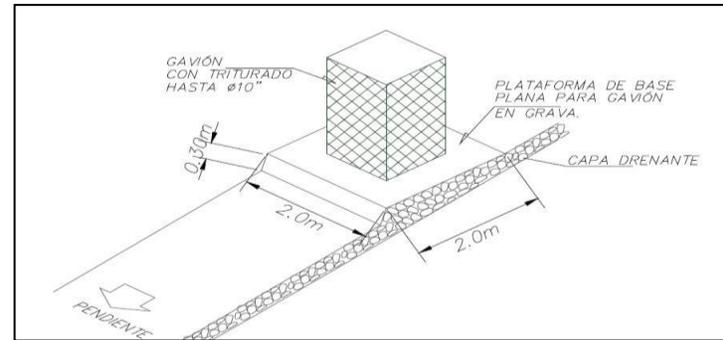
Para iniciar cada chimenea se deberá construir una plataforma sobre la cual se cimentará cada una, en las intersecciones de los filtros de fondo o según la distribución sobre la capa drenante, tan pronto como se termine de construir el sistema de drenaje de fondo y se haya dispuesto una capa de residuos mayor a dos



(2) metros; así la carga puntual de la columna conformada no se aplicará directamente (aún con pedestal) a la geomembrana.

Como buena práctica de ingeniería y de reducción del riesgo, las chimeneas se dotarán de una terminación en tubería galvanizada, de 2" a 3" embebida al menos dos metros dentro del cuerpo y sobresaliendo dos metros de la superficie y con caperuza final, con el fin de establecer un mecanismo de quema unitaria controlada de gases, hasta que sea posible instalar un sistema de quemado centralizado de gases con posibilidad adicional de aprovechamiento, lo cual dependerá de la cantidad y calidad de biogás generado, de tal forma que sea un sistema autosostenible. La quema unitaria, al igual que la quema centralizada, favorecerá la eliminación de gases efecto invernadero y la reducción de olores.

### Ilustración 13. Esquema Ubicación óptima de Chimeneas



Fuente: Propia.

Mediante el monitoreo de los gases requerido en la normativa vigente, se podrá definir el nivel de concentración de gases que podrían hacer explosiva la zona. Por lo anterior, se realiza cada 3 meses la medición del límite inferior de explosividad o LEL (Low Explosive Level) en los alrededores de las teas evaluadas con el fin de garantizar la seguridad del área, ya que al generarse biogás sin tratamiento este puede formar concentraciones de mezclas inflamables o explosivas con el oxígeno del aire. El límite máximo para LEL de metano corresponde al 5%. La medición se realiza con toma de datos a diferentes distancias alrededor de las teas en todas las direcciones. Ante un resultado que genere riesgo, el ingeniero encargado deberá iniciar las obras requeridas para minimizarlo y controlarlo.



## 9.0. ACTIVIDADES Y ACCIONES DE MANEJO Y CONTROL PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES.

Si bien el relleno sanitario Los Picachos ha sido diseñado para garantizar unas condiciones de estabilidad geotécnica apropiadas durante su operación y clausura, es necesario llevar a cabo un estricto control en este aspecto.

El monitoreo y control geotécnico contempla varias actividades por las cuales se analiza el comportamiento geotécnico del relleno y se determinan las condiciones de estabilidad del sitio.

- Registro del peso de los residuos que ingresan al relleno.
- Levantamiento topográfico inicial y periódico (mensual) para validar las condiciones geométricas, evaluar los asentamientos o deformaciones del relleno y validar el cumplimiento de llenado.
- Medición de la densidad de compactación de residuos (mensual).
- Aforo del caudal de lixiviado (diario).
- Seguimiento de grietas (diario): observación visual diaria de las zonas ocupadas por los residuos

(en operación o en cierre), con el fin de identificar agrietamientos o deformaciones que puedan ser indicadores de procesos de inestabilidad.

- Seguimiento a presencia de niveles de lixiviados y valoración de presiones de poros (mensual): es la identificación del nivel de lixiviado al interior de la masa de residuos mediante la medición con freatómetros para determinar posibles condiciones de saturación y presiones de poros.
- Seguimiento a movimientos y deformaciones del terreno y estructuras de contención (mensual): lectura de los desplazamientos que se puedan presentar en las zonas duras colindantes a la masa de residuos, si se tienen elementos de contención o zonas inestables.
- Análisis de estabilidad (semestral): análisis de la información recolectada y aplicación de modelos matemáticos para evaluar el factor de estabilidad.

Con la información recolectada de levantamientos topográficos, presiones de poros, inclinaciones del terreno, y las secciones de diseño del relleno se corren programas de análisis, para determinar el factor de estabilidad en los taludes, en las secciones consideradas como más críticas del mismo.



En caso de presentarse condiciones anormales que se consideren indicadoras de posibles procesos de inestabilidad, se procederá a ejecutar un plan de acción orientado a lograr el restablecimiento de condiciones de estabilidad.

Dichas actividades podrán encaminarse a:

- Corrección y sellado de grietas,
- Reducción de niveles de lixiviados en el relleno,
- Perfilamiento de taludes,
- Mejoramiento en el proceso de compactación,
- Correcciones o complementos al drenaje de aguas lluvias o de lixiviados,
- Modificación de geometría del lleno,
- Construcción de sistemas de refuerzo y contención,
- Cierre temporal o definitivo de zonas de operación,
- Cambios en el modelo de operación, etc.

## **10.0 SEGUIMIENTO E INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICOS.**

Las condiciones de estabilidad del relleno sanitario se

controlan mediante el monitoreo de la instrumentación instalada conforme a lo establecido en diseño.

La instrumentación del relleno sanitario se compone de: inclinómetros, piezómetros y puntos de control topográfico, mediciones de caudales de lixiviados en los puntos de control y medición continua de variables atmosféricas con estación propia.

### **10.1. Monitoreo de producción de lixiviados**

Se realiza el aforo del caudal de lixiviados generados, tratados y vertidos, lo cual permite hacer un seguimiento del comportamiento de generación y posibles causas de incremento/decremento en épocas distintas del año en función de las condiciones del tiempo y las variables atmosféricas. De su análisis se desprenderán acciones como incremento de drenajes de aguas de escorrentía, cambio de densidad de internos, bombeo por tuberías de alivio, limpieza de drenes de fondo o actividades similares.

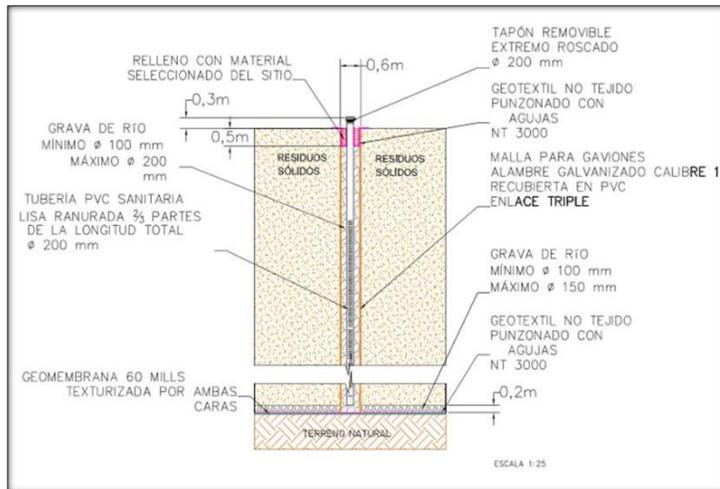
### **10.2. Piezómetros/freatímetros**

Estos elementos se instalarán durante la construcción del relleno, como mínimo siguiendo lo definido en el parte de "Construcción de chimeneas", una vez se



alcancen las cotas de diseño. Es muy importante estar atento a esas lecturas por lo que se recomienda el concurso de un consultor específico para el tema.

Las lecturas de piezómetros o freaímetros deberán realizarse al menos bimensualmente para poder determinar una tendencia confiable en la determinación de algunos parámetros propios del relleno, así mismo, es necesario alimentar el modelo geotécnico para chequear las condiciones de estabilidad de taludes, conforme al nivel piezométrico de lixiviados.



Detalle de Piezómetro

el estado de las presiones internas y establecer un nivel aproximado de lixiviado dentro de la masa. Las lecturas de piezómetros deben realizarse mensualmente para poder determinar una tendencia confiable en la determinación de algunos parámetros propios del relleno; así mismo, es necesario alimentar el modelo geotécnico para chequear las condiciones de estabilidad de taludes. Su adecuado seguimiento permitirá tomar decisiones clave, como:

1. Extracción y bombeo del lixiviado que se encuentre acumulado,
2. Mejorar el sistema de drenaje perimetral de lixiviados,
3. Reforzar o complementar el drenaje de aguas de escorrentías,
4. Mejora y/o corrección de la cobertura, para reducir el ingreso de aguas de escorrentía pluvial,
5. Instalación de sistemas de drenaje de perforación dirigida,
6. Otras decisiones que deban tomarse para asegurar los factores de seguridad.

### 10. 3. Inclínometría y mojones topográficos

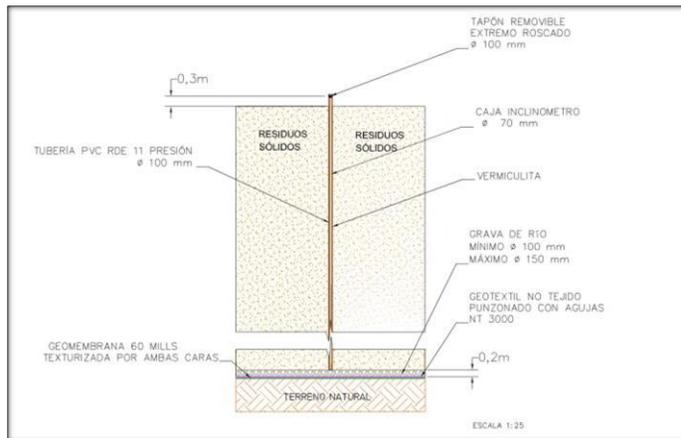
La lectura y seguimiento de inclinómetros será como mínimo - la definida en la Resolución 0938/19. Sin

Con la lectura de piezómetros, se podrá monitorear



embargo, en caso de detectar lecturas o situaciones anormales, la frecuencia podrá ser mayor según el criterio ingenieril. Los mojones topográficos tendrán lectura y seguimiento mensual. Esta instrumentación permite medir el grado de desplazamiento que sufre una estructura o masa, sirviendo por tanto de un sistema de alerta frente a posibles condiciones de desestabilización.

Conocer el comportamiento de deformaciones en la masa permitirá, en caso de ser necesario, tomar acciones preventivas o correctivas como refuerzo estructural con diques, muros o anclajes o la modificación de la geometría de llenado, además de otras acciones como las mencionadas en los numerales anteriores.



Detalle de inclinómetro

permanente de un especialista en geotecnia que mantiene actualizado el análisis geotécnico, y conforme a los resultados adoptar las decisiones que correspondan.

## 11. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA NUEVAS ÁREAS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los aspectos referentes a las características constructivas del relleno sanitario deberán considerar:

- Delimitación del área a intervenir y replanteo de obras
- Limpieza y descapote del terreno
- Conformación de celda
- Barreras de impermeabilización
- Sistemas de captación y tratamiento de lixiviados
- Sistemas de captación y extracción de biogás
- Control de escorrentía
- Diques de cierre o de contención.

En este sentido, la empresa cuenta con la experiencia y los recursos humanos y técnicos necesarios para garantizar el éxito de los trabajos. El contrato se encuentra establecido en el diseño



técnico, los planos de diseño y el manual de construcción de obras. Así mismo, reposan en los documentos que conllevan modificaciones a estos diseños.

- **Limpieza y descapote del terreno.**

En el sitio seleccionado se debe preparar un área que servirá de base al relleno, siendo necesaria la remoción de pastos, arbustos y árboles, al igual que la capa orgánica del suelo, de tal manera que se facilite el acceso y la disponibilidad de un área suficiente para las operaciones. Esta limpieza debe hacerse por etapas de acuerdo con el avance del relleno, evitando así un fuerte impacto paisajístico y la erosión del terreno.

El desmonte consiste en el retiro de toda la vegetación de los sitios donde se adelantarán las obras de adecuación; el material resultante será tratado conforme al plan de aprovechamiento establecido para cada momento y condición del proyecto, incluyendo disposición final, uso interno en obras, compostaje, etc.

El descapote comprende el retiro de la zona de trabajo de la capa orgánica y raíces de vegetación arbustiva o arbórea presente; el descapote será transportado hasta las zonas de acopio de este material. Las raíces deberán ir a disposición final o a compostaje.

Este material con características orgánicas podrá ser usado para el cierre de zonas terminadas del relleno o para recuperación ambiental de zonas erosionadas.

- **Conformación de celda: piso y terrazas**

Realizada la limpieza inicial del terreno, se procederá a realizar la adecuación del piso y las terrazas para la disposición de los residuos. Se buscará generar siempre una plataforma de base uniforme que facilite y permita el drenaje general en un solo plano.

Previo al perfilado final de piso es necesario construir el sistema de subdrenaje del relleno, el cual está concebido para la minimización o eliminación de posible presencia de presión de poros de origen hidráulico o neumático, en especial por ascenso de nivel freático y por la modificación de presiones al suelo y el proceso de consolidación en área.

La inclinación de los taludes de corte será la definida en planos de diseño o lo que se establezca en campo con la competencia de un ingeniero civil o un geotecnista.



El área de intervención estará representada en campo por estacas y puntos testigo topográficos. En los puntos localizados, se establecerán las cotas de trabajo: cota roja, cota negra. El desarrollo de la excavación será de arriba hacia abajo, teniendo en cuenta evitar reprocesos en el movimiento de tierras, previendo un adecuado control de lluvias con canales temporales.

Cuando se alcancen las cotas de diseño de desplante con la geometría y pendientes preestablecidas para el manejo de lixiviados, se procede a asegurar la impermeabilización del terreno de fundación.

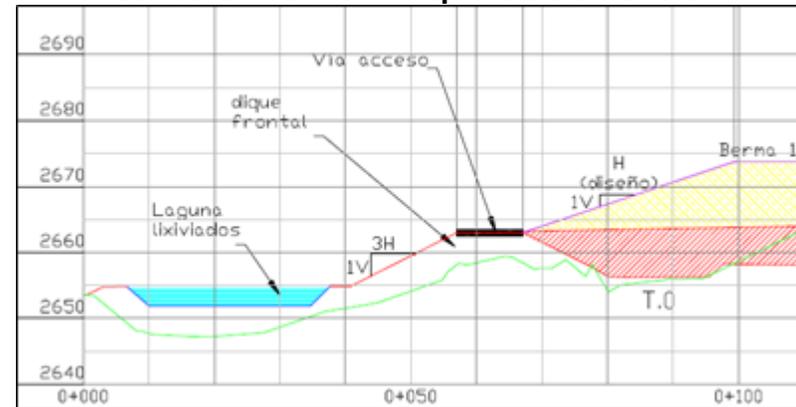
El acopio de excedentes servirá como aprovisionamiento para rellenos de conformación, terraplenes viales, estructuras de contención o para cobertura de residuos.

En caso de no contar con terrenos de suelos de baja permeabilidad, se buscará hacer un mejoramiento o su sustitución en un espesor de al menos 0,50m, de tal manera que se logre el menor coeficiente de permeabilidad K posible, cuyo límite superior será  $1 \times 10^{-5}$  cm/s. En caso de duda, se debe considerar la ejecución de ensayos de permeabilidad, como mínimo en dos puntos de área de piso para áreas menores a 2 hectáreas o a juicio del ingeniero civil o geotecnista.

### Dique frontal o de cierre

Con el material de excavación, se acometerán inicialmente las obras de refuerzo de dique frontal de contención o de diques de cierre. Estas masas en tierra cuya doble función de dar pie estructural al relleno y mejorar las condiciones de capacidad, en el primer caso, o de cierre perimetral de retención de residuos rodados, de barrera de control de lixiviados y de soporte de la cobertura en el segundo, serán construidas por capas de 30cm debidamente compactados con equipos mecánicos, hasta lograr una densidad del 90% del Próctor Modificado. Se deberán realizar ensayos de densidad de campo para asegurar la calidad del lleno estructural.

Ilustración 15. Perfil dique de contención



Fuente: Propia

Estos diques deberán ser anclados al terreno natural de forma tal que los esfuerzos debidos a su peso propio y al empuje de la masa de residuos no los desestabilicen, como se ve en el ejemplo de la figura de arriba. Para cada caso de dique requerido se debe hacer su análisis geotécnico.

Los taludes internos deberán ser objeto de impermeabilización en conjunto con la impermeabilización general y los taludes finales externos recibirán el tratamiento de cobertura final establecida en el capítulo de cierre de relleno, el cual consiste en una capa de suelo orgánico y empradización con césped.



## **Sistema de subdrenaje**

Este elemento es de suma importancia para el control de presión de poros en el terreno de cimentación de la celda de residuos, toda vez que permite aliviar o eliminar los esfuerzos debido a estas presiones, que pueden ser debidas a aumento de niveles freáticos temporales o permanentes o a la liberación y flujo de gases contenidos en el terreno.

Aunque se cuente con evidencia de niveles freáticos profundos, es una muy buena práctica de ingeniería construir este sistema, que estará diseñado para cada sección del terreno según se haya de intervenir, pero que en ningún caso podrá ser inferior a la construcción de un filtro principal o longitudinal de base desplantado a más de 1,5 metros de profundidad, con sección de 0,80m x 1,0m, conformado con piedra de diámetro equivalente mayor a 4" y filtros en espina de pescado de sección 0,4m x 0,6m con igual conformación y distanciamiento entre sí de entre 30 y 50 metros. Se completará el lleno de la zanja excavada para el filtro y se dejará rematada en domo aproximadamente 10 cm por encima del nivel de piso. También es una buena práctica el que la ubicación de los drenes de fondo tenga un desplazamiento en planta con respecto a los drenes de fondo para que no se presente una línea de concentración de esfuerzos de tensión en el sistema de impermeabilización.

Es imprescindible que el ingeniero civil o el geotecnista diseñe este sistema de subdrenaje para cada caso de adecuación de terrenos, en función de los estudios previos realizados y las observaciones de campo, en especial cuando se intervienen sitios con niveles freáticos altos o cursos de agua establecidos, pues se debe asumir una función hidráulica adicional, incluso con captación de nacimientos.

La última función de un subdrén, que por lógica es la menos deseada, es de captar alguna fuga de lixiviados que pudiera darse en el sistema de impermeabilización, de tal forma que estos flujos podrán ser monitoreados y tratados para evitar otras afectaciones por contaminación. De darse este caso, será de vital importancia el monitoreo del terreno adyacente a la celda mediante pozos de monitoreo subterráneo para correlacionar y tratar de identificar flujos dentro del suelo, niveles de daño y áreas afectadas.

## **Manejo temporal de lluvias**

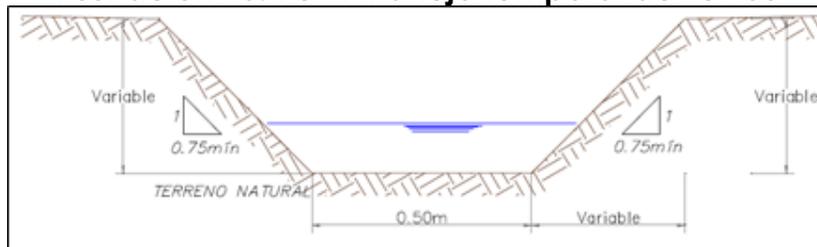
Aparte de las salidas previstas para el agua lluvia en los fondos de la adecuación, se deben construir canales temporales de desvío y control de ingreso de lluvias por fuera de las zonas de explotación de tierra o la operación de residuos.



Las especificaciones mínimas de obra para estos canales temporales serán:

- Base mínima de  $b=0.50\text{m}$
- Altura requerida mayor a  $0.30\text{m}$

#### Ilustración 16. Perfil Manejo temporal de lluvias



Fuente: Propia

#### Paso de tubería por debajo del dique de cierre

Con el fin de evacuar el lixiviado que se recoge en las zonas con protección de impermeabilización, se ha diseñado una salida con un mínimo de 2% de pendiente, a través del dique de cierre. Esta salida que contará con mínimo dos (2) tubos de 10" de diámetro de longitud igual al ancho de base del dique más dos (2) metros aguas arriba y 5m aguas abajo se dejará enterrada a la cota definida en los planos de diseño y deberá estar recubierta por un encamisado doble (bota doble) de geomembrana de 40 mils como mínimo; los tubos conectarán finalmente a las cajas de lixiviados externas, desde donde partirá la conducción hacia la laguna de lixiviados.

#### • Barrera de impermeabilización

Una vez concluida la adecuación del terreno, debe procederse a la instalación del sistema de impermeabilización del relleno, en la celda adecuada. Este sistema estará compuesto como mínimo por: (i) una lámina de geotextil de protección sobre el terreno, cuando el suelo puede contener partículas de gravas angulares o alargadas, o es un sustrato rocoso; (ii) una lámina de geomembrana HDPE de 60 mils para soportar columnas de lleno de entre 15 y 30 metros de altura efectiva. Para alturas mayores debe hacerse el cálculo, pero no podrá ser menor de 80 mils; (iii) una lámina de protección de la geomembrana, que puede consistir en una capa de arcilla compactada y limpia de fracciones angulares o punzantes de entre 0,30m y 0,50m o un geosintético, que generalmente es de tipo No Tejido sobre el que se desarrollará el lleno de residuos.

Esta es la barrera que impedirá que se presente filtración alguna de lixiviado hacia el terreno y las aguas subterráneas o ingreso de agua subterránea hacia el relleno. Por eso es muy importante la calidad con que se debe asumir el proceso de instalación de los elementos que componen este sistema.



### **Instalación de la Geomembrana.**

Se debe hacer instalación de una geomembrana de polietileno de alta densidad, calibre 60 mils o superior según diseño y cálculos. La geomembrana debe tener un resultado de permeabilidad en laboratorio de  $1 \cdot 10^{-12}$  cm/seg. La geomembrana se soldará por termo sellado de doble costura.

La superficie total de la celda que contendrá los residuos deberá estar completamente impermeabilizada. La instalación tendrá que asegurar la calidad de esta, mediante pruebas aleatorias en campo tales como el de Tensión y Pelado, Prueba de Vacíos y Prueba de Presión de aire, ejecutados por los instaladores en presencia de personal idóneo como geotecnista, ingeniero civil o ingeniero hidráulico/neumático.

Aparte de dejar bien soldada cada sección de geomembrana, es necesario anclar el extremo final por fuera del relleno en residuos. Esto se logra con un atraque en tierra en la parte superior de los taludes, retirado del borde un metro cuando menos. La geometría del anclaje se halla en los planos de detalles de diseño (Plano 23-detalles constructivos). Esta tarea se realizará a mano y en dos etapas: la primera para amarrar la geomembrana en donde se compactan los 30cm iniciales y luego de recibir el geotextil de protección, se culmina el relleno de la zanja que originalmente será de H 0.50m y  $\alpha=0.40$ m.

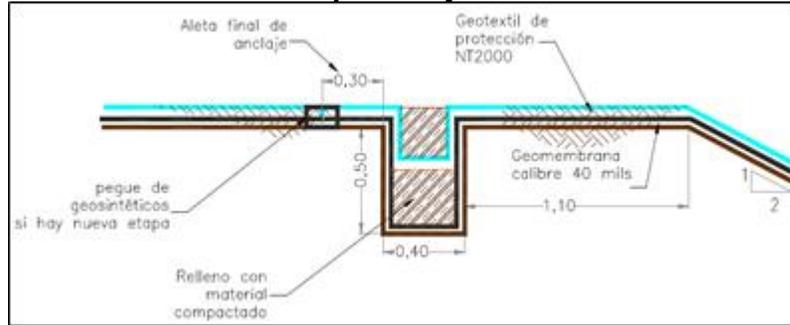
Como los tubos que evacuarán finalmente los lixiviados captados han sido instalados durante la adecuación, es necesario hacer un empalme importante, entre estos y la geomembrana. En otras palabras, hay que hacer entrar los tubos de conducción instalados al sistema interior de manejo de lixiviados y soldarlos adecuadamente, junto con la bota doble.

### **Protección de la geomembrana**

La calidad de la instalación de la geomembrana se puede ver afectada por el posterior uso y tráfico de maquinaria pesada en las tareas de operación. Es por eso que, para evitar este tipo de deterioro, se instala un geotextil generalmente de tipo NT, que servirá para minimizar el riesgo de punzonamiento sobre la geomembrana. Es un geotextil con características suficientes para resistir cargas puntuales no punzocortantes generadas por partículas angulares sobrepuestas de material térreo/granular o de residuos. El geotextil protege toda la superficie de la geomembrana y llega hasta el mismo lugar de atraque de la geomembrana. Aun así, pueden presentarse daños por el paso de maquinaria, personal, caída de objetos o cargas de equipos. Por tal razón es necesario instalar una capa de arcilla compactada sobre la geomembrana de espesor mínimo de 0,60m y sobre esta arcilla instalar el geotextil NT, que servirá de control de arrastre de sedimentos hacia los filtros de fondo para captación de lixiviados.



**Ilustración 17. Perfil protección de la geomembrana y anclaje**



Fuente: Propia

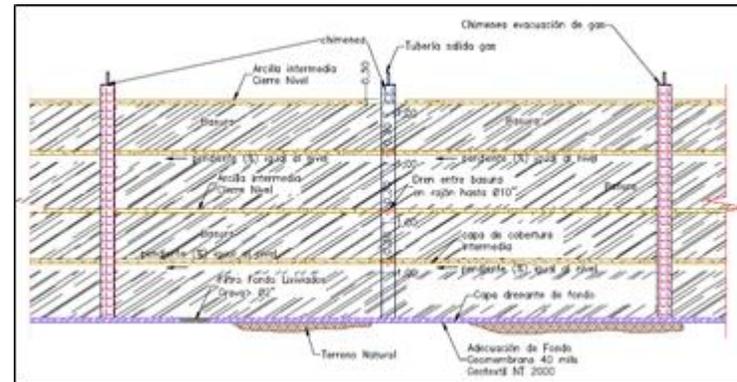
- **Sistema captación, conducción y tratamiento de lixiviados**

Comprende todos los elementos con los que cuenta el relleno para garantizar una eficaz captación y conducción para evacuación de los lixiviados del interior del relleno.

La descripción de este sistema ya se planteó en el numeral 7. Lo más importante del sistema es que haya conectividad de los filtros y ductos de fondo e intermedios con el sistema de chimeneas, para que el drenaje tanto de lixiviados como de gases sea altamente eficiente y redundante.

En el caso de los filtros intermedios es importante anotar que se debe procurar la conexión de la celda inferior con la que se sobrepondrá al excavar el espesor de la cobertura, como se ve en la siguiente figura.

**Ilustración 19. Drenaje intermedio de la masa de residuos.**

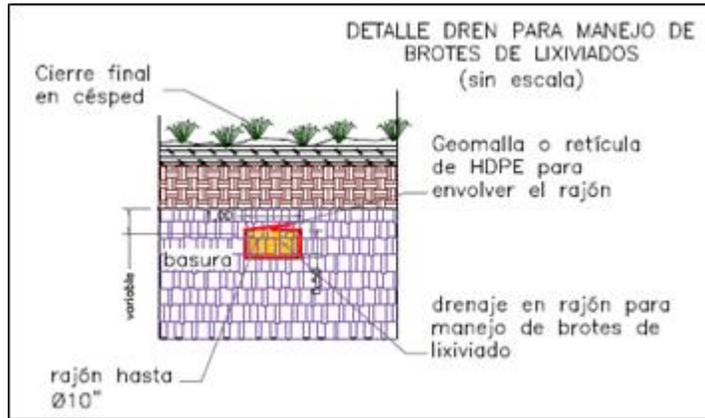


Fuente: Propia

El esquema general para el manejo de brotes de lixiviados es el de la figura siguiente.



**Ilustración 20. Estructura para manejo de brotes de lixiviados.**



Fuente: Propia

- Concreto 3.000 psi, e = 15cm en pared y piso
- Geometría mínima: B=60cm x L=0,60cm x H=40cm
- Cañuela mortero 3.000psi
- Pañete protegido anticorrosivo
- Relleno compactado
- Testigo de localización.

• **Sistema de captación y extracción de gases**

Este sistema fue tratado en el numeral 8. Sólo cabe aclarar que al llegar a las cotas finales del relleno y antes de hacer el cierre definitivo, es recomendable hacer conexión de varias chimeneas entre sí para concentrar la producción y evacuación controlada del biogás, en especial con el objetivo de establecer el sistema definitivo de captura y quema/aprovechamiento.

Para esta conexión se seguirá el siguiente procedimiento: (i) se construirá entre las chimeneas a conectar un filtro de sección 0,4m x 0,4m excavado en los residuos a una profundidad entre 40 y 60 cm como máximo, a partir de la superficie conformada; este filtro estará compuesto por un lleno de grava de diámetro menor de 2" y una manguera de 3" ligeramente perforada que deberá tener embebidos sus extremos en el cuerpo de las chimeneas a conectar;

**Conducción a sistema de tratamiento**

La conducción de lixiviados desde la celda hasta la planta de tratamiento o los pondajes y hasta el punto de vertimiento, en lo posible deberá ser construida en superficie, de tal forma que cualquier falla que pudiera tenerse en la misma pueda ser fácilmente detectado de forma visual y hacer su manejo inmediato. La conducción debe ser redundante, ya sea con doble tubería de mínimo 8" de diámetro, con tubería y canal de contingencia o con doble canal. Tendrá cajas de inspección en cada cambio de dirección de más de 10° y en cualquier caso máximo cada 40 metros, lo cual facilitará labores de sondeo par limpieza. Las especificaciones mínimas de las cajas serán:



quedará cubierto por encima con un geotextil sobre el cual se acabará de llenar la zanja excavada con arcilla (ii) se pondrá una capa de geomembrana de 20 mils o un geotextil tejido para tapar el tope de la chimenea que no cuenta con tubería, aproximadamente a 50 cm de la superficie final del lleno y con un radio mínimo de dos (2) metros. (iii) sobre esta “tapa” sintética se llenará con arcilla del mismo tipo de la cobertura hasta el nivel de rasante del domo o plataforma terminada y conformada; (iv) la chimenea concentradora debe tener el tubo reducido a tubería metálica de 3”, sin perforaciones desde los últimos dos metros de profundidad medidos desde la superficie conformada del relleno terminado y desde allí ya no se tendrá cuerpo de chimenea, haciéndose un “enruanado” de sello similar a lo descrito en (ii); la manguera proveniente de las chimeneas selladas debe conectarse a este tubo terminal, que deberá sobresalir de la superficie de terminado de los residuos, incluida la capa de cobertura, al menos dos metros de altura y se le instalará caperuza para quemador individual.

Esta medida se tendrá hasta el momento en que se implemente el sistema de quema centralizado, donde el diseño respectivo establecerá los ajustes necesarios de extracción, conexión y concentración del gas para conducir hasta la planta de tratamiento de gases

## **12. CALIDAD Y CANTIDAD DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA OPERACIÓN DEL RELLENO.**

El relleno sanitario cuenta con unos insumos para el desarrollo de las actividades mensuales; adicionalmente, se abastecerá de los materiales requeridos acorde a las estructuras que se requieran construir.

Los materiales de arrastre y cantera serán obtenidos de establecimientos que cuenten con licencia ambiental y/o título minero según corresponda.



Los materiales más relevantes por utilizar en la ejecución de obras son:

- Arcilla
- Geomembrana calibre 60 mils
- Geomembrana lisa calibre 20 y 40 mils
- Geotextil No Tejido varias referencias
- Geotextil Tejido varias referencias
- Piedra/rajón 4"-10"
- Malla tipo gavión
- Malla electrosoldada tipo Q4
- Material afirmado para vías
- Tubería flexible de alta resistencia de 6", 8" y 10"

Los insumos más relevantes en la operación del relleno sanitario son:

- Insumos para control de olores
- Insumos para control de vectores
- Material de cobertura temporal manto negro-verde
- Combustible (ACPM y Gasolina)
- Aceite lubricante
- Insumos de limpieza
- Material mantenimiento de vías

Otros insumos son:

INSUMOS DE FERRETERIA		
ELEMENTO	UNIDAD	TOTAL
ABRAZADERA 4"	Und	260
MANILA 12 MM	mts	300
MANILA NYLON DE 3/8	mts	300
GRANADA 3" PARA MOTOBOMBA	Und	8
UNION GALVANIZADA 1/2	Und	9
ABRAZADERA 3"	Und	180
GRANADA 4" PARA MOTOBOMBA	Und	12
UNION UNIVERSAL	Und	17
CUELLO MOTOBOMBA	Und	11
MANGUERA PALETIZADA	mts	60
ACOPLES (HEMBRA Y MACHO)	Und	18
UNION METALICA DE 2"	Und	16
MANGUERA PLANA PVC	mts	800
ALAMBRE DULCE NEGRO N° 12	Kg	60
MALLA PARA GAVION	Und	300
PALIN HOYADOR	Und	12
PALA CUADRADA No. 8	Und	6
PALIN 5%	Und	4
PALA CUADRADA N° 4 - 5%	Und	12
PALAS AMARILLAS PLASTICAS	Und	16
LLANTA BUGGY COMPLETA	Und	11
NYLON YOYO GUADAÑA 3.3MM	mts	800
YOYO DE GUADAÑA AUTOMÁTICO PARA HUSVARNA 1	Und	8
ACCESORIOS PVC	Und	360
ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 12	Kg	96
CEMENTO GRIS	Und	36

INSUMOS DE OPERACIÓN		
ELEMENTO	UNIDAD	TOTAL
MAREL001 - COBERTURA TEMPORAL NEGROVERDE	m2	10.000
MAREL004 - GEOTEXTIL NT 1600	m2	4.864
MAREL036 - TRITURADO	m3	36
MAREL039 - TUBERIA DE 3"	ml	18
MAREL050 - MATERIAL DE AFIRMADO	m3	1.200
MAREL070 - TUBERIA HDPE DE 6" RD 17	ml	54
MAREL073 - MIXTO	m3	36
MAREL089 - TUBERIA HDPE PN 10 RDE 17 DE 8" 200MM	ml	36
MAREL119 - PIEDRA RAJON EXENTA	m3	420
INSUMOS QUIMICOS		
ELEMENTO	UNIDAD	TOTAL
ESPECIFICO COOPERS	Gln	16
AMULET (REGENT) 200SC	Lt	28
ABONO GRANULADO INORGANICO	Kg	6
SOLFAC	Lt	56
NONTOX LIXIVIADO	Kg	1.080
ECCOMATE	Kg	1.320
ABONO TRIPLE 15 EXENTO	Kg	6
PLATO ATRAPAMOSCAS	Und	2.196
ECOREX AQUAFLOW SE	Lt	116
DRAGNET EXENTO	Lt	48
RODILON EXENTO	Kg	12
NEPOREX	Und	64
KLERAT EN CEBO	Kg	12
ENGEO EXENTO	Lt	80
DURMIX (CHLORPYRIFOS)	Lt	4
RAFAGA (CONTROL HORMIGAS)	Kg	12
QUIMR020 - SODA CAUSTICA 50% KG	Kg	750
QUIMR039 - PEROXIDO DE HIDROGENO AL 50%	Kg	500
QUIMR134 - QUIMPAC 5500	Kg	168.000
QUIMR135 - POLIMERO A410	Kg	200
QUIMR148 - VIALES DQO RANGO 20-1500 Mg/L	Und	300
QUIMR149 - VIALES DQO RANGO 200-15000 Mg/L	Und	1.200
QUIMR150 - ACIDO FOSFORICO	Kg	2.600

ELEMENTOS DE PROTECCION DE PERSONAL		
ELEMENTO	UNIDAD	TOTAL
MASCARILLA 724-A	Und	9828
CASCO DE SEGURIDAD	Und	36
BARBUQUEJO DE 3 PUNTOS	Und	36
MONOGAFAS DE SEGURIDAD	Und	72
GAFAS DE SEGURIDAD CUADRADA ANTI ARAÑAZOS, IN	Und	222
GAFAS DE SEGURIDAD CUADRADA OSCURAS ANTI ARA	Und	222
PROTECTOR AUDITIVO TIPO COPA	Und	32
PROTECTOR AUDITIVO DE INSERCIÓN	Und	276
MASCARILLA FULL FACE	Und	3
RESPIRADOR DE MEDIA CARA REFERENCIA 7001/2/3	Und	18
FILTRO 7600 MULTIGAS / VAPOR CARTUCHOS SMART	Und	195
PREFILTRO 8910	Und	195
RETENEDOR PREFILTRO 7020	Und	42
GUANTES MEMPHIS PREDATOR	Und	288
GUANTES CORTOS DE VAQUETA REFORZADO EN LAS P	Und	495
GUANTES CARNAZA TIPO SOLDADOR	Und	3
GUANTES DE NITRILO 18 PULGADAS	Und	264
GUANTES DE PVC QUÍMICO IMPREGNADO TOTALMEN	Und	6
TRAJE TIVEK CON CAPUCHA	Und	624
BOTA DE CAUCHO CON PUNTERA : ROYAL ARGYLL SAFE	Und	38
BOTAS DE CAUCHO CON PUNTERA Y LÁMINA EN LA SU	Und	40
GUANTES DE NITRILO AZUL N	Und	72

### 13. EQUIPO Y MAQUINARIA REQUERIDA

Para la construcción y operación del relleno se tiene proyectado el uso del siguiente grupo de maquinaria pesada, con la cual se asegura cada actividad plasmada en el diseño:

- Un bulldozer Caterpillar D5 o equivalente o superior (cualquier marca)
- Un bulldozer equivalente, de stand by
- Una excavadora Caterpillar 315 o equivalente o superior (cualquier marca)
- Un retrocargador Caterpillar 413 o equivalente o superior (cualquier marca)
- Una Volqueta de 6m3

Se debe realizar toda actividad relacionada para mantener este equipo en correcto estado y funcionamiento, para lo que se ha establecido una partida presupuestal mensual. Ante cualquier adversidad que no se pueda manejar bajo los supuestos acá establecidos, la Empresa garantiza la disponibilidad del equipo pesado requerido, en propiedad o por alquiler.

#### **14. PERSONAL REQUERIDO Y CALIDAD DE PROFESIONALES.**

A continuación, se esboza la organización necesaria para la correcta operación y aplicación del relleno sanitario. Como principio básico se considera que la dirección del relleno sanitario debe contar con un ingeniero residente y un ingeniero de supervisión; al menos uno de los dos debe ser Ingeniero Civil y el otro puede ser

ingeniero Sanitario, Ambiental o Químico, de tal forma que sean complementarios en sus conocimientos, capacidades y desempeño.

#### **Ingeniero Líder de Disposición Final:**

Ingeniero Civil, Sanitario, Ambiental o Químico; deberá llevar consigo la responsabilidad por la operación del proyecto relleno sanitario. Las funciones específicas, serán entre otras, las siguientes:

1. Conocer y manejar el presente documento, los diseños y manuales de operación, el Estudio de Impacto Ambiental, el Plan de Manejo Ambiental, la Licencia Ambiental y los demás documentos relacionados con la disposición de residuos en este proyecto.
2. Planificar los procesos y las obras a ejecutar en función de los lineamientos planteados para cada una de las actividades y fases operativas.
3. Estimar presupuestos y definir especificaciones adicionales requeridas a las presentadas en el presente documento.
4. Coordinar e interactuar con el área administrativa y la asesoría externa sobre la construcción y operación del relleno.
5. Impartir órdenes claras al personal bajo su cargo y

coordinar sus actividades.

6. Elaboración y entrega de los Informes de Cumplimiento Ambiental ICA conforme lo requerido en la Licencia Ambiental, además de los informes mensuales o de otra periodicidad de gestión a la empresa, entre los que también se encuentran los de reporte a SUI.
7. Programar los estudios o las caracterizaciones ambientales que se requieran conforme al Plan de Manejo Ambiental del relleno sanitario, y realizar las solicitudes de dichos servicios ante las personas responsables.
8. Interactuar con la Interventoría y acordar las decisiones apropiadas para la mejora de los procesos.
9. Velar por la seguridad e higiene de los trabajadores de relleno.
10. Realizar oportunamente junto con los supervisores del relleno, las solicitudes escritas de recursos de mano de obra adicional, materiales, herramientas y demás necesidades que deban ser proveídas por el jefe de Almacén y/o jefe de mantenimiento.
11. Gestionar el cumplimiento de los compromisos que se definan en los Comités técnicos del relleno sanitario.
12. Verificar la actualización de los planos constructivos conforme a las obras realmente ejecutadas.
13. Ordenar el seguimiento de las tareas relacionadas con el seguimiento de la instrumentación del relleno. Preparar los informes de seguimiento correspondientes.
14. Asegurar el debido diligenciamiento de bitácoras y registros de la operación del relleno sanitario y garantizar su aseguramiento de uso y archivo.
15. Atender y/o validar la información extraordinaria reportada por el Ingeniero Supervisor o cualquier otro empleado.
16. Liderar o apoyar las actividades y obras requeridas para el establecimiento de las diferentes unidades del relleno sanitario.

**Ingeniero Supervisor:**

Ingeniero Civil, Químico, Sanitario o Ambiental, para apoyar todas las funciones del ingeniero residente; su profesión debe ser complementaria a la del ingeniero residente.

Sus funciones serán entre otras, las siguientes:

1. Velar por el cumplimiento acorde con las instrucciones impartidas por el ingeniero residente.
2. Trasmistir las órdenes impartidas por el ingeniero Líder.
3. Apoyar en elaboración, análisis y entrega de informes, programaciones y presentaciones de obra ante la empresa prestadora de servicio de aseo o la Interventoría.
4. Verificar las condiciones de operatividad del relleno sanitario y la maquinaria.
5. Recibir y atender las visitas de carácter académico.
6. Controlar el personal en ingresos, permisos, enfermedad, seguridad industrial e higiene.
7. Realizar solicitudes de servicio a cualquiera de las áreas de apoyo de la Empresa.
8. Verificar la organización de la información de la información y documentación se encuentre en el relleno sanitario.
9. Supervisar las operaciones de disposición final.
10. Supervisar las actividades de tratamiento de lixiviados y analizar y transmitir la conclusión de los resultados de su gestión.
11. Suplir al Ingeniero Líder en caso de ausencia o por delegación directa.
12. Coordinar el personal y las actividades de obras del relleno.
13. Realizar las inspecciones rutinarias o periódicas de aseguramiento del relleno y sus instalaciones.
14. Asegurar la conformación y operatividad de la brigada de atención de emergencias.
15. Coordinar con el Ingeniero Líder su distribución de funciones de forma complementaria para lograr la cobertura de jornada más eficaz.

**Auxiliar administrativo:**

Con formación académica de nivel técnico y conocimientos en administración, personal y en office, estará encargado de registrar el ingreso de información de carácter administrativo y de personal dentro del relleno. Será el principal apoyo del ing. Residente en cuanto la información y generación de documentos y oficios de trámite diario.

1. Apoyar a los ingenieros en la tarea administrativa del Relleno, como almacén, formatos de solicitud o movimientos, dotaciones, horario, registro de horas y rendimientos de máquinas, etc.
2. Supervisar cotidianamente el empleo de los elementos de seguridad e higiene de los operarios del relleno.
3. Apoyar en las visitas académicas.
4. Apoyar en informes específicos.
5. Soportar a los ingenieros en el control de insumos y elementos de construcción para las obras.
6. Encargado de la bodega interna para el suministro de las herramientas, EPP, etc.

7. Asegurar las bitácoras y los diferentes registros del relleno, incluido su escaneo y archivo digital.
8. Programar de acuerdo con las horas de operación de las maquinas, los mantenimientos preventivos de cada una de ellas.

**Operador de Báscula:**

Con formación mínima de bachillerato y conocimientos básicos en office estará encargado de registrar el ingreso de vehículos al relleno, así como del manejo de la información y control de la báscula y su software. Será el apoyo del Ingeniero Líder en la información y generación de base de datos de ingreso y tonelaje de los diferentes tipos de residuos que llegan al relleno.

1. Asegurar la información de la báscula y el registro de ingreso.
2. Coordinar y asegurar el pesaje de entrada y salida de los vehículos recolectores.
3. Incluir la información a la base de datos preestablecida.



4. Crear reportes de acuerdo con las instrucciones dadas por el Ingeniero Líder.
5. Dar la indicación del sitio de descargue al conductor del vehículo.
6. Planificar la calibración y mantenimiento de la báscula.

**Operadores de maquinaria:**

1. Atender las instrucciones dadas por el ingeniero líder o el ingeniero supervisor.
2. Ejecutar las actividades descritas en el capítulo de operación y adecuación relleno.
3. Coordinar el mantenimiento preventivo de la máquina que le fue asignada.
4. Usar correctamente los elementos de dotación que le son entregados.
5. Asesorar o apoyar, desde su conocimiento, las labores de operación y de obra del relleno.

**Operarios de relleno:**

Organizados por frentes de trabajo, serán los encargados de realizar las tareas de mano de obra no calificada requeridas. Preferiblemente la cuadrilla deberá enfocarse en tres frentes bien definidos como:

1. Mantenimiento: Encargados de mantener obras como canales temporales, limpieza y aseo de instalaciones administrativas, mantenimiento de árboles, riego de vías, zanjas de coronación, canales de aguas lluvias, estructuras desarenadoras, etc.
2. Operación: Para las actividades propias de esta parte del relleno. Serán los responsables por la ubicación de los vehículos durante la descarga en plataforma, limpieza y mantenimiento de la plataforma de descargue, construir las chimeneas, realizar fumigaciones, construir barreras para control de volantes, etc.



3. Lixiviados y manejo de aguas: para la construcción de las cajas de salida de lixiviado, las cámaras de quiebre, instalación de tuberías de lixiviados, tuberías de limpieza, apoyo en la instalación de geomembrana y geotextil, bombeo de lixiviados, etc., y el mantenimiento de los sistemas.

#### **Contratistas:**

Elaborar con la calidad requerida, las actividades para la cual fueron contratados: instalación de geomembrana, geotextil, siembra de árboles, topografías, laboratorio, asesoría técnica, etc.

### **15. PROCESOS OPERATIVOS DESDE LA ENTRADA DE LOS RESIDUOS HASTA SU DISPOSICIÓN FINAL.**

#### **15.1. Horario para la Recepción de Residuos otros usuarios:**

- Lunes a sábados incluidos festivos 7:00 – 15:00

Sin embargo, el relleno sanitario tiene la capacidad de ampliar su operación a 24 horas, según las necesidades propias de la operación o debido a situaciones contingentes tanto propias como de terceros y que presenten la necesidad de realizar la disposición final en el relleno sanitario Los

Picachos.

#### **15.2. Ingreso al relleno sanitario**

Posterior al pesaje, se da la instrucción verbal al conductor del vehículo hacia donde debe dirigir los residuos municipales.

Los vehículos deben circular siempre por su derecha a una velocidad no mayor a 20 Km.

#### **15.3. Registro de pesaje**

En la caseta de registro de pesaje se tomarán las lecturas de entrada y salida por cada vehículo y cada vez que se ingrese al relleno, para establecer así una estadística que permita definir con mayor seguridad la proyección de la vida útil del relleno. Mensualmente, se resumirá el ingreso total.

Todos los vehículos calcularán su peso estando vacío una sola vez, después de lo cual solo se pesarán llenos. Esto con el objeto de facilitar el proceso de pesaje en báscula y evitar retrasos en este proceso.

El operario de la báscula preparará reportes a diario y entregará copia física de cada uno de ellos en una



carpeta a manera de respaldo. Mensualmente, el basculista hará un ejercicio estadístico primario sobre la cantidad de residuos dispuestos, discriminando la cantidad ingresada por días y por municipio que ingresa. Igualmente deberá separar el tipo de residuos que ingresa ya que el relleno contará con diferentes tratamientos para diferentes tipos de residuos.

Esta información se pasará al ingeniero líder quien dará las instrucciones acerca del equipo y de la zona de operación para el siguiente mes

#### 15.4. Proceso de descarga

Luego recibir las instrucciones en la plataforma de descargue, un operario del relleno indica al vehículo el sector definido por el ingeniero líder, para realizar el descargue, así evitará congestiones.

### 16. PLANOS Y ESQUEMAS DE LOS PROCESOS E INSTALACIONES EN EL RELLENO

A continuación, se presenta el listado de los planos de diseño técnico de detalles del relleno sanitario Los Picachos.

PLANO	CODIGO	CONTIENE
1	PLANO 1_22	DISEÑO GENERAL
2	PLANO 2_22	ETAPA I-01
3	PLANO 3_22	ETAPA II-01
4	PLANO 4_22	ETAPA III-01
5	PLANO 5_22	ETAPA IV-01
6	PLANO 6_22	ETAPA V-01
7	PLANO 7_22	ETAPA VI-01
8	PLANO 8_22	ETAPA VII-01
9	PLANO 9_22	ETAPA VIII-01
10	PLANO 10_22	CHIMENEAS_FILTRO AUX_PLANTA
11	PLANO 11_22	DETALLE_CHIMENEA
12	PLANO 12_22	DETALLE_CHIMENEAS_CON _POZO
13	PLANO 13_22	PIEZOMETROS_PLANTA-01
14	PLANO 14_22	DETALLE PIEZOMETRO
15	PLANO 15_22	FILTROS AP COTA 60-01
16	PLANO 16_22	FILTROS AP COTA 70-01
17	PLANO 17_22	FILTROS AP COTA 80-01
18	PLANO 18_22	FILTROS AP COTA 90-01
19	PLANO 19_22	DETALLES FILTROS AUXILIARES Y AP-01
20	PLANO 20_22	DETALLE TUBERIA LIXIVIADOS-01
21	PLANO 21_22	INCLINOMETROS_PLANTA
22	PLANO 22_22	DETALLE_INCLINOMETRO



## **17. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL A APLICAR EN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO.**

El relleno sanitario Los Picachos cuenta con un Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (SST), el cual vincula todas las actividades y medidas de prevención, respecto a las actividades que se ejecutan en el relleno sanitario, incluidas las actividades de construcción. Ver (Anexo 01. ST-HSEQ-DI-001 SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, Relleno Sanitario Regional Parque Ambiental Los Picachos).

## **18. CRITERIOS OPERACIONALES**

### **18.1. Prohibición del ingreso de residuos peligrosos**

Actualmente en el relleno sanitario, se reciben residuos de 14 municipios, no está permitido el ingreso de residuos peligrosos al relleno sanitario.

A fin de cumplir con ello al momento del ingreso o en la descarga se realizará inspección visual a fin de detectar y evitar el ingreso de residuos que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgo o daño para la salud humana

y el ambiente.

De igual manera, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos, conforme lo establece la normatividad vigente.

### **18.2. Prohibición del ingreso de residuos líquidos y lodos**

Teniendo en cuenta la tecnología de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos, no se permitirá la descarga de residuos líquidos que no sean composicionales de los residuos sólidos en el área de disposición, así como tampoco se permitirá la descarga de lodos. El manejo de este tipo de residuos deberá ser realizado en áreas diferentes conforme a la tecnología requerida para ello, dando cumplimiento a lo definido en la Licencia Ambiental y/o permisos asociados a ella.

### **18.3. Prohibición del ingreso de cenizas prendidas**

No se permite el ingreso de cenizas prendidas u



otros residuos en estado de incandescencia, en aras de velar por la seguridad del relleno, dado que la disposición de este elemento en contacto con los residuos sólidos puede generar incendios y explosiones.

#### 18.4. Prohibiciones adicionales

Además de las prohibiciones descritas en el numeral 3.2. y en el 16.1. no se admite el ingreso de animales, armas, elementos contundentes, ni cigarrillos, bebidas embriagantes y/o alucinógenas.

Adicionalmente dentro de las instalaciones del relleno sanitario, **SE PROHÍBE** ejecutar actividades de reciclaje o recuperación de residuos, que no correspondan a un programa establecido por la Empresa y autorizado por la Autoridad Ambiental.

Todas las actividades ejecutadas en el relleno sanitario deben quedar documentadas diariamente en la bitácora, siendo este, el mecanismo de registro utilizado en el sitio de disposición final.

#### 18.5. Detalle de pesaje y registro de los vehículos que ingresan al relleno sanitario

Como se ha nombrado anteriormente cada vez que un vehículo ingrese al relleno sanitario, debe pasar por la báscula camionera. Esto se hace para tener un control de las actividades del relleno las cuales son utilizadas para la planeación prospectiva del relleno.

Una vez ubicado el camión en la báscula a través del software SISCOMBAS se emitirá un ticket en el cual se relacionarán los siguientes datos:

- Número consecutivo de ingreso
- Nombre de la empresa a la que pertenece
- Municipio
- Conductor
- Peso de entrada del vehículo
- Peso de salida del vehículo
- Peso neto

Los funcionarios del Relleno también tendrán el registro de estos datos en planilla, adicionando la opción "Observaciones" para registrar anomalías o cualquier apreciación relevante.

#### 18.6. Cobertura diaria de los residuos

Es de obligatoriedad el cubrimiento diario de los



residuos cuya cota no haya alcanzado la cota de diseño final al terminar la jornada. La cobertura de los residuos siempre debe realizarse con sintético polimérico o negro verde.

Sin embargo, en zonas donde se requiera cobertura temporal por un periodo prolongado, se realizará con arcilla, posteriormente, cuando se va a disponer sobre esta zona cubierta con arcilla, es necesaria removerla nuevamente para permitir el contacto de los residuos en las diferentes capas.

Esta información puede ser complementada en el numeral 5.1. Cubrimiento diario de los residuos.

El correcto tapado de los residuos permite el control de vectores de enfermedades, control de malos olores generados por los residuos, previene el volado de las basuras livianas y disminuye la contaminación visual.

### **18.7. Control de vectores y roedores (fumigación)**

Periódicamente, sobre la basura descubierta y áreas de operación, se hará fumigación tanto para control de vectores como para control de

olores, con los productos que se establezcan en el PMA, antes de realizar el tapado temporal de los residuos o antes de terminar la jornada operativa, se deberá ejecutar esta acción.

La tarea la realizará el personal operativo del proyecto, quienes bajo la orientación del ingeniero residente mezclarán las dosis y fumigarán con las frecuencias establecidas en el PMA.

De toda esta labor se llevará registro con el fin de permitir el seguimiento y la retroalimentación de este.

#### **• Control de acceso al público**

De acuerdo con el protocolo de visitas del relleno sanitario Los Picachos a continuación se nombra los requisitos mínimos para ingresar al proyecto:

#### Visitas Programadas

- ✓ Informar a URBASER POPAYÁN S.A. E.S.P. previamente al desarrollo de la visita. Relacionando la siguiente información:



- Datos de identificación de la(s) persona(s) que ingresará(n) al relleno.
  - Placa del (los) vehículo(s).
  - Pago de afiliación al sistema general de riesgos laborales donde se certifique riesgo 5.
- ✓ Una vez en el sitio de disposición final registrase con documento de identificación, ante el funcionario de seguridad y/o funcionario del relleno que se encuentre en la portería.
  - ✓ Contar con ropa adecuada y elementos de protección personal –EPP (botas, tapabocas, casco de seguridad, camisa de manga larga y jeans)).
  - ✓ Una vez autorizado el ingreso, el usuario debe presentar la información requerida por URBASER POPAYÁN S.A. ESP.
  - ✓ Una vez entregada la documentación requerida, el visitante deberá acercarse a la oficina principal ubicada dentro del relleno sanitario, para brindarle las indicaciones de seguridad a seguir durante el recorrido antes de iniciar la visita.

afiliación al sistema de riesgos laborales (riesgo 5), ante el funcionario de seguridad y/o funcionario del relleno que se encuentre en la portería quien informará al personal administrativo solicitando AUTORIZACIÓN de entrada de dicho visitante(s).

Una vez autorizado el ingreso, el visitante deberá presentar en la portería de acceso la siguiente información:

- Motivo de la visita
- Datos de identificación de la(s) persona(s) que ingresará(n) al relleno.
- Placa del (los) vehículo(s).
- Documentos de afiliación al sistema general de riesgos laborales donde certifique riesgo 5.

Es política de la empresa que al momento de las visitas del público externo (interventoría, entes de control y demás) se debe contar con la presencia del personal administrativo (gerente y/o ingeniero residente). No se permitirá el ingreso de ninguna persona hasta que este no se presente.

### Visitas No Programadas

Una vez en el sitio de disposición final registrase con documento de identificación y copia del pago de



## 18.8. Prevención de accidentes y control del tráfico vehicular

### 18.8.1. Control de velocidad

Siendo obligación de todos los conductores respetar la velocidad máxima permitida de **20 Km/hora** dentro de las vías internas del relleno sanitario y la vía principal de acceso, a continuación, se describen otras normas para control del tráfico vehicular en el relleno sanitario:

- ✓ Teniendo en cuenta la hora de llegada al sitio de disposición en la terraza, todos los vehículos deben respetar su turno la orden para descargar los residuos.
- ✓ Ningún vehículo puede retirar elementos del relleno sanitario, sin la autorización expresa de la dirección y/o gerencia de la empresa.
- ✓ En caso de duda sobre el contenido o clasificación del residuo que transporta un vehículo consultar al personal encargado quien autorizará o no su descarga, según lo determina la ley.

### 18.8.2. Otras normas para los conductores

- No ingresar al relleno sanitario bajo la influencia del alcohol o drogas.
- No se permite transportar personal ayudante colgado en la puerta, laterales y/o parte trasera del vehículo transportador.
- No se permite distracciones y pérdida de tiempo en el área de disposición final. En especial, no manipular teléfonos celulares, auriculares u otro dispositivo de comunicación mientras se transita y se encuentra en actividad de maniobra de descargue.
- No se permite el ingreso de personal ajeno a los prestadores del servicio de recolección, menores de edad, ni mujeres en estado de embarazo.
- Prohibido fumar dentro de las instalaciones del relleno sanitario.



- Sólo podrán ingresar al Relleno los vehículos transportadores de residuos debidamente autorizados que hayan suscrito el convenio de disposición con URBASER.
- El transporte de basuras dentro y fuera del relleno sanitario Los Picachos será de total responsabilidad, cuenta y riesgo del Contratante.
- Los conductores de vehículos de transporte de residuos sólidos deberán dar estricto cumplimiento a la señalización existente en el interior del relleno sanitario, teniendo en cuenta el mantener las luces encendidas en el frente de trabajo.
- La velocidad máxima permitida es de 20 Km/h en la lágrima de acceso y vía interna del relleno.
- El vehículo debe contar con ayudante.
- Los conductores y ayudantes deberán dar estricto cumplimiento a las instrucciones suministradas por el personal del relleno sanitario y las indicaciones en el frente de trabajo a cargo del funcionario designado del relleno sanitario.
- Para su seguridad los conductores y ayudantes de vehículos transportadores de residuos deben contar con dotación completa y encontrarse afiliados al sistema de seguridad social; en el frente de trabajo se debe usar protector auditivo y respirador o tapabocas.

### **18.8.3. Señales de tránsito en el relleno sanitario**

El relleno sanitario Los Picachos, cuenta con señalización en las vías internas y externas en lugares visibles, a fin de que las acaten.



Tabla 2. Resumen señales de Tránsito relleno sanitario Picachos

Señales de tránsito frecuentes en el relleno sanitario	
 Velocidad máxima en el relleno sanitario	 Prohibido adelantar en la vía interna
 Personal en la vía	 Prohibido fumar en el relleno sanitario
 Ceda el paso	 Detención en las intersecciones del relleno sanitario

Fuente: Elaboración Propia.

#### 18.8.4. Condiciones vehículos recolectores

Los vehículos encargados de hacer la recolección de residuos sólidos deben cumplir con los requerimientos citados a continuación:

1. Ser aptos para la recolección y el transporte de los residuos sólidos y tener en cuenta lo dispuesto en el Decreto 1713 de 2002, Título I (Normas sobre características y calidad del Servicio de Aseo), Capítulo IV (Transporte) artículos 49, 50 y 51 (Características de los vehículos transportadores de residuos sólidos, Condiciones de equipos y accesorios para el transporte de residuos sólidos, lavado de vehículos y equipos).
2. Ser motorizados y estar claramente identificados (color, logotipos, placa de identificación, placas en puertas laterales, entre otras características).
3. Cumplir con las disposiciones de tránsito respecto a carpas, señales, identificación, seguros y certificados de gases vigentes y otros certificados y permisos.
4. Deberá cumplir con las demás normas vigentes para emisiones atmosféricas como lo estipula el Decreto 948 de 1995 y demás normas vigentes relacionadas en esta



- materia y ajustarse a los requerimientos de tránsito.
5. Garantizar, tanto los vehículos que dispongan o no dispongan de cajas compactadoras, que los residuos sólidos durante el transporte estén contenidos y cubiertos de tal forma que se reduzca el contacto con la lluvia, el viento y se evite el esparcimiento y escape de residuos sobre las vías.
  6. Contar con un sistema de compactación cerrado de manera que impidan la pérdida del líquido (lixiviado), con un mecanismo automático que permita una rápida acción de descarga y que pueda ser detenido en caso de emergencia.
  7. Los vehículos transportadores deben estar en buen estado mecánico, contar con alarma de reversa claramente audible y gancho en la parte delantera para jalar el vehículo en caso de ser necesario. En caso de tener alguna falla al momento del ingreso debe ser reportado en la báscula y a los operarios que se encuentren en la zona de descargue para que los operarios estén enterados y puedan prever cualquier tipo de incidente o accidente que pueda presentarse por esta causa, estas fallas deberán ser intervenidas y corregidas para que en el próximo ingreso este en perfectas condiciones
  8. Estar dotados con equipos contra incendios.
  9. Estar dotados de dispositivos que minimicen el ruido.
  10. Los equipos, accesorios y ayudas de que estén dotados los vehículos destinados para transporte de residuos sólidos, deberán mantenerse siempre en óptimas condiciones de funcionamiento para la prestación del servicio.
  11. Programar las rutas de recolección de tal forma que se pueda cumplir con los horarios de acceso al relleno sanitario Los Picachos.





12. Instruir a los conductores y operarios sobre las obligaciones contenidas en el contrato, en el Reglamento Operativo y en las señales de tránsito encontradas a lo largo de las vías del relleno sanitario, y la colaboración que deben prestar al Contratista en cuanto a suministro y recepción de información al ingreso y en la zona de báscula. Igualmente, en mantener un comportamiento acorde con las normas de urbanidad, decencia y respeto a los terceros.
13. Responder en una forma inmediata por los daños que dentro del relleno sanitario Los Picachos, causen el (los) vehículo(s) transportador(es) y/o algunos de los conductores u operarios.

#### **18.9. Prevención de la descarga ilegal de residuos.**

A fin de prevenir descargas ilegales en el relleno sanitario, se cuenta con vigilancia privada en la portería de entrada y en las rondas del perímetro del predio; así mismo se tienen cámaras de seguridad en diferentes puntos del predio, las cuales son monitoreadas permanentemente a fin de garantizar las condiciones de seguridad del predio.

En caso de detectarse una descarga ilegal o prohibida de residuos, el conductor del vehículo será objeto de un llamado de atención por primera vez con copia al prestador/usuario del servicio de recolección y transporte y deberá recoger los residuos descargados, transportarlos a la unidad de tratamiento correspondiente y entregarlos para su debida gestión a su costa, incluyendo la descontaminación del sitio afectado; en caso de reincidencia, podrá incluso definirse su prohibición de ingreso al relleno sanitario.

#### **18.10. Prohibición de la realización de reciclaje en los frentes de trabajo del relleno sanitario.**

Conforme a lo dispuesto en el numeral **3.1.4.**, no se permite la sustracción de elementos de la masa de residuos descargada para su aprovechamiento externo o venta.

En el caso de que se presente, cualquier persona que sea testigo de esta situación podrá dirigirse al ingeniero residente para informar lo que esté sucediendo y éste a su vez tomará las medidas



necesarias, conforme a su gravedad o reincidencia.

### 18.11. Mantenimiento del cerramiento perimetral

El mantenimiento del cerramiento del relleno sanitario está orientado a la delimitación del área licenciada y/o operativa, a la seguridad dentro de tal cerramiento y a la conservación técnica de toda el área del proyecto.

El mantenimiento incluye:

- a) Corregir los postes que se encuentren inclinados o caídos.
- b) Templar los hilos de las cercas
- c) Reparación de la cerca que se encuentre en mal estado.

Esta labor se desarrolla por la cuadrilla periódicamente. En caso de requerirse podrá subcontratarse.

### 18.12. Mantenimiento de vías de acceso

Incluyendo el aseo de estas, el mantenimiento y reparación de las vías de acceso, se caracterizan por:

- ✓ Mantenimiento de las cunetas revestidas:

retiro de material térreo, pétreo u otros residuos o elementos que puedan obstruir el flujo de la escorrentía, reposición de geomembrana y afirmado en donde sea necesario, limpieza y control de la vegetación.

- ✓ Mantenimiento al bacheo: esparcimiento de material pétreo sobre las zonas que presentan bacheo para su nivelación.

## 19. CONDICIONES ESTABLECIDAS EN EL PERMISO DE VERTIMIENTOS PARA LA DESCARGA, DIRECTA E INDIRECTA, DEL EFLUENTE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.

El relleno sanitario Los Picachos, cuenta con permiso de vertimientos otorgado por la Autoridad Ambiental CRC mediante Resolución 11244 de julio de 2017, para un sistema de tratamiento de tecnología convencional con caudal máximo de tratamiento de 2.5 lps, el cual está compuesto por:

- Pondajes o piscinas de almacenamiento de lixiviados
- Estructura preliminar
- Laguna de homogenización



- DAF
- UASB
- Reactor de lodos activados
- Clarificador secundario
- Floculador de manto de lodos
- Filtración ascendente
- Ultrafiltración
- Lechos de secado de lodos
- Espesador de lodos
- Deshidratador de lodos.

mecanismo de registro utilizado en el relleno sanitario.

El sistema cumple con las concentraciones máximas permisibles del capítulo XIV, tratamiento y disposición de residuos, de la Resolución 631 de 2015, para la descarga de los lixiviados tratados a la fuente superficial Rio Hondo.

Adicionalmente, el efluente deberá mantener concentraciones máximas en los parámetros DBO de 400 mg/l, DQO de 800 mg/l, SST de 100 mg/l, GYA de 50 mg/l y desinfección total, respectivamente.

## 20. MANTENIMIENTO DEL REGISTRO ACTUALIZADO DE LAS OPERACIONES REALIZADAS

Todas las actividades ejecutadas en el relleno sanitario Los Picachos deben quedar documentadas diariamente en la bitácora, siendo este el

**ANEXO 1**

**MANUAL DEL SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, RELLENO  
SANITARIO LOS PICACHOS.**