

ANEXO 14

MEMORIA TÉCNICA Y OPERATIVA DEL CENTRO AMBIENTAL

**PROYECTO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
ZONA METROPOLITANA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA**

2017

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Instalaciones a Construirse	7
1.2 Ubicación y Descripción del predio de Las Heras	8
1.2.1 Accesibilidad.....	10
1.2.2 Descripción de las características de la localización del predio.....	10
1.2 Ubicación predio Planta de Maipú	11
2. CENTRO AMBIENTAL EL BORBOLLÓN	11
2.1 Lineamientos del proyecto.....	11
2.2 Módulo de Disposición Final	12
2.3 Características generales del proyecto	14
2.4 De los Residuos.....	15
2.4.1 Origen y tipo de residuos	15
2.4.2 Estimación de cantidades de RSU	16
2.4.2.1 Población Estable y Flotante	16
2.5 Escenario evaluado para la GRSU.....	20
2.5.1 Cantidad Total de material a recuperar	21
2.6 Cantidad de residuos que ingresarán al Centro Ambiental	23
2.6 Planimetría y Estudios Preliminares.....	26
2.7 Módulo de Relleno Sanitario.....	27
2.7.1 Construcción del Módulo 1	27
2.7.1.1 Conformación del Módulo	29
2.7.1.2 Limpieza y desmalezamiento del terreno	29
2.7.1.3 Celdas de disposición final	29
2.7.3 Impermeabilización del Módulo	33
2.7.3.1 Proceso constructivo general.....	35
2.7.3.2 Ejecución de la capa de suelo-bentonita	36
2.7.3.3 Geomembrana Sintética	38
2.7.4 Rampas de acceso al fondo del módulo.....	48
2.7.5 Terraplenes	48
2.7.5.1 Materiales	49
2.7.5.2 Construcción.....	49
2.7.6 Pendientes.....	50
2.7.7 Cobertura	50
2.7.7.1 Cobertura final	50
2.7.7.2 Cobertura Diaria.....	51
2.7.8 Drenajes	51

2.7.8.1 Desagües de Celdas.....	53
2.7.9 Sistema de gestión de líquidos lixiviados.....	54
2.7.9.1 Sistema de colección y extracción.....	54
2.7.9.2 Sistema acopio y recirculación.....	56
2.7.10 Sistema de gestión del biogás.....	59
2.7.10.1 Sistema Activo de captación para generación de energía.....	61
2.7.10.2 Proceso constructivo de pozos de captación.....	64
2.7.10.3 Técnica alternativa para la construcción de pozos.....	67
2.8 Obras Complementarias.....	68
2.8.1 Alambrado Perimetral.....	68
2.8.1.1 Método Constructivo Cerco tipo olímpico.....	70
2.8.1.2 Método constructivo alambrado de 7 hilos.....	71
2.8.2 Obrador, oficinas y acopio de materiales.....	71
2.8.3 Oficina de Control y Báscula.....	72
2.8.3.1 Báscula: Características.....	72
2.8.3.2 Obra civil de la Báscula.....	72
2.8.3.2 Oficina de control y pesaje.....	73
2.8.4 Playa de Estacionamiento.....	73
2.8.5 Planta de Separación y reciclaje de residuos.....	73
2.8.5.1 Detalle del equipamiento de la Planta de Separación.....	74
2.8.6 Planta de Compostaje.....	89
2.8.6.1 Objetivos.....	89
2.8.6.2 Premisas de Diseño.....	89
2.8.6.3 Tipo de sistema a utilizar.....	89
2.8.6.4 Tipo de residuos y cantidades.....	90
2.8.6.5 Diseño de la unidad de compostaje.....	90
2.8.6.7 Sectores de la Planta de Compostaje.....	95
2.8.7 Edificios Complementarios.....	107
2.8.7.1 Estructura.....	107
2.8.7.2 Muros.....	108
2.8.7.3 Revoques.....	108
2.8.7.4 Contrapiso y Aislaciones.....	108
2.8.7.5 Pisos.....	109
2.8.7.6 Revestimientos.....	109
2.8.7.7 Carpinterías y Vidrios.....	110
2.8.7.8 Cubierta y Cielorraso de edificios.....	110
2.8.7.9 Instalación Sanitaria.....	110
2.8.7.10 Morteros y Hormigones.....	113
2.9 Instalaciones Auxiliares.....	115
2.9.1 Instalaciones Eléctricas.....	115
2.9.2 Suministro de agua.....	115
2.9.3 Señalización.....	116
2.9.3.1 Señales Preventivas.....	116
2.9.3.2 Señales Informativas.....	116
2.9.4 Vigilancia.....	117

2.10 Red Eléctrica e Iluminación	117
2.10.1 Luminarias y Lámparas.....	117
2.10.2 Instalación en oficinas.....	118
2.10.3 Columnas.....	118
2.10.4 Tableros de Iluminación	119
2.10.4.1 Tablero General.....	119
2.10.4.2 Tableros Seccionales	121
2.10.5 Construcción de bases de luminarias.....	122
2.10.5.1 Bases de fundación	122
2.10.5.2 Fraguado de bases	122
2.10.5.3 Materiales	122
2.10.6 Montaje de la red.....	122
2.10.6.1 Fijación de columnas.....	122
2.10.6.2 Colocación y conexión de artefactos	123
2.10.6.3 Zanja y excavación para bases	123
2.10.6.4 Cruce y lecho de conductores.....	123
2.10.6.5 Tendido de cables	123
2.10.6.6 Retoque de pintura	124
2.11 Instalación de gas.....	124
2.12 Estructuras Metálicas.....	124
2.12.1 Portones interiores y exteriores.....	126
2.13 Suministro de Energía	126
2.14 Caminos, Terraplenes y Drenajes.....	126
2.14.1 Caminos de circulación.....	126
2.14.1.1 Caminos Permanentes	126
2.14.1.2 Caminos Transitorios.....	128
3. PLANTA DE MAIPÚ	129
3.1 Residuos a ingresar	129
3.2 Sector de Transferencia de Residuos	130
3.2.1 Obra Civil	132
3.2.2 Equipamiento para la transferencia.....	133
3.3 Ampliación sector de Compostaje	138
3.3.1 Obra Civil	140
3.3.2 Equipamiento necesario.....	141
4. MEMORIA OPERATIVA	142
4.1 Centro Ambiental El Borbollón.....	142
4.1.1 Instalaciones que componen el Centro Ambiental	144
4.1.1.1 Oficina de Control de Acceso	144



4.1.1.2 Oficinas Administrativas, laboratorio y SUM	145
4.1.1.3 Vestuarios y Oficinas	145
4.1.1.4 Galpón de Mantenimiento	145
4.1.1.5 Planta de Separación.....	145
4.1.1.6 Planta de Compostaje	146
4.1.2 Personal del Centro Ambiental	148
4.1.3 Operaciones Generales del Centro Ambiental.....	148
4.1.3.1 Control de ingreso de vehículos recolectores.....	148
4.1.3.2 Control de ingreso de personal y visitantes.....	150
4.1.3.3 Residuos admisibles y residuos prohibidos.....	150
4.1.3.4 Horarios de Operación	152
4.1.4 Operación de la Planta de Separación	152
4.1.4.1 Descarga	154
4.1.4.2 Dosificación y alimentación.....	154
4.1.4.3 Desgarrador de bolsas.....	154
4.1.4.4 Cinta de Clasificación.....	155
4.1.4.5 Tratamiento de los Materiales Orgánicos.....	155
4.1.4.6 Depósitos de almacenamiento de material clasificado	155
4.1.4.7 Cinta para materiales clasificados.....	155
4.1.4.8 Compactación y Pelletización.....	155
4.1.4.9 Depósito de Materiales Separados	156
4.1.4.10 Condiciones de los materiales.....	156
4.1.5 Operación de la Planta de Compostaje	158
4.1.5.1 Proceso Productivo Planta de Compostaje	160
4.1.5.2 Etapas de Operación de la Planta	162
4.1.5.3 Pretratamiento.....	163
4.1.5.4 Tratamiento.....	166
4.1.5.5 Post-Tratamiento	168
4.1.5.6 Controles del Proceso	169
4.1.5.7 Etapa de terminación	173
4.1.5.8 Manual de estabilización biológica	176
4.1.6 Operación del Relleno Sanitario.....	176
4.1.6.1 Método de Operación	178
4.1.6.2 Recepción de residuos	178
4.1.6.3 Ubicación de vehículos y descarga de residuos	179
4.1.6.4 Control de tráfico	180
4.1.6.5 Organización de las descargas	180
4.1.6.6 Ubicación de los vehículos	181
4.1.6.7 Tiempo de descarga vehicular	181
4.1.6.8 Tipo de residuos	181
4.1.6.9 Verificación de la carga	181
4.1.6.10 Conformación de la celda diaria.....	182
4.1.6.11 Topado de los residuos	184
4.1.6.12 Compactación de los residuos	184
4.1.6.13 Niveles de llenado de celdas.....	185
4.1.6.14 Construcción de estructuras para captación de biogás y líquidos lixiviados	185
4.1.6.15 Colocación de la cobertura diaria	185
4.1.6.16 Compactación de la cobertura de residuos	186
4.1.6.17 Espesor de la cobertura diaria	186

4.1.6.18 Suministro del material de cobertura	186
4.1.6.19 Resumen: pasos para la construcción de la celda.....	187
4.1.6.20 Cobertura Final del Relleno Sanitario	188
4.1.6.21 Parquización del predio del Relleno Sanitario	188
4.1.6.22 Supervisión e Inspección.....	188
4.1.6.23 Actividades de Supervisión	189
4.1.6.24 Actividades de Inspección	190
4.1.6.25 Monitoreo de la Operación.....	191
4.1.6.26 Niveles y taludes	191
4.1.6.27 Cobertura	191
4.1.6.28 Control de erosión.....	191
4.1.6.29 Salida de los vehículos.....	193
4.1.6.30 Registros.....	193
4.1.6.31 Calidad del Biogás	194
4.1.6.32 Calidad del agua subterránea	194
4.1.6.33 Calidad del agua superficial.....	195
4.1.6.34 Calidad del aire.....	195
4.1.6.35 Calidad del suelo	195
4.1.6.36 Caracterización de los lixiviados.....	196
4.1.6.37 Operación en temporada de lluvias	196
4.1.6.38 Mantenimiento	198
4.1.6.39 Vigilancia	204
4.1.6.40 Cercas	204
4.1.6.41 Seguridad e Higiene	205
4.1.6.42 Plan de Contingencias	213
4.2 Operación de la Planta de Maipú.....	214
4.2.1 Control de ingreso y pesaje.....	215
4.2.2 Planta de Separación.....	216
4.2.2.1 Turnos de Trabajo	216
4.2.3 Planta de Compostaje	216
4.2.4 Sector de Transferencia	217
5. EQUIPOS Y EQUIPAMIENTOS	218
5.1 Compactador para Relleno Sanitario	219
5.3 Báscula.....	220
5.4 Generador de Energía Eléctrica.....	221
5.5 Bomba Sumergible para Lixiviados	221
5.6 Bomba de desagote para desagües pluviales	222
5.7 Electrobomba sumergible para extracción de agua subterránea.....	222
5.8 Tanque Regador	223
5.9 Membrana PEAD 2000	223
5.10 Bentonita.....	225
5.11 Chipeadora a Disco.....	225
5.12 Removedor de compost.....	226
5.13 Tolva y cinta de alimentación para zaranda (Compostaje).....	227
5.14 Zaranda Trómmel.....	228

ANEXO 14

MEMORIA TÉCNICA Y OPERATIVA DEL “CENTRO AMBIENTAL EL BORBOLLÓN”

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto para la Gestión Integral de los RSU (GIRSU) en la Zona Metropolitana de Mendoza, comprende las siguientes etapas:

- 1) Generación de residuos (con futura separación en origen).
- 2) Recolección (con futura recolección diferenciada),
- 3) Planta de Separación y reciclaje de materiales.
- 4) Sector de Compostaje.
- 5) Disposición final de rechazos, mediante la tecnología de relleno sanitario.

En esta memoria técnica se describirán las actividades a desarrollarse en las etapas de la GIRSU que abarca el Centro Ambiental a ser construido en el Departamento de Las Heras, y las infraestructuras a incorporarse a la actual Planta de Separación de Maipú, es decir: la separación y recuperación de materiales, el compostaje y la disposición final de los RSU.

La *Planta de Separación de Residuos de la Municipalidad de Maipú*, que actualmente se encuentra operando con los residuos de ese departamento, en el marco del presente proyecto incorporará los residuos provenientes del Departamento de Luján de Cuyo.

La Planta de Maipú, tiene una capacidad instalada de procesamiento de 160 Tn/día por turno, por lo cual trabajando en dos turnos podrá absorber la totalidad de los residuos generados en ambos Departamentos, y posteriormente trasladar el rechazo, hasta el Centro Ambiental El Borbollón, para su disposición final.

Entre las políticas necesarias a desarrollar, tanto para la Planta de Maipú, como para la Planta de Separación a construirse en el Centro Ambiental El Borbollón, desde el Plan de Comunicación Ambiental y Social, se plantea la necesidad de trabajar en importantes campañas de concientización para lograr la *separación en origen de los RSU* y el desarrollo de una *recolección diferenciada*; ya que la calidad de los materiales recuperados, dependen directamente de las condiciones de su recepción en la Planta de Separación.

Con relación a la Planta a construirse en el Centro Ambiental, inicialmente, y como no se cuenta actualmente con separación en origen, la Planta funcionará con el material mezclado, lo cual implicará un alto desgaste de la maquinaria de la Planta y poco

rendimiento de la separación. Por tal motivo se ha diseñado una Planta con una capacidad de tratamiento de entre 100 a 150 Tn/día (por turno), cuando en realidad se estima que en el Centro Ambiental ingresarán alrededor de 1400 Tn/día (valor promedio en los 20 años de vida útil). De esta forma, se direccionarán a la Planta sólo aquellos vehículos de recolección que provengan de circuitos que se estiman, puedan tener mejor calidad de residuos.

Pero como se indicó precedentemente, a partir del momento de inicio de las operaciones del Centro Ambiental, se comenzará en forma gradual la *Campaña de Separación en Origen*, para de esta forma ir aumentando la cantidad de residuos a direccionarse a la Planta, la cual ha sido diseñada para su crecimiento futuro, mediante la construcción de un galpón que permitirá la incorporación de una segunda línea de separación, y de ser necesario. A su vez esta campaña también permitirá mejorar las capacidades de la Planta de Maipú.

1.1 Instalaciones a Construirse

A los efectos del funcionamiento del Sistema GIRSU propuesto, se construirán distintas instalaciones tanto en el predio de Las Heras, como en la Planta de Maipú.

El Centro Ambiental El Borbollón (Las Heras) contará con las siguientes instalaciones:

- Alambrado perimetral.
- Instalaciones de control de ingreso y pesaje de camiones.
- Planta de Separación.
- Planta de Compostaje.
- Oficinas administrativas, con un Salón de Usos Múltiples (SUM).
- Vestuarios para los operarios.
- Galpón taller para guardado y mantenimiento de equipos.
- Depósito de residuos peligrosos.
- Sector de abastecimiento de combustible.
- Pozo de extracción de agua subterránea.
- Planta compacta de tratamiento de efluentes cloacales.
- Subestación Transformadora de Energía Eléctrica.
- Caminos internos.
- Playones de maniobras.

A la Planta de Separación de Residuos existente en Maipú, se incorporarán, las siguientes instalaciones:

- Sector de transferencia de residuos.
- Ampliación del actual sector de compostaje.
- Nuevos caminos internos.

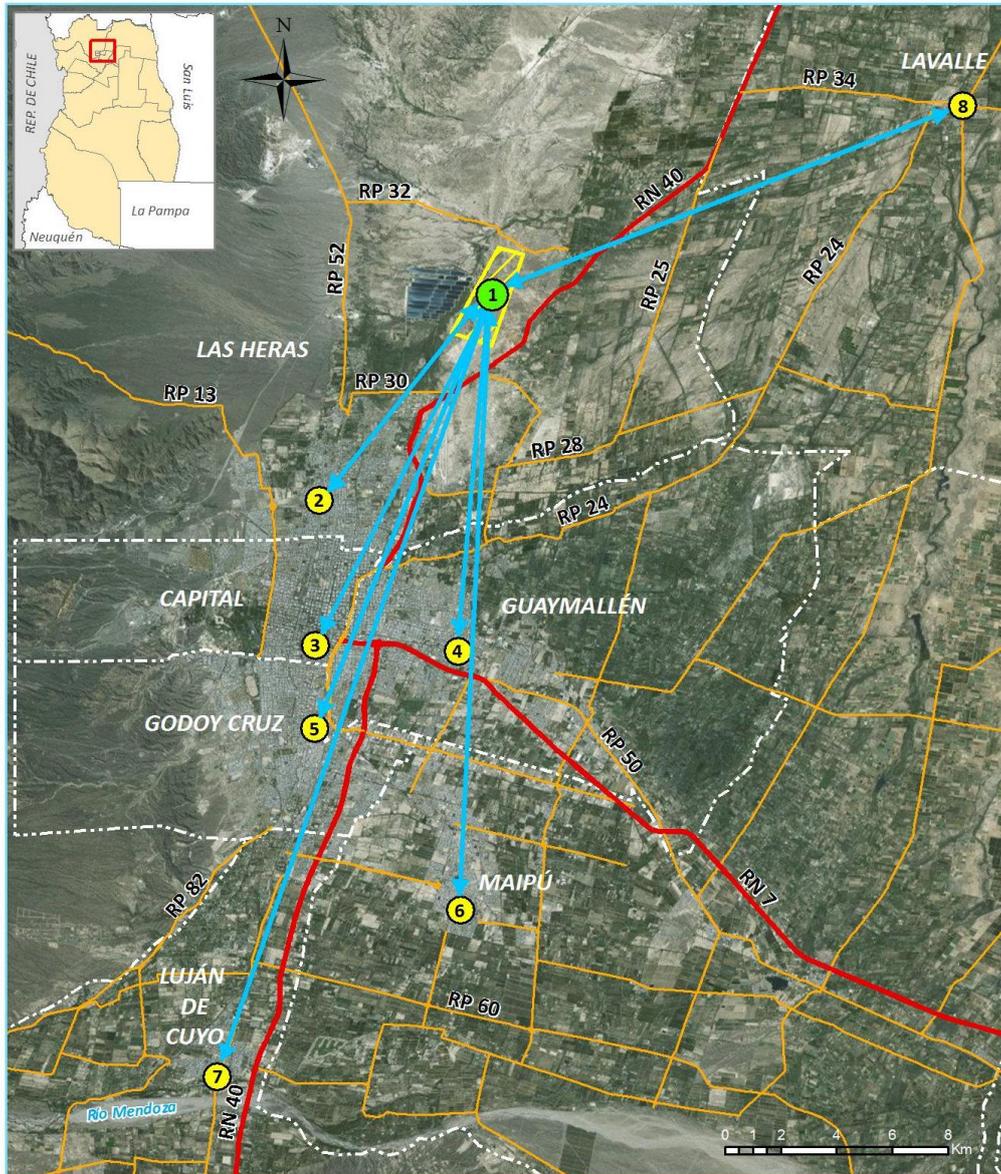
1.2 Ubicación y Descripción del predio de Las Heras

El Centro Ambiental El Borbollón se emplazará en un predio de propiedad fiscal de **428,47 hectáreas**, ubicado en el Departamento de Las Heras, Distrito Capdevila. Este terreno posee las condiciones necesarias para la instalación de un Relleno Sanitario y Planta de Separación, según los estudios geológicos e hidrogeológicos realizados, y posee como principales ventajas, el hecho de encontrarse en una zona destinada a usos industriales (según Ordenanza N° 104/88 de Usos del Suelo del Municipio de Las Heras).

En estas instalaciones se dará tratamiento y disposición final a los RSU provenientes de los departamentos de la Zona Metropolitana, es decir: Las Heras, Lavalle, Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Luján de Cuyo y Maipú.

Al predio se accede a través de la Ruta Nacional N° 40, y existe la disponibilidad del servicio eléctrico sobre esta ruta. Se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 10 Km del centro urbano más cercano que es el conglomerado urbano del Departamento de Las Heras.

Se agrega una imagen con la localización de predio y un cuadro indicando las distancias desde este terreno, hasta cada uno de los centros urbanos de los Municipios de la Zona de Estudio.



- 1** Terreno Centro Ambiental
- 2** Cabecera Departamental
- 2** Las Heras **7** Luján de Cuyo
- 3** Capital **8** Lavalle
- 4** Guaymallén
- 5** Godoy Cruz
- 6** Maipú
- Limite Departamental
- Ruta Nacional
- Ruta Provincial

Distancias al Terreno	Puntos Cabeceras	Distancia lineal (km)	Distancia por ruta (km)
	1 - 2	9,5	13,4
	1 - 3	14	17,7
	1 - 4	12,7	20,9
	1 - 5	17	19,7
	1 - 6	22	31,4
	1 - 7	30	34,5
	1 - 8	18	26,8

Elaboración cartográfica: SLAT

Figura 1: Localización Centro Ambiental El Borbollón (distancias a centros urbanos)

1.2.1 Accesibilidad

La accesibilidad al predio desde los distintos departamentos que integran la Zona Metropolitana es buena. Se llega al mismo, a través de la Ruta Nacional N°40 en dirección Norte. El ingreso al predio se ubica sobre esta ruta, aproximadamente 900 metros al norte de su intersección con calle Santa Rita, en el Departamento de Las Heras. Una vez dentro del predio, para llegar a la fracción del terreno donde se ha proyectado el Centro Ambiental, se deben recorrer caminos internos durante aproximadamente 3,5 km. En la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* se puede observar la ruta de acceso mencionada.

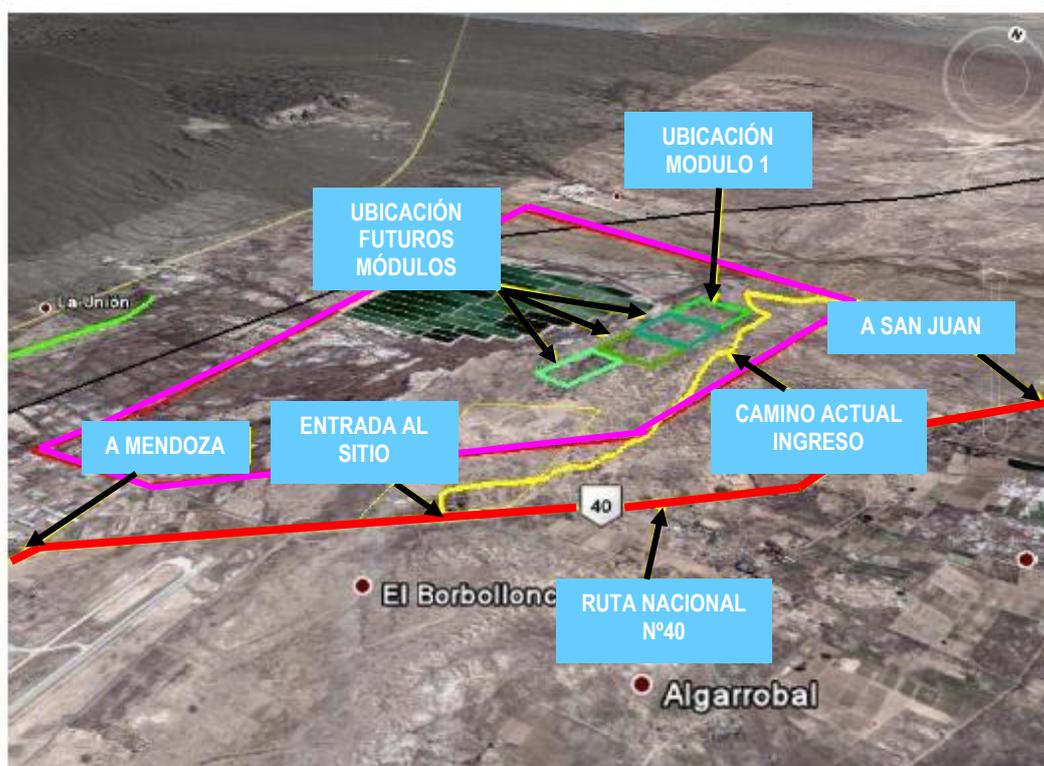


Figura 2: Ubicación ingreso al predio

1.2.2 Descripción de las características de la localización del predio

El predio en cuestión se encuentra en una zona de carácter industrial según lo establecido por la normativa de la Municipalidad de Las Heras (Ordenanza N° 104/88 de Usos del Suelo del Municipio de Las Heras); colindando al oeste con las piletas de tratamiento de efluentes cloacales Campo Espejo, que reciben los efluentes del Gran Mendoza. (Ver punto 3.10 *Colindancias del predio*).

El predio seleccionado presenta condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas adecuadas para la implantación del proyecto del Centro Ambiental (Ver **Anexo 11: Características Geológicas y Geomorfológicas** y el documento de la **“Manifestación General de Impacto Ambiental “Centro Ambiental El Borbollón, Departamento de Las Heras, Mendoza”**) además del **Anexo 10: Geotecnia**.

1.2 Ubicación predio Planta de Maipú

La Planta de Separación de Residuos Maipú, se localiza en el Distrito de Barrancas del Departamento de Maipú. Este Distrito se caracteriza por ser una zona de localización de pozos de extracción petrolera y sus instalaciones complementarias.

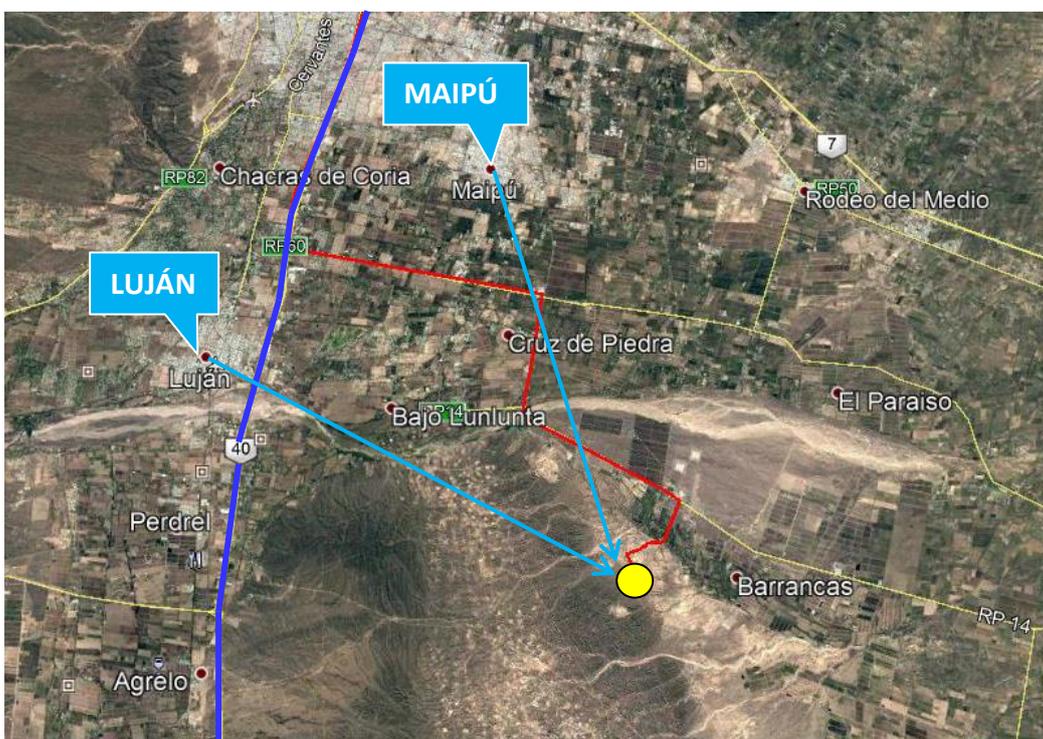


Figura 3: Localización Planta de Maipú

-  Ruta Nacional N°40 – Vinculación CAEB
-  Planta de Maipú
-  Distancias desde cabeceras municipales
- Luján-Planta de Maipú: 14,00 km
- Maipú – Planta de Maipú: 12,70 km

Este predio tiene buena accesibilidad desde Maipú y Luján, a través de la RNN°40 y Ruta Provincial N°60 y N°14.

2. CENTRO AMBIENTAL EL BORBOLLÓN

2.1 Lineamientos del proyecto

El objetivo de este proyecto es la construcción de un Centro Ambiental que posibilite el tratamiento y la disposición final de todos los residuos generados en la Zona de Estudio, en condiciones ambientalmente controladas, complementado con la Planta de Separación de residuos existente en Maipú, que trabajará con los residuos de los dos Municipios ubicados en el Área Sur de esta región.

Las instalaciones del Centro Ambiental incluirán: Planta de Separación, Planta de Compostaje y Módulos de disposición final del rechazo de estas actividades. Además la puesta en funcionamiento de estas obras, implicarán el primer paso en la implementación de todas las acciones previstas en la GIRSU para la región.

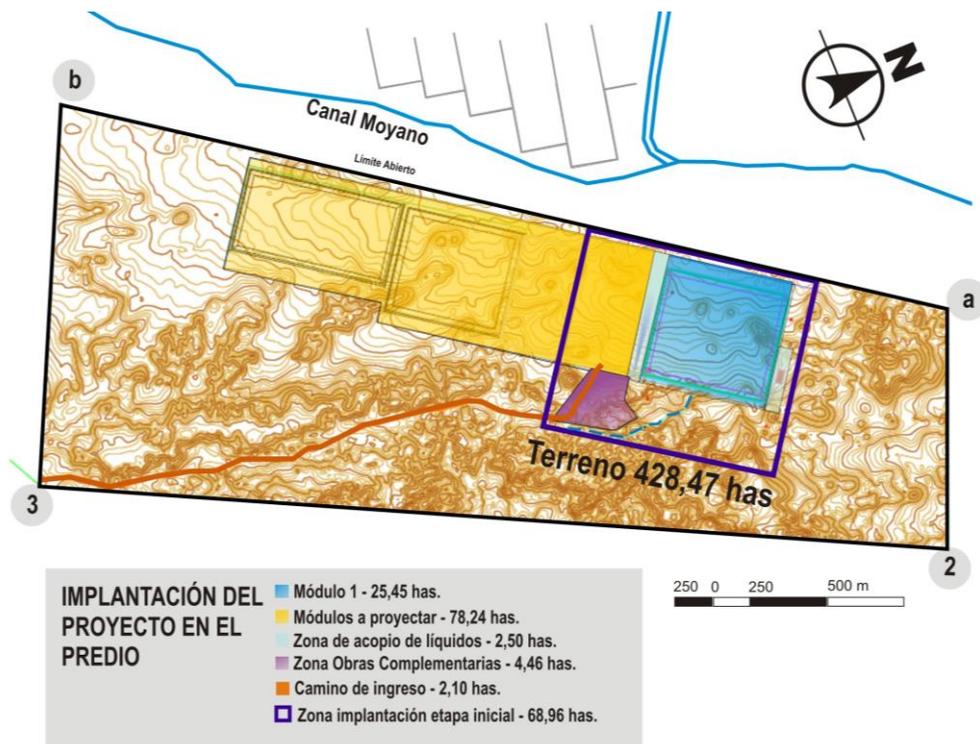


Figura 4: Esquema de Implantación del proyecto

Para la determinación del emplazamiento de esta infraestructura, resultó importante la topografía del terreno, su accesibilidad, los usos del suelo de la zona, la posibilidad de obtener los servicios necesarios, y el hecho de tratarse de un terreno fiscal. A continuación se describen las características principales de las instalaciones proyectadas.

2.2 Módulo de Disposición Final

Las características del módulo proyectado serán las siguientes:

Longitud Total: 480 m

Ancho Total: 420 m

Superficie cubierta por el módulo: 201.600 m³.

Volumen Neto para disposición de RSU del Módulo: 2.373.485 m³.

Tirante máximo de los residuos: 20,50 m

Tirante promedio: 13,80 m

Los estudios de suelo realizados (Ver **Anexo 10: Geotecnia**), con excavaciones hasta una profundidad de 4,00 m y ensayos no destructivos hasta los 10 m, no identificaron presencia de freática, aunque por estudios generales de la zona se estima que la misma se encontraría entre 10 m y 15 m de profundidad.

Por otra parte, también se estudió el sitio desde el punto de vista sísmológico, debido a la cercanía de la Falla Activa del Cerro La Cal, concluyendo que el sitio se ubica dentro de un sector de los denominados “suelos profundos”, es decir, con capacidad de *licuación de suelos* por efecto del sismo. Esto constituyó, uno de los motivos por los que se decidió la colocación de una doble capa de impermeabilización de fondo de celda, además de la función de contención de líquidos lixiviados y prevención de migración de gases que cumple esta barrera de protección.

Con relación a la gestión de los líquidos lixiviados a generarse, se adoptó un sistema de captación, extracción, almacenamiento temporario en una laguna impermeabilizada construida para tal fin y posterior recirculación de líquido en la masa de residuos. Esto hará que el Módulo funcione como un biorreactor anaeróbico, con la ventaja del aumento de la vida útil que esto implica. Por otra parte, se ha establecido la utilización de un sistema de captación, extracción y posterior utilización para generación de energía, cuando las cantidades del gas generado así lo permitan.

Cuando los residuos compactados alcancen la cota final del proyecto en cada celda serán cubiertos inmediatamente con una capa de suelo compactado de 0,60 m de espesor, la cual estará compuesta por dos capas:

- Manto de suelo compactado después de alcanzada la cota del proyecto, con un espesor de 0,50 m, a fin de evitar el ingreso de agua de lluvia, la generación de lixiviados y la evacuación de gases. Para esta capa de suelo se utilizarán los suelos finos (limos ML) extraídos de la excavación del Módulo 2.
- Capa de suelo orgánico de 0,10 m de espesor que permita aportar condiciones bióticas para el desarrollo de la flora autóctona. El suelo a utilizar, será el correspondiente a la capa superficial del Módulo N°2, previamente seleccionado y acopiado, o del aporte de suelos finos mejorados con compost.

La superficie resultante deberá ser uniforme y libre de zonas con desniveles, para disminuir la acumulación de agua sobre el terreno. También será diseñada con pendientes específicas de modo tal de minimizar los efectos de la erosión, y simultáneamente evacuar las aguas de lluvia en forma efectiva.

Debido a la descomposición biológica que sufren los residuos dentro de las celdas, se producirán modificaciones en la superficie final de las mismas, a medida que se vaya produciendo la degradación. Los eventuales asentamientos que pudieran producirse, serán corregidos mediante el agregado de suelo, para el emparejamiento de la

superficie y de este modo se mantendrá el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

Este sistema, minimizará la generación de lixiviados en la etapa de cierre, y permitirá su recirculación, acortando los tiempos de estabilización de los residuos dispuestos. También se deberán analizar en la etapa post-clausura del predio, cuál será el uso final que se le dará al mismo, teniendo en cuenta las premisas establecidas en el Plan de Clausura y Post-Clausura.

2.3 Características generales del proyecto

El proyecto de ingeniería diseñado, garantizará la protección de la Salud Pública y el Ambiente, mediante la disposición final de los residuos en forma sanitaria y eficiente, sin alterar el medio físico (agua, suelo y atmósfera) y biológico (flora y fauna).

Se ha desarrollado un balance de suelos, teniendo en cuenta las necesidades de suelo para la realización de infraestructura, terraplenes, base del módulo y coberturas diarias, intermedias y finales del relleno. En el **Anexo 22: Balance de suelos** se presentan los cálculos realizados al respecto. El balance de suelos fue desarrollado en un todo de acuerdo con los datos topográficos del sitio (Ver **Anexo 20: Informe Topográfico del terreno de implantación**).

El plano de relevamiento topográfico, fue realizado sobre coordenadas Gauss-Krügger – Faja 2 – Marco de Referencia POSGAR 94. En el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**, se indican los Puntos Fijos para el replanteo de la obra. Se trata de las coordenadas de las cuatro esquinas del módulo. En la **Tabla 1** se agregan dichas coordenadas.

Tabla 1: Coordenadas Puntos Fijos – Módulo 1

Tabla 1 – Coordenadas Puntos Fijos – Módulo 1			
Ubicación del punto	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
N – O	2.521.057,701	6.374.379,667	700,25
N – E	2.521.396,752	6.374.199,390	706,75
S – O	2.520.644,580	6.373.976,809	700,25
S – E	2.521.183,612	6.373.798,532	706,75

Como parte del proyecto de protección ambiental y debido a que durante el proceso de disposición de los residuos sólidos se generan olores, polvo, voladura de objetos livianos y diferentes vectores, se ha previsto, a fin de minimizar estos impactos en la población circundante, la ejecución de los siguientes trabajos:

- **Olores:** Se controlarán efectuando cobertura permanente de los residuos dispuestos, con el suelo previsto para la cobertura diaria. Al alcanzar la cota de proyecto prevista, se colocará la cobertura final, que ya se explicó precedentemente.
- **Voladuras de objetos livianos:** Como medida de corrección y mitigación de dicho impacto se ha previsto la instalación de redes perimetrales de contención, para que los objetos desplazados por la acción del viento sean retenidos. Estas redes serán limpiadas y mantenidas en forma permanente. Además se prevé la colocación de barreras forestales y arbustos para reforzar la función de retención.
- **Roedores y Vectores:** A fin de impedir la propagación de éstos y permitir su eliminación se deberán prever campañas de fumigación periódica de la zona de operación, como así también medidas para ahuyentar las aves que puedan aproximarse, esto se deberá realizar para evitar inconvenientes con la operación del Aeropuerto localizado a una distancia de aproximadamente 6 km.

2.4 De los Residuos

2.4.1 Origen y tipo de residuos

El Centro Ambiental recibirá los residuos generados en los Municipios de: Las Heras, Capital, Godoy Cruz, Guaymallén y Llavalle, más el rechazo proveniente de la Planta de Maipú, donde se gestionarán los residuos de los dos Municipios del Sur de la Zona Metropolitana: Luján de Cuyo y Maipú. Serán admitidos los siguientes residuos:

- a) Residuos domiciliarios.
- b) Residuos provenientes de la limpieza de calles (barrido, poda, árboles, etc.).
- c) Residuos comerciales.
- d) Residuos industriales sólidos que no resulten peligrosos (trapos, papeles, cartones, cubiertas, etc.)
- e) Residuos inertes de construcción (escombros, tierra, etc.).

No se recibirán en el Centro Ambiental, residuos industriales líquidos, semilíquidos, volátiles, inflamables, reactivos, corrosivos, tóxicos, irritantes, patogénicos, radiactivos, contaminantes, explosivos y/o que resulten peligrosos para la operación normal. Se excluirán expresamente los residuos calificados como peligrosos por la Ley Provincial N° 5917 de Residuos Peligrosos y su Decreto Reglamentario N° 2625/99, y los calificados como patogénicos y farmacéuticos por la Ley Provincial N° 7168 y su Decreto Reglamentario N° 2108/05.

2.4.2 Estimación de cantidades de RSU

2.4.2.1 Población Estable y Flotante

La Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, esté integrada por los Departamentos de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Las Heras, Maipú, Lavalle y Luján de Cuyo. Esta región constituye un importante centro de atracción turística y universitaria. En el año 2010 contaba con una población de 1.123.371 habitantes, que actualizados a 2017 son aproximadamente 1.205.405.

La cantidad de los residuos sólidos urbanos a gestionar en el Centro Ambiental El Borbollón, se calculó en función de la población proyectada para la Zona de Estudio (población estable más población turística o flotante), y para el período (2018-2038).

Para esto, en primer lugar se realizó el cálculo de la PPC (producción per cápita) para la región y para cada Municipio. Para este cálculo se tomaron valores referenciales de este indicador en sitios de similares características poblacionales, los cuales se pueden observar en la **Tabla 2**.

Tabla 2: PPC según nivel socioeconómico y uso del suelo

Tabla 2: PPC según nivel socioeconómico y uso del suelo		
Uso del Suelo	Nivel Socioeconómico	PPC (kg/hab/día)
Residencial / Residencial Comercial	Alto (A)	0,995
Residencial	Medio (M)	0,710
Residencial	Bajo (B)	0,548

FUENTE: Estudio Zona Metropolitana – IATASA 2009

Luego, y teniendo en cuenta la estratificación social por Departamento y los porcentajes genéricos de composición de la masa total de residuos sólidos urbanos, la cual se considera conformada por: 1) residuos domiciliarios (60%), 2) residuos de poda y limpieza (15%), y 3) otros residuos (25%); se calculó el PPC por Departamento y el total para la Zona Metropolitana.

Los datos de la población flotante se obtuvieron de las publicaciones anuales realizadas por el Ministerio de Turismo de la Provincia de Mendoza. Este tema se desarrolló con mayor profundidad en el **Informe 1: Estudio de Diagnóstico**. En función de estos datos, se adoptó para la población flotante o turística, una producción per cápita de 0,750 kg/hab/día, que es el valor promedio de PPC correspondiente a la fracción domiciliaria de los residuos para la Zona Metropolitana.

Tomando en cuenta estos valores y la población proyectada, se calculó la generación de RSU para el período (2010-2038), en Toneladas/día.

Tabla 3: Población Estable y Turística de la Zona Metropolitana (2010-2038)

Tabla 3: Zona Metropolitana de Mendoza: Proyección Anual de Población Estable y Turística 2010-2038- Resultados por año				
Año	AREA DE PROYECTO			
	Población Estable	% Población Turística	Población Turística	TOTAL
	Proyección	Estimación		Anual
2010 (1)	1.123.371	2,16%	24.234	1.147.605
2011	1.135.743	2,45%	27.826	1.163.569
2012	1.148.115	2,54%	29.162	1.177.277
2013	1.160.487	2,63%	30.521	1.191.008
2014	1.172.859	2,72%	31.902	1.204.760
2015	1.185.231	2,84%	31.904	1.217.134
2016	1.197.602	2,94%	33.027	1.230.630
2017	1.209.974	3,04%	34.150	1.244.125
2018	1.222.346	3,14%	35.274	1.257.620
2019	1.234.718	3,23%	36.285	1.271.003
2020	1.247.090	3,33%	37.408	1.284.498
2021	1.259.462	3,42%	38.419	1.297.881
2022	1.271.834	3,51%	39.430	1.311.264
2023	1.284.206	3,60%	40.441	1.324.647
2024	1.296.578	3,69%	41.452	1.338.030
2025	1.308.950	3,78%	42.463	1.351.413
2026	1.321.322	3,86%	43.362	1.364.684
2027	1.333.693	3,95%	44.373	1.378.067
2028	1.346.065	4,03%	45.272	1.391.337
2029	1.358.437	4,12%	46.283	1.404.720
2030	1.370.809	4,20%	47.182	1.417.991
2031	1.383.181	4,28%	48.080	1.431.261
2032	1.395.553	4,27%	47.968	1.443.521
2033	1.407.925	4,27%	47.968	1.455.893
2034	1.420.297	4,34%	48.754	1.469.051
2035	1.432.669	4,37%	49.091	1.481.760
2036	1.445.041	4,47%	50.215	1.495.255
2037	1.457.413	4,54%	51.001	1.508.414
2038	1.469.784	4,60%	51.675	1.521.460

(1) Censo Nacional de Población 2010 (INDEC)
Fuente: Elaboración propia según datos Ministerio de Turismo

Tabla 4: Estimación de la Generación Total de RSU

Tabla 4: Estimación de la Generación Total de RSU				
Año	Generación de RSU (tn/día)		Total Generado (Ton/día)	Total Generado (Ton/año)
	Población Estable Servida	Población Flotante		
2010	1.199	18	1.040	379.624
2011	1.211	21	1.087	396.770
2012	1.223	22	1.134	413.859
2013	1.235	23	1.183	431.631
2014	1.247	24	1.233	450.115
2015	1.259	24	1.285	468.920
2016	1.271	25	1.339	488.820
2017	1.283	26	1.362	497.282
2018	1.295	26	1.380	503.685
2019	1.307	27	1.399	510.678
2020	1.319	28	1.419	517.760
2021	1.332	29	1.438	524.859
2022	1.344	30	1.458	532.012
2023	1.356	30	1.477	539.218
2024	1.368	31	1.497	546.478
2025	1.380	32	1.517	553.793
2026	1.392	33	1.537	561.126
2027	1.404	33	1.558	568.550
2028	1.416	34	1.578	575.994
2029	1.428	35	1.597	582.846
2030	1.440	35	1.616	589.699
2031	1.452	36	1.634	596.589
2032	1.464	36	1.653	603.194
2033	1.476	36	1.671	609.872
2034	1.489	37	1.690	616.839
2035	1.501	37	1.709	623.700
2036	1.513	38	1.728	630.850
2037	1.525	38	1.748	637.931
2038	1.537	39	1.767	645.014
Total del Período de Proyecto				12.070.688
Fuente: Elaboración Propia				

Para la determinación de la composición de los RSU a recibirse en el Centro Ambiental, se tomó el Estudio de Caracterización de los Residuos Domiciliarios, realizado por la UTN en 2004, en el marco del Estudio denominado *Sistema de Gestión Integral de*

Residuos Sólidos Urbanos – Área Metropolitana de Mendoza. Se agrega la **Tabla 5** con los resultados de dicha caracterización, a partir de la cual se dimensionó la Planta de Separación a construirse.

Tabla 5: Caracterización de RSD – Zona Metropolitana (2004)

Tabla 5 – Caracterización de los residuos domiciliarios de la Zona Metropolitana (2004)			
Componente	Porcentaje (%)	Contenido de Humedad (%)	Peso en Seco (kg)
Papeles y Cartones	9,07		
Diarios	2,06	10%	1,85
Revistas	2,06	10%	1,85
Papel de oficina (alta calidad)	2,02	10%	1,82
Cartón	2,29	8%	2,11
Envases Tetrabrick	0,64	8%	0,59
Plásticos	10,33		
PET (1)	1,65	4%	1,58
PEAD (2)	0,67	4%	0,64
PCV (3)	0,08	4%	0,08
PEBD(4)	6,08	4%	5,84
Otros (7)	1,86	4%	1,79
Vidrio	2,59	4%	2,49
Metales Ferrosos	0,89	4%	0,85
Metales No Ferrosos	0,22	4%	0,21
Materiales textiles	1,69	15%	1,44
Madera	0,20	40%	0,12
Goma	0,27	4%	0,26
Cuero, corcho	0,27	12%	0,24
Pañales descartables y Apósitos	6,88	64%	2,48
Materiales de construcción y demolición	0,00	10%	0,00
Residuos de Poda y Jardín	11,89	64%	4,28
Residuos peligrosos	0,85	4%	0,82
Residuos Patogénicos	0,80	80%	0,16
Desechos alimenticios	50,19	72%	14,05
Misceláneos menores a 12,7 mm	3,63	64%	1,31
Aerosoles	0,00	4%	0,00
	100	53,15	46,85

2.5 Escenario evaluado para la GIRSU

El estudio de alternativas para la evaluación del proyecto plantea escenarios de gestión con un criterio de gradualidad, en donde las cantidades de materiales a recuperar mediante la separación y compostaje, crecerá en la medida que crezca la inversión en equipamiento e infraestructura.

Para la realización de los cálculos de las cantidades de residuos a separar, compostar y disponer en el relleno, se partió de la premisa de considerar a la masa total de los Residuos Sólidos Urbanos, conformada por residuos de distintos orígenes, distribuidos del siguiente modo: 1) Residuos Domiciliarios (60%), 2) Residuos de Poda y Limpieza (15%) y 3) Otros Residuos (25%). Dentro de este último grupo se consideran incorporados los residuos voluminosos y residuos de origen industrial, asimilables a RSU.

Del Estudio de Caracterización mencionado en el punto anterior surgió que la *fracción potencialmente reciclable* es de aproximadamente 26% y la *fracción potencialmente compostable* del 42%.

Partiendo de estos datos y en función de las características de los otros grupos de residuos que no fueron caracterizados, se adoptaron los siguientes valores:

Tabla 6: Porcentajes de materiales potencialmente reciclables

Tabla 6 – Porcentajes de materiales potencialmente reciclables		
Categoría de RSU	Residuos Reciclables	Residuos Compostables
Residuos domiciliarios	26%	42%
Residuos de limpieza urbana	25%	65%
Otros residuos	60%	0%

FUENTE: Elaboración propia

Como ya se mencionó, el Municipio de Maipú cuenta actualmente con una Planta de Separación, con una capacidad de 160 Tn/día, y se prevé la construcción de una Planta de Separación en el Centro Ambiental a construirse en Las Heras. En **Anexo 7: Generación de RSU**, se presentan los detalles de la generación por Áreas, recordando que el Área Norte está compuesta por los Municipios de: Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras y Lavalle y el Área Sur, por los Municipios de Luján de Cuyo y Maipú.

A continuación se agrega una tabla resumen de los valores obtenidos:

Tabla 7: Materiales potencialmente reciclables en el año promedio de diseño

Tabla 7 – Resumen materiales potencialmente reciclables en el año promedio de diseño		
Zona	Recuperables	Compostables
Zona Sur	56 Tn/día	156 Tn/día
Zona Norte	51 Tn/día	43 Tn/día
Total	107 Tn/día	199 Tn/día

FUENTE: Elaboración propia

2.5.1 Cantidad Total de material a recuperar

Más allá de los valores que surgen de la cantidad de material *potencialmente* reciclable, es importante realizar el cálculo del material *realmente* reciclable, que depende de varios factores, como son:

- La capacidad de procesamiento de la infraestructura instalada.
- La eficiencia que se pueda alcanzar, en cada una de las instalaciones, en el proceso de separación, y
- La cantidad realmente separada que pueda comercializarse, lo cual establecerá cuáles son las fracciones que se van a separar.

En función de esto, se establece en primer lugar la capacidad de las infraestructuras, que serán: 1) La Planta de Separación de Maipú, y 2) La Planta de Separación a construirse en el Centro Ambiental El Borbollón. La primera tiene una capacidad instalada procesamiento de 160 Tn/día, y la segunda contará con una capacidad de 150 Tn/día, en la que se plantea el trabajo en doble turno, a partir del avance de las campañas de separación en origen. A partir de este punto, podríamos hablar de una capacidad potencial de 51 Tn/día.

Con relación a esto último, también se debe tener en cuenta, la *eficiencia esperable* en el proceso de separación en cada una de las infraestructuras, que se relaciona con factores como la calidad del residuo que ingresa al estar mezclado, la antigüedad del equipamiento y la capacitación de los operarios.

En este sentido, y tomando como antecedente, las experiencias nacionales e internacionales de separación de material mezclado en origen, se considera que solo el 30% del material potencialmente reciclable, es *realmente recuperable*. Para la Planta de Maipú, se plantea sólo el 15%, en función de los actuales resultados del funcionamiento de esta infraestructura.

Y para los residuos a compostar, se plantea un porcentaje del 60% a aplicar sobre lo potencialmente reciclable, en la Planta de Compostaje a construirse en el Centro Ambiental El Borbollón, y del 80% en la Planta de Maipú, que ya viene operando un sector de compostaje desde 2001.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se realizó un cálculo de las cantidades totales de materiales a recuperar, el cual se encuentra desarrollado en el **Anexo 7: Generación de RSU**.

A continuación se agregan los totales obtenidos, sumando las dos infraestructuras previstas, en el año de inicio de actividades:

- Total del material a recuperar: **15 Tn/día**
- Total de material a compostar: **91 Tn/día**

Para el cálculo de las cantidades año a año, se aplicó una hipótesis de incremento gradual de la cantidad de material separado del 4% para la Planta de Maipú y 3% para la Planta del Centro Ambiental, y de material a compostar, 1% en la instalación de Maipú y 3% en la Planta de Compostaje del Centro Ambiental.

Se plantean como causas del aumento de rendimiento: la implementación de campañas de separación en origen, mayor eficiencia en la realización de los procesos y aumento de la capacidad instalada de separación (eventual agregado de otra cinta). En la siguiente tabla se agrega un detalle por año para el horizonte final del proyecto.

Tabla 8: Materiales a reciclar, compostar y disponer – Zona Metropolitana

Tabla 8 : Materiales a reciclaje y compostaje y descartes a disposición para el horizonte del proyecto Zona Metropolitana					
Año	Total de Residuos Recolectados	Total de Residuos a recuperar	Total de Residuos a compostar	Total de Residuos a disponer	Total de Residuos a disponer
	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/día
2018	487,098	5,613	33,088	398,277	1,091
2019	495,249	6,906	34,583	403,021	1,104
2020	503,691	8,297	36,201	407,829	1,117
2021	512,013	9,772	37,854	412,399	1,130
2022	520,264	11,332	39,544	416,772	1,142
2023	528,458	12,980	41,271	420,959	1,153
2024	536,606	14,718	43,036	424,970	1,164
2025	544,717	16,546	44,839	428,812	1,175
2026	552,287	18,433	46,543	432,151	1,184
2027	560,285	20,440	48,403	435,637	1,194
2028	568,233	22,541	50,298	438,943	1,203
2029	575,507	24,682	52,052	441,674	1,210
2030	582,724	26,910	53,831	444,234	1,217
2031	589,926	29,229	55,640	446,657	1,224
2032	596,788	31,623	57,447	448,695	1,229

Tabla 8 : Materiales a reciclaje y compostaje y descartes a disposición para el horizonte del proyecto Zona Metropolitana

Año	Total de Residuos Recolectados	Total de Residuos a recuperar	Total de Residuos a compostar	Total de Residuos a disponer	Total de Residuos a disponer
	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/día
2033	603,680	34,110	59,287	450,631	1,235
2034	610,827	36,706	61,180	452,631	1,240
2035	617,830	39,388	63,089	454,394	1,245
2036	625,094	42,184	65,054	456,221	1,250
2037	632,255	45,073	67,212	457,665	1,254
2038	639,390	48,061	69,049	459,306	1,258

FUENTE: Elaboración Propia

2.6 Cantidad de residuos que ingresarán al Centro Ambiental

En este apartado se agregan los totales de residuos a gestionarse en el Centro Ambiental El Borbollón. Los datos desagregados de estas cantidades ya se presentaron en el Informe 2: Estudio de Alternativas de Proyecto – Alternativa 3.

Tabla 9: Materiales a reciclaje, compostaje y disposición final del Centro Ambiental El Borbollón

Tabla 9 : Materiales a reciclaje y compostaje y descartes a disposición para el horizonte del proyecto Centro Ambiental El Borbollón

Año	Total de Residuos Recolectados	Total de Residuos a recuperar	Total de Residuos a compostar	Total de Residuos a disponer	Total de Residuos a disponer
	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/día
2018	379,081	3,086	5,452	320,423	878
2019	385,216	3,652	5,959	324,868	890
2020	391,264	4,270	6,477	329,154	902
2021	397,181	4,941	7,007	333,246	913
2022	403,010	5,667	7,548	337,179	924
2023	408,761	6,448	8,100	340,965	934
2024	414,446	7,287	8,664	344,612	944
2025	420,072	8,185	9,238	348,128	954
2026	425,621	9,142	9,823	351,497	963
2027	431,157	10,160	10,419	354,771	972
2028	436,629	11,241	11,026	357,910	981
2029	441,991	12,383	11,642	360,866	989
2030	447,298	13,590	12,267	363,692	996
2031	452,583	14,863	12,903	366,417	1,004

Tabla 9 : Materiales a reciclaje y compostaje y descartes a disposición para el horizonte del proyecto Centro Ambiental El Borbollón

Año	Total de Residuos Recolectados Ton/año	Total de Residuos a recuperar	Total de Residuos a compostar	Total de Residuos a disponer	Total de Residuos a disponer
		Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/día
2032	457,595	16,194	13,543	368,836	1,011
2033	462,622	17,594	14,193	371,183	1,017
2034	467,839	19,071	14,861	373,597	1,024
2035	472,936	20,614	15,536	375,827	1,030
2036	478,229	22,239	16,229	378,125	1,036
2037	483,436	23,935	17,104	380,091	1,041
2038	488,615	25,706	17,641	382,294	1,047

A estas cantidades a gestionarse en el Centro Ambiental, se debe sumar el rechazo proveniente de la Planta de Maipú.

Tabla 10: Totales RSU Zona Metropolitana

Tabla 10 – Totales RSU Zona Metropolitana (Centro Ambiental El Borbollón + Planta de Maipú)							
Año	Infraestructura	RSU Ingresados (Tn/año)	Escom-bros (Tn/año)	Volumi-nosos (Tn/año)	Res. Recup. Inorg. (Tn/año)	Res. Recup. Orgánicos (Tn/año)	Res. a DF (Tn/año)
2018	Pta. Maipú	108,017	3,496	2,712	2,526	27,636	77,855
	C.A. El Borbollón	379,081	40,240	9,880	3,086	5,452	320,423
	Totales	487,098	43,735	12,592	5,613	33,088	398,277
2019	Pta. Maipú	110,033	3,566	2,768	3,255	28,624	78,154
	C.A. El Borbollón	385,216	40,738	10,000	3,652	5,959	324,868
	Totales	495,249	44,305	12,768	6,906	34,583	403,021
2020	Pta. Maipú	112,427	3,638	2,826	4,027	29,724	78,676
	C.A. El Borbollón	391,264	41,242	10,121	4,270	6,477	329,154
	Totales	503,691	44,881	12,946	8,297	36,201	407,829
2021	Pta. Maipú	114,831	3,711	2,884	4,831	30,847	79,153
	C.A. El Borbollón	397,181	41,746	10,241	4,941	7,007	333,246
	Totales	512,013	45,457	13,125	9,772	37,854	412,399
2022	Pta. Maipú	117,254	3,784	2,942	5,666	31,996	79,592
	C.A. El Borbollón	403,010	42,253	10,363	5,667	7,548	337,179
	Totales	520,264	46,037	13,305	11,332	39,544	416,772
2023	Pta. Maipú	119,697	3,858	3,002	6,532	33,171	79,994
	C.A. El Borbollón	408,761	42,762	10,485	6,448	8,100	340,965
	Totales	528,458	46,620	13,487	12,980	41,271	420,959
2024	Pta. Maipú	122,160	3,933	3,062	7,430	34,372	80,358



**Tabla 10 – Totales RSU Zona Metropolitana
(Centro Ambiental El Borbollón + Planta de Maipú)**

Año	Infraestructura	RSU Ingresados (Tn/año)	Escombros (Tn/año)	Voluminosos (Tn/año)	Res. Recup. Inorg. (Tn/año)	Res. Recup. Orgánicos (Tn/año)	Res. a DF (Tn/año)
	C.A. El Borbollón	414,446	43,275	10,608	7,287	8,664	344,612
	Totales	536,606	47,208	13,670	14,718	43,036	424,970
2025	Pta. Maipú	124,645	4,009	3,122	8,361	35,601	80,683
	C.A. El Borbollón	420,072	43,790	10,732	8,185	9,238	348,128
	Totales	544,717	47,799	13,854	16,546	44,839	428,812
2026	Pta. Maipú	126,666	4,080	3,173	9,291	36,720	80,655
	C.A. El Borbollón	425,621	44,304	10,855	9,142	9,823	351,497
	Totales	552,287	48,385	14,028	18,433	46,543	432,151
2027	Pta. Maipú	129,128	4,157	3,233	10,280	37,983	80,865
	C.A. El Borbollón	431,157	44,825	10,981	10,160	10,419	354,771
	Totales	560,285	48,982	14,214	20,440	48,403	435,637
2028	Pta. Maipú	131,604	4,235	3,294	11,300	39,272	81,032
	C.A. El Borbollón	436,629	45,345	11,106	11,241	11,026	357,910
	Totales	568,233	49,580	14,400	22,541	50,298	438,943
2029	Pta. Maipú	133,516	4,293	3,341	12,298	40,410	80,808
	C.A. El Borbollón	441,991	45,870	11,230	12,383	11,642	360,866
	Totales	575,507	50,163	14,571	24,682	52,052	441,674
2030	Pta. Maipú	135,426	4,351	3,388	13,320	41,564	80,542
	C.A. El Borbollón	447,298	46,394	11,354	13,590	12,267	363,692
	Totales	582,724	50,745	14,742	26,910	53,831	444,234
2031	Pta. Maipú	137,343	4,410	3,436	14,366	42,736	80,240
	C.A. El Borbollón	452,583	46,921	11,479	14,863	12,903	366,417
	Totales	589,926	51,331	14,915	29,229	55,640	446,657
2032	Pta. Maipú	139,192	4,468	3,481	15,429	43,904	79,859
	C.A. El Borbollón	457,595	47,424	11,598	16,194	13,543	368,836
	Totales	596,788	51,892	15,080	31,623	57,447	448,695
2033	Pta. Maipú	141,057	4,526	3,528	16,517	45,093	79,447
	C.A. El Borbollón	462,622	47,933	11,719	17,594	14,193	371,183
	Totales	603,680	52,459	15,247	34,110	59,287	450,631
2034	Pta. Maipú	142,988	4,585	3,576	17,635	46,319	79,034
	C.A. El Borbollón	467,839	48,465	11,845	19,071	14,861	373,597
	Totales	610,827	53,051	15,421	36,706	61,180	452,631
2035	Pta. Maipú	144,893	4,645	3,623	18,774	47,553	78,567
	C.A. El Borbollón	472,936	48,989	11,970	20,614	15,536	375,827
	Totales	617,830	53,634	15,592	39,388	63,089	454,394
2036	Pta. Maipú	146,865	4,705	3,672	19,945	48,825	78,095
	C.A. El Borbollón	478,229	49,536	12,099	22,239	16,229	378,125
	Totales	625,094	54,242	15,771	42,184	65,054	456,221

Tabla 10 – Totales RSU Zona Metropolitana (Centro Ambiental El Borbollón + Planta de Maipú)							
Año	Infraestructura	RSU Ingresados (Tn/año)	Escom- bros (Tn/año)	Volumi- nosos (Tn/año)	Res. Recup. Inorg. (Tn/año)	Res. Recup. Orgánicos (Tn/año)	Res. a DF (Tn/año)
2037	Pta. Maipú	148,820	4,766	3,721	21,138	50,108	77,574
	C.A. El Borbollón	483,436	50,077	12,228	23,935	17,104	380,091
	Totales	632,255	54,843	15,948	45,073	67,212	457,665
2038	Pta. Maipú	150,775	4,827	3,770	22,355	51,408	77,012
	C.A. El Borbollón	488,615	50,619	12,356	25,706	17,641	382,294
	Totales	639,390	55,445	16,125	48,061	69,049	459,306

• Conclusiones y Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos con las hipótesis y escenarios de GRSU planteados en los puntos anteriores, se concluye que:

- Del análisis de la composición propuesta, y teniendo en cuenta el mercado de materiales reciclables así como la potencial utilización de productos de compostaje, se estima que para que este proyecto sea exitoso y tenga una mayor vida útil, debe hacerse especial hincapié en la segregación en origen así como la producción de compost.
- Para el diseño del Primer Módulo de disposición final, que tendrá una duración de 5 años, se estima como valor de cálculo el promedio de la generación, que corresponde a un valor de 1.400 Tn/día de RSU recolectados. De los cuales se obtienen: 23 tn/día de residuos recuperados, 98 tn/día de residuos compostados y 1.120 tn/día de residuos destinados a la disposición final.

2.7 Planimetría y Estudios Preliminares

Se llevaron a cabo una serie de estudios en el predio, de modo tal de garantizar la viabilidad del proyecto de disposición de residuos propuesto. Los estudios realizados fueron:

- 1) Relevamiento Topográfico de todo el predio (Sistema de Gestión Integral de RSU – UTN, 2004)
- 2) Relevamiento topográfico del sector de implantación del Módulo 1 (Ver **Anexo 11: Estudio Topográfico del terreno de implantación**).
- 3) Análisis de Geología y Geomorfología.
 - Características geológicas de la zona y su entorno.
 - Definición y ubicación de unidades geomorfológicas

- Neotectónica del sitio y condiciones del subsuelo.
 - Estudios de suelo
 - Perfiles estratigráficos.
- 4) Estudios hidrológicos e hidrogeológicos.
 - 5) Evaluación climática de la región.
 - 6) Características socioeconómicas y de infraestructura de la región.
 - 7) Identificación y evaluación de impactos ambientales, Desarrollo de medidas de mitigación de impactos negativos en las distintas etapas del proyecto.

Los puntos listados del 3 a 7 se encuentran ampliamente desarrollados en el documento del **Estudio Ambiental**. El cual fue sometido al correspondiente Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, establecido por la legislación de la Provincia de Mendoza.

2.7 Módulo de Relleno Sanitario

Considerando los volúmenes de residuos a gestionar en el Módulo de relleno sanitario, éste no deberá tener una capacidad menor de 2.287.758 m³ totales.

El módulo proyectado y cuyos detalles se pueden observar en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**, tiene una capacidad (sin cobertura final) de 2.773.573 m³, y teniendo en cuenta que el volumen de cobertura periódica, bermas y cobertura de fondo, ocuparán dentro del relleno un volumen de 400.088 m³, queda un volumen neto para disposición final de 2.373.485 m³, levemente superior a las necesidades de capacidad para los cinco primeros años, considerando alcanzar una densidad de compactación de 1 Tn/m³.

2.7.1 Construcción del Módulo 1

El módulo se emplazará en la forma indicada en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Se ha diseñado un camino perimetral sobre el terraplén de cierre del módulo, para el movimiento de camiones que descargarán en éste, así como para el tránsito de la maquinaria pesada.

El camino perimetral del módulo será de doble calzada indivisa de 7 m de ancho, y banquetas de 1,50 m en ambos laterales, conformando un ancho de coronamiento de 10 m, siendo su nivel de coronamiento el mismo que los terraplenes de cierre, la pendiente interna será de 1V:3H y la del talud externo 1V:4H.

La base del módulo se obtendrá excavando el terreno natural hasta las cotas indicadas en los planos de ingeniería. (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**).

Para la construcción de las celdas de disposición final se procederá metodológicamente, con un avance secuenciado. Las celdas serán conformadas con bermas impermeabilizadas con geomembrana de PEAD de 2000 μm , las que permitirán la separación de las aguas de lluvia del frente de descarga.

El fondo y taludes interiores del relleno serán impermeabilizados previamente con el siguiente paquete:

- Recompactación del material de la base de apoyo del sistema. Rodillado y perfilado del mismo.
- Colocación de una capa de suelo bentonítico al 10% de 0,20 m de espesor con una densidad de compactación que garantice una permeabilidad de 10^{-7} cm/seg.
- Colocación de membrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 2000 μm de espesor.
- Cobertura de la membrana con suelo seleccionado (ML) y compactado en un espesor de 0,30 m.

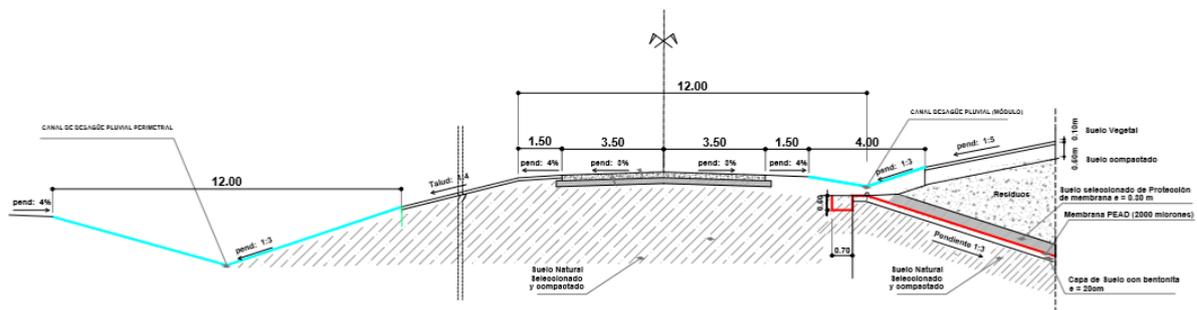


Figura 5: Detalle de impermeabilización y coberturas

El manejo de los líquidos fue diseñado en un todo de acuerdo con las normas internacionales, minimizando el contacto de las aguas de lluvia con los residuos dispuestos, de modo tal de disminuir la generación de líquidos lixiviados.

El suelo que se utilizará para la construcción de las bermas de separación, como también para la cobertura de protección de la membrana de 2.000 micrones, será extraído de la zona de excavación del módulo. Se procederá a la limpieza y tamizado de los suelos, de modo de garantizar que éste se encuentre libre de ramas, piedras o cualquier elemento punzante que pudiera perforar la membrana sobre la cual se distribuirá el suelo.

Para la ejecución del fondo de la celda, la construcción de las bermas y la cobertura de la membrana se emplearán equipos de movimiento de suelos y compactación que permitan lograr la conformación prevista en los planos de diseño y obtener un adecuado apoyo de la membrana.

Durante la preparación de cada sector a rellenar se asignarán pendientes de fondo (5‰) que permitan el escurrimiento de las aguas superficiales hacia el sistema de drenaje y pileta de acopio de aguas.

2.7.1.1 Conformación del Módulo

El módulo se deberá conformar con una dimensión inferior de base de 444 m x 384m, con una profundidad de excavación promedio de 2,0 metros respecto del nivel de terreno natural, llegando a una dimensión superior interna de 480 m x 420 m (a hombro de terraplén interno), mediante la construcción de terraplenes perimetrales. Las dimensiones del fondo y niveles de excavación se indican en el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

2.7.1.2 Limpieza y desmalezamiento del terreno

Se deberá proceder a la limpieza del suelo vegetal existente, y algún otro elemento extraño presente. El suelo vegetal extraído, después de las tareas de limpieza y desmalezamiento, que consistirá en la extracción de 0,10 m de capa vegetal superficial.

2.7.1.3 Celdas de disposición final

La construcción de las celdas de disposición final será realizada respetando la metodología y el ordenamiento secuencial por sectores o módulos del relleno. La secuencia general de trabajo puede apreciarse en la **Figura 6**.

De acuerdo a los datos del suelo relevados, se ha proyectado la siguiente metodología de trabajo.

Los sectores serán conformados mediante bermas impermeabilizadas con membrana de 2.000 μm . El área interior será subdividida en celdas, mediante bermas, para la disposición de residuos, de modo tal de minimizar la exposición de residuos a las aguas de lluvia y esorrentía y para definir sectores de trabajo, evitando la generación de lixiviado.

Las bermas son pequeños terraplenes construidos con suelo natural de forma trapezoidal, cuya función es separar las aguas de lluvia de la zona de operación. En los sectores donde no se están disponiendo residuos, solamente se recogerá agua limpia, a diferencia del sector operativo donde el agua de lluvia se contamina con los lixiviados, transformándose en estos últimos.

Ambas corrientes líquidas serán recogidas mediante bombeo y serán tratadas separadamente.

El Módulo se llenará con RSU utilizando las bermas como separadoras de zonas de trabajo. Éstas permiten separar, en caso de lluvias, los líquidos lixiviados del agua precipitada, minimizando los riesgos de mezclas de ambos líquidos. Por otra parte, cada celda se completará, calzando sus taludes en las bermas existentes con taludes 1:2, para evitar que los residuos sobrepasen el límite de la berma y puedan contaminar las celdas vacías con residuos que generen líquidos contaminados.

La secuencia de llenado se observa en la imagen siguiente y responde a los siguientes criterios estructurales y ambientales:

- Completar las celdas desde su parte más baja hacia la más alta (dirección Oeste-Este), de modo de asegurar la estabilidad de la masa de los residuos.
- Presentar el menor frente expuesto de residuos hacia el Oeste, dirección de donde provienen fuertes vientos (Zonda) en determinadas épocas del año (Mayo-Octubre), para evitar las voladuras de residuos.
- No exponer los taludes de las celdas interiores a los vientos predominantes (Sur-Este).

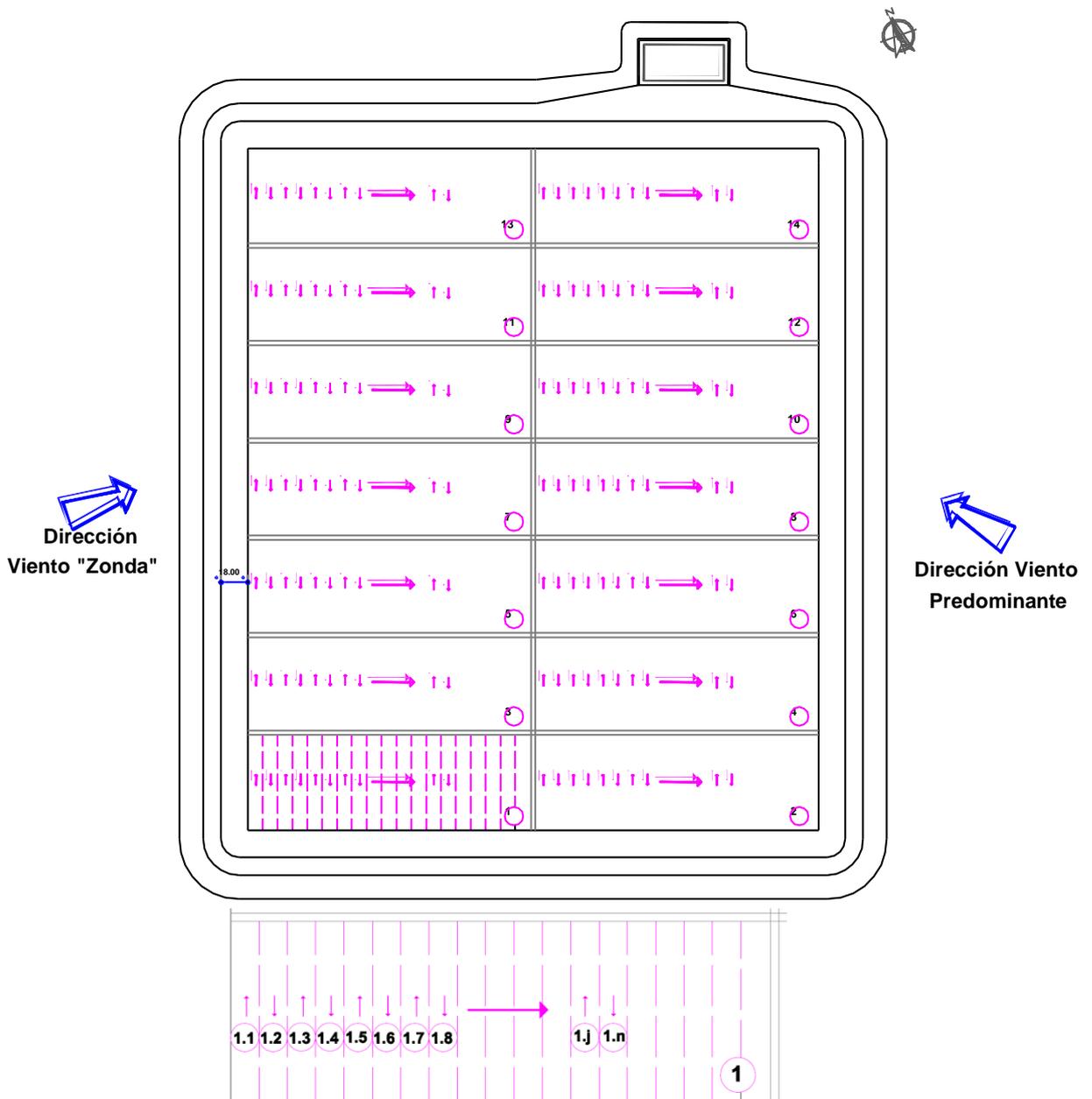


Figura 6: Secuencia Constructiva del Módulo

La celda 1 y 2 se completarán por capas de acuerdo a la siguiente secuencia:

1. Celda (1) hasta la altura de terraplén perimetral.
2. Celda (2) hasta la altura de terraplén perimetral.
3. Celda (1) completamiento hasta cota máxima.
4. Celda (2) completamiento hasta cota máxima.

La secuencia debe adoptarse para todos los pares de celdas 3-4, 5-6, 7-8, etc.

Las dimensiones de los sectores se adoptarán de modo tal de minimizar las áreas descubiertas en operación y optimizar el volumen de suelo utilizado para la cobertura provisoria.

Las bermas deberán tener una altura de 1 metro, en su coronamiento, con respecto al fondo de celda. Su ancho de coronamiento será de 1 metro máximo, siendo las pendientes de los taludes laterales 1V:1H. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Las bermas se construirán según plano y podrán ser bermas permanentes o transitorias o de servicio, en función del paso de los líquidos lixiviados para su remoción de las celdas de operación. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Las tareas de construcción de bermas y coberturas de la membrana serán realizadas con los equipos de movimiento de suelo y compactación descriptos en el listado de equipos necesarios para la operación. Dicha construcción será realizada mediante la compactación del suelo natural, de modo tal de lograr una superficie uniformemente tratada en todo el módulo, obteniendo un apoyo para la membrana adecuado para evitar su rotura o daños.

Los sectores donde se realizará la disposición de los residuos, tendrán pendientes de fondo de modo tal de permitir el adecuado escurrimiento de las aguas. Se prestará especial atención al manejo de las aguas de lluvia y de escorrentía, de modo tal de disminuir el contacto de éstas con los residuos dispuestos y así minimizar la generación de líquidos lixiviados.

- **Base de las celdas**

Las tareas de preparación de la base de celdas incluyen:

- Limpieza y desmalezamiento y nivelación de la superficie a ser ocupada por las celdas del relleno, con la finalidad de retirar la vegetación presente. Además se procederá a retirar cualquier elemento extraño que pueda dificultar las normales operaciones del relleno o que puedan causar algún tipo de daño a la membrana de impermeabilización.
- Excavación de la cobertura vegetal (aproximadamente 0,10 metros) y acopio del suelo vegetal en el área de préstamo (zona Módulo 2). Dicho suelo será utilizado posteriormente para la cobertura final de las celdas completadas y para las caras exteriores de los terraplenes perimetrales.
- Excavación del terreno hasta llegar a la cota de fondo de la celda. Todo el material extraído será utilizado para la construcción de los terraplenes de los Módulos 1 y 2, terraplenes de la laguna de lixiviados, nivelación del sector de

edificios y terraplenes de camino de ingreso, a los efectos de no realizar un acopio de la cantidad de material de suelo sobrante, y evitar voladuras y otros inconvenientes. Por lo tanto, el suelo para las coberturas diarias del Módulo 1, se irá excavando del futuro Módulo 2, ya que no existirá un acopio permanente de suelo para esta tarea.

- En la ejecución de la base de la celda, se procederá a la compactación adecuada y posterior alisamiento.
- **Nivelación de base de celda**

La superficie de fondo de celda será perfilada, nivelada, compactada y rodillada, de manera tal de obtener una superficie lisa adecuada para la colocación de la impermeabilización y con las pendientes de diseño correspondientes.

Una vez realizada la compactación de la base se procederá a la impermeabilización.

Será extraído de la superficie cualquier elemento cortante o punzante que pudiera dañar o perforar la membrana.

Se construirán bermas para la delimitación de las celdas dentro del módulo o sector. El fondo de las celdas contará con pendientes convergentes hacia sumideros de recolección de modo de garantizar que el líquido lixiviado fluya hacia éstos y pueda ser extraído para su posterior almacenaje y recirculación e inyección en el seno de los residuos.

2.7.3 Impermeabilización del Módulo

La superficie del Módulo constituye la base portante sobre la que se dispondrán los residuos. Sobre el manto de suelo natural compactado hasta una densidad de 95% Proctor (a ser determinado en obra, por parte del Contratista en base al equipo de compactación disponible), se colocarán:

- Una capa de suelo bentonítico de 0,20 m de espesor, con una densidad de compactación que garantice una permeabilidad de 10^{-7} cm/seg.
- Colocación de membrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 2.000 μ m de espesor.
- Cobertura de la membrana con suelo seleccionado y compactado en un espesor de 0,30 m.

Este sistema compuesto de impermeabilización se repetirá también en los taludes internos de los terraplenes de cierre.

Las dimensiones, cotas finales de la capa de impermeabilización de fondo de módulo y detalle de anclaje de membrana, se encuentran indicados en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Los perfiles transversales y longitudinales del módulo, pendiente de los taludes y ubicación de bermas se encuentran indicados en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

El detalle de impermeabilización de fondo y taludes se encuentran indicados en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

A partir de los estudios realizados y a fin de garantizar el sistema de impermeabilización doble del módulo en el cual se dispondrán los residuos de la región, se propone la construcción de una impermeabilización formada por un manto de suelo bentonítico y sobre éste una geomembrana de HDPE de 2000 micrones de espesor.

Para su ejecución se procederá del siguiente modo:

- Recompactación del material de la base de apoyo del sistema.
- Rodillado y perfilado del mismo.
- Colocación de una capa de suelo bentonítico al 10 % de 0,20 m de espesor con una densidad de compactación que garantice una permeabilidad de 10^{-7} cm/seg.
- Colocación de membrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 2.000 μm de espesor.
- Cobertura de la membrana con suelo seleccionado y compactado en un espesor de 0,30 m.

Se deberá realizar la impermeabilización de la totalidad del módulo a construir, abarcando el fondo de la celda, bermas para la delimitación de sectores y taludes laterales de éste. La impermeabilización será realizada con una doble capa de suelo bentonítico y membrana impermeable geosintética del tipo flexible, tal como fuera mencionado anteriormente.

La membrana de impermeabilización a instalar será de polietileno de alta densidad de 2000 μm de espesor, fabricado con materia prima virgen 100%, imputrescible y químicamente inerte, con un ancho mayor a 5 m.

Los paños de membrana se colocarán sobre la superficie de fondo de celda debidamente preparada, se procederá al solapamiento de éstas, aproximadamente 0,15 metros a fin de poder ejecutar la soldadura de los paños.

Las membranas serán soldadas mediante solapados, con soldadura de doble pista, por cuña caliente. Las soldaduras de detalle serán realizadas mediante el sistema de extrusión.

La superficie de apoyo de la membrana será nivelada y rodillada a los efectos de obtener una superficie perfectamente lisa y libre de elementos cortantes y/o punzantes que puedan dañar o perforar la membrana.

Luego de la preparación del fondo de la celda, se procederá a la colocación de la membrana flexible. Ésta será anclada mediante la realización de una zanja de banquina interna en los terraplenes perimetrales. El anclaje tendrá aproximadamente una dimensión de 0,70 x 0,70 m. ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Sobre los taludes la membrana será colocada en forma transversal al eje del terraplén para evitar tensiones y esfuerzos sobre las soldaduras.

Una vez soldados los paños convenientemente se procederá a cubrir éstos, con una capa de 0,30 m de suelo especialmente seleccionado, libre de elementos cortantes y/o punzantes para su protección.

Se comenzará a cubrir desde el fondo del módulo, continuando con los taludes del terraplén y las bermas interiores. Luego se completarán las zanjas de anclaje con igual tipo de suelo y similar espesor de cobertura.

El tendido de la membrana será realizado sobre los taludes de los terraplenes, presentando pliegues para absorber eventuales deslizamientos.

Se deberán presentar oportunamente los Certificados de Control de Calidad del material entregados por el fabricante. Se llevarán a cabo los controles de calidad de soldadura especificados por el fabricante y por la Inspección de la obra.

A continuación se detalla el procedimiento a seguir para la impermeabilización del módulo.

2.7.3.1 Proceso constructivo general

- a) Limpieza, desmalezamiento y nivelación de la superficie a ser ocupada por las celdas del relleno, con la finalidad de retirar la vegetación presente. Además se procederá a retirar cualquier elemento extraño que pueda dificultar las operaciones normales del relleno, o que puedan causar algún tipo de daño a la membrana de impermeabilización.
- b) Excavación de la cobertura vegetal y acopio del suelo vegetal en el área de préstamo (Zona del Módulo N°2). Dicho suelo será utilizado posteriormente para la

cobertura final de las celdas cerradas para soportar la vegetación de la cara exterior de los terraplenes perimetrales.

- c) Excavación del terreno hasta llegar a la cota de fondo especificada. El fondo de las celdas contarán con pendientes convergentes hacia sumideros de recolección, de modo de garantizar que el líquido lixiviado fluya hacia éstos y pueda ser extraído para su posterior almacenaje y recirculación e inyección en el seno de los residuos.
- d) La superficie de fondo del módulo será perfilada, nivelada y compactada, de manera tal de obtener una superficie lisa, adecuada para la colocación de la impermeabilización y con las pendientes de diseño correspondientes. Se deberá alcanzar un 95% de la densidad Proctor del suelo Natural.
- e) Una vez realizada la compactación de la base se procederá a la colocación del suelo bentonítico impermeable de 0,20 m de espesor con una densidad de compactación que garantice una permeabilidad de 10^{-7} cm/seg. La impermeabilización con suelo bentonítico cubrirá la totalidad del módulo a construir, abarcando el fondo de la celda, bermas para la delimitación de sectores y taludes laterales de éste. Se deberá extraer de la superficie del suelo bentonítico, cualquier elemento cortante o punzante que pudiera dañar o perforar la geomembrana.
- f) Colocación de membrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 2.000 μ m de espesor, fabricado con materia prima virgen 100%, imputrescible, químicamente inerte, con protección UVH, de color negro. Los paños de geomembrana deberán tener un ancho mínimo de 5,00 metros.
- g) Colocación del suelo de protección de la membrana con suelo seleccionado y compactado en un espesor de 0,30 m.

2.7.3.2 Ejecución de la capa de suelo-bentonita

- **Dosificación**

Para la preparación del suelo-bentonita, se procede añadiendo bentonita al suelo del lugar, en una proporción que varía entre un 5 a 15% del peso en seco.

A los efectos que resulte un suelo con la permeabilidad exigida, se realizarán ensayos en un Laboratorio de Mecánica de Suelos oficial (Universidades / ITIEM), a muestras de mezcla de suelo de lugar y bentonita con diferentes proporciones de ambos componentes, con el fin de determinar el coeficiente de permeabilidad asociado a cada proporción suelo-bentonita.

Se recomienda ensayar muestras con contenido creciente de bentonita entre los valores mencionados precedentemente. La proporción adecuada es la que

corresponda a la muestra con menor grado de bentonita pero que presente un valor de $K_f = 1 \times 10^{-7}$ cm/seg.

Asimismo, a una muestra de esta mezcla específica se suelo-bentonita se le determinará la humedad óptima de compactación, en base al Ensayo Proctor.

- **Proceso Constructivo**

Definida la proporción óptima, se procederá a materializar la barrera suelo-bentonita, que debe impermeabilizar tanto el fondo como los taludes laterales internos de los terraplenes perimetrales y las bermas de separación intermedia.

Al respecto se observarán las siguientes pautas constructivas:

- 1) Se utilizará el suelo limoso (ML) de la misma zona de excavación, el cual no debe contener fracciones gruesas, restos de madera, raíces, restos orgánicos o cualquier otro tipo de elemento extraño que pueda representar una vía preferencial de flujo de agua.
- 2) Posteriormente, se extenderá sobre el suelo previamente oreado (para facilitar la mezcla) la cantidad necesaria de bentonita, de acuerdo a la dosificación seleccionada en los ensayos de laboratorio ya mencionados.
- 3) Luego se realizará la mezcla de ambos elementos con un equipo mezclador rotativo (tipo Pulvi-Mixer o equivalente).
- 4) Posteriormente debe adicionarse agua hasta alcanzar la humedad óptima de compactación.
- 5) Una vez mezclado y distribuido el material, se debe realizar la compactación del mismo, empleando el equipo adecuado (tipo "Pata de cabra").
- 6) La capa de material (mezcla suelo-bentonita) a colocar, de espesor total no inferior a 0,20 m, deberá tener un grado de compactación mayor o igual al 95% de la densidad seca del Ensayo Proctor Standard, y con contenido uniforme de humedad, la cual debe ser ligeramente superior a la humedad óptima.
- 7) Para esta finalidad, el contenido de humedad (w) de las capas de suelo a colocar debe cumplir con la condición: $W_{pr} < w < W_{95}$, siendo W_{pr} la humedad óptima y W_{95} el contenido de humedad (rama húmeda) para la densidad del 95% de la mayor densidad seca del Ensayo Proctor.
- 8) El solape entre pasadas del equipo compactador con las adyacentes, debe ser aproximadamente de 30 cm, con el objetivo de que no se quede parte alguna sin la compactación necesaria.

- 9) El factor más importante en la compactación, es el contenido de humedad por lo cual se deberá realizar un control técnico permanente para asegurar que el contenido de humedad se ajuste a la especificación.
- 10) La cara superior de esta barrera mineral debe ser una superficie perfectamente alisada, con pendientes longitudinales y transversales de acuerdo a lo especificado en el proyecto.
- 11) Una vez completada esta capa de suelo de baja permeabilidad y hasta tanto se coloque la geomembrana de polietileno, la misma debe ser protegida de la desecación y de la erosión, debiéndose adoptar en obra las medidas correspondientes como para cumplir esta pauta técnica, pudiéndose cubrir dicha capa, con paños de nylon convenientemente solapados y lastrados para evitar la voladura de los mismos.

- **Controles**

Se deberán realizar ensayos de permeabilidad, a razón de uno cada 5.000 metros cuadrados, a los fines de verificar que la permeabilidad obtenida, es igual o inferior a $K = 10^{-7}$ cm/seg.

2.7.3.3 Geomembrana Sintética

- **Controles Previos**

El proveedor de la membrana deberá proporcionar una copia de los Certificados de Control de Calidad (CC) de la producción de cada uno de los rollos de la membrana, fabricados para este proyecto, para ser revisados por la Inspección, antes del envío de estos a la obra.

- **Recepción de la geomembrana**

Se deberá realizar una detallada inspección de las geomembranas que se recepcionen en la obra, a los efectos de verificar que los rollos ingresen adecuadamente embalados, y que hayan sido trasladados correctamente; de manera tal de no recibir material que pueda estar dañado. Debe revisarse que los rollos recepcionados, correspondan con los Certificados de Calidad remitidos por el proveedor a la Inspección.

Cualquier daño producido durante la descarga, deberá ser documentado. Los materiales dañados deberán ser separados de los intactos, hasta que se determine la aptitud de éstos. Asimismo, se deberán vigilar las tareas de traslado, descarga, acopio, desplegado y colocación de los materiales geosintéticos, con el fin de asegurar que no se cauce ningún daño al mismo durante las operaciones descriptas.

Si durante la tarea de despliegue de los geosintéticos se descubre alguna falla en el material, que lo hace inadecuado para la finalidad proyectada, se deberá rechazar ese rollo en particular, y trasladarlo fuera del predio donde se desarrolla la obra.

- **Proceso de colocación**

Una vez preparado el fondo del módulo y el talud interior de los terraplenes perimetrales, se deberá realizar la colocación de la geomembrana.

Antes de colocar y desplegar las membranas, se debe inspeccionar el estado de la base preparada para el asiento de la membrana, con el fin de asegurar que ésta proporcione una base firme para la colocación de ésta.

En el caso de observarse áreas con compactación deficiente, se procederá a excavar y recompactarlas adecuadamente, siguiendo las recomendaciones técnicas ya proporcionadas para ese efecto.

Se deberá verificar que los bordes de corte de la zanja de anclaje sean redondeados para evitar la formación de pliegues punzantes en el material de impermeabilización.

El Instalador de la geomembrana, deberá confeccionar y proveer a la Inspección Técnica de la Obra, los planos de disposición de los paños. Antes de comenzar a colocar los paños de la membrana, el personal de la inspección deberá observar y verificar que todas las superficies de asiento, hayan sido aprobadas y registradas. Una vez que la superficie haya sido aceptada se podrá dar comienzo al despliegue de las membranas. Se deberá asignar a cada paño un número de identificación, el cual será utilizado de manera uniforme por todo el personal y en las diferentes etapas de concreción de la obra.

Los paños de membrana se colocarán sobre la superficie de fondo de celda debidamente preparada, se procederá al solapamiento de éstas, aproximadamente entre 0,15 metros, a fin de poder ejecutar la soldadura de los paños.

Las membranas serán soldadas mediante solapados, con soldadura de **doble pista, por cuña caliente**. Las soldaduras de detalle serán realizadas mediante el sistema de extrusión.

La superficie de apoyo de la membrana será nivelada y rodillada a los efectos de obtener una superficie perfectamente lisa y libre de elementos cortantes y/o punzantes que puedan dañar o perforar la membrana.

La geomembrana será anclada mediante la realización de una zanja de banquina interna en los terraplenes perimetrales de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**). Sobre los taludes de membrana,

será colocada en forma transversal al eje del terraplén para evitar tensiones y esfuerzos sobre las soldaduras.

Una vez soldados los paños convenientemente, se procederá a cubrir éstos, con una capa de 0,30 m de suelo especialmente seleccionado, libre de elementos cortantes y/o punzantes para su protección. Se comenzará a cubrir desde el fondo el módulo, continuando con los taludes del terraplén y las bermas interiores.

Luego se completarán las zanjas de anclaje con igual tipo de suelo y similar espesor de cobertura. El tendido de la membrana será realizado sobre los taludes de los terraplenes, presentando pliegues para absorber eventuales deslizamientos.

Se deberá controlar que durante la instalación se proporcione a la membrana suficiente compensación (flojedad en la lámina), para permitir la contracción y dilatación de ésta.

El personal de la Inspección, deberá verificar la temperatura ambiente durante las operaciones de uniones y sellado.

A medida que se vayan desplegando los paños en obra, se deberá observar y verificar los siguientes aspectos:

1. La superficie de asiento de la membrana no debe haber sufrido deterioros (deseccación/erosión), durante el tiempo transcurrido entre la aceptación de ésta y la colocación de los paños.
2. El equipo utilizado para trasladar y desplegar las membranas no debe producir daños en la misma ni en la superficie de asiento.
3. No deben existir defectos importantes en la lámina. Los defectos pequeños, serán marcado, para luego efectuar la reparación de acuerdo al método más apropiado (soldadura por extrusión, parche, etc.). Se recomienda emplear alguna pintura indeleble y con un color adecuado que genere un contraste óptico de fácil identificación de lo marcado, de modo que resalte visualmente en las amplias dimensiones de la obra.
4. Las láminas de HDPE no deberán ser desplegadas bajo condiciones climáticas adversas, tales como neblina, lluvia o fuertes vientos.
5. El equipo y métodos de despliegue no deben causar arrugas excesivas en la membrana, como también que la lámina no sea arrastrada sobre superficies ásperas o sobre elementos corto-punzantes.
6. El personal que realiza la instalación de las láminas de PEAD, no debe realizar ninguna actividad que pudiera dañar las membranas.

7. Se debe registrar correctamente la información identificatoria, incluyendo: número de rollo, número de paño, número de unión, fecha, etc.
8. Se deben lastrar adecuadamente los paños de membrana desplegados, a fin de evitar que los mismos sean arrastrados por el viento. Para este efecto, pueden emplearse neumáticos usados, o bien bolsas con arena para proveer suficiente lastre.
9. La dirección de las uniones entre paños de membranas, en correspondencia con los taludes laterales de los terraplenes perimetrales, debe ser coincidente con la dirección de la pendiente del talud a fin de no someter a la unión a esfuerzos de tracción en la dirección perpendicular a la longitud de la soldadura. Se deberá llevar un registro diario de toda la información señalada y se deberá informar a todas las partes involucradas en la construcción y control de la obra, de cualquier posible inconveniente.

- **Soldaduras de paños**

A fin de asegurar la completa estanqueidad del recinto que se deberá recubrir con las geomembranas, la unión entre paños de éstas, se deberá realizar mediante dos procedimientos: Soldadura por calor y presión (cuña caliente) y Soldadura con material de aporte (extrusión).

Estos dos procedimientos de soldadura no son suplementarios y se aplican según la posición de los paños y complejidad de las uniones.

- **Pruebas Previas en el equipo de soldadura de la Membrana HDPE**

Como parte de las tareas de control de la ejecución de los procedimientos de soldadura, se deberán establecer los siguientes requisitos técnicos a cumplir en obra:

El personal encargado de la instalación deberá practicar en obra, soldaduras de prueba para verificar el funcionamiento del equipo de soldadura.

Para estas pruebas se deberán emplear muestras de la lámina para verificar la resistencia de las uniones, antes de comenzar a soldar los paños a colocar.

El personal de la inspección deberá verificar que durante la instalación se realicen estas soldaduras de prueba con la siguiente frecuencia:

1. Al comienzo del proceso de uniones;
2. Una por cada cuatro (4) horas de trabajo en el proceso de uniones;
3. Una por cada aparato utilizado para realizar las uniones;
4. Dos por cada turno de soldadura;

5. En el caso de que la máquina para soldar no se haya utilizado por más de 30 minutos. El personal de la inspección deberá llevar un registro de los resultados de los protocolos de ensayo de desgarrar y cizalla (corte), efectuados en las muestras ya soldadas para estas pruebas.

Por otra parte, el Instalador no podrá comenzar a soldar las uniones hasta que personal de la Inspección haya realizado la verificación de que las soldaduras de prueba sean aceptables. Una vez que se haya probado un aparato de soldar específico, no se deberá cambiar éste, sin antes pasar positivamente una prueba de soldadura con el nuevo equipo.

- **Proceso de uniones de la Membrana de PEAD**

Deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Se deben medir y registrar las temperaturas reinantes a una altura de 15 cm sobre la superficie de la membrana, en forma periódica.
- No realizar uniones de las membranas cuando las temperaturas ambientales sean inferiores a 15°C, o superiores a 40°C.
- La membrana no debe ser desplegada durante eventos climáticos como precipitaciones pluviales, excesiva humedad, fuertes vientos, o en áreas de aguas estancadas.

Se deberá inspeccionar que antes de dar inicio al proceso de unión de las láminas de HDPE, el Instalador haya realizado las siguientes tareas y verificaciones:

- Las superficies de las láminas a unir deben estar libres de materias extrañas, incluyendo polvo, tierra, fibras, humedad, aceite, o grasitud.
- Las uniones se deben efectuar sobre una superficie seca.
- Si la temperatura ambiente fuera inferior a 15°C, se deberá utilizar un aparato de aire caliente, para precalentar la porción de las membranas por delante del avance de la máquina soldadora.
- Utilizar en obra, solamente el tipo y cantidad de aparatos de soldadura ya aprobados.
- Antes de comenzar a usar los aparatos para soldar por extrusión, éstos deberán ser purgados del material degradado por el calor.

- **Control de calidad de la soldadura**

Soldaduras por cuña caliente

Para verificar la estanqueidad y resistencia de la soldadura se realizan ensayos estandarizados, no destructivos, tales como los ENSAYOS DE PRESIÓN. Estos se realizan sobre las soldaduras por cuña caliente. La cuña y el rodillo que aplica la presión poseen una canaleta en su parte central que origina un doble carril o cordón de soldadura dejando a su paso una brecha o canal entre las soldaduras.

El ensayo no destructivo consiste en, una vez obturadas ambas bocas de la brecha, se inyecta aire a presión mediante la inserción de una aguja o sonda y una bomba manual. Se detectan las posibles filtraciones (fallas en la soldadura), mediante la pérdida de presión que marca un manómetro, aproximadamente cinco minutos después de presurizado el canal.

Ensayos de Presión de Aire

En las uniones donde se emplea el sistema de soldadura de doble cuña caliente, se deberá utilizar una prueba con aire a presión, en el “canal de aire” de la soldadura.

El solapamiento entre paños de la membrana, deberá ser por lo menos de 15 cm, a los efectos de poder ejecutar la soldadura entre ellos.

El personal de la Inspección, deberá vigilar que el ensayo de presión en el “canal de aire” sea realizado de la siguiente manera:

- Sellar ambos extremos de la unión a ensayar;
- Insertar una aguja u otro instrumento de alimentación, en un extremo de la longitud del tramo de unión a verificar y dentro del canal creado por el doble cordón de soldadura. En el extremo opuesto del cordón a verificar se inserta un medidor de presión (Manómetro);
- Activar el compresor de aire con una presión de 200 kPa;
- Revisar por completo la unión ensayada, verificando que ésta haya sido completamente presurizada. Esto se logrará verificando que el manómetro colocado en el extremo opuesto, indique un aumento de presión;
- Cerrar la válvula, y mantener la presión durante un mínimo de 5 minutos. Si no hay caída de presión en el manómetro, la unión es correcta.

- Si hay una caída de presión en el manómetro, que excede de 14 kPa, o bien la presión no se estabiliza, la unión es incorrecta y la falla debe localizarse entre los puntos de control, debiéndose realizar su reparación.
- Retirar el aparato de presión. Si se hubiesen practicado agujeros en el canal de aire para efectuar la prueba, debe procederse a su sellado.
- Si se detectara pérdida de presión a lo largo del cordón de soldadura, el tramo que presente falla, deberá ser identificado, reparado y ensayado nuevamente.
- Si el cordón de soldadura a verificar presentara bloqueo, el tramo bloqueado deberá identificarse, repararse y volver a ensayarse.

Soldaduras por extrusión

Este método se usará para las uniones secundarias, detalles y reparaciones.

Mediante una extrusora de mano se vierte un filete de polietileno fundido sobre los bordes previamente calentados y esmerilados de las membranas, aportando material de soldadura. Se trata del mismo polietileno de alta densidad usado para fabricar las membranas, por lo que se integra a ellas.

Para la soldadura por extrusión, el personal de la Inspección deberá observar que los aparatos de soldadura sean purgados del material remanente degradado por el calor, por lo menos 30 segundos antes de comenzar a soldar y a continuación de todos los recesos, si estos duraran más de 3 minutos. Asimismo, deberán verificar que:

- Todo el material purgado del equipo de extrusión deberá ser retirado y dispuesto fuera del área de trabajo.
- Cada zapata extrusora deberá ser inspeccionada diariamente para ver su nivel de uso (desgaste) y asegurarse que esté calibrado correctamente.
- Se deberán reparar todas las zapatas extrusoras gastadas o dañadas u otras partes en mal estado de los aparatos de soldadura.

Ensayos con Campana de Vacío

Para los ensayos no destructivos en uniones con aporte de material, todas las soldaduras efectuadas por Extrusión deberán ser ensayadas en su longitud total, usando unidades de ensayo al vacío.

Los ensayos al vacío deberán ser efectuados por el Instalador y bajo la supervisión del personal de la Inspección.

Se deberá verificar que los ensayos se realicen en forma simultánea con el progreso del trabajo de uniones.

La campana de vacío consiste en un marco rígido con una ventana transparente y una válvula o marcador de vacío.

La Inspección deberá verificar que el procedimiento a seguir para este ensayo sea el siguiente:

- Limpiar la ventana transparente, y revisar las superficies de las empaquetaduras.
- Activar la bomba de vacío y reducir la presión del tanque a aproximadamente 34-55 kPa.
- Humedecer una sección de la unión a ensayar con una solución jabonosa.
- Colocar la caja sobre el área humedecida y presionar fuertemente sobre el tramo de unión a verificar.
- Cerrar la válvula de escape, abrir la válvula de vacío y asegurarse que no haya ingreso de aire en todo el contorno de apoyo de la campana sobre la membrana. Para esto, se debe examinar que a lo largo del borde de contacto de la empaquetadura con la membrana no haya formación de burbujas. De ocurrir, esto indicaría ingreso de aire por dicho borde de contacto y la prueba no sería representativa.
- Si no aparecen burbujas, se debe verificar si el manómetro asociado a la campana de vacío indica un aumento de la presión interna. De ocurrir, esto indicaría ingreso de aire en algún punto de soldadura defectuoso dentro del tramo controlado.
- Los sectores donde se produzca la situación antes comentada, deberán ser marcados, reparados y vueltos a ensayar.
- El personal de la Inspección deberá registrar los resultados de ambos ensayos, presión en el canal de aire y campana de vacío.

Ensayos Destructivos en las Uniones de Membrana

El personal de la inspección deberá decidir la ubicación de donde se extraerán muestras para la realización de los ensayos destructivos.

Se deberán obtener un mínimo de una muestra por cada 200 metros de longitud de tramos de unión. Se deberá reparar cualquier soldadura con aspecto deficiente antes de proceder a realizar el ensayo destructivo de la unión.

El Instalador deberá cortar las muestras para los ensayos destructivos en los lugares seleccionados por el personal de la inspección.

El instalador deberá extraer las muestras para los ensayos destructivos junto con el avance de la instalación y a la total finalización de ésta.

Todas las muestras destructivas deberán ser marcadas con números coincidentes con el número de unión.

El personal de la Inspección deberá llevar un registro de la fecha, tiempo, ubicación, técnico responsable de las uniones, aparato, temperatura, y criterio de aprobación o falla. También deberá verificar que el Instalador repare inmediatamente todos los puntos de realización de muestras destructivas.

El personal de la Inspección deberá realizar lo siguiente:

- Marcar cada muestra con el número de unión y número de paño.
 - Registrar la ubicación de la muestra en los planos de disposición de paños y en el formulario de registro de uniones respectivo.
 - Registrar la ubicación de donde se extrajo la muestra y la razón por la cual se tomó esta muestra (muestra al azar, unión deficiente, etc.)
 - Registrar los resultados de los ensayos de desgarro y cizalla (corte) efectuados en las muestras ya soldadas para estas pruebas.
-
- **Aprobación de la Impermeabilización con geomembrana**

Ensayos de Control de Calidad del material utilizado

La Contratista realizará los ensayos de Control de Calidad para otorgar conformidad a la geomembrana recibida, se deberá extraer una muestra por cada 20.000 metros cuadrados de los rollos ya entregados para realizar los ensayos de conformidad.

Se deberán realizar los controles específicos detallados en el párrafo siguiente. Estos controles sobre las geomembranas deberán ser realizados por el Centro de Investigación Tecnológica para la Industria Plástica (CITIP) del INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), y que incluirán:

- Espesor
- Densidad de membrana
- Punto de fusión e índice de fluencia.
- Propiedades Mecánicas de la geomembrana:

- Tracción de fluencia
 - Tracción de rotura
 - Rasgado
 - Punzonado
 - Elongación de fluencia y rotura
- Contenido y dispersión de negro de humo

Los rollos de geomembrana deberán ser colocados en obra solamente después que la inspección reciba y apruebe los documentos entregados con los protocolos de ensayos de Control de Calidad.

Los materiales deberán ser embalados y trasladados de manera tal que no se cause daño ni deterioro alguno a los rollos de la membrana.

Inspección final

Para la aceptación de la geomembrana, el personal de la Inspección deberá revisar las uniones y la superficie de las membranas buscando defectos tales como hoyos, rasgaduras, ampollas, quemaduras, material crudo no disperso, o señales de contaminación por materias extrañas.

Todas aquellas perforaciones, roturas, uniones desgarradas, u otros deterioros que se detecten en las membranas instaladas, como consecuencia de las tareas constructivas, deberán ser marcados de manera distinta con una descripción del tipo de reparación necesaria, y deberán ser reparados a satisfacción del personal de la Inspección.

Para realizar el marcado de las imperfecciones detectadas, se recomienda emplear alguna pintura indeleble y con un color adecuado que genere un contraste óptico de fácil identificación en las dimensiones de la obra.

De ser necesario, se emplearán parches de membrana de igual calidad y características que la membrana a reparar, efectuándose en tal caso la soldadura con aporte de material y controlándose la unión mediante el MÉTODO DE LA CAMPANA DE VACÍO.

El resultado del ensayo al vacío para la reparación deberá ser marcado en la lámina, por el Instalador con la fecha de ensayo y nombre de la persona que practicó el ensayo.

Se deberá llevar un registro con todas las áreas de reparación en el formulario de registro de reparaciones.

Se deberá realizar la aceptación conforme, cuando todas las uniones a controlar hayan pasado exitosamente los ensayos destructivos, el Instalador haya proporcionado toda

la documentación requerida y que los ensayos no destructivos en terreno se hayan completado satisfactoriamente.

Todas las áreas que presenten desviaciones con respecto al diseño original, están incompletas, o necesiten reparación, deberán ser registradas por el personal de la Inspección, para la corrección por parte del Instalador.

Cuando se hayan completado las reparaciones, el personal de la inspección, podrá aprobar la geomembrana (o partes de ésta, de ser el caso), para dar inicio a la instalación de los materiales siguientes que correspondan.

2.7.4 Rampas de acceso al fondo del módulo

Para comunicar el camino principal con el fondo del módulo, con el objeto de facilitar la descarga de los camiones, se construirá una rampa de acceso, tal como se indica en el **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**. Esta rampa deberá tener una pendiente longitudinal máxima del 10%.

Por otra parte, y una vez colocada la cobertura final del Módulo, se construirá un camino de acceso a la parte superior, a los efectos de facilitar las tareas de mantenimiento del mismo (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**)

2.7.5 Terraplenes

La función de los terraplenes es materializar el cierre de los módulos y las celdas de relleno sanitario, permitiendo a su vez la circulación de los vehículos de transporte de residuos y de materiales hasta las zonas de disposición y/o infraestructura.

Éstos poseerán una sección trapezoidal de ancho superior de 12,0 m de coronamiento, y taludes extendidos hacia el exterior con pendientes 1:4, para mejorar la seguridad y maniobrabilidad de los vehículos pesados. Para el talud interior del Módulo se adopta una pendiente 1:3. (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**).

Los trabajos a realizar para la correcta ejecución de terraplenes compactados son las siguientes:

- Remoción de la capa vegetal en un espesor de 0,40 m.
- Recompactación de la base de asiento del terraplén.
- Colocación del material que se halla subyacente a la capa de suelo vegetal sobre la traza del terraplén dispuesta en capas de 0,30 m, convenientemente compactada hasta arribar a la cota de coronamiento proyectada.

En la construcción del terraplén, se empleará suelo proveniente de la excavación, el que se distribuirá en capas de 0,30m sobre la traza de los terraplenes a construir. Se procederá a su humidificación y compactación, a los fines de alcanzar un grado de

compactación igual o mayor al 95 % del Ensayo Proctor Normal, con el empleo de equipo adecuado; hasta llegar a la cota de coronamiento, a ser verificado en obra por la inspección.

El mismo procedimiento se aplicará a la construcción de las bermas indicadas.

El manto de suelo vegetal, como el que se extraiga de la superficie de los módulos a construir, no podrán utilizarse en la conformación del núcleo de estos terraplenes. Éste quedará temporalmente acopiado en un área contigua al módulo en operación, quedando limitado su uso a la conformación de la cobertura definitiva.

2.7.5.1 Materiales

El suelo a emplear para la construcción de los terraplenes no deberá contener ramas, troncos, matas de hierbas, raíces u otros materiales orgánicos.

Se deberá cumplir en general con las siguientes exigencias mínimas de calidad:

- CBR mayor o igual a tres.
- Hinchamiento menor a dos.
- IP menor a 25.
- En los 0,30 m superiores del terraplén no se permitirá el uso de rocas en partículas mayores de 0,075 m

2.7.5.2 Construcción

La superficie de asiento de los terraplenes deberá someterse a compactación especial con los siguientes requisitos:

- La compactación de la base de asiento en los 0,20 metros de profundidad se deberá compactar hasta lograr una densidad igual o mayor que $D_{base} + 5\%$, siendo D_{base} :
- $D_{base} = D_{nat} / D_{max} \times 100$, en la que:
 - a) D_{nat} es la densidad del terreno natural en los 0.20 m de profundidad y
 - b) D_{max} la densidad máxima obtenida del ensayo de compactación (que deberá verificarse en obra) Proctor Modificado (A.A.S.T.H.O. T-180).

En el caso que deba construirse sobre una ladera o talud de inclinación mayor de 1:3 (vertical: horizontal) las superficies originales deberán ser aradas profundamente o cortadas en forma escalonada para proporcionar superficies de asiento horizontales. Estos escalones deberán efectuarse hasta llegar a un estrato firme.

Luego de haber finalizado la preparación de la superficie de apoyo se deberá proceder a realizar el relleno en capas de 0,30 m realizando el control de densidad del terraplén

en capas de 0,20m de espesor, independientemente del espesor constructivo adoptado.

La cantidad de pasadas necesarias para llegar al grado de compactación deseada, deberá ser determinada en obra por medio de terraplenes de prueba, con la aprobación final por parte de la Autoridad de Aplicación.

En los 0,20 m superiores del terraplén se deberá realizar un estabilizado granulométrico, considerándolo suficiente para el tránsito estimado. Se deberá realizar la capa de 0,20 m con un suelo del lugar y debiendo alcanzar en la misma, la compactación correspondiente al 98 % del ensayo T-180.

2.7.6 Pendientes

Cada uno de los sectores deberán ejecutarse con una pendiente en su base que asegure el escurrimiento, de los líquidos hasta los drenes colectores que rematan en los tubos de extracción.

Se realizará un perfecto nivelado del fondo de celda a efectos de evitar pozos y depresiones en los que se acumulen líquidos de cualquier tipo. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

2.7.7 Cobertura

2.7.7.1 Cobertura final

Cuando los residuos compactados alcancen la cota final del proyecto en cada celda serán cubiertos inmediatamente con una capa de suelo compactado de 0,60 m de espesor.

Dicha cobertura estará compuesta por dos capas:

- Manto de suelo compactado después de alcanzada la cota del proyecto, con un espesor de 0,50 m, a fin de evitar el ingreso de aguas de lluvia, la generación de lixiviados y la evacuación de gases. Para esta capa de suelo se utilizarán los suelos finos (limos ML) extraídos de la excavación del Módulo 2.
- Capa de suelo orgánico de 0,10 m de espesor que permita aportar las condiciones bióticas para el desarrollo de la flora autóctona. El suelo a utilizar, será el procedente de:
 - Excedente de suelos vegetales excavados en el Módulo 1 y acopiados sobre el Módulo 2.
 - Proveniente de la capa superficial de suelos del Módulo 2, previamente seleccionado y acopiado.

- Aporte de suelos finos mejorados con compost.

La superficie resultante será uniforme y libre de zona con desniveles, para disminuir la acumulación de agua sobre el terreno. También será diseñada con pendientes específicas de modo tal de minimizar los efectos de la erosión y simultáneamente evacuar las aguas de lluvia en forma efectiva.

Debido a la descomposición biológica que sufren los residuos dentro de las celdas, se producirán modificaciones en la superficie final de las mismas, a medida que se vaya produciendo su degradación. Los eventuales asentamientos que pudieran producirse, serán corregidos mediante el agregado de suelo, para el emparejamiento de la superficie y de este modo, se mantendrá el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

2.7.7.2 Cobertura Diaria

Al final de cada jornada de trabajo o cuando las circunstancias particulares lo exijan, se realizará la cobertura del frente de trabajo (capa y taludes de residuos), con el objeto de evitar la proliferación de vectores y roedores, así como también la dispersión de elementos livianos (voladuras), debido a los efectos del viento y los problemas de olores. La cobertura diaria tendrá un espesor de 0,20 m de suelo fino (ML), extraído de la excavación del Módulo 2.

2.7.8 Drenajes

Las pendientes de drenaje del predio, han sido diseñadas para permitir el libre escurrimiento de las aguas de lluvia hacia fuera de la zona del módulo. El proyecto hidráulico desarrollado, plantea la realización de canales perimetrales a los cuatro módulos que conforman el Relleno Sanitario, con la construcción de una pileta de retención a ubicarse entre el Módulo 1 y 2. Esta pileta se utilizará para regular los caudales pluviales, previo a su vuelco al Canal Moyano, al que se erogarán los caudales acumulados. Esta conexión se ubicará en el límite noroeste del proyecto.

Además, una vez superada la cota del camino perimetral, se construirá una canaleta perimetral al módulo, como primer elemento de retención de los escurrimiento pluviales, que se comunicará con el talud inferior con pendiente hacia los canales de guardia a través de alcantarillas. Este impedirá el anegamiento de los caminos. Todo lo expresado se puede observar en la **Figura 7**, donde se presenta un esquema de la distribución hidráulica general. Los detalles se presentan en **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo** y **Anexo 12: Proyecto Hidráulico**.

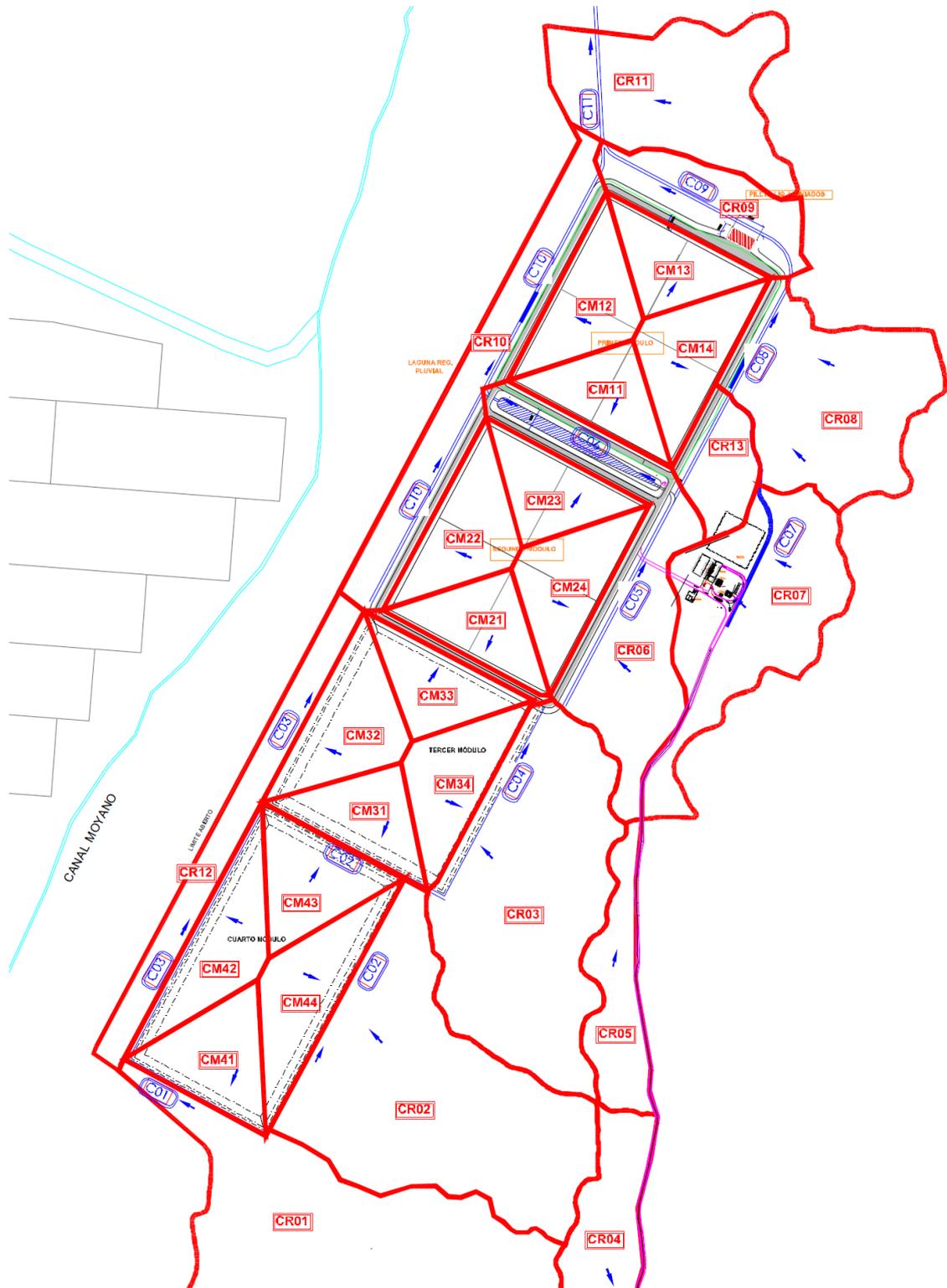


Figura 7: Esquema Hidráulico del Centro Ambiental y cuencas del predio

Los mencionados canales de guardia se construirán en el hombro externo del terraplén Oeste del relleno para interceptar las aguas superficiales provenientes de la escorrentía debida a las precipitaciones. Este canal dirigirá estas aguas hacia la pileta

de retención mencionada. Esta pileta también recibirá las aguas pluviales provenientes de los canales de drenaje de la cobertura final del relleno sanitario.

Por tratarse de un relleno en terrazas, los canales de grandes pendientes salvarán estos obstáculos por medio de pequeños escalones protegidos de la erosión mediante piedras partidas. De esta forma se busca evitar la erosión de la cobertura final del relleno por acción de las aguas pluviales y mejorar la estética de la obra terminada.

Durante el periodo de operación, las aguas pluviales que ingresen a la celda vacía sin residuos, (preparada para la disposición), serán bombeadas previamente al comienzo de las tareas de disposición de residuos; hacia la laguna.

Los drenajes serán limpiados periódicamente de modo tal de garantizar el libre escurrimiento de las aguas superficiales. En caso de que se produzcan desmoronamientos en los canales, éstos serán reconstruidos de modo tal que puedan seguir cumpliendo la función para la cual fueron diseñados.

Las alcantarillas de recolección de líquidos serán periódicamente limpiadas y en caso de ser necesario serán desobstruidas y desmalezadas.

2.7.8.1 Desagües de Celdas

En las celdas se efectuarán instalaciones de desagüe a fin de garantizar el escurrimiento de aguas a efectos de que éstas no se inunden en época de lluvias, lo que permitirá el mantenimiento de las condiciones operativas del relleno sanitario bajo cualquier condición climatológica. Para ello se construirán cunetas perimetrales en el área de operación que conducirán los líquidos en forma rápida y eficiente fuera de la zona de operación, hacia los sumideros de descarga exterior.

2.7.9 Sistema de gestión de líquidos lixiviados

Para la recolección, extracción, almacenamiento temporario, evaporación y recirculación de los líquidos lixiviados remanentes que se generarán durante la operación del relleno sanitario, así como de la descomposición biológica de los residuos, se construirá un sistema de captación y transporte de éste, que permitirá recolectarlo, mediante un sistema de acopio y bombeo. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo** y **Anexo 23: Generación de líquidos lixiviados y Sistema de Gestión**.

Los líquidos lixiviados generados en el relleno sanitario serán bombeados a una laguna de evaporación impermeabilizada y sus excedentes serán recirculados dentro del seno de los residuos, para acelerar los procesos biológicos que se producen en él. Este procedimiento disminuirá la cantidad de lixiviados y permitirá reducir con mayor rapidez el volumen de los rechazos dispuestos en el relleno. De esta forma se reducirá la magnitud de los asentamientos diferenciales por pérdida de volumen, disminuyendo los costos de mantenimiento posteriores al cierre del módulo.

2.7.9.1 Sistema de colección y extracción

El sistema de colectores de lixiviados en el fondo del módulo será materializado a través de drenes pétreos, que siguiendo la pendiente del fondo, captarán y encauzarán el lixiviado hacia los pozos de bombeo que se construirán con este fin, a intervalos regulares. De estos pozos se extraerá por bombeo el líquido para su posterior acopio y recirculación.

El sistema deberá realizarse con pendientes de fondo de celda convergentes hacia los drenes laterales construidos al pie de las bermas divisorias de sectores. Estos drenes o canaletas deberán estar apoyados sobre la capa de protección de la membrana de PEAD. Los drenes deberán ser construidos con gaviones de sección transversal cuadrada de 1 metro de lado rellenos con piedra partida (tamaño aprox. 3 a 5 mm).

A su vez, los drenes laterales tendrán pendiente hacia los sumideros de recolección del líquido, construidos en los vértices de los sectores. Los sumideros deberán ser construidos mediante una platea de hormigón de aproximadamente 1 m² de superficie, sobre la cual se apoyarán los caños de hormigón, de 0,60 metros de diámetro, con perforaciones laterales, para permitir el escurrimiento de los líquidos hacia el interior. La altura de colocación de la cañería irá acompañando la altura de disposición de los residuos.

Los líquidos recolectados en los sumideros deberán ser removidos mediante un sistema de bombeo (bombas sumergibles), para ser conducidos hacia la laguna de almacenamiento temporario y evaporación de líquidos lixiviados que se construirá sobre el terraplén Norte del Módulo 1.

Se colocarán 14 sumideros de recolección para la extracción de lixiviado, convenientemente distribuidos dentro del sector o módulo y 20 sumideros de reinyección de lixiviado. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo** y **Anexo 23: Generación lixiviados y Sistema de Gestión**.

En las **Figura 8** y **Figura 9** se observa un esquema del sistema de captación de líquidos lixiviados.

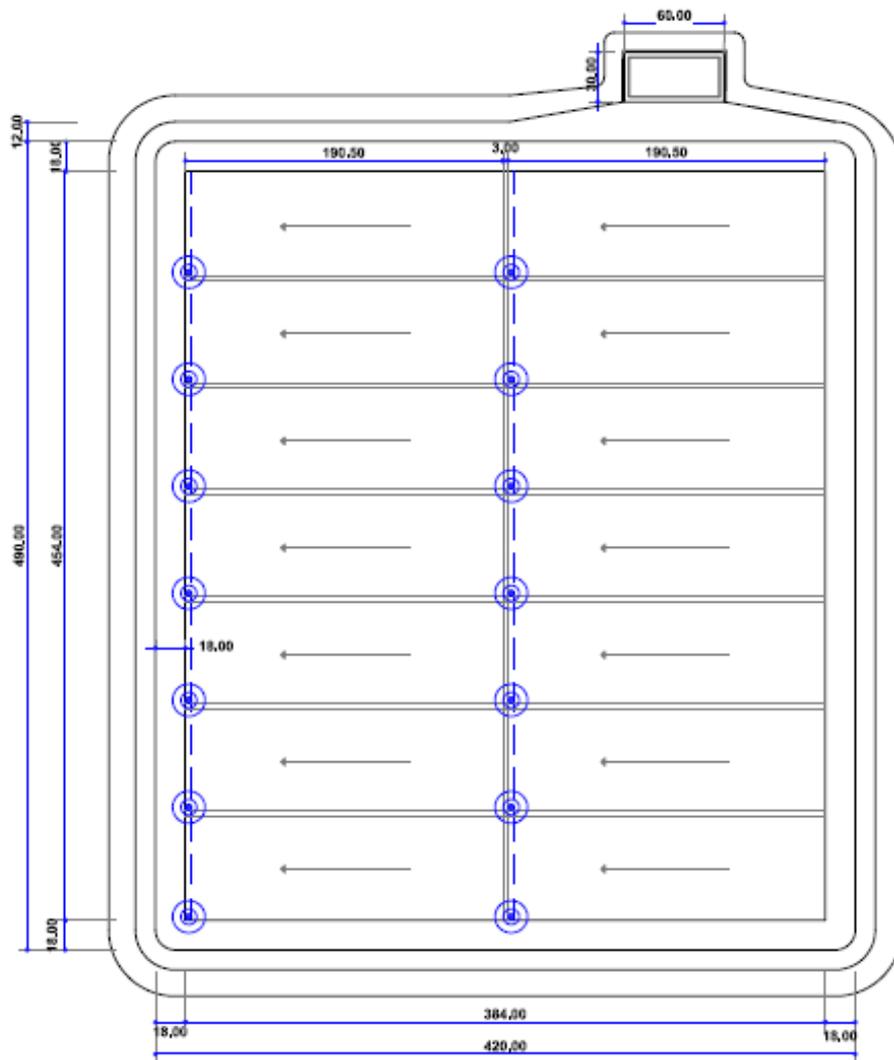


Figura 8: Sistema de Extracción de lixiviados

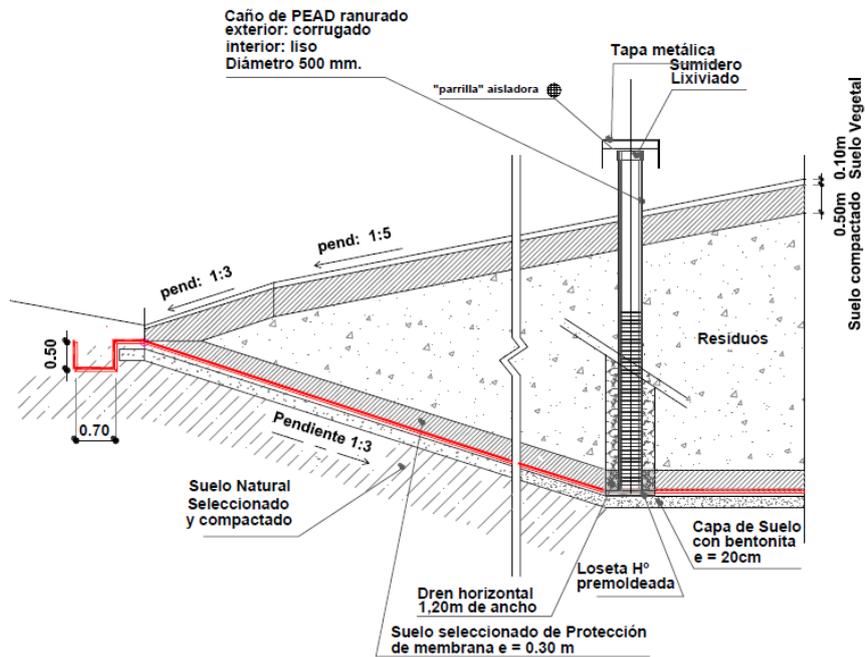


Figura 9: Esquema sumidero de extracción de lixiviados

2.7.9.2 Sistema acopio y recirculación

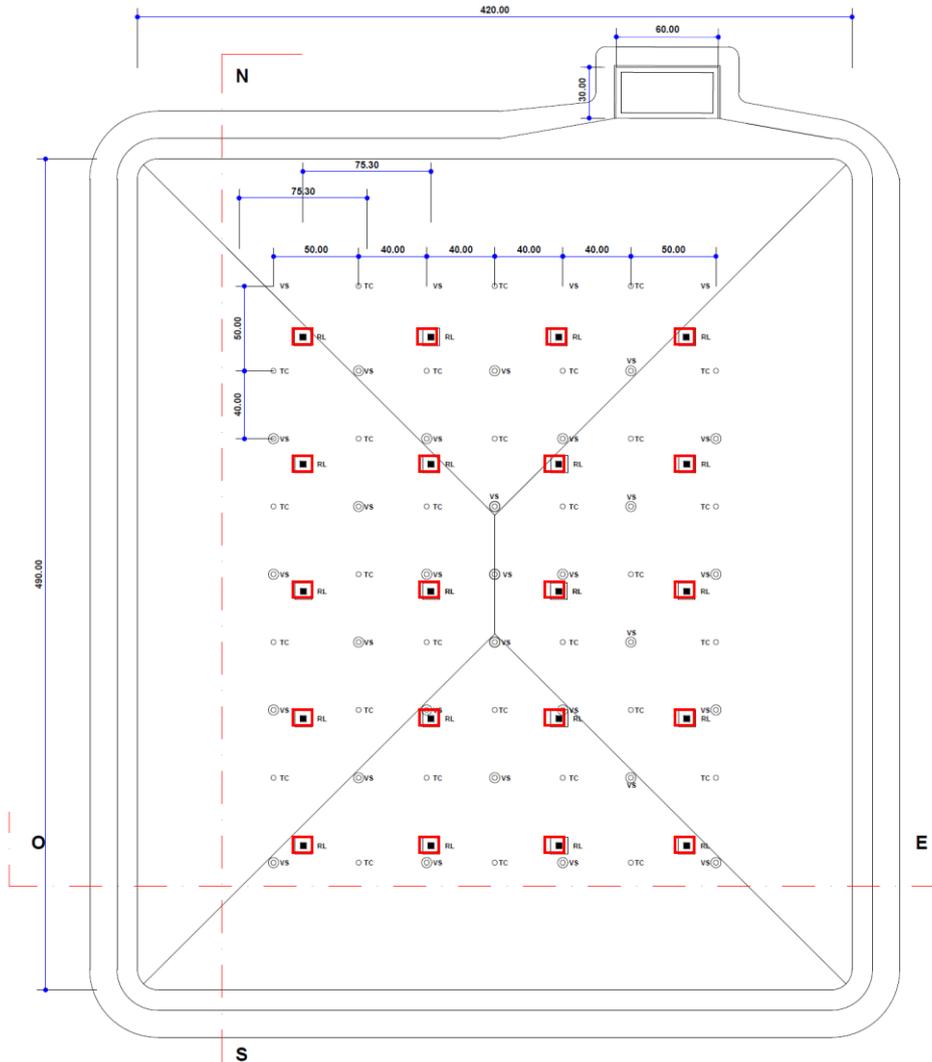
El sistema de acopio temporal y recirculación de lixiviados estará compuesto por los siguientes elementos:

- **Sistema de recirculación**

Desde la laguna de acopio de líquidos lixiviados, los líquidos serán cargados y transportados hacia los puntos de reinyección ubicados en la zona superior de la cubierta del relleno.

Para la reinyección se colocarán tubos verticales, distribuidos en la superficie del módulo que trasladarán los líquidos inyectados, hasta una parrilla horizontal construida con tubos perforados que permitirán la distribución uniforme del líquido dentro de la masa de residuos. Se han previsto dos niveles de parrilla en el tirante total del Módulo 1.

En las siguientes, se presentan esquemas de los elementos que conforman del sistema de recirculación de líquidos lixiviados en el módulo.



REFERENCIAS:

TC: TUBO DE CAPTACION



RL: REINYECCIÓN LIXIVIADOS



VS: VENDEO DEL SISTEMA



Figura 10: Sistema de recirculación de líquidos lixiviados

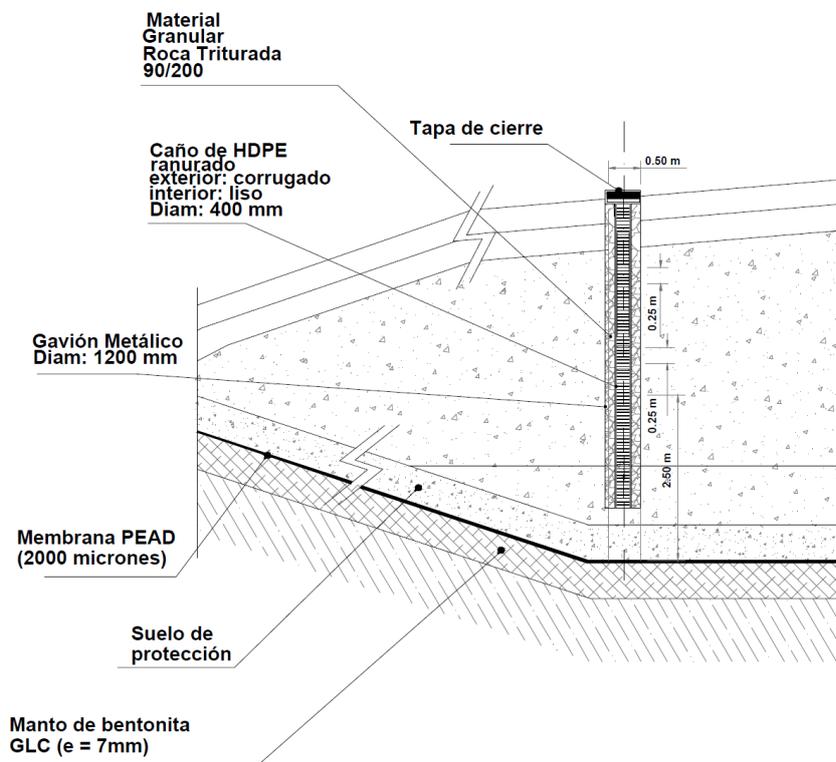


Figura 11: Detalle de tubos de reinyección de lixiviados

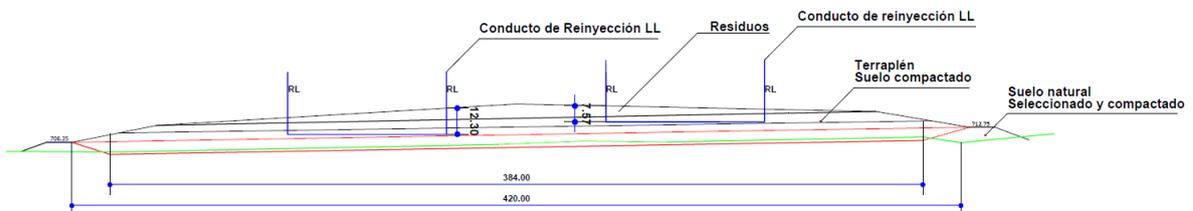


Figura 12: Detalle en corte del sistema de reinyección

- **Laguna de almacenamiento de líquidos lixiviados**

La laguna de almacenamiento de lixiviados se proyectó adosada al terraplén Norte del 1º Módulo, a los efectos de facilitar la carga-descarga del camión cisterna y teniendo en cuenta que los Líquidos Lixiviados (LL) serán recirculados permanentemente en la masa de residuos del relleno.

La estrategia de recirculación de LL requiere contar con un volumen disponible de almacenamiento acotado por algunos días, motivo por el cual se diseñó esta pileta, la que a su vez también recepcionará los líquidos provenientes del lavado del sector de planta y el acopio de la Planta de Compostaje.

La producción de lixiviados en zona semidesértica (evapotranspiración negativa) es baja, ya que la precipitación pluvial oscila alrededor de los 250 mm anuales. La generación de estos líquidos depende del clima, especialmente de la precipitación pluvial de la zona y también de otros factores como la humedad de los residuos, la capacidad de campo de la mezcla suelo-residuos (CC), la actividad biológica y el tirante de desechos.

Esta laguna donde se depositarán transitoriamente los lixiviados extraídos, hasta su recirculación en la masa de residuos, estará impermeabilizada con membrana HDPE de 2000 μm de espesor, y sus dimensiones serán: 60 m de largo por 30 m de ancho, en su parte superior. Tendrá sección trapezoidal, con pendiente 1:3 en sus taludes interiores, con una profundidad máxima de 1,50 m, ubicada en forma paralela al lado norte del módulo, de modo que se pueda acceder a la misma por el mismo terraplén perimetral. Los líquidos lixiviados serán extraídos mediante bombas de achique, introducidas por los sumideros ubicados en correspondencia con cada celda de vertido, y cargados a un tanque de 5 a 7 m³ de capacidad, arrastrado por un tractor, hasta la laguna de acopio de lixiviados. Los líquidos serán descargados mediante una manga flexible en la cámara ubicada en la playa de descarga de lixiviados. Tendrá un camino perimetral de 3 m de ancho y cerramiento con cerco olímpico.

Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo** y **Anexo 23: Generación de líquidos lixiviados y Sistema de Gestión**.

Los procedimientos de manejo de lixiviados tienen como finalidad la minimización de la generación de líquidos. Las zonas de descargas serán operadas libres de líquidos. Por lo tanto, ante la presencia de líquidos se procederá a su bombeo inmediato hacia la laguna de almacenamiento temporario y las aguas de lluvias serán bombeadas a los canales de drenaje de aguas pluviales ubicados en el contorno del relleno sanitario.

Este sistema será construido de acuerdo al avance de obras de infraestructura, de modo tal de permitir la separación de los líquidos lixiviados de la eventual entrada de otros líquidos por aporte de agua de lluvia o de escorrentía superficial. La separación entre ellas se realizará mediante la construcción de las bermas impermeabilizadas.

2.7.10 Sistema de gestión del biogás

Los gases producidos por la descomposición de la fracción orgánica de los residuos, serán captados y extraídos de la masa de los residuos, mediante tubos de venteo distribuidos en la geometría del Módulo. También se ha previsto la colocación de tubos para la futura implementación de un sistema activo de captación de gas. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo** y **Anexo 16: Cálculo de generación de Biogás y Sistema de Gestión**.

Hasta tanto comience la generación del biogás a ser captado para su transformación en energía eléctrica, y a su vez, como medida complementaria de seguridad, se prevé una distribución ortogonal de chimeneas de venteo ubicadas en una malla de 40 m x 40 m en la parte más alta del relleno, es decir con el mayor tirante de residuos. Debido a la cercanía con el corredor aéreo del Aeropuerto El Plumerillo, se prevé una fuerte densidad de chimeneas de venteo que asegure la inexistencia de procesos de acumulación y explosión de biogás.

Estas chimeneas se construirán a partir de la base de la celda, conforme avance (crecimiento en altura) del relleno. En la **Figura 13** se presenta el esquema de distribución de las chimeneas de venteo en la planta del Módulo y un detalle de las mismas. Esto se presenta con mayor detalle en el **Anexo 16: Generación de biogás y sistema de gestión**.

La generación de biogás depende de las condiciones ambientales del sitio de disposición (% de humedad y temperatura) y de las características de los residuos dispuestos (% de materia orgánica biodegradable).

La composición de los gases proviene del metabolismo de los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos presentes en la masa de residuos. En general la generación se produce según un modelo triangular en el que el pico de caudal se produce en el quinto año de generación para luego ir disminuyendo lentamente hacia los 20/30 años.

En los primeros años, mientras existe oxígeno ocluido, será mayor la proporción de CO₂, que con el transcurso del tiempo será reemplazado paulatinamente por CH₄ (metano). Este último tiene un alto impacto sobre el efecto invernadero y será captado para la cogeneración de energía, con amplias ventajas ambientales. A través de los monitoreos previstos para el biogás (Ver **Anexo 24: Plan de Monitoreos**), se obtendrá información de las características del gas que se esté generando.

En la **Figura 13** se presenta el esquema del sistema de extracción de Biogás, con un detalle del tubo de captación.

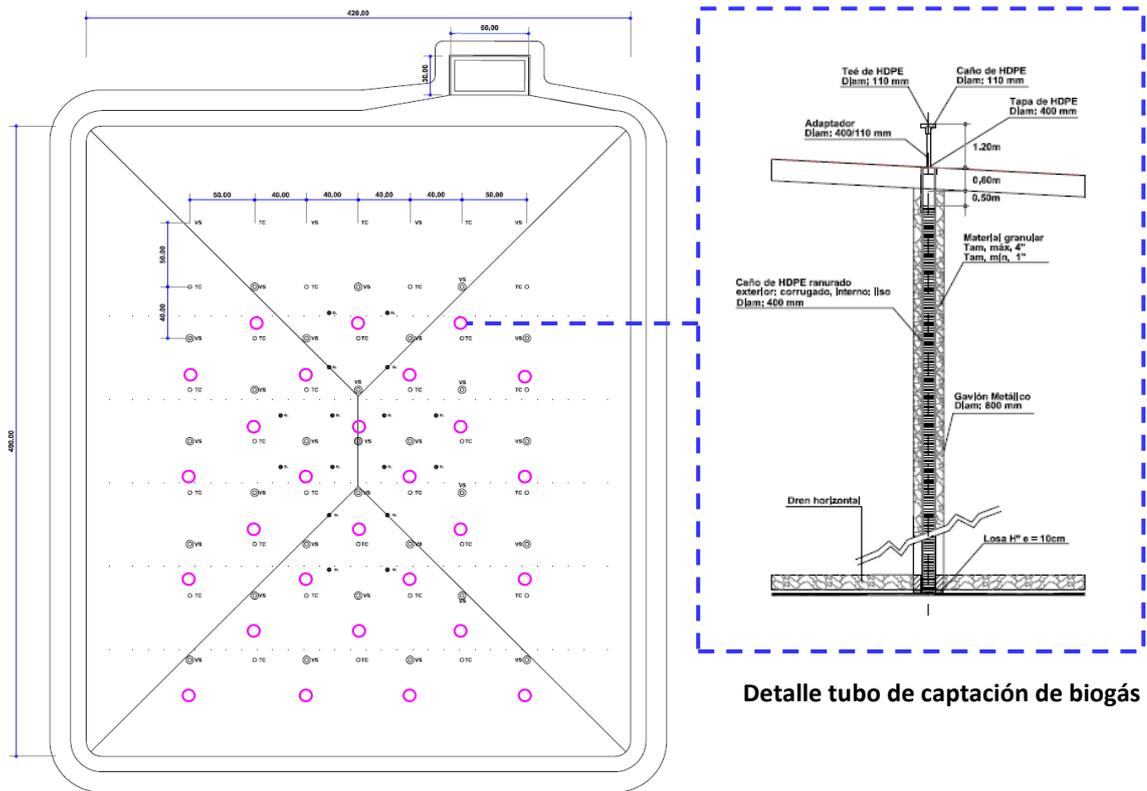


Figura 13: Esquema de Sistema de Captación de Biogás

2.7.10.1 Sistema Activo de captación para generación de energía

Entre las distintas tecnologías utilizadas para la conversión de biogás en energía eléctrica en rellenos sanitarios, se adopta la tecnología de Microturbinas, ya que como se mencionara en el Informe 1: Estudio de Diagnóstico, esta tecnología se está utilizando en el actual Vertedero de Las Heras (colindante al predio donde se construirá el Centro Ambiental El Borbollón) para la gestión de Biogás de celdas piloto; mantenimiento, por haberse considerado la más adecuada para el sitio.

- **Descripción de la tecnología**

Las microturbinas de gas son turbinas de combustión de tamaño pequeño, con potencias que actualmente se sitúan entre 28 a 200 kW. Están dotadas de generadores de alta velocidad de imán permanente que pueden girar a la misma velocidad que la turbina de gas, con lo que pueden acoplarse directamente sin necesidad de disponer de un sistema de caja de cambios.

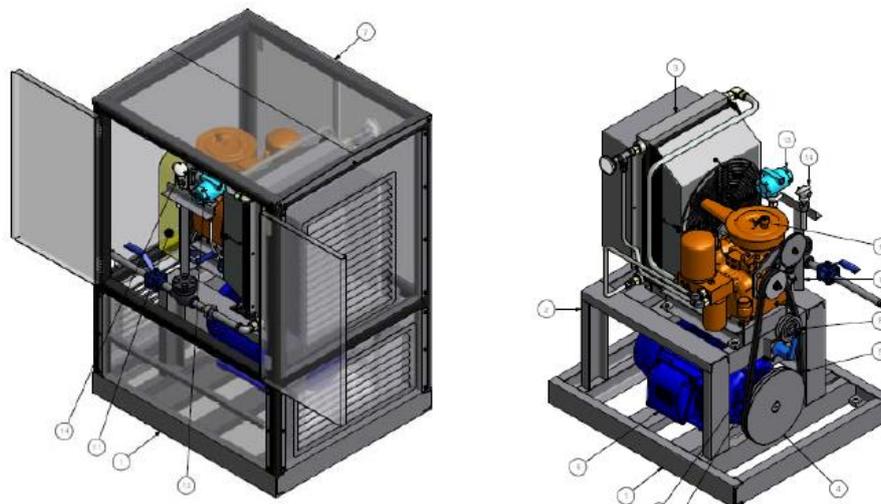


Figura 14: Microturbinas para generación de energía eléctrica

Las microturbinas se pueden clasificar, por su configuración en: eje simple o eje doble. La configuración en un solo eje permite reducir los costos de producción y tiene un mantenimiento más fácil.

El sistema de tratamiento de biogás consiste en la compresión de gas combustible y su posterior tratamiento, para ser usado en la generación de electricidad a través de Micro Turbinas. En sistema consiste en la compresión, condensado y separación del agua, como así también el filtrado de partículas presentes en el gas, antes de su llegada a la turbina generadora.

- **Ciclo simple o con regeneración**

En las de ciclo simple, se mezcla el aire comprimido con el combustible y se hace la combustión bajo condiciones de presión constante. Las unidades de ciclo regenerativo usan un intercambiador de calor, con la finalidad de recuperar calor de la corriente de

salida de la turbina y transferirla a la corriente de entrada de aire. El hecho de combinar las microturbinas con equipos de recuperación de energía para transferir el calor al aire de combustión provoca que con estos sistemas se pueda llegar a doblarse la eficiencia eléctrica de la Microturbina.

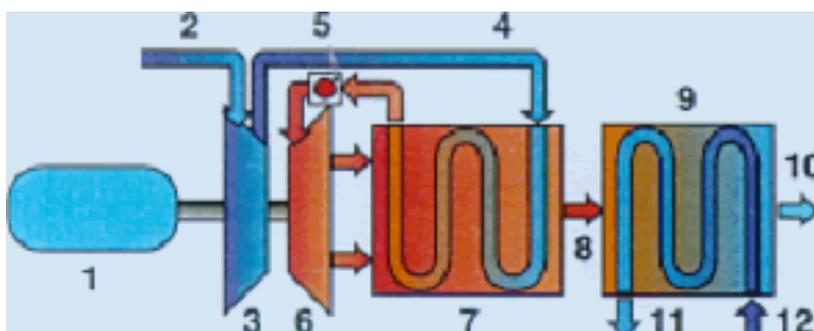


Figura 15: Esquema de funcionamiento de Microturbinas

- 1) *Generador*
- 2) *Entrada de aire*
- 3) *Compresor*
- 4) *Aire en el generador*
- 5) *Cámara de Combustión*
- 6) *Turbina*
- 7) *Regenerador*
- 8) *Gas de caldera*
- 9) *Caldera de Recuperación*
- 10) *Gases de escape*
- 11) *Salida de agua caliente*
- 12) *Entrada de agua*

- **Ventajas energéticas y ambientales**

El uso de las microturbinas ofrece un gran número de ventajas, en comparación con otras tecnologías de producción de energía a pequeña escala, como pueden ser los motores de gas natural, entre las más importantes, se pueden mencionar:

- Menor número de partes móviles, únicamente el eje de la Microturbina. Ello implica un bajo mantenimiento.
- Reducido peso y dimensiones. Un sistema similar de producción de energía eléctrica y agua caliente con un motor de gas de pistones de unos 40kW de potencia eléctrica pesa más de 2000 kg ante los 700kg del sistema de microturbinas de gas. Las dimensiones externas son similares en ambos casos.

- Energía térmica recuperable en una sola corriente. A diferencia de los motores de pistón, las turbinas de gas concentran el calor excedente en una sola corriente a alta temperatura, con lo que simplifica la instalación. Los gases de escape de las microturbinas de gas son generalmente de alta calidad, dado que se encuentran a alta temperatura y libres de aceites. La eficiencia de estos sistemas puede ser muy elevada y, por lo tanto, muy atractiva para los casos en que, además de la demanda eléctrica, hay una demanda en climatización muy importante.

- **Valorización energética**

Entre otras aplicaciones de las microturbinas como pueden ser: la microgeneración, utilización en vehículos híbridos de transporte, aplicación directa de calor (ejemplo: invernaderos); para el caso de los rellenos sanitarios se utiliza para la valorización energética del biogás que es un gas de bajo poder calorífico.

Las microturbinas permiten realizar la combustión de gases de la descomposición de residuos orgánicos, como el metano y otros gases provenientes de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas negras, granjas ganaderas y del procesamiento de residuos de comida, facilitando la generación de energía renovable y calor.

2.7.10.2 Proceso constructivo de pozos de captación

Para el diseño de los pozos de captación y monitoreo de biogás es de vital importancia el estudio de la cobertura definitiva del módulo y la ubicación de los mismo, según se encuentren éstos dispuestos en cotas de menor ó mayor nivel. Para conseguir una optimización del funcionamiento del sistema de captación, se debe conseguir una determinada relación entre longitud de cañería perforada y longitud total de cañería, en cada punto de localización de los pozos de extracción. Se adoptó una relación de (longitud perforada / longitud total de cañería), $H_s/H_t=0,5$.

Para los pozos situados hacia el interior del módulo, en los sitios donde existe mayor espesor de residuos dispuestos, la relación entre la longitud del tubo ranurado y la longitud del tubo total será de $1/3$, por lo tanto, el valor de $H_s/H_t=0,33$.

Ha sido previsto, por cuestiones de seguridad, que los pozos de captación comiencen a construirse por encima de los 3 m respecto de la cota de fondo de las celdas. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

- **Detalle constructivo**

Se construirán los pozos de captación de biogás a partir de la base de la celda, conforme avance (crecimiento en altura) del relleno sanitario.

Los pozos se construirán con los siguientes materiales:

- **Caños de PVC:** Diámetro 100 mm; las uniones se realizarán por pegado. Cada pozo de extracción poseerá una parte de su longitud perforada, dicha dimensión variará en función de la cota final que adopte el módulo, y tendrá la siguiente distribución para las perforaciones, agujeros de 20 mm de diámetro separados a 45 grados y a 100 mm, uno del otro. Al mismo tiempo la longitud del tramo liso (sin perforar) será variable por lo explicado anteriormente.
- **Base de Apoyo del pozo de Captación:** Base de alambre galvanizado previamente ondulado y tejido, Modelo TA C 50/06 ó similar; de 1.500 x 1.500 mm, con luz libre entre alambres de 50 x 50 mm y diámetro de alambre de 4,98 mm (calibre Nº 6). Dicha base de alambre se colocará sobre la cobertura de tierra compactada de 30 cm de espesor que protege la membrana de PEAD de 2.000 micrones. El objeto fundamental de esta malla es principalmente brindar una base de apoyo tal que se pueda distribuir la fuerza de la estructura del pozo y ésta no dañe la base del módulo.
- **Malla de contención perimetral:** Malla de alambre cilíndrica de 900 mm de diámetro y 3.000 mm de altura, de alambre galvanizado previamente ondulado y tejido, Modelo TA C 50/08, con luz libre entre alambres 50 x 50 mm, diámetro de alambre de 4,00 mm (calibre Nº 8).
- **Material filtrante y de relleno:** que estará compuesto por: 1) Piedra partida granítica no calcárea de 4" a 7" de granulometría, que se utilizará en la conformación de la base de sustentación hasta la altura donde debe comenzar la colocación del tubo perforado. Para el llenado de la sección anular se utilizará piedra partida granítica no calcárea de 2" a 3"; 2) Bentonita que se la utilizará para el sellado superior del pozo de captación; 3) Media sombra con porcentaje de luz 65%; 4) Alambre de obra que se lo empleará en la realización de costuras entre mallas; y 5) Tierra para el sellado superior del pozo de captación.
- **Secuencia constructiva de los pozos**

La construcción de los pozos de captación se ha planteado de forma tal de ejecutarla conforme avanza la disposición de residuos. Para ello se plantean a continuación las etapas constructivas de dichos pozos de captación:

Etapa 1

Sobre base de suelo compactado de espesor 300 mm (cobertura de protección de la membrana) se colocará una base de apoyo de 1500 x 1500 mm de lado, con la finalidad de distribuir presiones en la base del relleno, para evitar daños a la cobertura de la base del módulo.

Sobre la base se construirá la estructura de la malla cilíndrica de 900 mm de diámetro y 3 m de alto, la cual será unida con alambre de obra a la base de apoyo.

Para la conformación del hormiguero de sujeción del primer tramo de cada pozo, un camión volcador llevará la piedra hasta el lugar donde se estará construyendo el pozo; el camión deberá volcar la tierra en las proximidades del punto de construcción del pozo.

Se proveerá estabilidad a la estructura en un primer momento, volcando la piedra en forma de un hormiguero de piedra, hasta 2.500 mm de altura; la tarea se realizará en una primera instancia con una retropala montada sobre neumáticos, en primer lugar deberá materializarse la sujeción externa a la malla y luego deberá llenarse ésta de piedra; en caso de no respetarse el orden planteado, al proceder al llenado con piedra, al carecer de sustento externo la malla, se deformará.

Luego se esperará a que la altura de avance de los residuos en los alrededores del pozo llegue a 2.500 mm respecto de la cota de fondo de celda, dejando un espacio libre de malla de 500 mm, con el fin de poder adosar el siguiente tramo. Se optó por realizar la base de sustentación con piedra, ya que esta permite que el lixiviado pueda drenar hasta la base de fondo del relleno sanitario, permitiendo su correcto escurrimiento mediante las pendientes de fondo de celda y su extracción con el sistema de bombeo correspondiente.

Etapa 2

Antes que la altura de los residuos sobrepase el nivel antes indicado, se acoplará a la estructura de alambre el tramo siguiente. Dicha malla será de las mismas características y dimensiones a la utilizada en la etapa constructiva 1. Ésta se unirá al tramo ya colocado mediante una “costura” a realizarse con alambre de obra galvanizado de 1,2 mm de diámetro.

En esta etapa, también se construirá un “hormiguero de sujeción” de la estructura. Para la realización de esta tarea se usarán los residuos dispuestos en el relleno, dejando una altura superior libre de malla alámbrica de 500 mm.

Etapa 3

Una vez alcanzada la cota necesaria de residuos se procederá a colocar piedra partida de origen granítico (no calcáreo) de 2” a 4” en el interior de la estructura, una vez que el manto de piedra alcance los 0,30 m de la nueva malla colocada; se insertará en el centro un tubo perforado de PVC de 100 mm de diámetro externo; los caños deberán poseer una altura de 3 ò 6 m, a fin de facilitar las uniones con los otros tramos de caño.

Cuando el tubo se encuentre bien posicionado en el centro se llenará el anillo comprendido entre la cara externa del caño y la cara interna de la malla, con la piedra

granítica descrita anteriormente, dejando una altura libre de malla de 0,20 m en la parte superior.

Etapa 4

La metodología constructiva de esta etapa no difiere en lo absoluto de la anterior, en cuanto al montaje y costura de la malla alámbrica, la construcción de “hormiguero de sujeción”, las cotas de avance del relleno respecto del nivel del tramo anterior. Pero se le adicionará la tarea de unión de tramo de cañerías, esta se realizará por pegado.

Etapa 5

Esta etapa corresponde al tramo de cañería lisa (sin perforar). La longitud de dicho tramo corresponderá según cuál sea la cota final del relleno. Contendrá en una primera etapa tierra compactada (altura variable, luego un tapón de tierra bentonítica y por último un tapón de tierra de altura variable. Se colocará internamente una media sombra para evitar que salga tierra /bentonita por entre la luz de la malla. Este tapón también impedirá el ingreso de aguas provenientes de la precipitación pluvial al interior del relleno.

2.7.10.3 Técnica alternativa para la construcción de pozos

Esta técnica fue prevista para el caso eventual en que el avance de la disposición de residuos superara la velocidad de construcción planteada en la secuencia anterior. La técnica adoptada en estos casos incluirá tareas de perforación y colocación de los materiales necesarios para la construcción de los pozos de extracción.

Descripción de la técnica

La perforación se realizará con una perforadora autopropulsada, que se desplazará hasta el lugar de la excavación. Tanto la colocación de los trépanos y/o perforadoras como el retiro de éstos para la perforación, se realizará en forma manual, mediante el empleo de adaptadores y herramientas destinadas para tal fin.

Estas tareas se llevarán a cabo con elementos estáticos; esto significa que ni la máquina ni las mechas se encontrarán en movimiento, cuando se efectúen. La tarea es repetitiva y depende de la longitud del trépano. Cuando ésta llega a perforar un tramo igual a su longitud, se detienen todos los dispositivos y se adiciona otra prolongación.

Esta tarea se repite las veces necesarias para perforar la longitud (profundidad) deseada. Se perforará con una broca de 500 mm de diámetro, luego se insertará el caño, de PVC de 100 mm de diámetro externo, teniendo especial reparo en la fracción de tramo ranurado y tramo liso; y se completará la sección anular con piedra partida granítica no calcárea. Se estima la colocación de 3 tubos para gases por hectárea rellenada.

2.8 Obras Complementarias

El Centro Ambiental incluye las siguientes obras complementarias:

- Alambrado perimetral.
- Instalaciones de control de ingreso y pesaje de camiones.
- Planta de Separación.
- Galpón de almacenamiento de material separado.
- Planta de Compostaje.
- Oficinas administrativas, laboratorio y un Salón de Usos Múltiples (SUM).
- Vestuarios para los operarios.
- Galpón taller para guardado y mantenimiento de equipos.
- Depósito de residuos peligrosos.
- Sector de acopio de combustible.
- Edificio para Subestación Transformadora.
- Relleno Sanitario para la disposición de rechazos.
- Laguna de almacenamiento temporario y evaporación de líquidos lixiviados.
- Barrera forestal.
- Espacios parquizados.
- Camino de ingreso.
- Canales perimetrales pluviales y laguna de almacenamiento de agua pluvial.
- Pozo de extracción de agua subterránea.
- Sector de abastecimiento de combustible.

2.8.1 Alambrado Perimetral

La extensa dimensión de la propiedad, obliga a limitar la construcción del cierre perimetral, realizándolo sólo en las zonas de trabajo de esta etapa inicial, por razones presupuestarias. Por este motivo, se construirá:

- **Alambrado Olímpico:** Este tipo de cerramiento se realizará en los sectores que se listan a continuación:
 - 1) Perímetro de la zona de edificios complementarios, donde este tipo de cierre ayudará a mantener la seguridad en la zona de equipamientos e infraestructura.
 - 2) Perímetro de la laguna de almacenamiento transitorio de líquidos lixiviados, ya que por ser sustancias de tipo peligrosas, se debe impedir el libre acceso o aproximación a dicha zona. Para evitar situaciones de riesgo, el cerco perimetral tipo olímpico cerrará completamente la laguna, y los líquidos extraídos del módulo se verterán en una cámara, situada fuera del perímetro cerrado, conectada mediante un caño de PVC de 110 mm de diámetro, con la laguna de almacenamiento.

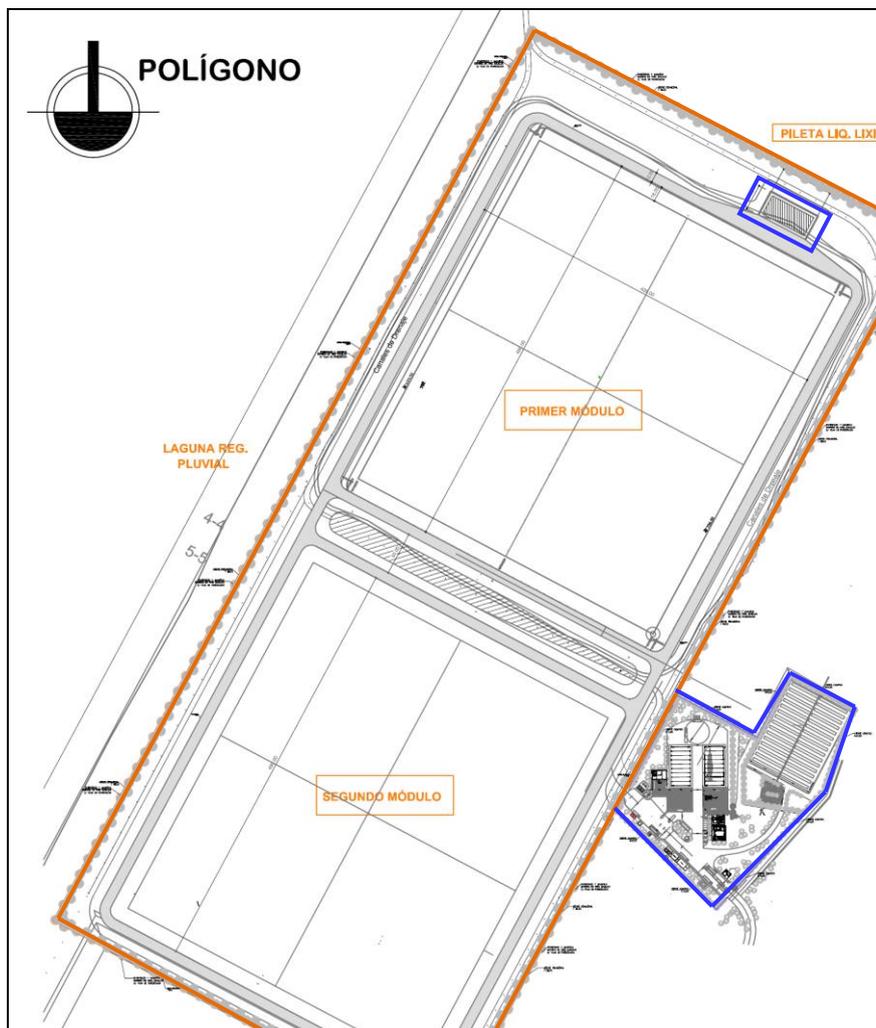


Figura 16: Cierre perimetral Módulos y Sector Edificios Complementarios

REFERENCIAS

	CIERRE PERIMETRAL 7 HILOS
	CIERRE OLIMPICO h=2,50

- **Alambrado de 7 hilos:** Cercando los dos primeros módulos, para impedir el ingreso de personas ajenas a la tarea, y de animales, al predio del Centro Ambiental.

Por otra parte, el Contratista deberá realizar el mantenimiento periódico del alambrado perimetral, de modo tal, de garantizar que su estructura se mantenga en condiciones óptimas y de funcionalidad. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

2.8.1.1 Método Constructivo Cerco tipo olímpico

Estará formado por postes de hormigón con codo superior inclinado a 45 °, para cercos de 2,40 m de altura. Los postes se fundarán sobre dados de hormigón de cascotes que se realizarán de la siguiente manera:

- **Dados de hormigón:** Se deberá proceder a la excavación de pozos en coincidencia con cada poste a colocar, cuya profundidad será tal que el suelo se encuentre firme (mínimo de 0,60 m). Sobre el fondo del pozo ejecutado, una vez realizada la compactación, se deberá construir un dado de fundación de hormigón de cascotes, en coincidencia con cada poste a colocar. La ejecución del dado de hormigón sobre terreno natural se deberá realizar previa consolidación del terreno, mediante un apisonamiento adecuado y riego en caso necesario. Las dimensiones mínimas de los dados serán de 60 cm x 60 cm x 80 cm (h).
- **Colocación de alambre tejido romboidal:** Se deberá proceder a la colocación de alambre tejido romboidal N° 12 (2,50 mm) malla 2 1/2" x 2,00 m (h). Se deberán utilizar planchuelas reforzadas de dimensiones mínimas de 1" x 3/16" galvanizado y torniquetas galvanizadas reforzadas N° 5. Deberán considerarse en este punto, además, todos los elementos necesarios para la sujeción y tensión del alambre tejido romboidal.
- **Colocación de alambre de púa:** Una vez terminada la colocación del alambre tejido romboidal, se deberá realizar el tendido de 3 hilos de alambre de púa, considerando en este punto, la provisión y colocación de todos los elementos necesarios para sujetar y tensar el alambre.
- **Portón de acceso:** Se deberá proveer y colocar un portón para acceso al predio, el cual estará conformado por una estructura de caño galvanizado y alambre romboidal. Será de 2 (dos) hojas de 3.00 m x 2.00 m (h) cada una. Deberá llevar herraje de cierre el cual permitirá incorporar elementos de seguridad (candados).

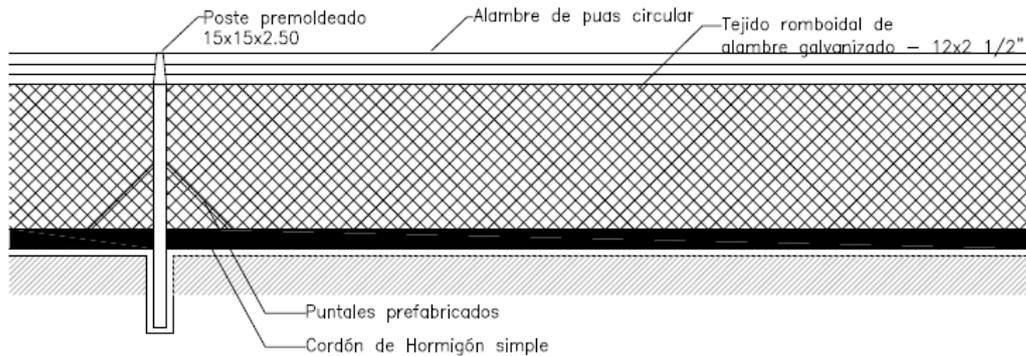


Figura 17: Detalle Cierre Perimetral Olímpico

2.8.1.2 Método constructivo alambrado de 7 hilos

Las características del alambrado de 7 hilos serán las siguientes:

- Alambre de AR 17/15, marca FORTIN 120 ó similar.
- Alambre de púas AR, marca SUPER BAGUAL ó similar.
- Poste de acero de 2,4 m cada 10 a 12 metros, marca FACON ó similar.
- Varillas galvanizadas de 7 hilos, marca ABROJO ó similar, o varillas metálicas de 1,20 m, ambas de 4 a 6 entre postes.

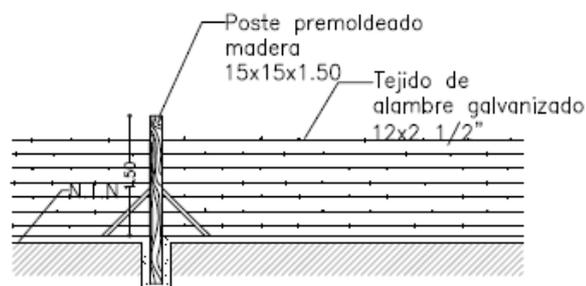


Figura 18: Detalle Alambrado de 7 hilos

2.8.2 Obrador, oficinas y acopio de materiales

Se construirá dentro del predio destinado al Centro Ambiental, las oficinas técnicas y de administración, que tendrán una superficie de 313,27 m². Estas deberán contar además con instalaciones de vestuarios y baños para el personal.

En el *Punto 3 – Obras complementarias* se detallan las Especificaciones Técnicas de todas las construcciones e instalaciones previstas dentro del Proyecto.

Para el normal desempeño de las operaciones, se deberá contar con un depósito de materiales, talleres de mantenimiento, zona de lavado de equipos, depósito para residuos peligrosos, sala de bomba, y edificio para subestación transformadora de

energía eléctrica, sector de acopio de materiales y áreas de préstamo, dentro del predio.

En el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo** se presenta un lay-out y detalle de las instalaciones previstas.

2.8.3 Oficina de Control y Báscula

En la zona de entrada al predio, se instalará una báscula, contigua a las oficinas de Control y Pesaje. En el Proyecto Ejecutivo se ha establecido su ubicación a fin de facilitar y permitir una circulación fluida, teniendo en cuenta que la totalidad de los vehículos que ingresen al predio deberán ser pesados y tarados, según lo especificado en la Metodología Operativa (Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**).

2.8.3.1 Báscula: Características

Las características técnicas de la báscula deberán ser:

- Especial para el pesaje de camiones, instalada a nivel de piso, electrónica, de 80.000 kg de capacidad.
- Dimensiones de la plataforma útil: 20,00m x 3,00m.
- La plataforma deber estar conformada por un mínimo de 3 (tres) puentes de hormigón armado, vinculados entre sí mediante insertos metálicos, y montados sobre un mínimo de 8 (ocho) celdas de carga analógicas de compresión, de 30 toneladas cada una, provistas de un indicador electrónico digital.

Ésta deberá contar con un indicador digital de alimentación para ocho celdas de carga, contenido en un gabinete de fundición de cinc, con teclado de membrana de 5 teclas; con comunicación bidireccional para computadora (tipo puerto RS-232), programa de impresión de tickets y procesamiento de datos, con almacenamiento en memoria de todas las operaciones.

Las obras de infraestructura a realizarse para la báscula deberán ser los cabezales y rampas de acceso que estarán protegidos por vigas flexibles. Esta área deberá contar con iluminación y suministro eléctrico.

2.8.3.2 Obra civil de la Báscula

Se deberá realizar la construcción de la fundación de la balanza para el pesaje de camiones. Esta estructura deberá diseñarse para soportar una balanza electrónica, de 80.000 Kg. de capacidad, consistente en una plataforma de 20 x 3 metros. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Se deberán construir:

- Cuatro vigas de bases, losas entre vigas, fijación de placas de bases, así como la colocación de cañerías para el cableado.
- Dos rampas (entrada y salida) de 3,50 x 3,00 metros, una para cada extremo en forma de losa de hormigón armado.
- Módulo de plataforma (tres módulos de plataforma), con armadura y colado de hormigón. La terminación de las losas deberá ser convenientemente alisada y fratasada en su superficie. Los laterales se deberán mantener la forma de los encofrados metálicos especiales que deberán ser suministrados por la empresa que provea la báscula.

Cabe aclarar que las medidas estipuladas, así como los componentes descriptos son generales y la Contratista deberá adecuarlos a los términos establecido por el proveedor de la báscula.

2.8.3.2 Oficina de control y pesaje

La oficina estará en el lateral de la Báscula de pesaje. Esta deberá ser construida de mampostería y deberá contar con todos los servicios (agua, luz e instalaciones sanitarias). Asimismo, deberá estar provista de muebles para uso específico del personal que debe cumplir con las funciones de control de pesaje y administrativas. Esta tendrá una superficie aproximada de 40 m². Dichas instalaciones deberán contar con iluminación y suministro eléctrico. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

2.8.4 Playa de Estacionamiento

La playa de estacionamiento se ubicará adyacente a la zona de oficinas, con una superficie de 150 m² realizada con contrapiso de hormigón armado.

2.8.5 Planta de Separación y reciclaje de residuos

En el Proyecto se ha previsto la construcción de una nave de estructura metálica, donde funcionará una planta de separación y reciclaje de materiales.

La Planta de Separación tendrá una superficie cubierta de 996 m², con las siguientes dimensiones: 22m de frente por 45 m de fondo. Las Especificaciones Técnicas de ésta se detallan en el **Punto 3**. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**. En la **Figura 8** se puede observar un esquema en planta y alzada de dicha Planta.

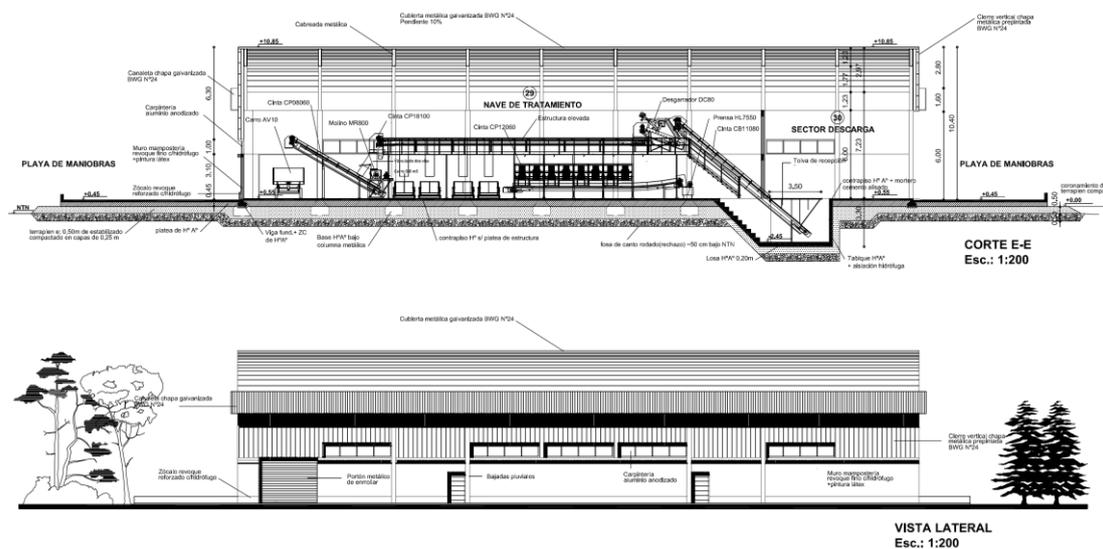


Figura 19: Croquis de Planta, Corte y Alzada (Planta de Separación)

2.8.5.1 Detalle del equipamiento de la Planta de Separación

- Sector Recepción de los Residuos

Tolva de Recepción

La Tolva de recepción de residuos se ubicará en el ingreso de la Nave, en el Sector semicubierto de la misma. Tendrá una boca de 3,50 m x 3,50 m, integrada y hermanada con el bastidor de la Cinta de recepción de residuos, y construida en chapa de acero de espesor 3,2 mm, armazón y refuerzos de L63 x 4,7 y planchuela 38 x 3,2. La capacidad de la Tolva será de 15 m³ (aproximadamente entre 5 y 7 toneladas de residuos). Esta tolva deberá ser desarmable para facilitar su transporte, y será fijada sobre el foso de hormigón mediante brocas metálicas expansivas.

La provisión de estos elementos debe incluir los elementos de comando eléctrico (con variador de velocidad), integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

Cinta de Recepción

Esta cinta arranca desde el foso de la tolva de recepción y descarga en el desgarrador de bolsas o en la cinta de clasificación (cinta de picoteo) ubicada sobre la plataforma elevada.

- Longitud aproximada: 11 metros
- Ancho de banda: 800 mm
- Potencia requerida: 5,5 CV
- Velocidad de banda: 6 a 15 m/min (debe ser regulable mediante variador de velocidad electrónico).

La inclinación para extracción debe ser regulada desde la tolva; esta característica, posibilitará trabajar a tolva llena e ir extrayendo paulatinamente su contenido. Las características de esta cinta serán las siguientes:

- Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, marca WEG/Siemens o similar, con protección mínima IP54. Motoreductor sinfín-corona, marca LENTAX/STM o similar, montado directamente sobre el eje.
- Rodillos de apoyo en caño de acero de espesor 5,5 mm, montados sobre rodamientos blindados 2 RS, con eje de diámetro 22 mm en acero SAE 1045.
- Retorno de banda sobre flejes de material plástico de bajo coeficiente de fricción (UHMW) espesor 9,5 mm, montados mediante bulones de cabeza fresada distanciados 300 mm para evitar alabeos por dilatación térmica.
- Banda transportadora reforzada T400, espesor 7 mm, carcasa 100% poliéster, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis que pudieran estar presentes en los residuos. Con unión mediante prensas metálicas con bulones de acero de alta resistencia (Grado 5 u 8,8). Esta banda deberá estar provista de tacos de empuje metálicos, de espesor 6,3 mm, para bloquear el desplazamiento de las bolsas; montados mediante bulones de cangilón con tuercas autofrenantes. Los tacos de empuje deben estar provistos de tetones conformados para que las cabezas de los bulones queden embutidas por encima del plano inferior de la banda, y no rocen en la chapa del bastidor o los rodillos de apoyo.
- Rolo motriz diámetro 400 mm, en tubo de acero, con eje \varnothing 51 mm verificado a torsión y flexión alternativa, construido en acero SAE4140AF. Ambos rolos

deben ser montados sobre rodamientos autocentrantes blindados (Serio Y ó UC), con soportes de fundición nodular con alemites de engrase.

- Rascador de retorno tipo v-plough, pivotante, con cuchilla de goma de baja dureza espesor 10 mm, colocado delante del rolo tensor.
- Patas de perfil UPN80 o chapa plegada de espesor 3,2 mm, con diagonales en ángulo L38 x 4,7; fijadas al piso mediante brocas metálicas expansivas.
- Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3,2 mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38 x 4,7 y planchuela 38 x 4,7.
- Bandeja colectora inferior (bajo retorno) estanca de espesor 3,2 mm, desmontable para reemplazo de perfiles de deslizamiento del retorno.
- Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2,0 mm, con soportes abulonados en chapa de espesor 4,7 mm.
- Baberos antiderrame de goma de baja dureza, recambiables, espesor 6 mm, colocados en toda la longitud del transporte.
- El conjunto bastidor/patas debe estar construido para asegurar la completa ausencia de vibraciones durante la operación del equipo.
- Tolda de descarga a desgarrador esp. 2,0 mm, con refuerzos en planchuela 38 x 4,7.

El sistema debe estar equipado con bandeja de descarga a la cinta de clasificación.

Desgarrador de Bolsas

Se estima que un alto porcentaje de los residuos estará contenido en bolsas de material plástico. Para facilitar la selección del material es preciso que estas bolsas estén desgarradas al ingreso de la cinta de selección. Para esto será necesario contar con un Equipo Desgarrador, con sistema de desgarrado mediante cuchillas metálicas giratorias con dentado tipo estrella y mando de velocidad media; y con las siguientes características:

- Dos rolos de desgarrado con eje construido en acero SAE1045 AF, montado sobre brazos pivotantes, con rodamiento de rodillos cónicos.
- Accionamiento mediante dos motores eléctricos trifásicos normalizado IEC, marca WEG/Siemens o similar. Potencia: 1 CV.

- Bastidor construido en perfilería normalizada y chapa de acero laminada en caliente espesor 3,2 mm.
- Carcaza construida en chapa laminada en caliente, con cobertura de insonorización y puertas de inspección para limpieza del rolo.
- Cortinas de entrada y salida de material.

Sistema de control de olores

Se utilizarán picos aspersores con boquillas sintéticas para pulverizado del fluido antiséptico y de control de olores, colocados en la zona de descarga del desgarrador de bolsas, este sistema deberá tener las siguientes características:

- Bomba con regulación del caudal de alimentación.
- Conductos en material sintético resistente a agentes químicos.

La provisión deberá incluir los elementos de comando eléctrico integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

- **Sector de Clasificación de los Residuos**

Cinta de Clasificación

La Cinta de Clasificación, recibe la carga de la Cinta de Recepción (o Elevación), y está ubicada sobre una plataforma elevada. A sus costados se ubican los operarios de la planta que realizan la clasificación de los materiales. Las características de la misma serán:

- Longitud aproximada: 18 m
- Ancho de banda: 1000 mm
- Potencia: 3 CV
- Velocidad de banda: Regulable mediante inverter electrónico.

Tendrá además:

- Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, marca WEG/Siemens o similar, con protección mínima IP54. Motoreductor sinfín-corona, marca LENTAX/STM o similar, montado directamente sobre el eje.
- Cuna de deslizamiento en chapa de espesor 3,2 mm, integrada al bastidor de la cinta.
- Rodillos de retorno autolimpiantes, de material sintético.

- Banda transportadora reforzada T170, espesor 5 mm, carcasa 100% poliéster, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en la basura. Con unión mediante grampas metálicas.
- Patas en chapa plegada con diagonales en ángulo L38 x 4,7.
- Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3.2 mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38x4,7 y planchuela 38x4,7.
- Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2.0 mm, con soportes abulonados en chapa de espesor 4,7 mm.
- Baberos antiderrame de goma de baja dureza, recambiables, espesor 5 mm, colocados en toda la longitud de transporte.
- El conjunto bastidor/patas será de construcción extra-reforzada, lo que asegura la completa ausencia de vibraciones durante la operación del equipo.
- Tolva de descarga espesor 2.0 mm, con refuerzos en planchuela 38x4,7.
- Rolo matriz diámetro 320 mm, con eje \varnothing 51 mm verificado a torsión y flexión alternativa, construido en acero SAE4140 AF.
- Rolo tensor autolimpiante helicoidal, cobertura 12,7 mm, diámetro 320 mm, con eje \varnothing 38 mm, verificado a flexión alternativa, construido en acero SAE1045 AF.
- Ambos rolos serán montados sobre rodamientos autocentrantes blindados (Serie Y ó UC), con soportes de fundición nodular con alemites de engrase.
- Rascador principal recto, accionado por contrapeso, con cuchillas de UHMW espesor 10 mm.
- Rascador de retorno tipo V-plough, pivotante, con cuchilla de goma de baja dureza espesor 10 mm, colocado delante del rolo tensor.

La provisión deberá incluir los elementos de comando eléctrico integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

Sistema de separación de materiales ferrosos

El sistema para la separación de los materiales ferrosos presentes en los residuos que ingresen por la cinta de clasificación, deberá tener las siguientes características:

- Rolo motriz magnético, con tolva colectora para derivación del material seleccionado a carritos.
- Cabezal motriz con bastidor de soporte del rolo y placas extremas construidas en acero inoxidable austenítico AISI304, para reducir las pérdidas de campo a través del bastidor de la cinta.

Estructura elevada para Cinta de Clasificación

Sobre esta estructura elevada se ubicarán los operarios de la planta cuando efectúen las tareas de clasificación de materiales. Las dimensiones aproximadas requeridas serán las siguientes:

- Longitud: 21 metros
- Ancho: 3,5 metros
- Altura: 3,2 metros

Además deberá tener las siguientes características:

- Estructura de soporte y plataforma construida con largueros de perfil UPN100 y UPN140 ó UPA6", travesaños de perfil UPN140 ó UPA6", con patas en tubo 100x100, travesaños menores en L38x4,7/L38x3,2, y diagonales en L38x4,7.
- Piso de metal desplegado antideslizante de 12 kg/m².
- La distancia máxima entre travesaños de piso (vano máximo entre apoyos del metal desplegado) será de 500 mm tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal. El ancho mínimo neto de pasarela (descontando el ancho de las bocas de descarga) será de 600 mm, para lograr una circulación cómoda de los operarios.
- Deberán ser provistas dos escaleras desarrolladas para acceso a la zona superior del depósito, con largueros en perfil UPN100, y escalones de metal desplegado con bastidor en perfil L, huella 0,25 m y alzada 0,20 m.
- Las escaleras y la plataforma superior están provistas de barandas reglamentarias de altura 1,05 m, con pasamanos de tubo diámetro 2", guardarodillas en perfil L y guardapiés en chapa plegada de altura 100 mm.

- Deberán ser provistos 16 conductos de carga a depósitos de reciclados, de 400x600 mm de sección, construidos en chapa laminada en caliente espesor 1,6 mm, borde superior plegado ubicado a la misma altura que la baranda de contención de la cinta, con refuerzos de L38x4,7 y planchuelas de L38x4,7. Los 8 conductos que descargan sobre carritos móviles contarán con un sistema de cierre tipo almeja.

Todo el conjunto será fijado sobre el piso mediante brocas metálicas expansivas, y poseerá una gran resistencia y rigidez estructural, a los efectos de evitar cualquier tipo de vibraciones o desplazamientos de la estructura durante las más severas condiciones de operación, y asegurar las mayores condiciones de seguridad y comodidad de trabajo para los operarios durante toda la vida útil de la instalación.

- **Sector Tratamiento de Materiales Orgánicos**

Molino para Materiales Orgánicos

El objetivo de este equipamiento es preparar el material a ser tratado biológicamente, de modo tal de facilitar los procesos biológicos. Este molino deberá tener las siguientes características:

- Potencia: 40 CV
- Velocidad de rotación aproximada: 1.500 RPM.
- Accionado mediante motor eléctrico trifásico normalizado IEC, con protección mínima IP54, montado sobre base desplazables para tensado de correas. Con arrancador estrella-triángulo, contactores y relevo térmico de protección.
- Transmisión mediante poleas y correas en V, con posibilidad de variación de velocidad mediante cambio de poleas.
- Carcaza principal de la maquina reforzada, en chapa de espesores 4,7 mm y 6,3 mm.
- Tolva superior para alimentación: esta tolva debe estar construida en chapa de acero de 2 mm de espesor. Con clapeta pivotante espesor 4,7 mm y sistema de bypass de molienda que permite derivar el material directamente a la cinta de derivación en caso de que no se desee molerlo.
- Boca de entrada 800 mm x 450 mm
- Rotor balanceado estática y dinámicamente.

Eje principal en acero SAE 4140 AF diámetro 100 mm, montado sobre soportes de rodamiento de fundición nodular, con rodamientos de doble

- hilera de rodillos oscilantes de 80 mm de diámetro, montados sobre cajas bipartidas tipo SN con alemites de engrase y sellos de retención.
- Veinticuatro martillos de molienda trilobulares fijos, montados sobre dos pernos, espesor 8 mm, en acero SAE 1045, recambiables.
- Pernos de montaje de martillos en acero SAE 1045.
- Grilla de molienda electrosoldada de perfil cuadrado de 9.5 mm, con pasaje de 50 a 150 mm.
- Aporte de metal duro y dentado de rotura en la placa de desgaste frontal.
- Chasis construido en chapa plegada de espesor 3.2 y 4.7 mm, y caño de sección cuadrada de espesor 2.5 mm, diseñado especialmente para soportar las severas exigencias a las que será sometido durante el uso. Su robustez permite garantizar que no se producirán deformaciones, roturas y vibraciones excesivas durante la vida de servicio de la máquina.
- Cubrepoleas y guardas de seguridad, que evitan contactos accidentales con las partes móviles de la máquina.

La máquina deberá ser apta para procesar residuos generales, orgánicos e inorgánicos, en bultos no compactados de tamaño máximo 350 x 350 x 350 mm (bolsas de residuos domiciliarias). Bultos mayores a este tamaño (bolsas de consorcio, bolsas tejidas para 50 kg de cereal, cajas de cartón enteras) deberán abrirse en forma previa a la alimentación del molino para evitar atascamientos.

Cinta de Derivación

Esta cinta recibe la descarga del material molido, proveniente del Molino de Orgánicos descripto precedentemente, o del bypass de molienda, y deberá tener las siguientes características:

- Longitud aproximada: 8 metros
- Inclinación: 30°
- Ancho de banda: 600 mm
- Potencia: 3 CV
- Velocidad de banda: 30m/min.

Además deberá poseer:

- Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, marca WEG/Siemens, con protección mínima IP54. Motoreductor sinfín-corona, marca LENTAX/STM, montado directamente sobre el eje.
- Cuna de deslizamiento en chapa de espesor 3,2 mm, con ángulo de artesa de 30º, integrada al bastidor de la cinta.
- Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2,0 mm, con soportes abulonados en chapa de espesor 4,7 mm.
- Baberos antiderrame de goma de baja dureza, recambiables, espesor 5 mm, colocados en toda la longitud del transporte.
- Rodillos de apoyo centrales en caño de acero de espesor 5,5 mm, montados sobre rodamientos blindados 2RS, con eje de diámetro 22 mm en acero SAE 1045.
- Rodillos de retorno autolimpiantes, de material sintético.
- Banda transportadora T250, espesor 5 mm, carcasa 100% poliéster, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en la basura. Con unión mediante grampas metálicas.
- Rolo motriz diámetro 320 mm, en tubo de acero, con eje \varnothing 44 mm, verificado a torsión y flexión alternativa, construido en acero SAE4140 AF.
- Rolo tensor autolimpiante helicoidal, cobertura 12,7 mm, diámetro 320 mm, con eje \varnothing 38 mm verificado a flexión alternativa, construido en acero SAE1045 AF.
- Ambos rolos son montados sobre rodamientos autocentrantes blindados (Serie Y ó UC), con soportes de fundición nodular con alemites de engrase.
- Rascador de retorno tipo V-plough, pivotante, con cuchilla de goma de baja dureza espesor 10 mm, colocado denlante del rolo tensor.
- Soportada en patas de caño cuadrado y perfil UPN100.
- Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3,2 mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38x4,7 y planchuela 38x4,7

- Tolva de descarga construida en chapa de espesor 2 mm, con refuerzos de perfilería normalizada espesor 4.7 mm.

La provisión deberá incluir los elementos de comando eléctrico integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

- **Sector Acondicionamiento y Almacenamiento de material clasificado**

Depósitos de almacenamiento de material clasificado

Estos depósitos estarán ubicados debajo de la plataforma elevada, para la recepción del material clasificado a la espera del enfardado. Consiste en 8 depósitos de fondo inclinado, de capacidad aproximada: 3 m³ (dimensiones aproximadas: 2,0 m de ancho x 2,0 m de alto x 1,7 m de profundidad). Deberán ser construidos en chapa de acero de espesor 2 mm, con refuerzos y soportes en perfilería normalizada. Además tendrán las siguientes características:

- El fondo de los depósitos deberá estar construido con un ángulo de 40°/45°, para permitir el deslizamiento de los materiales almacenados.
- El sistema de descarga consistirá en 16 compuertas pivotantes de 0,9 x 0,5 m.
- El frente de los depósitos (zona de guillotina) poseerá fajas de chapa perforada de espesor 2 mm (5 kg/m²) para control del nivel de material reciclado en los depósitos.

Todo el conjunto deberá ser fijado sobre el piso mediante brocas metálicas expansivas, para garantizar mayor resistencia y rigidez estructural, a los efectos de evitar cualquier tipo de vibraciones o desplazamientos de la estructura durante las más severas condiciones de operación, y asegurar las mayores condiciones de seguridad y comodidad de trabajo para los operarios durante toda la vida útil de la instalación.

Cintas para materiales clasificados

Estas cintas recibirán la carga de los boxes de material clasificado y alimentarán a la Prensa Compactadora. Tendrán las siguientes características:

- Longitud aproximada: 12 metros
- Ancho de banda: 600 mm
- Potencia: 2 CV
- Velocidad de banda: 35 m/min.

- Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, marca WEG/Siemens o similar, con protección mínima IP54. Motoreductor sinfín-corona, marca LENTAX/STM o similar, montado directamente sobre el eje.
- Cuna de deslizamiento en chapa de espesor 3,2 mm, integrada al bastidor de la cinta.
- Rodillos de retorno autolimpiantes, de material sintético.
- Banda transportadora reforzada T170, espesor 5 mm, carcasa 100% poliéster, impregnación y cobertura superior en PVC, cara inferior (de deslizamiento) sin cobertura. Resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos y álcalis presentes en los residuos. Con unión mediante grampas metálicas.
- Rolo motriz diámetro 320 mm, en tubo de acero, con eje \varnothing 44 mm verificado a torsión y flexión alternativa, construido en acero SAE4140 AF.
- Rolo tensor autolimpiante helicoidal, cobertra 12,7 mm, diámetro 320 mm, con eje \varnothing 38 mm verificado a flexión alternativa, construido en acero SAE1045 AF.
- Ambos rolos deberán ser montados sobre rodamientos autocentrantes blindados (Serie Y ó UC), con soportes de fundición nodular con alemites de engrase.
- Rascador principal recto, accionado por contrapeso, con cuchillas de UHMW espesor 10 mm.
- Rascador de retorno tipo V-plough, pivotante, con cuchilla de goma de baja dureza espesor 10 mm, colocado delante del rolo tensor.
- La cinta deberá estar soportada en ménsulas de perfil UPN100, para permitir una mejor limpieza del piso. La altura de colocación será determinada en función de la altura de la boca de carga de la prensa.
- Bastidor en chapa laminada en caliente espesor 3,2 mm, con bridas y refuerzos en perfiles L38 x 4,7 y planchuelas 38 x 4,7.
- Barandas laterales en chapa laminada en caliente espesor 2,0 mm, con soportes abulonados en chapa de espesor 4,7 mm. La baranda exterior deberá ser de altura ampliada para contener el material descargado desde los boxes.
- Deberá poseer baberos antiderrame de goma de baja dureza, racambiables, espesor 5 mm, colocados en toda la longitud del transporte.

- El conjunto bastidor/ménsulas de apoyo deberá estar construido de forma de asegurar la completa ausencia de vibraciones durante la operación del equipo.

La provisión deberá incluir los elementos de comando eléctrico (con contactor y relevo térmico) integrados al tablero general de la instalación, y el conexionado eléctrico desde el tablero hacia los motores y elementos de comando y protección.

Prensa Enfardadora Horizontal

La prensa enfardadora será necesaria para permitir una estibación ordenada del material producto de la clasificación. Su ubicación permite efectuar tareas de enfardado con el material que proviene directamente de los boxes de almacenamiento transportado por la cinta de materiales clasificados. Consistirá en una prensa enfardadora de servicio pesado para compactar papel, cartón, plásticos, trapos, latas, envases y metales (aluminio, ferrosos, etc.) de hasta 5 mm de espesor. Además deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Deberá ser apta para lograr fardos de 0,5 m x 0,75 m x 0,75 m, con relaciones de compactación de hasta 30:1 (según material), y un peso de hasta 150 kg.
- La operación deberá ser semiautomática, con comando mediante válvula manual.
- La expulsión del fardo deberá ser frontal, producida por el mismo cilindro y pistón compactador, permitiendo de esta forma que la cámara de compactación quede completamente limpia al final de cada ciclo.
- Potencia: 7,5 CV
- Fuerza de compactación: 20 toneladas
- Tiempo de compactación: 20 segundos.
- Motor eléctrico trifásico normalizado IEC, con protección mínima IP54.
- El mecanismo del pistón deberá poseer un cilindro de doble efecto, con camisa de acero bruñida, vástago de acero SAE1045 cromado duro, con sellos de materiales sintético de primera calidad.
- La unidad electrohidráulica deberá estar compuesta de: depósito de aceite convenientemente dimensionado para evitar sobrecalentamientos del fluido hidráulico, motor, bomba, filtros, válvula direccional y de seguridad moduladas, panel con botonera, contactor y relevo térmico para comando del motor, con protección contra sobrecargas y temperatura del fluido hidráulico.

- Los componentes de la unidad electrohidráulica deberán ser normalizados, de primera calidad, marca Atos, Vichers, Telemecanique, Siemens, Weg o Mez o similar.
- La unidad será montada en forma lateral a la máquina, para disminuir la altura total y facilitar la operación.
- La carcasa en chapa estará construida en acero reforzado, con estructura cerrada sin partes móviles a la vista durante el proceso de compactación, para garantizar la seguridad de los operarios de la planta, con ranuras para pasaje de alambres para atado del fardo. Uñas de retención para impedir retroceso del material.
- El pistón compactador deberá estar construido en chapa de acero, reforzado, con ranuras para pasaje de alambres.
- Deberá poseer enclavamientos de protección, que impidan la operación de la máquina si las compuertas de carga y descarga se encuentran abiertas, para garantizar las condiciones de seguridad de los operarios de la planta.
- La carcasa de la máquina deberá estar construida en chapa de acero laminada en caliente y perfilería normalizada, con protección superficial mediante pintura expoxi.

Carros volcadores de 4 ruedas (20 unidades)

Estos carros volcadores serán destinados a colectar los residuos no prensables (vidrios) y los desechos contaminantes (pañales, bolsas de residuos, etc.).

Deberá proveerse carros volcadores especiales para residuos, de capacidad 0,9 m³, montado sobre 4 ruedas Ø 150 mm, y que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Sistema de volcado balanceado, con descarga mediante giro de 180 grados, que permite el completo vaciado de materiales orgánicos, trapos, cartones.
 - Bastidor en caño estructural.
 - Tolva en chapa de acero laminada en caliente espesor 2 mm.
- **Sector Peletización de materiales plásticos**

Con el fin de mejorar las condiciones de venta de los materiales recuperados en la clasificación, se equipará la planta con un sistema para la peletización de los materiales plásticos.

Molino Triturador de Plásticos

El molino deberá estar configurado para la trituración de envases plásticos y tendrá las siguientes características:

- La cámara de molienda deberá poseer un ancho de 370 mm.
- Rotor diámetro 370 mm con 3 cuchillas de acero.
- Sus medidas aproximadas (largo, ancho, altura) deberán ser: 1,0 x 0,8 x 1,2 m. Peso aproximado 500 kg.
- Motor eléctrico trifásico normalizado de 10 CV – 1500 RPM.
- Transmisión mediante poleas y correas en V.
- Eje de acero SAE4140 bonificado, deberá estar montado sobre rodamientos de rodillos, en soportes bipartidos, con retenes de obturación, con volantes inerciales.
- Deberá poseer 3 cuchillas móviles construidas en acero Especial K (DIN – X 210 CRW 12) tratado térmicamente.
- La carcasa deberá ser construida en chapa laminada en caliente espesor 4,7 y 6,3 mm.
- Deberá poseer 3 contracuchillas construidas en acero Especial K (DIN – X 210 CRW 12) tratado térmicamente.
- La grilla de pasaje deberá estar construida en chapa de acero SAE1010 perforada. Con diversas opciones de diámetro de perforación, para regular el tamaño de molienda.
- La base de apoyo deberá estar construida en caños de acero, con el objeto de no requerir una obra civil especial para su emplazamiento.
- La tolva de alimentación deberá estar construida en chapa de espesor 2.0 mm, con refuerzos de perfilera metálica. Boca de alimentación ancho 370 mm, altura 260 mm.
- Los comandos eléctricos deberán estar integrados en el panel centralizado de la instalación y deberán poseer pulsadores de marcha y parada, y contactor con relevo térmico.

- La máquina deberá estar pintada con dos manos de fondo anticorrosivo y dos manos de pintura epoxi, para garantizar su protección.

Cinta de carga del Molino

La alimentación del molino granulador de plásticos será realizada a través de una cinta de carga para garantizar las condiciones de seguridad de los operarios de la planta. Sus características serán:

- Longitud: 3 metros.
- Inclinación 30 grados.
- Ancho de banda: 400 mm (16").
- Potencia: 1,5 CV.
- Reductor sinfín-corona montado directamente sobre el eje.
- Velocidad regulable mediante cambio de poleas.
- Bastidor y cuna de deslizamiento en chapa espesor 2 mm.
- Retorno de banda sobre rodillos de apoyo montados sobre rodamientos.
- La banda transportadora deberá ser resistente al desgarramiento, con placas transversales de empuje.

La tolva de carga deberá poseer una capacidad 0,6 m³, construida en chapa de acero al carbono de espesor 1,6 mm. La inclinación de salida de la cinta permitirá la alimentación autorregulada al molino.

El comando eléctrico de la cinta deberá estar integrado en el panel centralizado de la instalación, contando con pulsadores de marcha y parada, y contactor con relevo térmico.

Separador centrífugo

El sistema neumático de descarga funcionará como separador centrífugo de los distintos tipos de plásticos. Sus características deberán ser las siguientes:

- Deberá poseer un ventilador 1,5 CV – 3.000 RPM
- El conducto de transferencia a ciclón poseerá una longitud de 5 metros, con 3 curvas de 90°.
- Deberá poseer un ciclón de separación de alta eficiencia, construido en chapa de espesor 1,6 mm.

Los Comandos eléctricos deberán estar integrados en el panel centralizado de la instalación contando con pulsadores de marcha y parada, y contactor con relevo térmico.

2.8.6 Planta de Compostaje

2.8.6.1 Objetivos

El objetivo principal para la construcción de una Planta de Compostaje, dentro del Centro Ambiental El Borbollón, es brindar una solución ambiental a la disposición final de residuos orgánicos provenientes de la poda y limpieza espacios verdes (RPB), y reducir la cantidad de materia orgánica destinada a disposición final, optimizando de este modo la vida útil del Módulo.

También se plantean como objetivos particulares los siguientes:

- Lograr un proceso operativo estandarizado que permita garantizar la trazabilidad del producto final a lo largo del todo el proceso de compostaje.
- Obtener un producto final estabilizado, maduro e inocuo, que pueda ser incorporado sin riesgos al suelo y que no genere daños en los cultivos o plantas en general. Este producto inicialmente se utilizará para los trabajos de jardinería en el Centro Ambiental.
- Generar más puestos de trabajos, que permitan la incorporación de mayor cantidad de mano de obra.
- Plantear la mejora continua del proceso de compostaje, a los efectos de obtener un compost de calidad, proveniente de la revalorización de residuos orgánicos, que pueda ser comercializado en el mercado.

2.8.6.2 Premisas de Diseño

Para el diseño de la Planta, se plantearon las siguientes premisas:

- Determinación del tipo de sistema de compostaje a utilizar.
- Tipo de residuos que se destinarán a compostaje y cantidades, en función de los objetivos planteados.
- Diseño de las unidades de compostaje.
- Cálculo del área necesaria para el desarrollo de la Planta en función del sistema seleccionado y de la metodología de trabajo planteada.
- Balance de masas para la determinación del material a obtener.

2.8.6.3 Tipo de sistema a utilizar

De todos los sistemas disponibles para la obtención de compost, que fueran reseñados previamente, se seleccionó un *sistema abierto, con pilas de compostaje estáticas con volteo mecánico*.

Esta determinación se tomó, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Disponibilidad del espacio necesario para la Cancha de Compostaje al aire libre, requerida por este sistema.
- Menores costos de inversión con relación a un sistema cerrado, considerando que en una primera instancia este material no será comercializado.

La decisión de utilización de un equipo de volteo mecánico, se fundamenta en el hecho de que de este modo, se acelerarán los procesos de compostaje, permitiendo reducir los tiempos de residencia del material en las pilas, optimizando de este modo el funcionamiento de la Planta.

2.8.6.4 Tipo de residuos y cantidades

La planta de compostaje recibirá el 10% de la cantidad total de los residuos de poda y limpieza de espacios verdes, lo que se completará con aproximadamente el 35% del total del material orgánico separado en la Planta de Separación. Con estas dos vertientes se elaborará una mezcla equilibrada en estructura y humedad, para someterla al proceso de compostaje. La decisión de utilización de los residuos de poda se adopta, teniendo en cuenta que la Provincia de Mendoza, la composición de los RSU se caracteriza por contar con una importante cantidad de estos residuos en la masa total de los RSU; debido al diseño de sus ciudades con presencia de importantes bosques urbanos.

Con la composición mencionada se ha estimado un ingreso de 54 tn/día para el año promedio de diseño, de las que podrán obtenerse alrededor de 30 tn/día de material compostable. Estos valores ascenderán a 60 Tn/día de ingreso para el año final de proyecto, con una posibilidad de recuperación de 48 tn/día. Para lograr la mejora del material que se obtendrá del proceso, se deberán seleccionar aquellos circuitos de poda que aporten una mejor materia prima.

2.8.6.5 Diseño de la unidad de compostaje

En virtud de la bibliografía consultada, se diseñaron las pilas o camellones con sección triangular, teniendo en cuenta que su largo deberá ser mayor que su ancho y alto; y que el alto ideal estará determinado por la capacidad de la pila de producir y mantener la temperatura necesaria permitiendo que el oxígeno llegue al punto central de la masa. Generalmente, la altura de los camellones varía entre 1 y 2 metros para un ancho de pila de aproximadamente 3 metros. El volteado periódico de las pilas (generalmente una vez por semana) introduce aire en la masa, incrementa su porosidad y mueve el material de la superficie hacia la parte interna donde acelera el proceso de compostaje.

Las dimensiones de la pila de compostaje influyen básicamente en la aireación y temperatura de la misma, y por lo tanto en la transformación adecuada del material orgánico. La altura puede variar según el clima de la zona, en climas cálidos se trabaja con menor altura para que la pila no se caliente en exceso y en climas fríos se diseñan pilas más altas para mantener la temperatura interior. Es importante mencionar que no existen medidas estándar de las dimensiones de pilas.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones, se estableció un ancho de pila de 3,0 m, y una altura de 1,50 m (esta altura se adopta considerando que en la zona de estudio el clima es cálido, según la clasificación de sistemas climáticos es árido/semiárido), lo que nos da un volumen de 2,25 m³ por metro lineal de pila.

La determinación de la longitud de las pilas o camellones se realizó teniendo en cuenta las siguientes premisas de diseño:

- Se determinó a priori, que la superficie a ocupar por la Planta de Compostaje, debería representar aproximadamente el 50% de la superficie del módulo de relleno sanitario, la cual es de aproximadamente 25 has; teniendo en cuenta también, que todo el sector de edificios complementarios diseñados, ocupan alrededor del 10% de esta superficie (2,5 has). Esto, en función de mantener una coherencia en el proyecto del Centro Ambiental, desde el punto de vista de las inversiones a realizar, y teniendo en cuenta fundamentalmente, que inicialmente no se puede establecer con precisión la calidad del producto a obtener, como ya se mencionara precedentemente.
- A su vez, del total de la superficie de la Planta de Compostaje, alrededor del 75% se destinará al desarrollo de la *cancha o platea de compostaje*, y el resto a los distintos sectores de apoyo de la misma, en función del sistema de compostaje seleccionado. Esto estaría dando una superficie de aproximadamente 13.000 m².
- En función del diseño del sector, estos 13.000 m², se deberían traducir en una superficie aproximada de 90 m x 144 m. A esta superficie se deberán restar las superficies correspondientes a circulación perimetral (4m de ancho), canales de evacuación (0.50m de ancho), barrera forestal (4m de ancho), y separación mínima entre camellones (en sentido longitudinal), quedando un ancho útil de aproximadamente 71 m de ancho, lo que permitiría la colocación de dos camellones de 35 m de longitud cada uno.

De este modo, cada camellón ocupará una superficie de suelo de 105 m². Además, se tuvo en cuenta el espacio necesario entre los camellones o pilas (pasillos), que permitan realizar cómodamente, las tareas de remoción y aireación de las pilas de compostaje. Y como dicha operación será mecanizada (removedor de compost accionado por un tractor), se estableció un ancho de pasillo de 4 metros, que es el ancho sugerido por la Norma IRAM 29.556.

En la **Figura 20** y **Figura 21** se agrega esquema del camellón diseñado.

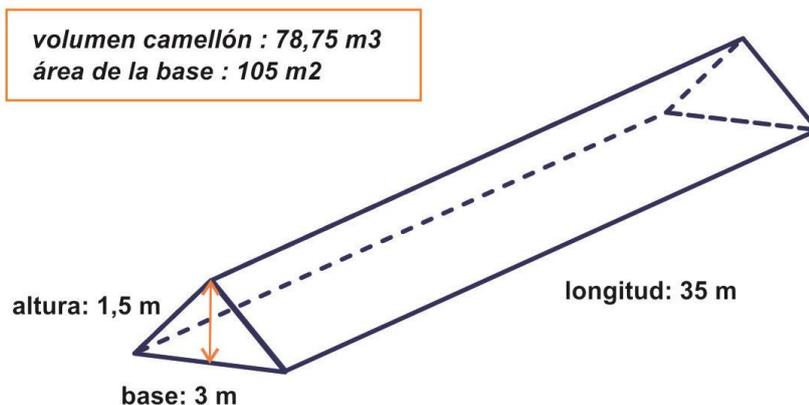


Figura 20: Esquema del camellón de compostaje diseñado

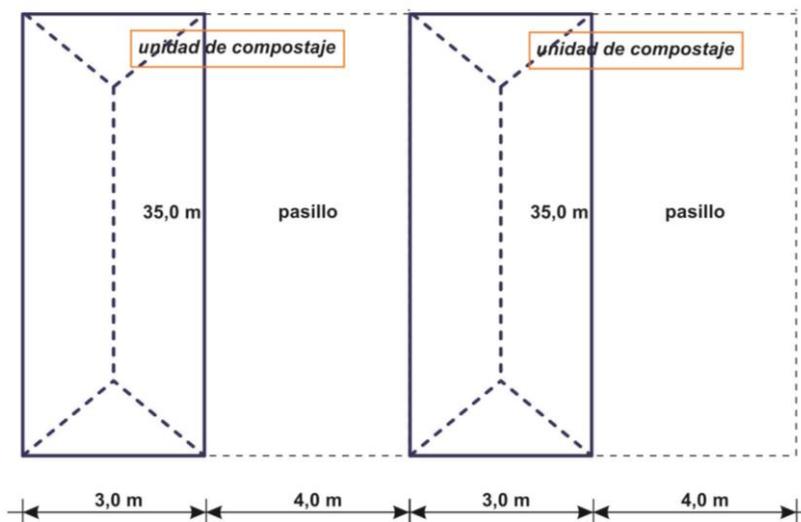


Figura 21: Esquema Unidad de Compostaje (camellón o pila + pasillo de circulación)

Con estas dimensiones, el camellón admitirá un volumen de residuos de 78,75 m³. Así, para la determinación del cálculo se adoptará una densidad de 0,5 tn/m³ correspondiente a la mezcla a obtener entre el residuo suelto de poda y el semicompactado de la Planta.

2.8.6.6 Diseño de la cancha de compostaje

Para el dimensionamiento de la *cancha de compostaje*, y en función del diseño de la unidad de compostaje, será necesario tener en cuenta: el tiempo total de desarrollo del proceso, la cantidad de días de trabajo de la planta, y las necesidades de circulación interna.

Cabe aclarar que en la cancha de compostaje se desarrollan los procesos de fermentación y maduración, es decir que el material será retirado de la cancha una vez maduro para el traslado al sector de tamizado y acondicionamiento final.

A tal efecto, se realizaron los siguientes cálculos, para el primer año de operación:

- *Longitud diaria de la pila de compostaje:* Se dividió el volumen de material a compostar por día: 30 m³ (corresponde a 15 tn, con una densidad de 0,5 m³/tn), por la sección de la pila (2,25 m²) lo que da como resultado un largo de 13,33 m. Por esto y teniendo en cuenta el incremento de residuos a lo largo de la vida útil de proyecto, se adoptó un largo de 35 m.
- *Cantidad de días necesarios para el llenado de la pila o camellón:* como los camellones se diseñaron de 35 m de longitud, de esto se desprende que el llenado de los mismos se producirá aproximadamente en 2 días de operación.

Además, se debe considerar el tiempo de compostaje, es decir, el tiempo transcurrido desde la conformación del camellón hasta la obtención del compost estable. Este tiempo varía según las características de los residuos a compostar, condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, % de humedad, etc.), manejo físico químico, manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener.

Considerando que el volteo de los camellones será realizado con máquinas volteadoras, se estima que los días requeridos de permanencia de los residuos en la cancha de compostaje para lograr los parámetros de estabilidad, será de 180 días. Además, de acuerdo al volumen de diseño del camellón, estos se completarán en 2 días, como ya se indicó precedentemente, esto equivale a la conformación de 0,5 camellón/día.

Como la plantea el trabajo de la Planta de Compostaje de 3 días/semana (en función de la frecuencia de la obtención del material de poda), serían 48 días de trabajo al cabo de 6 meses (180 días) y siendo el rendimiento promedio del camellón de 0,5 camellón/día, se tiene que en ese plazo se habrán completado 36 camellones. Así el material depositado en el primero, ya habrá cumplido con el plazo para su retiro al Sector de Tamizado y acondicionamiento final.

Para cumplir con estas premisas, se realizó un diseño de la cancha, que en este plazo permita la conformación de 40 camellones (considerando el incremento de las cantidades de residuos a recibir a lo largo de la vida útil del proyecto), que como ya se mencionó tienen 35 metros de largo por 3 metros de ancho y están separados por pasillos de 4 metros.

Cada camellón a lo largo de la cancha se separará del otro, por una distancia de 1,50 m. Además se prevé una circulación perimetral de 4 metros.

En función de todos los datos se prevé que será necesaria un área de 13.000 m² para la cancha de compostaje.

La cancha de compostaje se construirá con pendiente hacia un canal perimetral de captación de lixiviados, con que conducirá estos líquidos hacia dos tanques de almacenamiento localizados en el sector suroeste de la cancha, de donde serán retirados para su reinyección en el Módulo de disposición final.

En la **Figura 22** se observa el diseño propuesto para la cancha.

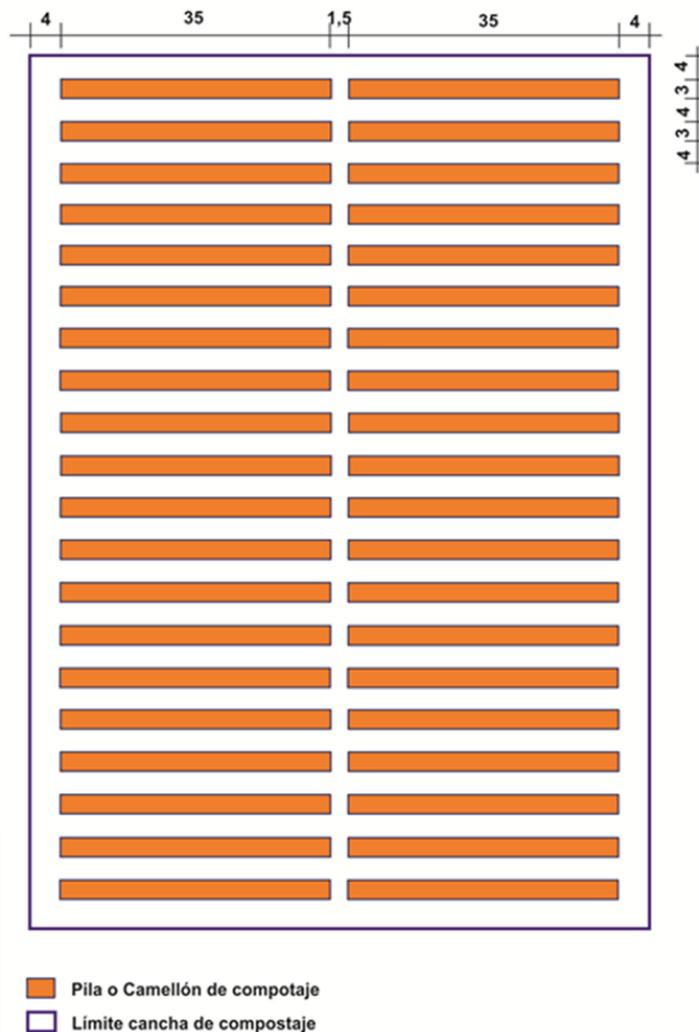


Figura 22: Diseño de Cancha de Compostaje

Al final del proceso de compostaje, el material orgánico se reduce aproximadamente en un 18%, obteniendo una cantidad de compost correspondiente al 82% del total del material dispuesto al tratamiento.

En la tabla que sigue se agrega el cálculo de balance de masas realizado, con su proyección de 20 años.

Tabla 11: Balance de masas Planta de Compostaje

Tabla 11: Balance de masas compostaje						
Dimensiones del camellón						
ancho =	3,00 M				densidad de los residuos	0,5 Tn/m3
altura =	1,50 M				días laborales/mes	12 días
sección =	2,25 m2					
Año	Mezcla a compostar (Tn/día)	Volumen (m3/día)	Largo camellón/día	Días llenado camellón	Orgánico perdido (H2O, CO2) (m3)	Orgánico Remanente (m3)
2018	14.94	37.34	16.60	2.11	6.72	30.62
2019	16.32	40.81	18.14	1.93	7.35	33.47
2020	17.75	44.37	19.72	1.78	7.99	36.38
2021	19.20	47.99	21.33	1.64	8.64	39.35
2022	20.68	51.70	22.98	1.52	9.31	42.39
2023	22.19	55.48	24.66	1.42	9.99	45.49
2024	23.74	59.34	26.37	1.33	10.68	48.66
2025	25.31	63.27	28.12	1.24	11.39	51.88
2026	26.91	67.28	29.90	1.17	12.11	55.17
2027	28.55	71.37	31.72	1.10	12.85	58.52
2028	30.21	75.52	33.57	1.04	13.59	61.93
2029	31.90	79.74	35.44	0.99	14.35	65.38
2030	33.61	84.02	37.34	0.94	15.12	68.90
2031	35.35	88.38	39.28	0.89	15.91	72.47
2032	37.10	92.76	41.23	0.85	16.70	76.06
2033	38.89	97.22	43.21	0.81	17.50	79.72
2034	40.72	101.79	45.24	0.77	18.32	83.47
2035	42.56	106.41	47.29	0.74	19.15	87.26
2036	44.46	111.16	49.40	0.71	20.01	91.15
2037	46.86	117.15	52.07	0.67	21.09	96.06
2038	48.33	120.83	53.70	0.65	21.75	99.08

2.8.6.7 Sectores de la Planta de Compostaje

La Planta de Compostaje a construirse se localizará en un sector del predio, donde actualmente existe un socavón, es decir que la misma se encontrará a un nivel más bajo que el resto de las construcciones que componen el Centro Ambiental. Esta Planta contará con los siguientes sectores:

- Camino de ingreso
- Sector de Recepción de residuos
- Sector de Separación.
- Sector de disposición de rechazo

- Chipeado y preparación de mezcla
- Cancha de compostaje.
- Tamizado y acondicionamiento final
- Laboratorio

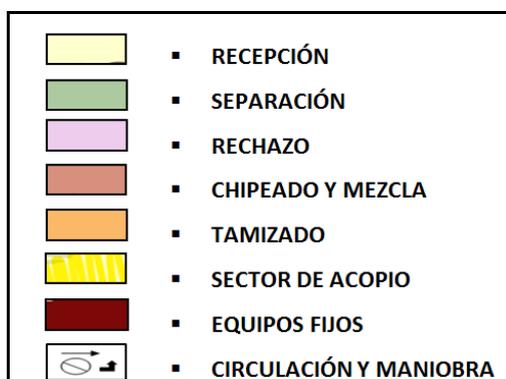
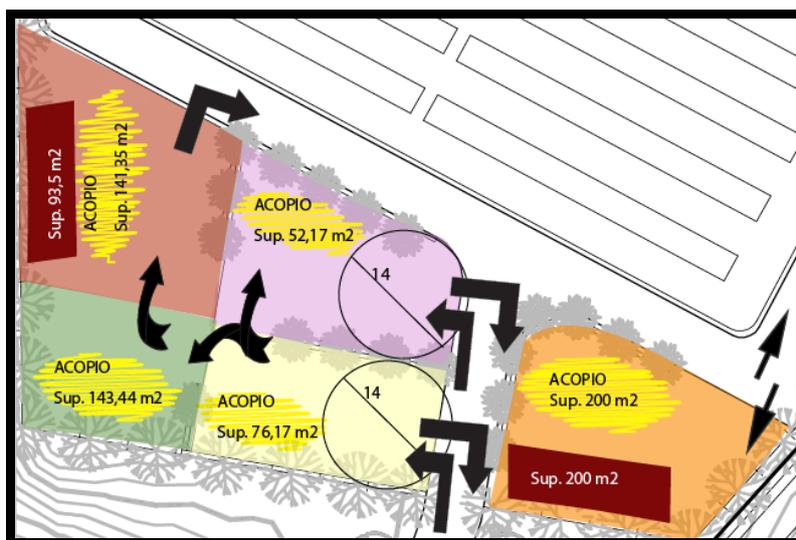


Figura 23: Sectores Planta de Compostaje

- **Camino de ingreso**

El camino de ingreso a la Planta de Compostaje, será enripiado y con las mismas características y métodos constructivos que el resto de los caminos internos de la Zona de Edificios Complementarios. Tendrá un ancho de calzada de 6 metros. (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**)

- **Recepción de residuos**

Este sector se ubicará en un lateral del ingreso a la Planta, y estará impermeabilizado por un contrapiso de hormigón armado, para facilitar la maniobra de los camiones y evitar posibles percolaciones. Esta impermeabilización también facilitará las tareas de separación de los residuos no aptos para compostar.

Esta zona se situará en el sector sur de la Planta, a sotavento de los vientos predominantes para evitar el traslado de material al sector de la cancha de compostaje. También estará limitado por una barrera de forestales de tercera magnitud, que actuarán como filtro de retención. Como puede observarse en la **Tabla 12**, el sector de recepción tendrá una superficie de 76,20 m² aproximadamente, y si tomamos una altura de 0.69 m obtenemos un volumen de 52,62 m³ que podrá ser acumulado máximo por día.

Tabla 12: Dimensionamiento del Sector de Recepción

Tabla 12 - Dimensionamiento del Sector de Recepción				
Largo	11,20 m			
Ancho	6,80 m			
Superficie	76,16 m ²			
Altura	0,69 m			
Volumen	52,65 m ³			
Año	Residuos ingresados (Tn/día)	Volumen (m³)	Volumen disponible (m³)	Días almacenamiento
2018	14.94	37.34	52.65	1.41
2019	16.32	40.81	52.65	1.29
2020	17.75	44.37	52.65	1.19
2021	19.20	47.99	52.65	1.10
2022	20.68	51.70	52.65	1.02
2023	22.19	55.48	52.65	0.95
2024	23.74	59.34	52.65	0.89
2025	25.31	55.95	52.65	0.94
2026	26.91	67.28	52.65	0.78
2027	28.55	71.37	52.65	0.74
2028	30.21	75.52	52.65	0.70
2029	31.90	79.74	52.65	0.66
2030	33.61	58.30	52.65	0.90
2031	35.35	88.38	52.65	0.60
2032	37.10	59.21	52.65	0.89
2033	38.89	97.22	52.65	0.54
2034	40.72	101.79	52.65	0.52
2035	42.56	106.41	52.65	0.49
2036	44.46	111.16	52.65	0.47
2037	46.86	117.15	52.65	0.45
2038	48.33	120.83	52.65	0.44

- **Sector de Separación**

En forma contigua a la playa de recepción se previó un Sector de Separación, a donde se trasladará el material limpio, es decir, la masa de residuos de poda una vez que se hayan retirado de los mismos el material de rechazo. Este sector cuenta con una superficie libre de 144 m², que permitirá pilas de acopio por el término de aproximadamente 7 días.

Tabla 13: Dimensionamiento del Sector de Separación

Tabla 13 – Dimensionamiento del Sector de Separación			
Largo	11,00	m	
Ancho	13,03	m	
Superficie	143,33	m ²	
Altura	0,00	m	
Volumen	0,26	m ³	
Año	Volumen separado* (m³/día)	Altura de acopio (m)	Días almacenamiento
2018	26.14	0.18	10.97
2019	28.57	0.20	10.03
2020	31.06	0.22	9.23
2021	33.60	0.23	8.53
2022	36.19	0.25	7.92
2023	38.84	0.27	7.38
2024	41.54	0.29	6.90
2025	39.16	0.27	7.32
2026	47.10	0.33	6.09
2027	49.96	0.35	5.74
2028	52.87	0.37	5.42
2029	55.82	0.39	5.14
2030	40.81	0.28	7.02
2031	61.87	0.43	4.63
2032	41.45	0.29	6.92
2033	68.05	0.47	4.21
2034	71.25	0.50	4.02
2035	74.49	0.52	3.85
2036	77.81	0.54	3.68
2037	82.01	0.57	3.50
2038	84.58	0.59	3.39

* 70% del volumen de ingreso

- **Sector de Rechazo**

Esta área se ubicará en forma contigua al sector de recepción, y a ella se trasladarán los materiales que hayan sido rechazados, los cuales permanecerán en el sitio, hasta que sean retirados y trasladados al Módulo de disposición final del Centro Ambiental. Este sector también estará impermeabilizado y contenido por una barrera forestal similar a la del sector de recepción.

Ambos sectores tendrán pendiente para desaguar en una canaleta de recepción, la cual se unirá a las canaletas perimetrales de la Chancha de Compostaje. Este sector se diseñó para un volumen de acopio de 104,34 m³ residuos.

Tabla 14: Dimensionamiento del Sector de Rechazo

Tabla 14 – Dimensionamiento del Sector de Rechazo			
Largo	7,76 m		
Ancho	10,96 m		
Superficie	52,17 m ²		
Altura	2,00 m		
Volumen	104,34 m ³		
Año	Volumen de rechazo* (m ³ /día)	Volumen disponible (m ³)	Días almacenamiento
2018	11.20	104.34	9.31
2019	12.24	104.34	8.52
2020	13.31	104.34	7.84
2021	14.40	104.34	7.25
2022	15.51	104.34	6.73
2023	16.64	104.34	6.27
2024	17.80	104.34	5.86
2025	16.78	104.34	6.22
2026	20.18	104.34	5.17
2027	21.41	104.34	4.87
2028	22.66	104.34	4.61
2029	23.92	104.34	4.36
2030	17.49	104.34	5.97
2031	26.51	104.34	3.94
2032	17.76	104.34	5.87
2033	29.16	104.34	3.58
2034	30.54	104.34	3.42
2035	31.92	104.34	3.27
2036	33.35	104.34	3.13
2037	35.15	104.34	2.97
2038	36.25	104.34	2.88

* 30% del volumen de ingreso

- **Chipeado y preparación de mezcla**

En este sector se realizara el chipeado de ramas y troncos y la recepción de material húmedo proveniente de la Planta de Separación. Con estas dos vertientes se preparará la mezcla que luego será trasladada a la Cancha de Compostaje. Se ubicará en el extremo suroeste de la Planta, y contará con una superficie de 141,35 m². Si se considera una altura de montículos de 2 metros, se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 282,70 m³, que permitiría alrededor de 15 días de acopio de material.

Tabla 15: Dimensionamiento Chipeado y preparación de mezcla

Tabla 15 – Dimensionamiento del Sector Chipeado y preparación de mezcla			
Largo	8,18 m		
Ancho	17,28 m		
Superficie	141,35 m ²		
Altura	2,00 m		
Volumen	282,70 m ³		
Año	50% volumen de separación (m³/día)	Volumen disponible (m³)	Días almacenamiento
2018	13.07	282.70	21.63
2019	14.28	282.70	19.79
2020	15.53	282.70	18.21
2021	16.80	282.70	16.83
2022	18.09	282.70	15.62
2023	19.42	282.70	14.56
2024	20.77	282.70	13.61
2025	19.58	282.70	14.44
2026	23.55	282.70	12.01
2027	24.98	282.70	11.32
2028	26.43	282.70	10.69
2029	27.91	282.70	10.13
2030	20.40	282.70	13.85
2031	30.93	282.70	9.14
2032	20.72	282.70	13.64
2033	34.03	282.70	8.31
2034	35.63	282.70	7.94
2035	37.24	282.70	7.59
2036	38.90	282.70	7.27
2037	41.00	282.70	6.89
2038	42.29	282.70	6.68

- **Cancha de compostaje**

Como se adoptó un sistema abierto para la realización del proceso de compostaje, se deberá acondicionar el terreno para el desarrollo de la Cancha de compostaje, lo cual implicará tareas de limpieza de terreno, excavación en algunos sectores y relleno y compactación en otros.

Sobre este terraplenado, se colocará una capa de suelo bentonítico, con las mismas características del suelo a utilizarse para impermeabilización del Módulo, para evitar la percolación a través del suelo y mejorar el trabajo sobre la plataforma.

Esta platea de suelo bentonítico contará con pendientes de 5%, hacia canales perimetrales colectores, destinados a recibir el excedente de riego de los camellones, los cuales desaguarán por pendiente hacia sectores más bajos del predio (sector noroeste de la Planta).

Estos canales a su vez, se deberán diseñar con la pendiente necesaria para desaguar en dos tanques de almacenamiento, de donde posteriormente serán extraídos con bomba trasladados con el camión tanque utilizado para la extracción de lixiviados del módulo, hasta la laguna de acopio temporario de LL, ubicada en el extremo noreste del Módulo.

La cancha estará orientada en sentido Norte-Sur, y rodeada de una barrera forestal, conformada por árboles de segunda magnitud a los efectos de reducir la evaporación de la humedad existente. Tras esta barrera forestal se construirá, un cerco perimetral olímpico con las mismas características que el utilizado para el cierre de toda la zona de Edificios Complementarios. Las especies a implantar en este sector deberán ser perennes para evitar que el sol y el viento puedan reducir la humedad de las pilas. La humedad podrá reponerse con agua acumulada de lluvia, o con el agua tratada de la Planta de Tratamiento de efluentes cloacales, si los parámetros así lo permiten. Caso contrario se utilizará el agua extraída del pozo de extracción de agua a construirse.

Este sistema abierto para compostar prevé una cobertura de material con un sistema de membrana plástica removible, teniendo en cuenta la posibilidad de que ocurran tormentas convectivas, dado que en la zona de implantación se estima que caen alrededor de 220 mm de agua proveniente de lluvia por año.

- **Tamizado y acondicionamiento final**

En este sector se acopiará el material retirado de la cancha de compostaje, una vez maduro. El mismo se ubicará en el sector suroeste de la Planta de Compostaje, separado de los sectores de ingreso y rechazo por el camino de ingreso y por una barrera forestal conformada por árboles de tercera magnitud, que actuará como protección del material acopiado.

En este sitio se ubicará una zaranda trommel, y una tolva. Dentro del área se ha previsto un sector para la circulación y para el acopio del material a acondicionar. Luego de tamizado, el material podrá ser embolsado y trasladado al Depósito de Almacenamiento ubicado en la Zona de Edificios Complementarios, o bien podrá ser retirado a granel por los Municipios que lo requieran.

El suelo no estará impermeabilizado, y el material se dispondrá sobre suelo compactado. La superficie de acopio disponible es de unos 23 m³ lo que permitiría un máximo, 9 días de retención.

Tabla 16: Dimensionamiento Sector de Tamizado

Tabla 16 – Dimensionamiento del Sector de Tamizado			
Largo	20,00 m		
Ancho	10,00 m		
Superficie	200,00 m ²		
Altura	2,00 m		
Volumen	400,00 m ³		
Año	Compost maduro (m3/día)	Volumen disponible (m3)	Días almacenamiento
2018	21.43	400.00	18.66
2019	23.43	400.00	17.08
2020	25.47	400.00	15.71
2021	27.55	400.00	14.52
2022	29.68	400.00	13.48
2023	31.85	400.00	12.56
2024	34.06	400.00	11.74
2025	32.11	400.00	12.46
2026	38.62	400.00	10.36
2027	40.96	400.00	9.76
2028	43.35	400.00	9.23
2029	45.77	400.00	8.74
2030	33.46	400.00	11.95
2031	50.73	400.00	7.88
2032	33.99	400.00	11.77
2033	55.80	400.00	7.17
2034	58.43	400.00	6.85
2035	61.08	400.00	6.55
2036	63.80	400.00	6.27
2037	67.25	400.00	5.95
2038	69.36	400.00	5.77

- **Laboratorio**

Será necesario contar con un laboratorio propio del Centro Ambiental, a los efectos de las determinaciones permanentes que requiere el proceso de compostaje. Este laboratorio se ubicará en el Edificio de SUM y Oficinas, el cual se encuentra en un sector cercano a la Planta de Compostaje.

2.8.6.8 Equipamiento necesario

El Sector de elaboración de compost deberá contar con los componentes que se listan a continuación.

Máquina Chipeadora

Esta máquina estará montada sobre un chasis de dos ruedas y mando desde toma de fuerza del tractor. Se utilizará para la trituración de ramas provenientes de la poda y restos de verdes municipales. Este material será utilizado en la elaboración de compost, para mejorar la relación carbono/nitrógeno de la fracción destinada al compostaje. Tendrá las siguientes características:

- Disco de diámetro 1200 mm, y espesor 50 mm.
- Capacidad desbrozadora: 180 mm.
- Potencia necesaria para accionamiento: 100/150 CV.
- Eje principal en acero SAE4140, montado sobre soportes bipartidos de pedestal y rodamientos autocentrantes de 55 mm de diámetro.
- El montaje del disco sobre el eje es de tipo cónico, con chaveta de alta seguridad, apto para absorber esfuerzos radiales y axiales.
- Disco con paletas de expulsión de chips abulonadas.
- Deberá poseer cuchillas de corte aptas para desbrozado y desfibrado, de 300 mm de longitud, con dispositivos de sujeción y compensador de desgaste por afilado. Construidas en acero aleado al cromo, manganeso, molibdeno y tungsteno, con lo que se logra una excepcional resistencia al impacto y al desgaste. Con tratamiento térmico de temple y triple revenido. Exceden las exigencias de la norma internacional S1.
- Carcaza reforzada en chapa de acero de espesor 6,3 mm.
- El ducto para expulsión de chips debe ser orientable.

- Bandeja encausadora con adaptación bridada a la embocadura de entrada de material para chipeco.
- Chasis eje y ruedas neumáticas 6,00 x 16, diseñado para conectar a la máquina a la toma de fuerza del tractor, reforzado, en perfiles de acero laminado, perfiles de chapa conformada y placas de acero.
- Lanza con enganche para acoplar a tractor, de altura registrable.
- Mando principal con poleas conductora y conducida de 4 canales en V, 4 correas de largo codificado sección C y protector integral.
- Dispositivo para tensado de correas en el eje primario.
- La barra de mando debe ser reforzada, extensible, con juntas cardánicas, para acoplamiento a la toma de fuerza del tractor.

Removedor de Compost

Esta máquina sirve para efectuar el volteo de la pila de compost, mejorando las condiciones aeróbicas para permitir una maduración más completa. Las características de la máquina son las siguientes:

- Ancho del rotor: 3.000 mm
- Diámetro del rotor: 1.200 mm
- Cuchillas removedoras: 70 unidades
- Ancho total: 5.600 mm
- Largo total: 4.450 mm (incluyendo la lanza colocada en posición de trabajo)
- Altura total: 1.750 mm
- La máquina removedora consistirá en un eje central en tubo reforzado de acero sin costura, al cual van fijadas las paletas removedoras de acero, con revestimiento de chapa antidesgaste en la cuchilla de remoción.
- La disposición helicoidal de las cuchillas, combinada con una cobertura de chapa tipo puente, con cortinas de acceso y salida, asegurará el control de la forma de la pila de compostaje, con el objeto de evitar su dispersión.
- El eje deberá contar con soportes de rodamiento bipartidos tipo SN contruidos en fundición nodular y con alemites de engrase, con rodamientos de rodillos oscilantes, dimensionados para un servicio mínimo de 10.000 horas de marcha.
- La transmisión deberá contar con un cardan acoplable a la toma de fuerza (230 RPM) de un tractor agrícola, con caja reductora y de reenvío angular. Para el

accionamiento será requerido un tractor con una potencia de 60 a 100 CV, con posibilidad de operar a velocidades de entre 1 y 2 km/h.

- Todo del conjunto será soportado por tres ruedas agrícolas, una de las cuales deberá ser pivotante para permitir el giro de la máquina.
- La carcasa de la máquina estará construida en chapa de acero laminada en caliente y perfilera normalizada, y poseerá una protección superficial mediante pintura epoxi.
- La máquina está dimensionada para trabajar con una pila cuyo ancho sea de 3 metros y con una altura máxima de 1 metro.

Tolva de alimentación para zaranda de Compost

Este dispositivo en conjunto con el Trommel, será utilizado para el cribado del compost maduro. Sus características serán las siguientes:

- Longitud: 5 m.
- Capacidad: 5 ton/hora.
- Altura de descarga: 3,5 m (para alimentación a zaranda trommel).
- Diámetro del tubo: 270 mm. Potencia: 4 CV.
- Deberá posibilitar el ajuste de velocidad mediante cambio de poleas en la transmisión primaria.
- Bastidor y conducto en tubo de acero con costura longitudinal espesor 3,2 mm, con patas y refuerzos en chapa plegada espesor 4,7 mm, caño rectangular y perfilera normalizada.
- Helicoide de espesor 3,2 mm, con borde externo reforzado. Montado sobre eje de caño de acero de 60 mm de diámetro.
- La tolva de carga deberá poseer una capacidad de 8 m³, para posibilitar su alimentación mediante palas cargadoras. Las dimensiones deberán ser: planta 2,2m x 2,2m. Altura de carga: 1,8 m.
- El Comando eléctrico deberá ser realizado mediante un contactor con relevos térmicos de protección.

Zaranda tipo Trommel para Compost

El equipo deberá contar con:

- Una tolva colectora en chapa laminada en caliente espesor 2 mm, con refuerzos de perfilería normalizada y chapa plegada espesor 4.7 mm. Con una capacidad de 3 m³ y dimensiones: 2,2 m (ancho) x 2,2 m (longitud) x 1,8 m (altura).
- Las dimensiones del Trommel deberán ser: diámetro 1200 mm, largo 3,5 m, con 3 secciones de pasaje de largo 1m, cono de entrada y cono de salida.
- Se deberá contar con 3 mallas de separación recambiables, en chapa perforada con pasaje de 4 mm.
- El tambor accionado mediante eje reforzado deberá ser construido en tubo de acero de Ø 89 mm espesor 3 mm, con puntas de eje en acero SAE 1045 y rayos en tubo Ø 48 mm.
- Las barras agitadoras deberán ser de sección triangular. Las cuchillas de rotura para desmenuzamiento del material, deberán estar colocadas en el primer tercio de la zaranda.
- Los rodamientos deberán ser del tipo blindado autocentrante, con manguito de ajuste excéntrico con prisioneros de fijación, montados sobre soportes de fundición nodular.
- El accionamiento del dispositivo se realizará por medio de un motor eléctrico trifásico normalizado 7,5CV, con protección mínima IP54. Apto para soportar arranques repetidos y servicio continuo.
- Reductor sinfín-corona marca Lentas o similar, deberá estar seleccionado con un factor de servicio mínimo de 1,5 y verificado por potencia térmica.
- El dispositivo deberá contar con 3 cepillos limpiadores cilíndricos, montados sobre brazos contrapesados, apoyados en el cuadrante superior del tambor, para limpieza continua de la malla.
- El acoplamiento entre el tambor y el reductor se hará mediante poleas y correas V.
- El bastidor deberá ser realizado en perfilería normalizada, y patas de apoyo reforzadas construidas en tubos de acero.

2.8.7 Edificios Complementarios

Se ha previsto la construcción de edificios complementarios, que servirán de apoyo a la operación del Centro Ambiental. Estas son: edificios de oficinas, Depósito para el acopio del material separado, galpón de mantenimiento y lavado de equipos, vestuarios para los operarios, sector de acopio de combustible, depósito transitorio de residuos peligrosos, sala de bombas y Subestación transformadora. Todos estos edificios se ubican dentro del Sector de Instalaciones Complementarias. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**. En la **Figura 24**, se agrega un croquis general de la distribución de estos edificios.

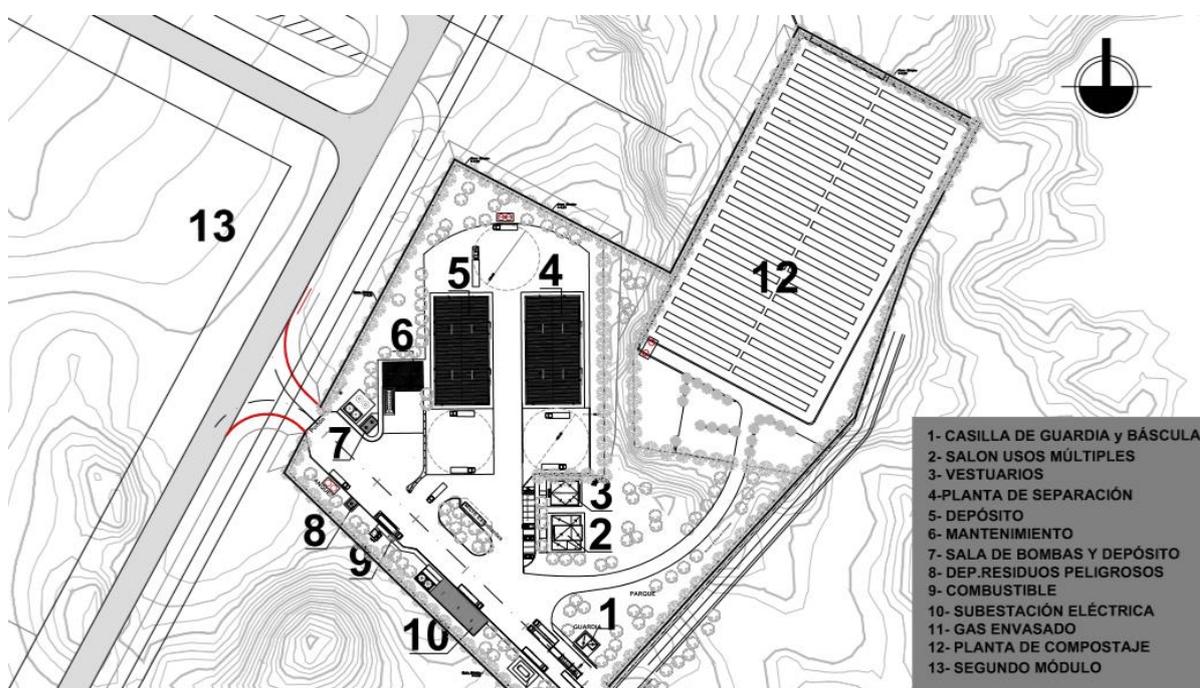


Figura 24: Planimetría General del Sector de Edificios Complementarios

2.8.7.1 Estructura

Para todas las construcciones, se deberá realizar el cálculo estructural correspondiente a carga vertical, y para resolver las solicitaciones horizontales (fuerza sísmica), se deberán respetar las indicaciones y metodología de cálculo previstos en el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, en su última versión.

Por el tipo de suelo del sitio, que surgió de los Estudios de Suelo realizados (Ver **Anexo 10: Geotecnia**), se entiende que se deberá fundar con plantea de Hormigón Armado de aproximadamente 0,30 m, sobre relleno de fosa de canto rodado (0,50 m) + terraplén estabilizado y compactado de 0,50 m. En **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**, se agrega un predimensionado de cada uno de los edificios a construir.

2.8.7.2 Muros

Los muros de elevación exteriores se deberán realizar con ladrillones (espesor 0,18 m), y los interiores de espesor 0,12 m. En la última hilada se deberá realizar un encadenado horizontal. Las esquinas deberán ser resueltas por medio columnas de H^ºA^º con las dimensiones y armadura que surjan del cálculo correspondiente. Se deberán respetar las indicaciones que surjan del cálculo sísmico, para el caso en que se utilice algún muro de mampostería como “muro sismorresistente”.

Se deberán reforzar los dinteles con vigas de hormigón armado con las dimensiones y armadura que surja de los cálculos de estructura. Y se deberán realizar todos los refuerzos necesarios de acuerdo a lo especificado en el reglamento IMPRES – CIRSOC.

2.8.7.3 Revoques

Los revoques deberán ser:

- **Exterior hidrófugo grueso y fino:** Se deberá ejecutar sobre los paramentos verticales un azotado hidrófugo de concreto 1:3 (cemento: arena) con UN (1) kg. de hidrófugo cada Diez (10) litros de agua de mezcla, de espesor mínimo de 2 cm, para seguir luego con un jaharro *tipo F* de espesor mínimo de 2 cm fratasado, para dar una superficie apropiada para realizar la terminación con un fino a la cal *tipo D* en un espesor de 0,5 cm.
- **Interior grueso y fino:** Para el interior se deberá ejecutar sobre los paramentos verticales, un jaharro *tipo F* sobre todo el perímetro y altura de la construcción. Posteriormente se dará una terminación con un fino a la cal *tipo D* en un espesor de 0,5 cm.
- **Grueso bajo revestimiento:** Bajo los revestimientos cerámicos se deberá efectuar un azotado hidrófugo de similares características al indicado para el revoque exterior. La terminación del jaharro deberá ser rayada y rústica para facilitar la adherencia del revestimiento.

2.8.7.4 Contrapiso y Aislaciones

Sobre el platea de 0,30 m de H^ºA^º, y en los locales que se deba colocar piso cerámico se deberá proceder a la ejecución de una carpeta impermeable de 0,02 m.

En los sectores que no llevan piso cerámico, la superficie se deberá terminar con un rodillado ejecutado directamente sobre la platea.

Las aislaciones se deberán trabajar del siguiente modo:

- a) **Capa aisladora cajón para muros:** Se deberán ejecutar dos capas aisladoras horizontales, una de estas sobre la platea de fundación y la otra sobre el muro

de mampostería, las cuales se deberán unir a través de dos capas aisladoras verticales, ambas sobre los muros de mampostería. Estas deberán ser realizadas de concreto con una dosificación 1:3 (cemento: arena), con UN (1) kg. de hidrófugo cada DIEZ (10) litros de agua de mezcla y con un espesor de 2 cm. Su terminación horizontal deberá realizarse mediante un alisado hecho con llana, previo espolvoreado de cemento en polvo, luego se deberá proceder al pintado de éstas, con pintura del tipo asfáltica, en todas sus caras incluso la que está sobre la platea de fundación, que se deberá ejecutar previo al inicio de las demás.

- b) **Capa aisladora horizontal s/contrapiso:** La capa aisladora horizontal sobre contrapiso deberá ser de cemento alisado (1:2) con 10% de hidrófugo con un espesor de 2 cm.

2.8.7.5 Pisos

- a) **Carpeta de nivelación:** Deberá estar constituida por una carpeta de cemento (1:3) en un espesor de 2 cm sobre el contrapiso ejecutado, alisada a la llana. Al mismo se le deberán dar las pendientes necesarias para la correcta evacuación de las aguas. Sobre la carpeta bien nivelada y humectada se deberá proceder a la colocación de piso cerámico color gris de 0,30 x 0,30 de primera marca, aprobada por la inspección de obra, con mezcla adhesiva para cerámicos mediante llana metálica dentada, siguiendo las instrucciones del fabricante del pegamento.
- b) **Zócalo cerámico:** Estos deberán ser de la misma marca, color, dimensiones y características que el piso a colocar. La terminación deberá ser recta y uniforme guardando las alineaciones de las juntas.

2.8.7.6 Revestimientos

Los revestimientos en los locales húmedos, serán de *Cerámica esmaltada*. En las instalaciones de los sanitarios y vestuarios deberá colocarse revestimiento cerámico blanco esmaltado de 0,30 m x 0,30 m de primera marca, aprobado por la inspección de obra, previo a la ejecución del jaharro que recibirá a los mismos, se deberá realizar un azotado cementicio hidrófugo. El paramento deberá prepararse con el siguiente jaharro: 1 parte de cemento, 3 de arena mediana y en locales sanitarios agregado hidrófugo de marca reconocida. Todas las piezas de estos revestimientos deberán ser asentadas con mezcla adhesiva para cerámicos. Se deberán colocar con juntas cerradas, tanto horizontal como verticalmente rectas, debiendo ser empastinadas con cemento blanco.

2.8.7.7 Carpinterías y Vidrios

La carpintería de puertas y ventanas será de aluminio anodizado, según las dimensiones establecidas en las Planillas de Aberturas indicadas en cada plano de proyecto. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

Los vidrios y cristales deberán ser de 4 mm de espesor, en general, salvo cuando se necesite una mayor protección, para lo cual se podrá optar por un vidrio de mayor espesor o colocación de vidrio doble. Los vidrios deberán estar bien cortados, tener aristas vivas y ser de espesor regular.

Las puertas interiores serán puertas placa, enchapadas en pino de 2" de espesor, con marco de chapa de acero Nº 18, doble contacto para, de 0,80 m y 0,90 m de ancho y 2,10 m de altura.

Todas las puertas deberán estar enchapadas en ambas caras con igual clase de chapa e igual espesor, siendo los tapacantos, de la misma madera de la lámina del revestimiento de la puerta.

Se deberán incluir los herrajes en el precio cotizado y deberán ser de metal. Todos los herrajes se deberán ajustar a la carpintería mediante tornillos de bronce.

2.8.7.8 Cubierta y Cielorraso de edificios

- a) **Cubierta:** La cubierta se deberá construir en losa de hormigón alivianada (cerámica). Deberá estar conformada por viguetas pretensadas y ladrillos cerámicos y contará con carpeta de compresión, armadura de repartición, refuerzo perimetral, mortero con pendiente + aislación térmica, y membrana hidrófuga de 4 mm de Aluminio gofrado de 40 µm.
- b) **Cielorraso aplicado a la cal:** Los cielorrasos deberán ser aplicado a la cal. Previamente deber ser realizada una azotada con mortero que tenga 1 parte de cemento y 3 partes de arena mediana. Se deberá ejecutar el enlucido con un mortero constituido por: ¼ parte de cemento, 1 parte de cal aérea y 2 partes de arena fina. Se deberá terminar el fratasado al fieltro.

2.8.7.9 Instalación Sanitaria

El agua destinada a las tareas de limpieza y riego, provendrá del pozo de extracción de agua subterránea a construirse en el sector de Edificios Complementarios, y cuya localización se indica en planos de proyecto. El agua extraída, se dispondrá en primera instancia en dos tanques cisterna de 1000 litros cada uno, de donde se dirigirán a los tanques elevados, de igual capacidad, a partir de los cuales se realizará la distribución de agua a utilizarse en sanitarios y cocinas de los distintos edificios que componen el

Centro Ambiental. A continuación se indican las características generales de estas instalaciones:

- a) **Distribución de agua fría:** La cañería de distribución de agua fría deberá ser de polipropileno con accesorios del mismo material y marca, aprobada por la inspección. El material de las cañerías deberá ser de marca reconocida. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**. Se deberán realizar dos bajadas de diámetro 0,019 m, desde el tanque que deberán incluir una válvula de limpieza. Una de las bajadas será para el agua fría a instalar en: lavatorios del baño, pileta de la cocina, depósito de reserva de agua para el inodoro y ducha. La otra bajada deberá ser para el agua caliente y llegará hasta el calefón. La instalación deberá ser embutida en pared.
- b) **Distribución de agua caliente:** La cañería de distribución de agua caliente deberá ser de polipropileno debiendo ser la misma de marca reconocida y aprobada por la inspección. Desde el calefón se deberá alimentar a la pileta de la cocina, al lavatorio del baño y a la ducha. Se deberá proveer e instalar un calefón de capacidad de 12 l/min., tiraje natural, de marca reconocida y aprobada por la inspección.
- c) **Desagües cloacales:** El sistema cloacal se deberá ejecutar con caños de PVC, aprobados por la inspección, con conexiones para cada uno de los artefactos a colocar. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**. El sistema cloacal consistirá en una cámara séptica que se conectará con una Planta de Tratamiento de efluentes. La instalación deberá estar provista de piletas de patio de PVC, cámara de inspección y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.
- d) **Cámara Séptica:** Se colocarán cámaras sépticas, en las cantidades y localizaciones establecidas en el proyecto. Estas deberán ser de la capacidad establecida en cada caso, en fibrocemento de marca reconocida. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**. La llegada y salida del líquido se realizará por la parte superior de la cámara, colocando delante de los caños, pantallas de hormigón, para encauzar el flujo de los líquidos, optimizando de esta forma el proceso de depuración.
- e) **Planta de Tratamiento de Efluentes:** se deberá realizar la provisión de una planta para el tratamiento de los efluentes cloacales que provengan de los edificios, que deberá tener las características correspondientes para que el líquido resultante del tratamiento pueda ser utilizado para el riego de los forestales del predio. La planta propuesta deberá ser aprobada por las autoridades que correspondan.
- f) Todo el sistema cloacal deberá contar con las ventilaciones que aseguren el correcto funcionamiento y equilibrio de éste, posibilitando la eliminación de los

gases. Todo el sistema, tanto de agua como de cloacas, deberá estar en un todo de acuerdo con los recorridos, pendientes y diámetros que indiquen los reglamentos vigentes.

- g) **Alcantarillado en Planta de Separación:** Se deberá diseñar el sistema de colección de los líquidos provenientes del lavado de la Planta de Separación y del Depósito de almacenamiento de materiales separados, el cual conducirá hasta una cisterna de almacenamiento transitorio.
- h) **Cisterna de almacenamiento de efluentes de lavado:** se deberán disponer tanques de almacenamiento transitorio del efluente proveniente del lavado de la planta de separación y depósito adyacente, a modo de cisterna. Esta cisterna será vaciada mediante una bomba portátil en forma periódica, y estos líquidos serán transportados a la laguna de almacenamiento de líquidos lixiviados ubicada en el extremo norte del Módulo 1.
- i) **Cisterna de almacenamiento de efluentes del sector de mantenimiento:** se deberán disponer tanques de almacenamiento transitorio del efluente proveniente del lavado del galpón de mantenimiento y sector de lavado de maquinarias, a modo de cisterna. Como estos líquidos vendrán mezclados con hidrocarburos, se los considera residuos peligrosos, por lo cual, esta cisterna, será vaciada en forma periódica, y los líquidos serán retirados por un transportista autorizado para su posterior tratamiento externo.
- j) **Tanque de reserva:** la reserva de agua se deberá realizar mediante dos tanques de material aprobado, con tapa asegurada y cada uno con una capacidad de 1000 litros de RPFV, colocados a nivel de piso. Deberán contar con flotante, caños para rebalse y ventilación.
- k) **Tanques de distribución:** la distribución de agua se deberá realizar mediante dos tanques de material aprobado, con tapa asegurada y cada uno con una capacidad de 1000 litros de RPFV. Deberán contar con flotante, caños para rebalse y ventilación. Los tanques deberán estar montados sobre pilares de mampostería o perfiles de acero, con amarre para evitar voladuras. Se ubicarán a 5 metros de altura sobre el nivel del terreno natural.

- **Artefactos**

La contratista deberá proveer e instalar los siguientes artefactos sanitarios:

- **Inodoro:** Se deberán instalar inodoros pedestal, de losa color blanco, de marca reconocida y aprobada por Autoridad de Aplicación, para fijar al suelo con tarugos y tornillos para inodoro. Deberá proveerse además una mochila de losa para colgar y un asiento para inodoro en madera laqueada, ambos color blanco. La cantidad de inodoros surgirá de los planos de proyecto.

- **Lavatorio:** Se deberán instalar lavatorios de colgar, de marca reconocida y aprobada por Autoridad de Aplicación, de losa color blanco y con grampas para su fijación a la pared. Se deberá proveer los correspondientes juegos de grifería.
- **Mingitorios:** Se deberán colocar mingitorios de pared, de losa color blanco, con su respectivo depósito para mingitorio, de 12 litros, de marca reconocida y aprobada por la Autoridad de Aplicación.
- **Griferías:** La grifería a proveer e instalar en lavabos y duchas, deberá ser del tipo sin transferencia, para agua fría y caliente con flexibles cromados. Deberá proveerse e instalarse además, los correspondientes cuadros de ducha, cromados con flor y transferencia, para agua fría y caliente. Todos estos dispositivos deberán ser de marca reconocida y aprobada por Autoridad de Aplicación.
- **Accesorios:** Los accesorios a proveer y colocar deberán ser para embutir y de losa color blanco, o acero inoxidable. El conjunto de accesorios deberá constar de: jaboneras, perchas simples y portarrollos, en las cantidades que correspondan según proyecto ejecutivo.

2.8.7.10 Morteros y Hormigones

A los efectos de facilitar la cotización de los ítems correspondientes para la oferta, se presenta un detalle de la dosificación, teniendo en cuenta que las proporciones son en volumen y las cantidades corresponden a 1 m³ de mezcla.

Tabla 17: Dosificación de mezclas

Tabla 17 – Dosificación de mezclas					
TIPO	MATERIAL	PROPORCIONES		CANTIDAD	
A	Cemento Portland	Media parte	½	176	kg
	Cal hidráulica	Una parte	1	153	Kg
	Arena gruesa	Cuatro partes	4	1,006	m ³
	Cemento Portland	Una parte	1	510	kg
B	Arena mediana	Tres partes	3	1,092	m ³
	Cemento Portland	Cuarta parte	¼	108	kg
C	Cal aérea	Una parte	1	145	Kg
	Arena mediana	Cuatro partes	4	1,01	m ³
	Cemento Portland	Una octava parte	1/8	55	Kg
D	Cal aérea	Una parte	1	145	Kg
	Arena fina	Tres partes	3	0,98	m ³
	Cemento Portland	Una parte	1	450	Kg
E	Cal hidráulica en polvo	Una parte	1	175	Kg
	Arena fina	Cinco partes	5	1,633	m ³

Tabla 17 – Dosificación de mezclas

TIPO	MATERIAL	PROPORCIONES	CANTIDAD
	Cemento Portland	Cuarta parte ¼	102 Kg
F	Cal aérea	Una parte 1	132 Kg
	Arena mediana	Tres partes 3	0,879 m ³
G	Cemento Portland	Una parte 1	718 Kg
	Arena fina	Dos partes 2	1,026 m ³
H	Cemento Portland	Una parte 1	652 kg
	Cal aérea	Una parte 1	0,25 m ³
	Arena fina	Tres partes 3	0,98 m ³
I	Cemento Portland	Una cuarta parte ¼	112 kg
	Cal hidráulica en polvo	Una parte 1	142 kg
	Arena gruesa	Cuatro partes 4	0,985 m ³
J	Cemento Portland	Octava parte 1/8	48 kg
	Cal hidráulica en polvo	Una parte 1	138 kg
	Arena gruesa	Tres partes 3	1,025 m ³
K	Cal aérea	Una parte 1	106 kg
	Arena gruesa	Cuatro partes 4	0,945 m ³
	Cemento Portland	Una parte 1	292 Kg
L	Cal aérea	Una parte 1	94 Kg
	Arena mediana	Cuatro partes 4	0,833 m ³
	Cemento Portland	Una cuarta parte ¼	55 kg
	Cal hidráulica en polvo	Una parte 1	82 kg
AA	Arena gruesa	Tres partes 3	0,495 m ³
	Cascotes de ladrillos	Cinco partes 5	0,658 m ³
	Cemento Portland	Octava parte 1/8	18 kg
	Cal hidráulica en polvo	Una parte 1	63 kg
BB	Arena gruesa	Cuatro partes 4	0,412 m ³
	Cascotes de ladrillos	Ocho partes 8	0,824 m ³
	Cemento Portland	Una parte 1	200 kg
CC	Agregado liviano (arcilla expandida)	Ocho partes 8	1,05 m ³
	Cascotes de ladrillos	Una parte 1	200 kg
	Cemento Portland	Cuatro partes 4	0,60 m ³
DD	Agregado grueso (grava, grava partida o roca partida)	Seis partes 6	0,9 m ³

A continuación se presenta un detalle de sus Usos:

Tipo A: Mamposterías reforzadas, pilares, tabiques a panderete, ladrillo hueco reforzado.

Tipo B: Recalces, submuraciones, amure de grapas, capas aisladoras, azotados, pisos, concreto, colocación de mármoles.

Tipo C: Colocación zócalos.

Tipo D: Revoques enlucidos interior y exterior a la cal.

Tipo E: Jaharro bajo revoque material de frente.

Tipo F: Revoques jaharros, jaharros bajo revestimiento.

Tipo G: Revestimiento aislado impermeable, toma de juntas de mampostería

Tipo H: Azotado bajo losas

Tipo I: Cimientos comunes, ladrillos huecos, tabiques 0,15 de espesor y submuraciones.

Tipo J: Mampostería elevación común 0,30; 0,45; 0,60; etc.

Tipo K: Colocación mosaicos y losetas y cerámicos

Tipo L: Colocación azulejos.

Tipo AA: En contrapisos sobre tierra, relleno de pozos y exceso de excavación, etc.

Tipo BB: En contrapisos sobre losas.

Tipo CC: En contrapisos livianos.

Tipo DD: En troncos de columnas futuras, recubriendo armaduras en espera, contrapisos sobre tierra y contrapisos de limpieza.

2.9 Instalaciones Auxiliares

2.9.1 Instalaciones Eléctricas

El suministro de energía eléctrica de la obra se deberá realizar desde la línea de media tensión, para proveer la energía a las oficinas, zona de pesaje, control y vigilancia, iluminación y a la totalidad de equipos y/o elementos que se proyectan instalar.

El montaje de los artefactos de iluminación en la zona de control y balanza deberá ser realizado sobre columnas.

Asimismo, el Contratista deberá suministrar un grupo electrógeno de las siguientes características, potencia de 50 KVA y 165 Amper de corriente alterna trifásica de 220/380 Volts con neutro accesible para la obtención de corriente alterna monofásica. Se ha previsto que la capacidad de este equipo sea tal, que permita que en un lapso no mayor a 5 minutos desde producido el corte de energía, ésta pueda restablecerse y alimentar las instalaciones.

2.9.2 Suministro de agua

Se deberá realizar una perforación, provista de un equipo extractor formado por una electrobomba sumergible monofásica de 2 HP, para un caudal de 6.500 a 10.500 litros por hora, en pozo encamisado de PVC de 4" de diámetro, con filtro de ranura continua en acero inoxidable, terminados con extremos roscados de PVC, sellos Pakard, engravado y cementado.

La perforación deberá realizarse a una profundidad mínima de 150 metros (segundo nivel de aguas subterráneas) con presión disponible en boca de pozo de 11 metros de columna de agua. Esta deberá incluir los caños de elevación, chupadores y varillas de hierro galvanizado, cilindros de bronce, instalación eléctrica y bases de mampostería.

Se deberán proveer de dos tanques elevados de 1.000 litros para el almacenamiento del agua a ser utilizada para las distintas áreas del establecimiento e higiene de los operarios, y dos cisternas de reserva de la misma capacidad, destinadas al uso de agua contra incendios y también para la limpieza de las instalaciones.

La provisión de agua potable para bebida del personal deberá ser realizada mediante un servicio de bidones con expendedores, en un todo de acuerdo con las normativas provinciales y municipales vigentes.

2.9.3 Señalización

El Contratista deberá proveer un cartel de Obra de las siguientes características 4m x 8m, capaz de resistir un viento de 150 Km/h e iluminado, con la inscripción que oportunamente indique la Autoridad de Aplicación.

Se deberá realizar la colocación de postes, barreras y señales para el control del tránsito dentro del predio de Centro Ambiental, como así también en los caminos de acceso a éste, en un todo de acuerdo con las especificaciones que establezca la Autoridad de Aplicación pertinente. Estos elementos deberán ser de características tales que resulten efectivos, tanto en horarios diurnos como nocturnos.

Las señales deberán ser diseñadas de acuerdo a su carácter respetando el siguiente ordenamiento:

2.9.3.1 Señales Preventivas

Serán las señales relacionadas con la fiscalización del tránsito y la prevención de accidentes, de modo tal de mantener un esquema ordenado de tránsito desde y hacia las distintas áreas que componen el Centro Ambiental, y que corresponden a:

- Sentido de circulación: 5 (en camino principal y secundarios)
- Velocidad máxima: 3 (en camino principal)
- Maniobras en balanza: 3 (sentido de avance (2), detención del motor, especificaciones para el pesaje (1))
- Ubicación de la Planta de Separación e ingreso a playa de maniobras: 2
- Ubicación del módulo de disposición final y entrada a la rampa: 3

La ubicación definitiva será definida por la Autoridad de Aplicación.

2.9.3.2 Señales Informativas

Serán las señales relacionadas con la temática ambiental, así como cuestiones relacionadas al cuidado del medio ambiente en general, carteles de entrada y carteles de obra (1 cartel de obra a ubicarse en la entrada del predio). Los caminos interiores deberán contar con sistema de señalización, en el cual se deberá indicar el sentido de circulación, área de descarga, velocidad máxima, etc.

2.9.4 Vigilancia

El servicio de vigilancia deberá controlar el ingreso y egreso al predio de personal y equipos, llevándose un registro de éstos. La circulación se deberá realizar tal como se indica en la Metodología Operativa, tanto para los vehículos afectados al servicio de recolección municipal como a los afectados a la recolección de origen particular.

El servicio de vigilancia y seguridad deberá disponer de personal idóneo para cumplir sus funciones. Además de las actividades de control de ingreso y egreso deberá prestar especial atención al cumplimiento de las siguientes tareas:

- Trabajar en conjunto con la Municipalidad a fin de evitar el ingreso al predio de personas dedicadas a las actividades de recuperación informal.
- Impedir el acceso de animales al predio.
- Preservar el orden dentro del predio, evitando cualquier accidente que se produzca entre las personas que concurran a éste.

2.10 Red Eléctrica e Iluminación

Los componentes de la red son:

- Luminarias y Lámparas
- Instalación en oficinas
- Columnas
- Tableros de iluminación
- Conductores
- Conjuntos de puesta a tierra
- Montaje de la red

2.10.1 Luminarias y Lámparas

Se deberán utilizar luminarias de 400 W de vapor de Hg. Los artefactos, lámparas y equipos auxiliares a ser suministrados deberán responder a lo indicado en las normas IRAM AADL J 20 - 20 y J 20 – 21.

Las lámparas deberán incluir los capacitores adecuados para asegurar que el factor de potencia sea $> 0,85$. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

En la Planta de Separación y el Galpón de Mantenimiento, se deberá respetar lo establecido en el **Anexo 17: Cálculo Iluminación en lugares de trabajo**.

2.10.2 Instalación en oficinas

La instalación eléctrica en las oficinas, se deberá realizar embutida con caños de acero. Todo el cableado se deberá realizar de acuerdo con las reglas del arte. No podrán efectuarse empalmes en su recorrido.

Se deberán utilizar cables unipolares del tipo VN - 2000. La sección mínima de los cables deberá ser: 1,5 mm² para circuitos de iluminación, y 2,5 mm² para los circuitos de tomacorrientes. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

2.10.3 Columnas

Se deberán proveer e instalar columnas para iluminación externa, con las siguientes características: altura de 10 m y un brazo de 2 m, en las cantidades establecidas en los planos de proyecto. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Las luminarias se deberán montar sobre el extremo del brazo, que forma parte integral del sostén. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Los brazos deberán ser dimensionados de tal manera que un peso de 1,5 veces el peso del artefacto no le produzca un desplazamiento vertical mayor del 1,5% de la longitud desarrollada de la parte fuera del empotramiento, mientras que deberá mantener su forma con el peso normal de la luminaria para el cual fueron proyectados. No se producirá deformación permanente del brazo y de la columna con una carga inferior a 5 veces el peso del artefacto aplicado en el lugar de montaje de la luminaria.

La ejecución de las columnas se deberá realizar con tubos de acero según normas IRAM 2591 y 2620 (acero SAE 1020) permitiéndose las soldaduras por tramos de longitudes, espesores y diámetro según los esquemas de las normas, y material de las siguientes características:

- Acero SAE 1020
- Tensión mínima de rotura 45 Kg./mm²
- Límite de fluencia mínimo 29 Kg./mm²
- Alargamiento mínimo 24 %

El escalonado entre los distintos diámetros se deberá realizar con una curva de transición, lograda mediante un procedimiento adecuado, de tal manera que la resistencia del conjunto sea la exigida.

Las columnas deberán llevar abertura: una en el tramo a empotrar, a 0,25 m bajo el nivel de suelo terminado, referido al centro de la abertura, de dimensión y forma apta para permitir con facilidad el pasaje de los cables de entrada y salida a la columna (dimensión mínima 70 x 120 mm) y otra de forma rectangular con las medidas y

ubicación relativa indicadas en las Normas IRAM 2619, para la colocación y acceso al tablero de conexión.

Esta abertura deberá llevar una tapa estanca, de dimensiones adecuadas, que se deberá fijar mediante un tornillo del tipo pasador forzado de acero inoxidable. Ambas aberturas deberán estar perfectamente terminadas con bordes netos, en perfecta escuadra si son rectangulares, libres de rebabas.

En el caso de aberturas rectangulares, la unión de los lados del rectángulo deberá ejecutarse con curvas de transición del diámetro adecuado.

En el interior de la columna y a la altura del orificio de acceso al tablero de conexión deberá colocarse un soporte ejecutado en planchuela de hierro (soldado o atornillado a la columna), sobre el que se apoyará la abrazadera para retener los cables y la placa del tablero interior.

La fundación se hará mediante bases de hormigón simple (H 21) y la longitud mínima del empotramiento de la columna deberá ser 1/10 de la altura libre y nunca menor de 0,80 m. Las columnas deberán estar perfectamente alineadas y niveladas verticalmente. El espacio entre la base y la columna se rellenará con arena fina y seca. Los últimos 5 cm se dejarán vacíos y el espacio anular será posteriormente llenado con hormigón.

La protección de la columna contra la intemperie se deberá asegurar mediante tratamientos de arenado: y pintura antióxido y de terminación, con la finalidad de conseguir una superficie limpia y uniforme y resistente a la intemperie.

El tablero de columna deberá incluir una bornera de conexiones e interceptores fusibles dispuestos sobre una base de pertinax o resina epoxi. Deberá estar alojado en el interior de la columna. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

La bornera de conexiones permitirá realizar los puentes necesarios para poder realizar derivaciones desde ella con cable hasta de 25 mm².

2.10.4 Tableros de Iluminación

2.10.4.1 Tablero General

En el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**, se presenta el diseño del Tablero General. En todo lo que no fuera establecido expresamente en la presente especificación los tableros deberán realizarse en un todo de acuerdo con las normas:

- IRAM 2200 Tableros para distribución de energía eléctrica. Prescripciones generales.
- IRAM 2195 Tableros para distribución de energía eléctrica. Ensayos dieléctricos.

- IRAM 2181 Tableros de maniobra y comando de baja tensión.
- IRAM 2169 Interruptores automáticos.
- IRAM 2444 Grados de protección mecánica proporcionada por las envolturas de equipos Eléctricos.
- IRAM 2186 Tableros - Calentamiento.
- IRAM 2240 Contactores.
- IEC N° 60947-2 Interruptores de Baja Tensión 63 A.
- IEC N° 60947-4-1 Contactores.
- IEC N° 60269-1 Fusibles de Baja Tensión.

Las características técnicas del Tablero serán las siguientes:

Tabla 18: Características del Tablero General

Tabla 18 – Características del Tablero General	
Características	Valores
Tensión nominal de servicio	380/220Vca
Fases	3
Hilos	4
Neutro	Rígido a tierra
Frecuencia	50HZ

Todos los componentes eléctricos del tablero, tales como barras, interruptores y borneras, deberán ser montados en una estructura independiente de la caja del tablero. Esta estructura deberá quedar fijada dentro de la caja por medio de bulones.

Deberá disponerse además, de una contratapa calada que cubrirá todos los interruptores dejando al acceso de la mano únicamente las palancas de comando de los interruptores.

Las palancas de comando de los interruptores, deberán ser accesibles para su manejo y mantenimiento, sin posibilidad de contactos accidentales que puedan poner en peligro a los operadores, producir deterioro de elementos o salida de servicio de equipos.

Los conductores deberán ser individualizados en sus extremos por medio de numeradores. Las marcas serán inalterables y no permitirán desprendimientos involuntarios.

Todo el cableado deberá ser realizado de acuerdo con las reglas del arte. No podrán efectuarse empalmes en su recorrido y deberán utilizarse cables unipolares del tipo

VN- 2000. La sección mínima de los cables deberá ser: 2,5 mm² para circuitos de comando, y 4 mm² para los de fuerza.

Se deberán utilizar para las conexiones sometidas a flexiones (puertas, paneles rebatibles, etc.), cable tipo extra flexible. Todos los extremos de los cables deberán llevar terminales; los circuitos deberán estar agrupados en borneras y separados por función y por tensión, mediante separadores adecuados. Para protección de los cables en el interior del tablero deberán emplearse canales plásticos con tapa.

Las derivaciones que acometen a los dispositivos y aparatos deberán ser realizadas con cable aislado para evitar contactos accidentales del personal de operación o mantenimiento. En el tablero deberá colocarse una barra de Cu eléctricamente conectada a la estructura.

Las puertas metálicas deberán ser puestas a tierra mediante cable verde-amarillo extra flexible de Cu. Cada panel o cubículo deberá unirse en un punto a la barra de tierra. Todos los circuitos auxiliares de los tableros y/o aparatos deberán terminar en borneras convenientemente dispuestas en el panel. El acceso a éstas deberá ser posible y seguro aun estando el equipo en servicio.

Los bornes deberán ser del tipo componible, montados individualmente sobre guías de fijación. El ajuste del conductor al borne deberá efectuarse de tal modo que el tornillo no actúe directamente sobre el conductor sino a través de una mordaza de Cu que permita aprisionar el conductor con la presión de contacto adecuada, sin dañarlo.

Los interruptores termo magnéticos deberán ser de ejecución fija, sin posibilidad de acceso a sus bornes desde el frente del panel interior, con accionamiento manual desde el mismo frente y bobinas de cierre y apertura. En el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**, se presentan los valores nominales de corriente indicados en los esquemas unifilares correspondientes.

2.10.4.2 Tableros Seccionales

Estos tableros responderán al **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**. El tablero seccional deberá comandar los circuitos de cada oficina y deberá contar con interruptor diferencial, interruptores termomagnéticos independientes para los circuitos de iluminación y tomacorrientes.

- **Conductores Eléctricos**

Para los circuitos de alimentación de energía a los tableros seccionales de iluminación y los tableros de las columnas desde el tablero general, deberán utilizarse conductores subterráneos de doble aislamiento de PVC, cuya sección no será inferior a la indicada en los planos. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Una vez terminada la instalación se deberán realizar mediciones con voltímetro, en la totalidad de los circuitos, a fin de verificar la caída de tensión, que no deberá superar el 3% (tres por ciento) entre fase y neutro en la última columna, con respecto de la tensión recibida de la empresa de electricidad en el tablero.

- **Cruces de calle**

Todos los cruces de calle deberán ejecutarse en cañeros con caños de PVC embebidos en hormigón. Deberá emplearse tubos de policloruro de vinilo rígido, tipo reforzado, de 3" de diámetro, de una longitud de seis metros con terminación en un extremo con enchufe hembra y de dimensiones radiales, según lo establecido por la normas IRAM en vigencia. Ver **Anexo 1: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

2.10.5 Construcción de bases de luminarias

2.10.5.1 Bases de fundación

Las bases de fundación deberán ser del tipo prefabricado "in situ", utilizando moldes desmontables, perfectamente contruidos y mantenidos para lograr superficies lisas y líneas de unión mínimas.

Deberá disponerse las escotaduras y caños de PVC para la entrada de los cables subterráneos. También deberán construirse sobre bases, cuando resulte necesario.

2.10.5.2 Fraguado de bases

Se procederá a la instalación de las columnas luego de transcurridos 7 (siete) días como mínimo desde el hormigonado de las bases.

2.10.5.3 Materiales

Los materiales, así como el hormigón simple (Resistencia característica de 300 Kg/cm²), elaborado cumplirán con las Normas en vigencia.

2.10.6 Montaje de la red

2.10.6.1 Fijación de columnas

Pasados los siete días necesarios para el fraguado de las bases, se deberán colocar las columnas con todo cuidado, atendiendo a la alineación y aplomado respectivo, tarea que se realizará sin los artefactos. Posteriormente el espacio entre la base y la columna, deberá ser rellenado con arena fina y seca, de igual calidad y características a la empleada para la construcción de bases.

2.10.6.2 Colocación y conexión de artefactos

Finalizados los retoques de pintura a la columna, deberá procederse a la instalación y conexión de los artefactos, cuya alimentación será realizada por el interior de las columnas.

2.10.6.3 Zanja y excavación para bases

El eje de la zanja y las excavaciones para la base de las columnas deberá ser trazado y/o ubicado en cada caso, de común acuerdo con la Inspección. La profundidad de la zanja para el lecho de conductores será de 0,70 m.

Las zanjas deberán efectuarse a cielo abierto, deberán reponerse todos los elementos existentes antes de las excavaciones y se deberá dejar en perfectas condiciones, apisonado y nivelado el terreno circundante.

2.10.6.4 Cruce y lecho de conductores

Los cables subterráneos, deberán alojarse en zanjas del ancho necesario y 0,70m de profundidad, protegiéndose el conductor con una capa de arena y ladrillos y malla plástica de advertencia.

La arena a utilizar en los lechos para el tendido de conductores subterráneos deberá ser de características iguales a la empleada como material para las bases y cámaras de paso.

Los cruces de pavimento y los tendidos longitudinales indicados en planos, deberán efectuarse con caños de PVC embebidos en hormigón. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

Inmediatamente después de colocado el cable, deberá rellenarse con tierra apisonada preferentemente con medios mecánicos en capas sucesivas de 0,20 m de espesor.

2.10.6.5 Tendido de cables

El cable deberá ser desenrollado desde la parte superior de la bobina, debiéndose tirar desde el extremo mediante una malla camisa adecuada. El tendido deberá hacerse a pulso distribuyendo el personal convenientemente, cuidando de no golpearlo ni provocarle esfuerzos de tracción ni torsión que puedan ocasionar perjuicios en la aislación del cable y provocar futuras averías.

Para su mejor desplazamiento, en el fondo de la zanja deberán colocarse, a distancias aproximadas de 2 a 3 m rodillos adecuados, por donde se deslizará el cable.

Antes del ingreso y a la salida de la acometida a columna y/o tablero seccional de iluminación, el conductor deberá tener un rulo, de una longitud no menor de 1,50 m.

Todo conductor deberá finalizar en un terminal de cobre cadmiado, de medida adecuada al conductor respectivo. No se deberá ejecutar ningún tipo de empalme, ya sea en zanjas, cámaras o columnas.

2.10.6.6 Retoque de pintura

Todos los elementos metálicos nuevos a colocar en la obra deberán contar con pintura de protección, las columnas de alumbrado con dos manos de antióxido y los tableros metálicos con pintura de terminación. Una vez concluida la instalación, el Contratista deberá realizar los retoques de pintura.

2.10.7 Puesta a tierra

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, no deberá ser superior a 10 Ohm. Deberán colocarse puestas a tierra en cada columna y una en cada tablero. Las columnas deberán conectarse a la jabalina mediante cable de Cu aislado en PVC color verde amarillo de 25 mm².

La puesta a tierra deberá ser ejecutada con jabalinas de cobre con alma de acero trefiladas JL15.8x1500. La unión entre la jabalina y los conductores deberá efectuarse mediante soldadura cuproaluminotérmica.

2.11 Instalación de gas

La provisión de gas deberá ser realizada mediante el uso de gas envasado previéndose la colocación de dos tubos de 45 Kg. en el exterior del edificio. La instalación se deberá regir por los reglamentos vigentes.

El trabajo de instalación deberá realizarse a través de personal especializado y matriculado.

Las cañerías y accesorios a utilizar deberán ser protegidos con pintura epoxi, de marca reconocida y aprobada, incluso las llaves de paso.

Se deberán proveer los equipos establecidos en los planos de proyecto, los cuales deberán encontrarse aprobados por ECOGAS. Ver **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

2.12 Estructuras Metálicas

Se construirán 3 galpones de estructura metálica, de distintas dimensiones, y según proyecto ejecutivo. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**. Para la construcción de estas estructuras se deberán tener en cuenta los siguientes lineamientos.

El suelo bajo la cubierta deberá ser compactado y enripiado a los fines de conseguir una superficie nivelada, esta nivelación, tendrá las mismas características que la nivelación a realizar para el resto de las edificaciones que ya se enunció precedentemente. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

La estructura metálica deberá ser de realizada en acero F-22. La cimentación de las columnas se deberá realizar por el sistema de encadenado y zapatas en correspondencia con las columnas.

Para la construcción se deberán respetar las normas establecidas en el Reglamento CIRSOC – SERIE 100, CIRSOC SERIE 300 e IMPRES – CIRSOC.

La cubierta de techo deberá ser ejecutada en hojas de chapa de sección sinusoidal, con libre dilatación y de la longitud total del faldón a cubrir, no admitiéndose solapas longitudinales. La fijación a las correas se deberá realizar mediante sistemas de fijaciones de acero galvanizado, con arandelas de caucho sintético.

Las chapas de la cubierta deberán ser conformadas a partir de bobinas de chapa de acero de calidad ASTM A792M, laminadas en frío, de calidad comercial, con revestimiento previo según las siguientes características; aluminio Al 53 a 59%, CINC Zn 40 a 45% y silicio Si 1,2 a 1,9%.

La cubierta de techo deberá ser ejecutada con chapa de acero conformado tipo CINCALUM calibre 24 ó similar. Asimismo los laterales del galpón deberán ser de chapa galvanizada de las mismas características de la cubierta.

A efectos de asegurar una total estanqueidad de la cubierta se deberán colocar todos los accesorios diseñados a tal fin por el fabricante tales como tapas de onda inferior, juntas de poliéster con imprimación bituminosa, etc.

Las correas de techo deberán ser construidas de acero galvanizado de sección y espesor a determinar por cálculo, no admitiéndose flechas mayores que 1/250 de luz para el estado de peso propio mas sobrecarga accidental.

Todos los elementos de unión de la estructura metálica, como así también la vinculación de las correas a la misma, deberán ser ejecutados mediante soldadura, bulones y tuercas galvanizadas por inmersión en caliente.

- **Zinguería:** Las canaletas de techo deberán ser ejecutadas en chapa de acero galvanizado calibre 24 BWG con tramos de longitud no inferior a los tres metros y con pendientes del 0.5 % como mínimo.
Los empalmes deberán ser estañados y remachados con un solape mínimo de 4 cm y separación entre remaches de 3 cm. La longitud de los tramos deberá ser de 3 m y el solape entre tramos adyacentes deberá ser como mínimo de 10 cm.

La junta entre tramos deberá ser sellada con masilla plástica a base de caucho butílico tipo nódulo o similar. Toda la zinguería se deberá ejecutar en chapa tipo CINCALUM calibre 24.

- **Pintura:** La estructura metálica deberá ser tratada con un recubrimiento de 2 manos pintura sintética con convertidor de óxido incorporado de color a definir por la inspección. Previo a la aplicación se deberán eliminar las escamas de laminación que queden flojas empleándose métodos manuales o mecánicos si fuera necesario.
Se deberán eliminar por el mismo método todos los restos de óxido originados como consecuencia del almacenamiento del material por tiempo prolongado.

2.12.1 Portones interiores y exteriores

Se deberán proveer todos los portones especificados en los planos de proyecto y según las especificaciones establecidas en las Planillas de Aberturas para los galpones a construir. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

2.13 Suministro de Energía

Se deberá solicitar a la empresa concesionaria del suministro de energía eléctrica (EDEMESA). La conexión de la energía eléctrica se encuentra en el límite del terreno, ubicado sobre la Ruta N° 40. Se deberá realizar el correspondiente tendido hasta la puerta de las instalaciones del Centro Ambiental, y la colocación de la Subestación transformadora necesaria, según planos y cálculos de proyecto. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

2.14 Caminos, Terraplenes y Drenajes

Los caminos de circulación y los caminos secundarios del relleno, serán construidos de modo tal de garantizar el acceso y circulación bajo cualquier condición climática. Se establecerá un mantenimiento permanente de los mismos de modo tal de evitar o eliminar los pozos y facilitar el drenaje de las aguas superficiales, según lo especificado en la Metodología Operativa relativa al Mantenimiento de las instalaciones.

2.14.1 Caminos de circulación

2.14.1.1 Caminos Permanentes

Los caminos de circulación permanente serán los que conformarán el perímetro del Módulo 1 y circulación interna de la obra. También tendrá estas características el camino de ingreso al predio desde la Ruta Nacional 40 hasta el Centro Ambiental.

La ejecución de los caminos se ha proyectado de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Se procederá a la remoción del suelo vegetal en un espesor de 0,10 m a lo largo de la traza de la base del terraplén del camino. Luego se incorporará el material para conformación del terraplén en capas de 0,30 m hasta la cota de proyecto, sobre el cual se dispondrá la capa de rodamiento. sobre un ancho de 7,30 m y banquetas de 2,50 a ambos laterales.
- **Camino perimetral del Módulo:** las dimensiones de este camino serán: longitud: 1.800 m, ancho de banda de rodamiento: 7,00 m y banquetas a ambos laterales de 1,50m. Su estructura estará conformada por: 1) Base estabilizada granular de 7,00 m de ancho y 0,20 m de espesor, con CBR >80%, 2) Sub-base granular de 7,40 m de ancho y de 0,20 m de espesor con CBR >50% y, 3) Terraplén con compactación especial de suelos seleccionados con CBR > 20% desde el terreno natural, previamente compactado hasta el nivel de la subrasante.
- **Camino de ingreso al Centro Ambiental:** las dimensiones de este camino serán: longitud: 2.520 m, ancho de banda de rodamiento: 7,60 m y banquetas a ambos laterales de 2,50m. Su estructura estará conformada por: 1) Base estabilizada granular de 7,60 m de ancho y 0,20 m de espesor, con CBR >80%, 2) Sub-base granular de 8,00 m de ancho y de 0,20 m de espesor con CBR >50% y, 3) Terraplén con compactación especial de suelos seleccionados con CBR > 20% desde el terreno natural, previamente compactado hasta el nivel de la subrasante.

En el control de ejecución de la construcción de terraplenes se deberán contemplar las especificaciones técnicas dadas por la Dirección Provincial de Vialidad, para los ensayos de calidad a realizar a efectos de verificar los trabajos ejecutados.

- **Trazado**

En el módulo, las condiciones básicas para la fijación del trazado surgen de respetar el eje de los módulos sirviendo el camino como terraplén lateral de los mismos. Los detalles de éste se indican en el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

En el camino de ingreso, las condiciones básicas para la fijación del trazado surgen de la traza delineada y demás detalles del mismo se indican en el **Anexo 9: Planos del Proyecto Ejecutivo**.

- **Perfil Tipo**

Para el camino perimetral del Módulo se fija un ancho de coronamiento de 10,00 metros estimando un ancho de calzada bidireccional de 7 metros y 1,50 metros de banquetas a ambos laterales. La forma del perfil de la calzada indivisa será en diedro

con una pendiente transversal hacia cada lateral de 2 %. En lo referente a los taludes, se adopta un valor de pendiente de 1:3 interior y 1:4 exterior.

Para el caso del camino de acceso, el ancho de coronamiento será de 12,60 metros, estimando un ancho de calzada bidireccional de 7,60 metros y 2,50 metros de banquetas a ambos laterales. La forma del perfil de la calzada indivisa será en diedro con una pendiente transversal del 3%. Y en lo referente a los taludes, se adopta un valor de pendiente 1:4 tanto interior como exterior.

2.14.1.2 Caminos Transitorios

Durante la etapa de Operación del relleno, será necesaria la construcción de *caminos transitorios* sobre residuos dispuestos, que permitan el acceso y descarga de residuos por parte de los vehículos recolectores en el sitio donde se esté operando la celda diaria, como así también el tránsito de los equipos de movimiento de suelos y compactación. Estos caminos deberán garantizar la transitabilidad de todos estos vehículos, en cualquier condición climática, y deberán construirse con las siguientes características:

El ancho de los *caminos transitorios* será de 4,00 m. Su construcción se realizará mediante una carpeta de rodamiento compuesta por:

- Suelo compactado con un espesor de 0,30 m
- Manta de geotextil de 300 g/m², para facilitar la conservación y mantenimiento de los mismos. Dichas membranas absorben los esfuerzos tangenciales y actúan como distribuidor de cargas. Además, éstas evitan el pasaje de materiales finos.
- Capa de material seleccionado de espesor 0,30 m.
- Capa de escombro de demolición o piedra de 0,20 m de espesor, en las zonas que así lo requieran.

Todos estos materiales serán convenientemente compactados con equipos apropiados para tal función.

La carpeta de rodamiento superior poseerá una pendiente transversal para el mejor escurrimiento de las aguas de lluvia hacia las cunetas longitudinales.

Los caminos serán diseñados y mantenidos de modo tal de que puedan ser operables bajo cualquier condición climática.

3. PLANTA DE MAIPÚ

Como ya se indicara precedentemente en la actual Planta de Separación de Residuos del Municipio de Maipú, localizada en el Distrito de Barrancas, se construirán dos infraestructuras: 1) Sector de Transferencia del rechazo de la Planta y 2) Ampliación del Sector de Compostaje.

3.1 Residuos a ingresar

En esta Planta se recibirán los residuos provenientes de los Municipios de Maipú y Luján de Cuyo. Se agrega tabla con valores anuales.

Tabla 19: Materiales a reciclar, compostar y a disponer Planta de Maipú

Tabla 19 : Materiales a reciclaje y compostaje y descartes a disposición para el horizonte del proyecto Planta de Maipú					
Año	Total de Residuos Recolectados Ton/año	Total de Residuos a recuperar	Total de Residuos a compostar	Total de Residuos a disponer	Total de Residuos a disponer
		Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/día
2018	114,225	2,526	27,636	77,855	213
2019	116,367	3,255	28,624	78,154	214
2020	118,891	4,027	29,724	78,676	216
2021	121,426	4,831	30,847	333,246	217
2022	123,980	5,666	31,996	79,592	218
2023	126,556	6,532	33,171	79,994	219
2024	129,155	7,430	34,372	80,358	220
2025	131,776	8,361	35,601	80,683	221
2026	133,919	9,291	36,720	80,655	221
2027	136,519	10,280	37,983	80,865	222
2028	139,133	11,300	39,272	81,032	222
2029	141,150	12,298	40,410	80,808	221
2030	143,166	13,320	41,564	80,542	221
2031	145,188	14,366	42,736	80,240	220
2032	147,141	15,429	43,904	79,859	219
2033	149,111	16,517	45,093	79,447	218
2034	151,149	17,635	46,319	79,034	217
2035	153,161	18,774	47,553	78,567	215
2036	155,242	19,945	48,825	78,095	214
2037	157,307	21,138	50,108	77,574	213
2038	159,371	22,355	51,408	77,012	211

En la Planta de Maipú, ingresarán los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y Residuos de Poda (RDP) de Luján y Maipú. Los escombros y voluminosos de Maipú se gestionarán a través de su escombrera municipal y los de Luján en la escombrera de ese Municipio.

3.2 Sector de Transferencia de Residuos

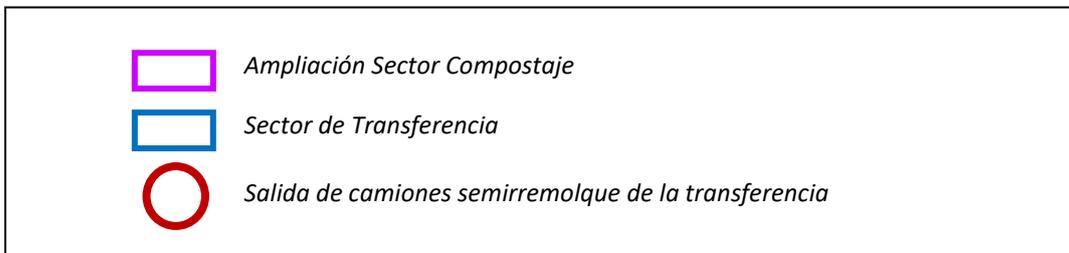
El Sector de Transferencia a construirse en la Planta de Maipú, estará destinado al rechazo de la Planta, como así también a la transferencia de residuos de barrido de calles, o camiones que debido a las limitaciones de la capacidad de las instalaciones deban ser dirigidos hacia la zona de transferencia sin que estos residuos ingresen al sector de separación.

Este sector, se plantea cercano a la salida del material orgánico de la planta, y detrás de la actual Cancha de Compostaje, y que permita el rápido traslado hasta este sector del rechazo de las actividades de separación de residuos.

A los efectos de su funcionamiento, se ha previsto dentro de la planta un esquema de circulación vehicular independiente que permita el ingreso directo a este sector, luego de efectuar los correspondientes registros de pesaje, sin interferir con las actividades de la planta. También se propone una salida independiente, por el sector noroeste de las instalaciones, conectando la misma a través de un nexo vial, adecuado para camiones semi-remolque, con una calle existente perimetral a la planta. Lo indicado se puede observar en la figura que se agrega a continuación.



Figura 25: Localización de nueva infraestructura dentro de la Planta de Maipú



La modalidad de la transferencia será con cintas de elevación de residuos desde camión para su vuelco en tolvas de transferencia, luego los residuos serán reducidos en un compactador estacionario, de donde serán transferido a las bateas de recepción. Además se propone contar con un sistema de traslado de bateas para su ubicación debajo de la tolva correspondiente.

Se plantea que las bateas sean cerradas y con una capacidad de 44 m³, las que con un nivel de compactación de 0,6 tn/m³, permitirá el traslado por viaje de 26 toneladas. Una vez completada la carga de la batea, las mismas serán enganchadas por los correspondientes tractores de los camiones, para su traslado al Centro Ambiental de Las Heras. Los traslados se realizarán en los horarios de operación del Centro Ambiental de Las Heras.

3.2.1 Obra Civil

En este sector será necesaria la construcción de un playón de maniobras de hormigón armado, de 2574 m², el cual deberá ser calculado para resistir grandes cargas, y seguirá los métodos constructivos indicados en las especificaciones técnicas para la construcción de los edificios del Centro Ambiental El Borbollón (*punto 2.8.7 de la presente Memoria*).

Este playón estará rodeado por una canaleta perimetral de colección de lixiviados, realizadas también en hormigón armado, de 50 cm de ancho por 50 cm de profundidad, con pendiente hacia el sector de la planta de tratamiento de efluentes actual, que posee esta instalación. Esta canaleta, deberá entubarse a través de las alcantarillas que resulten necesarias los sectores de ingreso y egreso de camiones.

Los caminos de ingreso y egreso existentes deberán mejorarse, y se construirá un empalme con el camino perimetral existente para la salida de los camiones remirremolque. Para el caso de los caminos existentes se realizar nueva base y subbase y para el nuevo sector de empalme, será necesaria la realización de terraplenes, excavaciones, base y subbase. La metodología constructiva para la realización de estos trabajos será la misma que se aplicará a los caminos del Centro Ambiental El Borbollón, y que ya fue descrita en este documento.

En la **Figura 26** se muestran los recorridos internos propuestos.

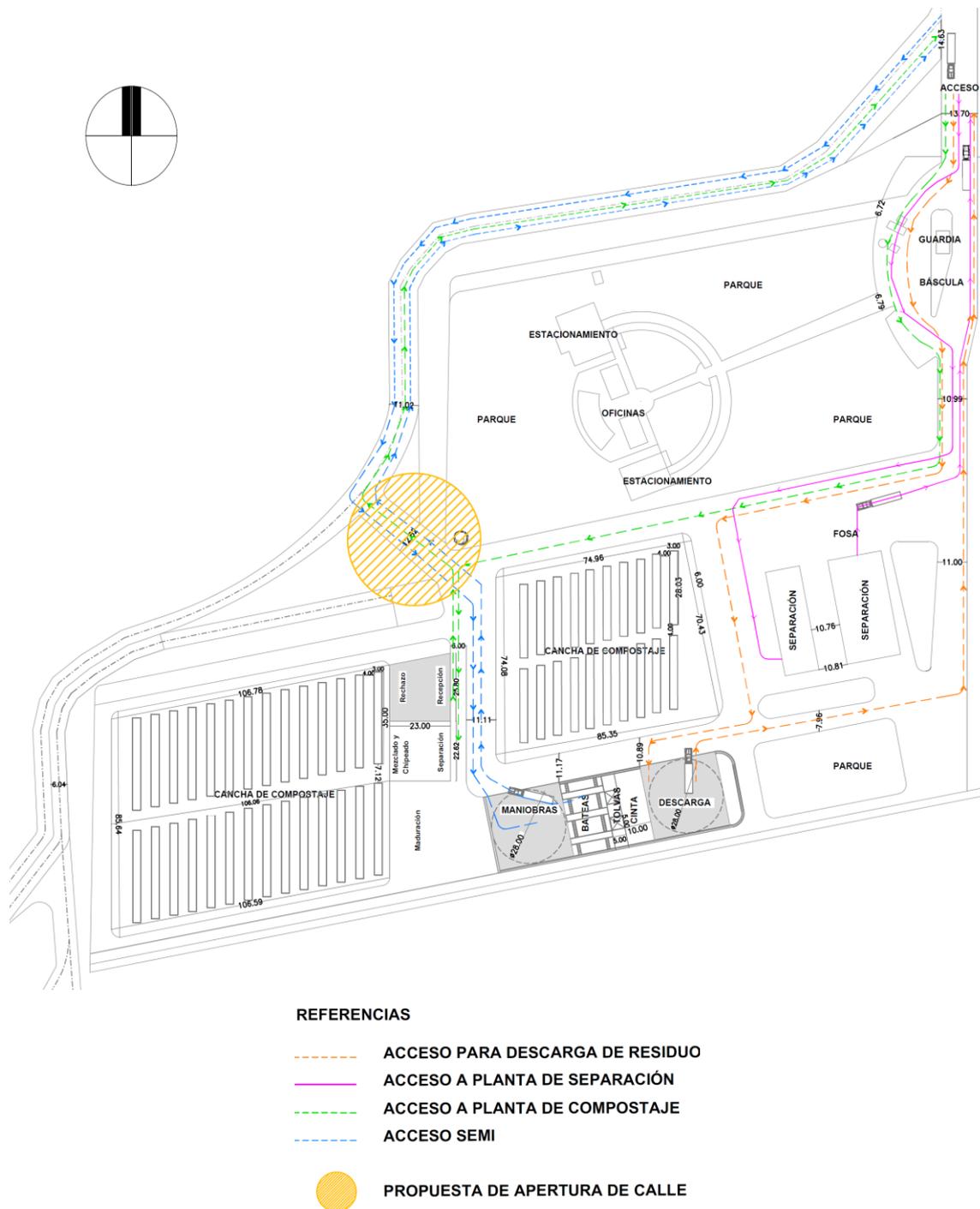


Figura 26: Recorridos vehiculares propuestos – Planta de Maipú

3.2.2 Equipamiento para la transferencia

La selección de este sistema de transferencia se pensó en base a la necesidad de minimizar la obra civil, a los efectos de no entorpecer el actual funcionamiento de esta infraestructura y a su vez, reducir los tiempos de puesta en operación de este sistema.

Como ya se explicara precedentemente, la distancia de los Municipios de Luján y Maipú hasta el Centro Ambiental El Borbollón hacen que sea necesaria la implementación de una Estación de Transferencia en el Predio donde actualmente se encuentra emplazada la planta de Separación.

No es posible, por el tipo de gestión en el relleno instalar una prensa de alta compactación ni enfardado, por lo cual sólo se requiere carga con tolva y compactación, para llevar el residuo a una densidad de 0,6 tn/m³ aproximadamente.

A continuación, se observa la proyección de cantidad de residuos diarios a transferir desde Maipú hasta el relleno sanitario a construirse en el Centro Ambiental El Borbollón.

A fin de que el dimensionado del equipo sea lo más ajustado posible a las necesidades de la planta y considerando que las variaciones de peso diario a lo largo del tiempo no presentan grandes diferencias, se debe considerar a medida que aumenta la cantidad de residuos, un aumento en las horas de operación.

Tabla 20: Material de rechazo Planta de Maipú

Tabla 20: Cantidad de Material de rechazo Planta de Maipú	
AÑO	Rechazo (Tn/día)
2018	213
2019	214
2020	216
2021	217
2022	218
2023	219
2024	220
2025	221
2026	221
2027	222
2028	222
2029	221
2030	221
2031	220
2032	219
2033	218
2034	217
2035	215
2036	214
2037	213
2038	211

El equipamiento requerido es el siguiente:

- Tolva de recepción del material.
- Cinta de elevación de residuos.
- Sistema de traslación de bateas (contenedores).
- Compactador Estático.
- Bateas (contenedores) cerradas y tractores para semi-remolque.

3.2.2.1 Tolva de recepción del material

La tolva de alimentación deberá permitir la descarga de aproximadamente 25 m³. Construida en chapa de acero reforzada con perfilería diversa de acero. Apoyada mediante soportes anclados al suelo. La tolva apoyará directamente sobre la boca de carga de compactador con acoplamiento estanco. Tendrá una puerta de registro que permitirá el acceso al interior de la tolva y a la cámara de carga del compactador.

Las paredes de la tolva tendrán una inclinación que garantice el correcto deslizamiento de los residuos en el interior para evitar formación de bóvedas.



Figura 27: Imagen ilustrativa de Tolva descargando en compactador estático

3.2.2.2 Cinta de elevación de residuos

La cinta transportadora de alimentación de la tolva deberá tener por lo menos 5 metros de longitud y una inclinación de 30°, con un ancho de banda de 800 mm y potencia de 4CV. Deberá tener una velocidad de banda de 6 a 20m/min regulable.

3.2.2.3 Sistema de traslación de bateas

Este sistema permitirá la traslación de las bateas (contenedores), a través de carros metálicos por contenedores unidos entre sí, y que se deslizan sobre raíles de acero mediante un tren de ruedas de acero.

Deberá disponer de una o más posiciones vacías para permitir el desplazamiento de los carros. Estos carros de traslación se desplazan mediante la acción de un sistema motriz compuesto por moto-reductores eléctricos instalados en el mismo conjunto.

El posicionamiento de los carros de traslación frente a la boca del compactador se deberá realizar en forma automática, a través de un mando del Microordenadora programable (PLC).



Figura 28: Foto ilustrativa del sistema de traslación de contenedores

3.2.2.4 Compactador estático

Estará fabricado en chapa de acero, con caras laterales reforzadas, con carro de presando de accionamiento hidráulico. Este compactador deberá tener:

- **Central de automatismo:** que controlará el funcionamiento del compactador y del sistema de traslación de contenedores, que se puede accionar en forma manual o automática. Tendrá control de carga mediante sondas de nivel y un sistema de aviso automático de 3/4 de carga y plena carga del contenedor.
- **Sistema telescópico de aproximación hidráulica al contenedor:** accionado por un cilindro hidráulico montado entre las patas del compactador que en el extremo lleva un gancho telescópico con el que se ejecuta la tracción y separación de contenedores. Un gancho de movimiento vertical accionado por

el cilindro hidráulico permite aproximar o separar el contenedor colocado en la tabla de traslación cuando esta se encuentre frente al compactador.

- **Amarre hidráulico del contenedor:** la sujeción del contenedor al compactador deberá ser automática. Contará con un sistema de interruptores de proximidad electromagnéticos, conectados al PLC, que impidan el proceso de compactación, si el compactador y el contenedor son están bien amarrados.
- **Apertura y cierre automático de contenedores:** sistema automático de accionamiento hidráulico para la apertura y cierre del hueco de la puerta de los contenedores.



Figura 29: Imagen Ilustrativa de Compactador Estático

3.2.2.5 Contenedores Cerrados (Bateas)

Contenedores de chapa de acero en forma cuadrado octogonal, con diseño troncocónico para facilitar la descarga. Deberán tener en la parte inferior una zona de deslizamiento a través de rodillos.

La puerta estará construida en chapa reforzada con tubo estructural. En la parte opuesta a la puerta de descarga tendrá dos registros para la introducción de mangueras de prevención de incendios en el interior del contenedor.

Deberá tener junta de estanqueidad en la parte inferior de la puerta, para asegurar la hermeticidad del contenedor, para evitar salida de líquidos. La puerta podrá permanecer totalmente abierta durante la operación de descarga.

La parte del contenedor correspondiente al enganche con el vehículo de transporte estará construida en chapa de acero y la forma de sujeción deberá adaptarse según el camión que se utilice.



Figura 30: Imagen ilustrativa de contenedor cerrado para traslado de residuos (batea)

3.2.2.6 Funcionamiento del Sistema

Los contenedores se amarran a la prensa con unos ganchos hidráulicos reforzados para un acople.

El cierre del contenedor se realiza con una placa tipo guillotina, mediante un cilindro de doble efecto, que acciona la puerta que se aloja en la boca del contenedor y se desplaza verticalmente mediante unas guías laterales. Funciona de forma sincronizada y automática con el amarre del contenedor.

El sistema deberá ser accionado por un motor eléctrico, con una potencia de alrededor de 30 kW, para una tensión de 400V. Además, contará con un sistema hidráulico con una presión de trabajo de por lo menos 200 bar.

3.3 Ampliación sector de Compostaje

El área dentro de la Planta destinada al nuevo sector de compostaje, tendrá una superficie aproximada de 11 has. Para su diseño se siguieron las mismas premisas que para la Planta de Compostaje del Centro Ambiental El Borbollón.

Este sector se ubica hacia el límite oeste del predio de la planta, colindando hacia el este con el actual sector de compostaje y con el sector de transferencia a construirse.

3.3.1 Parámetros de diseño

Actualmente, la Planta de Maipú posee un sector de compostaje con una superficie de 5 ha, el cuál será ampliado en 11 ha más, totalizando 16 ha.

A los efectos de la optimización del espacio disponible se adoptó un ancho de base del camellón de 4m con una altura de 3m y un largo de 66 metros en el sector de compostaje existente y 44 metros en el nuevo sector, donde se colocarán dos camellones a lo ancho del espacio, separados por un pasillo interno de 2 metros.

Con estas dimensiones se totalizan 36 camellones de 44 metros de largo y 12 camellones de 66 metros, en total 48 camellones. Esto resulta en una capacidad promedio del camellón de 330 m³. A continuación se agrega una tabla con los valores de residuos a ingresar y los tiempos de llenado del camellón diseñado.

Tabla 21: Cálculo de volúmenes y capacidad de procesamiento de la Cancha de Compostaje

Dimensiones del camellón						
ancho =	4.00 m			densidad de los		0.5 Tn/m ³
altura =	3.00 m			residuos		
sección =	6.00 m ²			días laborales/mes		12 días
Año	RPB (Tn/día)	RPB (m ³ /día)	Vol del camellón	Días llenado camellón	Orgánico perdido (H ₂ O, CO ₂) (m ³)	Orgánico Remanente (m ³)
2018	126.19	252.39	330.00	0.76	45.43	206.96
2019	128.56	257.12	330.00	0.78	46.28	210.84
2020	131.35	262.70	330.00	0.80	47.29	215.41
2021	134.15	268.29	330.00	0.81	48.29	220.00
2022	136.97	273.94	330.00	0.83	49.31	224.63
2023	139.81	279.63	330.00	0.85	50.33	229.29
2024	142.68	285.36	330.00	0.86	51.37	234.00
2025	145.58	291.15	330.00	0.88	52.41	238.75
2026	147.95	295.89	330.00	0.90	53.26	242.63
2027	150.82	301.63	330.00	0.91	54.29	247.34
2028	153.70	307.41	330.00	0.93	55.33	252.08
2029	155.93	311.86	330.00	0.95	56.14	255.73
2030	158.16	316.32	330.00	0.96	56.94	259.38
2031	160.39	320.78	330.00	0.97	57.74	263.04
2032	162.55	325.10	330.00	0.99	58.52	266.58
2033	164.72	329.45	330.00	1.00	59.30	270.15
2034	166.98	333.95	330.00	1.01	60.11	273.84
2035	169.20	338.40	330.00	1.03	60.91	277.48
2036	176.06	352.11	330.00	1.07	63.38	288.73
2037	173.78	347.55	330.00	1.05	62.56	284.99
2038	176.06	352.11	330.00	1.07	63.38	288.73

El residuo que ingresa debe sumar 180 días de residencia para completar su maduración. Entonces, si tenemos en cuenta que la planta operará 3 días a la semana (es decir 12 días al mes), con un llenado de un camellón por día, a los 180 días se llenaría la cancha (48 camellones), que es el tiempo necesario para la obtención de un compost maduro.

Se considera al finalizar el proceso de compostaje una reducción del 20% en la cantidad de MO ingresada y la correspondiente reducción de volumen.

Luego de finalizada la etapa de compostaje el compost es dirigido a la etapa de tamizado, donde puede ser separado parte del material estructurante.

En esta Planta de Compostaje, al igual que en la instalación diseñada para el Centro Ambiental El Borbollón, también se dispondrá de un sector de recepción de residuos con suelo impermeabilizado, un sector de separación de material intruso, sector rechazo, de preparación de mezcla y el sector final de tamizado. Ver **Figura 25**

El equipamiento de esta planta de compostaje será equivalente al utilizado en el Centro Ambiental Borbollón, esto posee las siguientes ventajas:

- Generar planes de manejo compatibles para ambos centros.
- Poseer stock mínimo de repuestos que pueden ser utilizados tanto en uno como en otro.
- Realizar en forma conjunta la gestión de compras para ambos centros.
- Conseguir precios más competitivos de proveedores de equipamiento.

3.3.1 Obra Civil

Esta planta de compostaje contará funcionalmente con: sector de recepción de residuos (impermeabilizado), sector de separación, área de rechazo, cancha de compostaje y maduración y sector de acondicionamiento final.

La obra civil a realizar será la siguiente:

- Limpieza y nivelación del terreno.
- Excavación de 30 cm de profundidad.
- Preparación de la mezcla de suelo bentonítico (con las mismas especificaciones que figuran para las obras del Centro Ambiental).
- Colocación de suelo bentonítico y compactación.
- Perfilado y conformación de canaletas perimetrales.
- Impermeabilización con losa de hormigón armado en los sectores de recepción de residuos y rechazo.
- Instalación de tanques de almacenamiento de lixiviados.
- Implantación de barrera forestal.

3.3.2 Equipamiento necesario

- Chipeadora (1)
- Zaranda tipo Trommel (1)
- Removedor de compost (1)
- Carros acoplados volcadores de 8 m³ (2)

Las especificaciones técnicas de estos equipos, serán las mismas que las ya descritas para la construcción de la Planta de Compostaje del Centro Ambiental El Borbollón

4. MEMORIA OPERATIVA

Como ya se mencionó el sistema de tratamiento y disposición final de los RSU de la Zona Metropolitana, estará operado por dos infraestructuras: 1) Centro Ambiental El Borbollón y 2) Planta de Separación de Maipú. En la siguiente figura se agrega el esquema de funcionamiento general.

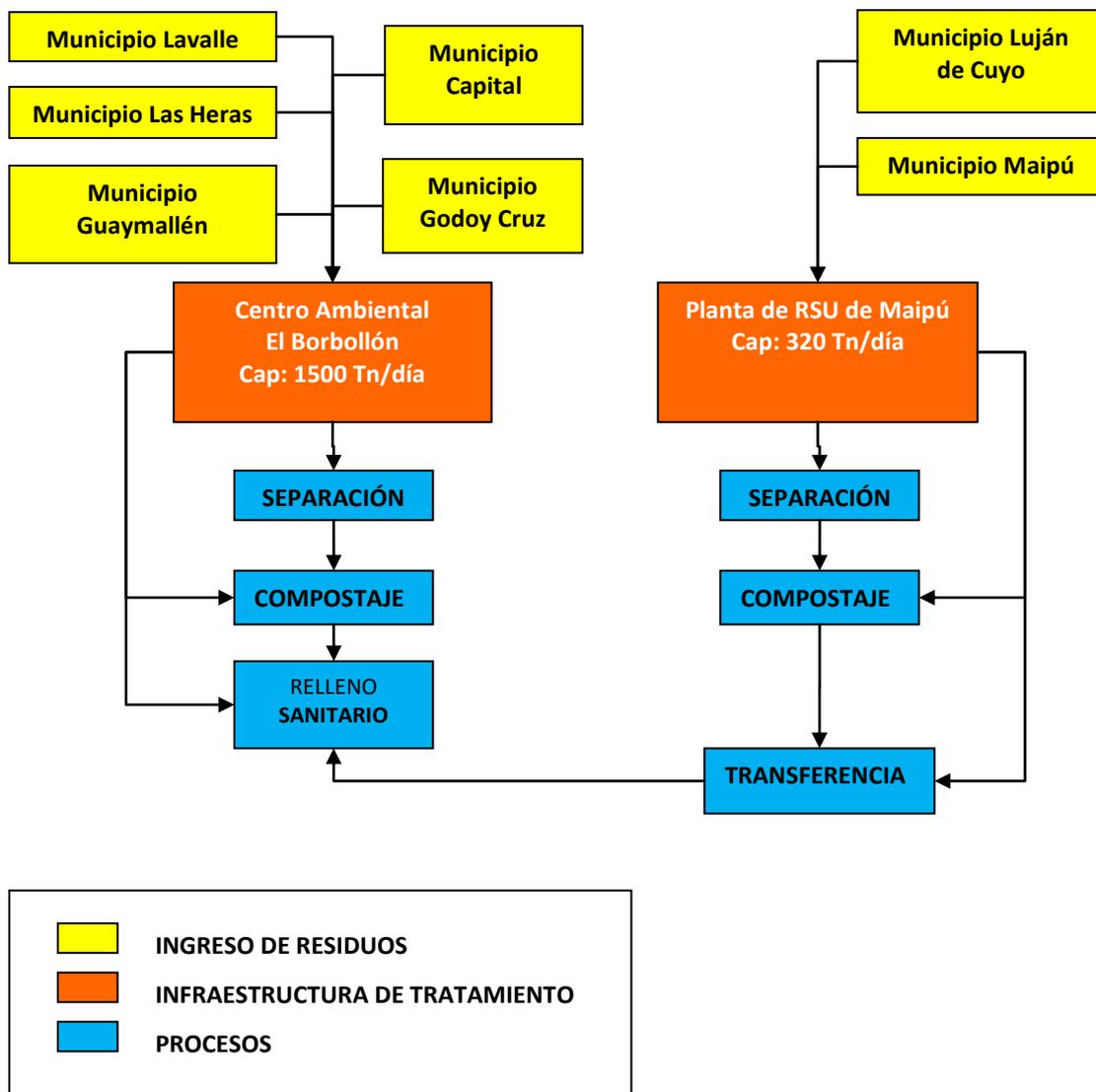


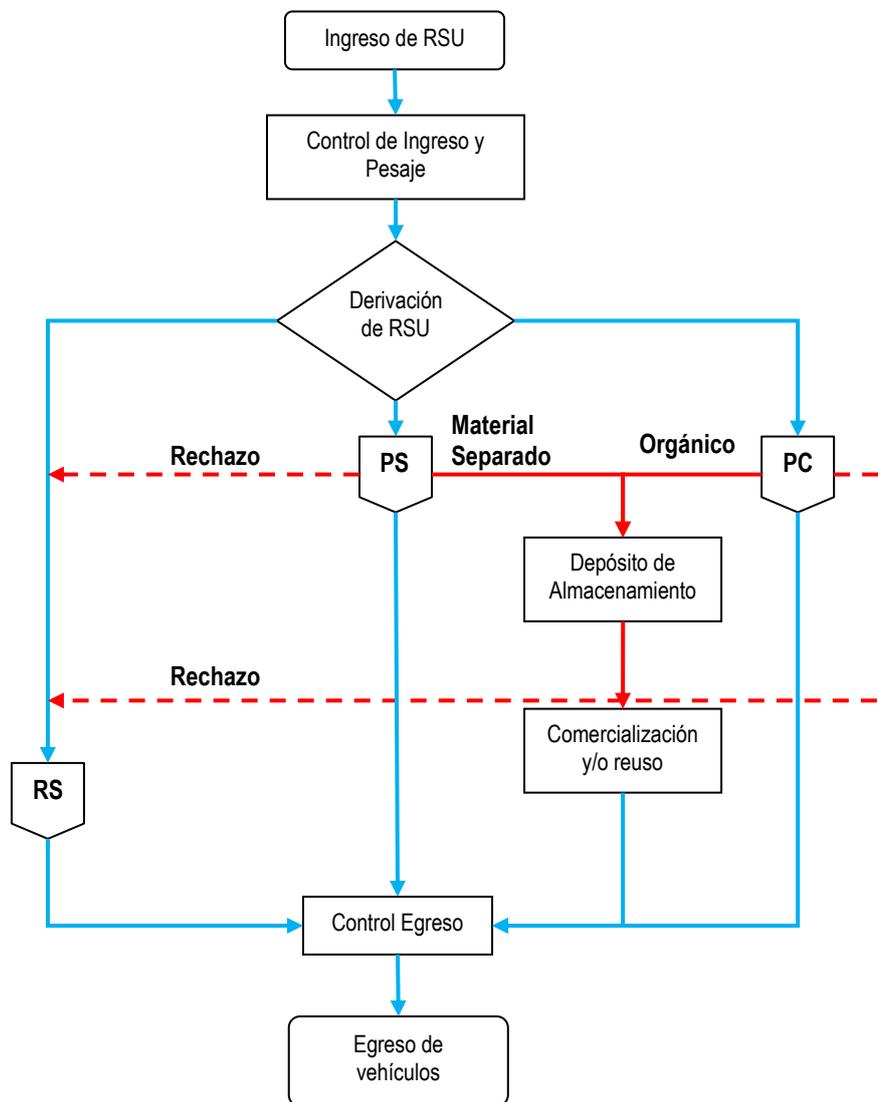
Figura 31: Esquema de funcionamiento del Sistema de tratamiento y disposición final Zona Metropolitana de Mendoza

4.1 Centro Ambiental El Borbollón

El Centro Ambiental contará con un cerco perimetral que en esta etapa abarcará la actual zona de operación (Primer y Segundo Módulo y Edificios Complementarias). El sector de edificios contará con un portón de Acceso, con accionamiento desde la Oficina de Control. En el caso del cercado de los Módulos, como ya se indicó se utilizará alambre de 7 hilos y el sector de Edificios Complementarios, donde se ubican la Planta de Separación y Planta de Compostaje, estará cerrado con cerco olímpico.

En la siguiente figura se presenta un flujograma general de funcionamiento de las instalaciones.

A continuación se presenta el detalle de las operaciones generales del Centro Ambiental, y luego en forma detallada, las características de la Operación de los distintos sectores que lo componen: *Relleño Sanitario*, *Planta de Separación* y *Planta de Compostaje*, con sus respectivos flujogramas de funcionamiento específicos.



PS =Planta de Separación
RS = Relleno Sanitario
PC = Planta de Compostaje
→ Flujo vehicular
→ Flujo de residuos

Figura 32: Flujograma General del Centro Ambiental El Borbollón

4.1.1 Instalaciones que componen el Centro Ambiental

4.1.1.1 Oficina de Control de Acceso

Esta oficina se encuentra en el ingreso a las instalaciones, junto a la Báscula de pesaje, y tiene la función del control de la carga a ingresar, registro y pesaje.

4.1.1.2 Oficinas Administrativas, laboratorio y SUM

Este edificio se encuentra en segundo término luego del ingreso, y posee oficinas administrativas generales del Centro Ambiental, un laboratorio y un Salón de Usos Múltiples destinado a capacitaciones, recepción de visitantes y reuniones de personal, además de una oficina destinada a los Supervisores de Operaciones.

También posee una Playa de Estacionamiento, destinada al personal del Centro Ambiental y a visitantes.

4.1.1.3 Vestuarios y Oficinas

En otro edificio ubicado hacia el norte del anterior y cercano a la Planta de Separación, se encuentran los vestuarios para el personal del Centro Ambiental, con dos oficinas destinadas específicamente a las cuestiones relacionadas con el personal y la parte de Higiene y Seguridad Laboral.

4.1.1.4 Galpón de Mantenimiento

Este galpón se ubica hacia el noroeste del edificio de oficinas y SUM, y posee un doble carril de ingreso para camiones de uso interno y equipamiento móvil. En este galpón se realizarán las tareas de mantenimiento de vehículos y equipos (de la Planta y Relleno). También aquí, quedaran estacionados los vehículos durante las horas que no estén operando, los que según sus características podrán ubicarse dentro del galpón o en la playa de maniobras ubicada al frente del mismo.

4.1.1.5 Planta de Separación

Esta se ubica hacia el este del Galpón de Mantenimiento y en forma paralela al Depósito de Almacenamiento de material recuperado.

Esta Planta contará con las siguientes áreas de trabajo:

- **Recepción y control**

En la zona de descarga se llevará a cabo la recepción de los materiales a ser procesados en la Planta. Esta zona de recepción deberá contar con un sistema de drenaje para los eventuales derrames de líquidos que podrían estar presentes en los RSU, y también para la limpieza diaria de la zona de descarga. Además, en esta zona se realizará el control e inspección de los materiales para descartar la carga, en caso de presencia de algún elemento contaminante o residuo peligroso que no se haya detectado en el Control de Ingreso.

- **Selección y clasificación del material**

El material a ser recuperado es transferido desde la *Tolva y Cinta de Recepción* a la *Cinta de Clasificación elevada*. Esta cinta contará con 16 puestos de trabajo con sus respectivos conductos de descarga a depósitos de reciclado que se ubicarán en la parte inferior. Cada operario deberá encargarse de la selección y extracción de un solo material específico.

- **Acondicionamiento de los materiales recuperados**

Se realizará la limpieza, compactación, enfardado, pesaje e identificación de los materiales recuperados, los que posteriormente serán trasladados al Depósito de Almacenamiento, donde permanecerán hasta alcanzar las cantidades necesarias para su comercialización y traslado fuera de las instalaciones.

- **Almacenamiento de los materiales recuperados**

Los materiales recuperados en la Planta de Separación, serán trasladados y acondicionados en el Depósito de Almacenamiento, que se encuentra al lado de la Planta. Esta construcción, consiste en una nave cubierta y ventilada, con playa de maniobras para los camiones que realicen el retiro del material, y con superficie suficiente para el acopio de los materiales hasta su retiro.

4.1.1.6 Planta de Compostaje

Este sector se ubica hacia el este de la Planta de Separación, y cercana al ingreso a las instalaciones. En la misma se dispondrán en forma directa los residuos provenientes de la limpieza urbana y poda, como así también del material orgánico que venga separado. Además recepcionará el material orgánico separado proveniente de la Planta de Separación.

En el control de ingreso se derivará los camiones que deban dirigirse directamente a la Planta de Compostaje. La misma estará integrada por los siguientes sectores.

- **Recepción de residuos**

Este sector colindante al camino de ingreso, posee un playón de recepción donde ingresarán los camiones provenientes de poda y volcarán sus residuos, y se retirarán hasta el sector de báscula de ingreso para su pesaje de salida.

Luego, en este sitio se realizará el retiro de los elementos extraños que vengan mezclados con los residuos de poda, los que serán trasladados al sector de separación, donde se realizará una separación más fina.

- **Sector de separación y rechazo**

El sector de separación se ubica colindante al sector de recepción, separado por una barrera forestal, y recibirá el material proveniente del sector de recepción al que ya se le hizo una primera separación gruesa. Se realizará una nueva separación fina, y se preparará el material para ser trasladado al sector de chipeado y mezcla.

Lo que surja de rechazo, tanto en el área de separación como en el sector de recepción se trasladará al sector de rechazo, de donde posteriormente será retirado por un camión volcador que trasladará este material al módulo de relleno sanitario para su disposición final.

- **Sector de chipeado y preparación de mezcla**

En este sector se realizará el chipeado de troncos y ramas, y se recepcionará el material orgánico proveniente de la Planta de separación, y con estas dos vertientes de materia orgánica (residuos de poda y materia orgánica domiciliaria), se preparará la mezcla para llevar a compostar.

- **Cancha de Compostaje y Maduración**

En esta cancha se depositará el material proveniente del sector de mezcla, una vez que cumpla con las condiciones requeridas en camellones de 3 m x 35 m con una altura en el centro de 1,50 m. El material aquí dispuesto será removido y humidificado en los intervalos establecidos, y se realizarán mediciones in situ y tomas de muestra que se analizarán en el Laboratorio, hasta que el mismo alcance los parámetros establecidos para el “compost maduro”. Una vez que el proceso haya finalizado, se retirará el material de la cancha y será trasladado al sector de tamizado.

- **Sector de tamizado y embolsado**

En este sector se realizará el tamizado del material estabilizado y su embolsado y retiro para su acopio en el depósito para material separado.

4.1.1.7 Módulo de Relleno Sanitario

El módulo de relleno sanitario se ubicará hacia el Oeste del sector de Edificios complementarios y operará con los residuos que sean derivados directamente a disposición final desde el Control de Ingreso, más el rechazo proveniente de la Planta de Separación y Planta de Compostaje del Centro Ambiental, como así también con los residuos de rechazo de la Planta de Maipú.

4.1.2 Personal del Centro Ambiental

Tabla 22: Resumen Personal del Centro Ambiental

Tabla 20 – Resumen General Personal del Centro Ambiental		
Puesto	Cantidad	Observaciones
Gerente	1	Turno simple
Responsable de Calidad y Medio Ambiente	1	Turno simple
Encargado de Relleno Sanitario	1	Turno simple
Encargado de Planta de Separación	1	Turno doble
Administrativo	8	Turno simple
Balancero	2	Dos turnos
Operador de pala cargadora	2	Dos turnos
Encargado de Mantenimiento	2	Dos turnos
Ayudante de Mantenimiento	6	Dos turnos
Maquinista	4	Dos turnos
Operador de lixiviados y desgasificación	1	Turno simple
Ayudantes	6	Dos turnos
Choferes	6	Dos turnos
Vigilancia	2	Dos turnos
Serenos	2	Turno simple

FUENTE: Elaboración propia

Además del personal listado en la **Tabla 22**, se requerirá personal para las tareas de separación de residuos en la Planta de Separación (alrededor de 30 operarios), para trabajo en un turno, y 10 operarios más para la Planta de Compostaje.

4.1.3 Operaciones Generales del Centro Ambiental

4.1.3.1 Control de ingreso de vehículos recolectores

En la entrada del Centro Ambiental, se llevará a cabo el registro de los vehículos municipales que ingresan, transportando los residuos de los Municipios que integran la Zona Metropolitana. Se tomarán los datos correspondientes a la procedencia, placas, tipo de vehículo, hora de entrada, peso del vehículo cargado, peso del vehículo vacío (tara), de acuerdo con el formato correspondiente que utilice el sistema de pesaje.

Cuando por cualquier causa, la báscula o el sistema de pesaje en general no estén en posibilidades de ser operados, se tomarán los promedios del mes inmediato anterior o bien el período de tiempo inmediato anterior que estén disponibles.

Aquí también se realiza una inspección visual, generalmente al azar, de la carga de los vehículos, con la finalidad de detectar residuos prohibidos (residuos peligrosos, patogénicos, líquidos, residuos con colores, olores o brillo no usual, residuos conteniendo aceites o minerales) o violaciones a los requisitos de transporte de los vehículos (cajas vehiculares abiertas y sin protección para la carga, líquidos escurriendo de los vehículos, vehículos sobrecargados).

Los vehículos que transporten residuos peligrosos, deberán ser puestos a disposición de las autoridades competentes, mientras que los vehículos que presenten violaciones a los requisitos de transporte para residuos no peligrosos, deberán ser conminados a regresar hasta que hayan corregido la falta en que incurrieron.

El responsable del sitio, llevará la estadística de las cantidades de residuos sólidos recibidos diariamente, conformando una base de datos en formato digital, que conservará en forma accesible para las autoridades de control que lo soliciten. Asimismo, registrará los incidentes en una base de datos, que será conservada y también deberá estar disponible.

Una vez que se haya concluido el proceso de registro y pesaje, los conductores deberán llevar sus vehículos directamente al área que les sea asignada para la descarga, conforme a las necesidades de operación del sitio.

En este sector, se confeccionará una ficha de Control de Cargas, en la que figurará al menos los siguientes datos:

- Municipio al que pertenece el vehículo
- Dominio del vehículo
- Fecha y hora de pesada
- Procedencia
- Peso bruto
- Tara
- Peso neto
- Observaciones

Luego de realizado el pesaje, se indicará la derivación de carga, según el siguiente criterio:

- Residuos separados o provenientes de circuitos de recolección evaluados como de mayor porcentaje de recuperación, irán a la Planta de Separación, hasta cubrir su capacidad diaria.

- Residuos mezclados a disposición final en Módulo de Relleno Sanitario.
- Residuos de poda y limpieza urbana, o residuos orgánicos separados (provenientes de industrias), a zona de compostaje.

4.1.3.2 Control de ingreso de personal y visitantes

Diariamente y por razones de seguridad, se realizará el registro de los empleados que ingresan a trabajar al sitio, así como su hora de entrada, aprovechando para revisar que cumplan con los requisitos mínimos establecidos en el reglamento interno. De la misma forma, se realizará el registro de los visitantes que asistan al Centro Ambiental, recabando información referente a sus datos personales de identificación, procedencia, asunto que motiva su visita, persona que les atenderá y hora de ingreso.

Así también, se llevará a cabo el registro de vehículos tanto de empleados, como de visitantes, con autorización para estacionamiento, que ingresan al sitio, tomando al menos los datos correspondientes a la fecha, procedencia, placas, tipo de vehículo, hora de entrada y persona que conduce. En éste punto se aprovechará, para indicar al conductor, el área o sitio en que debe estacionar su unidad.

Una vez que se haya concluido el proceso de registro, los conductores deberán llevar sus vehículos directa y exclusivamente al área de estacionamiento indicada.

Se prohibirá, que se estacionen automotores en cualquier área distinta a la destinada para éste efecto, así como circular en áreas o sentidos no autorizados, y se establecerán los límites de velocidad que garanticen una circulación segura dentro de las instalaciones. En este caso, la circulación interior no rebasará los 10 km/h, en las cercanías del acceso, la báscula y el frente de trabajo, así como en las inmediaciones de cualquier otra área con actividad intensa, que determine la administración del relleno. Mientras que en el resto de las áreas de circulación y a criterio del responsable de la operación del sitio, podrá autorizarse la circulación hasta un máximo de entre 15 y 20 km/h. Con los datos recabados, se conformará una base de datos que deberá estar disponible para la Autoridad de Aplicación.

4.1.3.3 Residuos admisibles y residuos prohibidos

Se permitirá el ingreso de los siguientes residuos:

- Residuos sólidos provenientes de la recolección de zonas residenciales
- Residuos sólidos provenientes de comercios
- Residuos sólidos provenientes de limpieza de espacios verdes.
- Residuos sólidos provenientes de limpieza de calles y paseos públicos.
- Otros residuos sólidos, previa autorización, como los generados por la actividad industrial. Debido a la gran variedad de este tipo de desechos y de sus características físicas, químicas y biológicas, deberán recibir una autorización especial para cada caso.

La oficina de control y el área de pesaje, representan la primera fase de las operaciones del Centro Ambiental y en ésta se constituye en el principal control, entre otros aspectos para detectar residuos prohibidos.

Por razones ambientales, de salud pública, así como legales, se sugiere no aceptar los residuos que se presentan en el listado siguiente:

- Residuos peligrosos (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos).
- Residuos radioactivos, o residuos contaminados con ellos.
- Pesticidas, herbicidas o sus envases, así como residuos contaminados con ellos.
- Líquidos a granel.
- Aceite de motor
- Asbestos o residuos contaminados con ellos
- Animales muertos, partes de éstos o sus menudencias.
- Cenizas o escorias calientes. Las cenizas o escorias deberán haberse enfriado por lo menos 24 hs antes de la hora programada para su recolección y colocadas en el punto de recolección en recipientes de cartón o material similar. Los envases no excederán ciento cincuenta (150) litros, ni pesarán más de veinticinco (25) kilos.
- Carbones ardiendo sin llama.
- Sustancias grasientas o aceitosas propensas a la ignición espontánea.
- Suelos contaminados
- Cualquier otro residuo peligroso, según lo establecido por la legislación vigente.
- Tampoco es recomendable la aceptación de residuos o materiales cuyo tamaño o peso excedan los límites y/o capacidades de los equipos utilizados para su manejo y disposición final.

El listado anterior, no pretende ser exhaustivo, por lo que es susceptible a modificaciones desde el inicio de su aplicación.

Dado que no es posible separar los residuos que son transportados por los vehículos recolectores en la entrada, la revisión del contenido de estas unidades se hará en el frente de trabajo. Otros tipos de vehículos, especialmente aquellos que no tienen una procedencia definida se inspeccionarán en la entrada, al igual que los que ingresan por primera vez. Estos medios de transporte presentan el grupo más sospechoso para el ingreso de residuos prohibidos al sitio. Cuando ya se cuenta con bases de datos de registro vehicular de ingresos, en éstas se puede marcar los vehículos y fuentes generadores en que se haya detectado previamente residuos prohibidos, con la finalidad de localizarlos y revisarlos oportunamente.

Las listas de residuos no autorizados, se actualizarán de manera regular y se entregarán a los controladores de acceso y del frente de trabajo, siendo opcional la entrega de dicha lista a los transportistas o usuarios del relleno, para una mejor comprensión de qué tipo de residuos no pueden ingresar al sitio. Los vehículos que

transporten residuos no autorizados, se detendrán en la entrada, reportándose al encargado del relleno, para tomar las medidas a que haya lugar. La inspección directa de la carga contribuye a que el transportista sea más cuidadoso de los residuos que recibe y acarrea, y con ello minimizar la posibilidad del ingreso de residuos no autorizados de manera irregular.

En el acceso al Centro Ambiental se deberá informar con un cartel indicador claro y legible, los residuos admitidos y aquellos que no serán admitidos.

4.1.3.4 Horarios de Operación

El Centro Ambiental operará de lunes a sábados, de 8:00 a 16:00. Este horario se adopta en función de los análisis de recolección y horarios de recepción realizado, y teniendo en cuenta los datos de la operatoria actual.

El horario se colocará a la entrada del relleno y en un lugar visible junto con la indicación de los residuos admisibles.

4.1.4 Operación de la Planta de Separación

En la **Figura 29**, se puede observar el flujograma de funcionamiento de la Planta de Separación, con indicación de flujo vehicular y flujo de residuos.

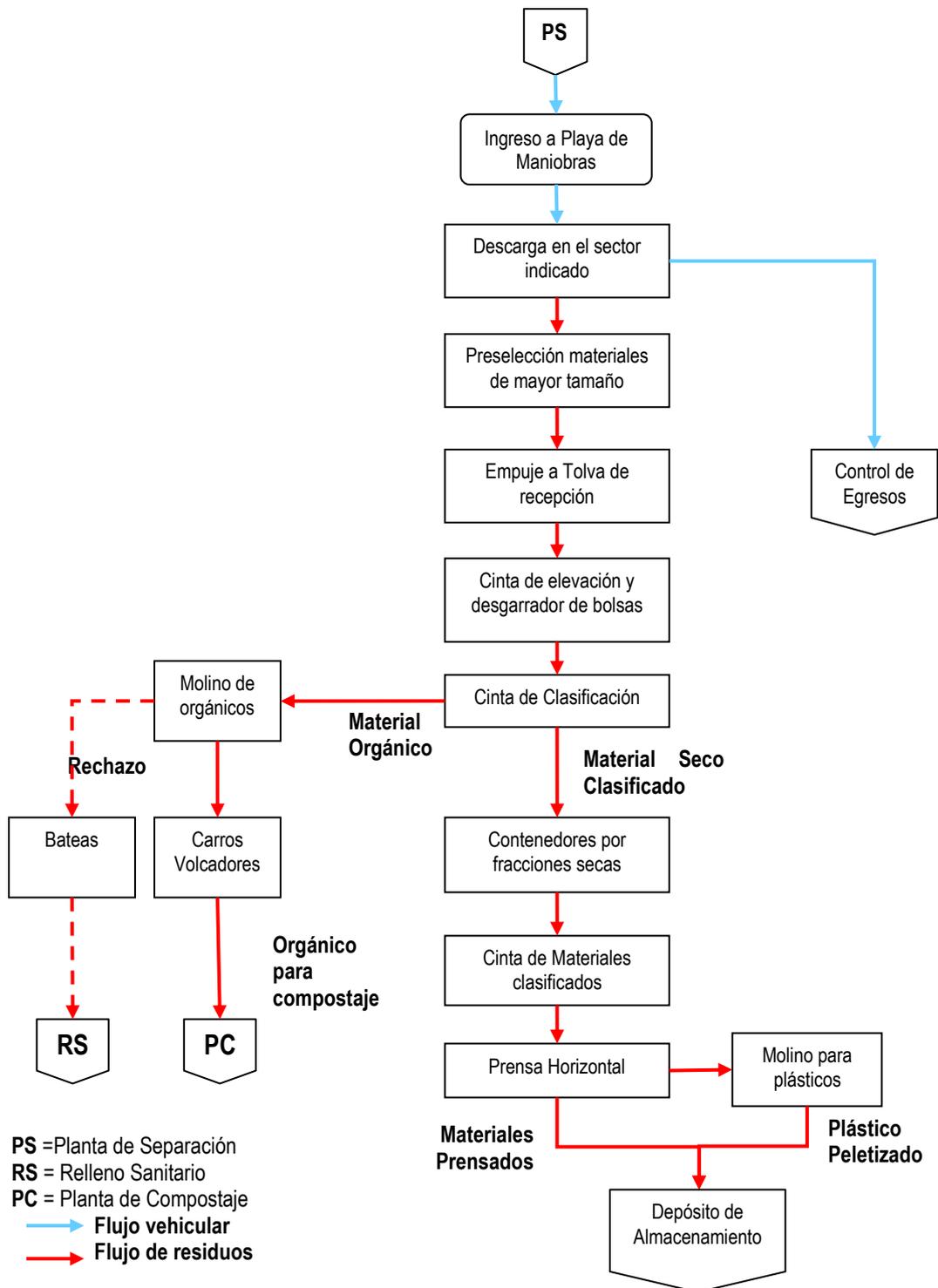


Figura 33: Flujograma Planta de Separación Centro Ambiental El Borbollón

4.1.4.1 Descarga

Los vehículos con derivación a Planta, ingresarán a la Playa de Maniobras ubicada al frente de la Planta de Separación. Previo a la descarga se retirarán los elementos voluminosos que pudieran transportar, los cuales serán ubicados en los lugares asignados para este tipo de residuos por los operarios encargados de esta tarea.

Luego, el vehículo realizará las maniobras que le indique el encargado de la playa de maniobras de la Planta, y volcará la carga en el sitio que le determinen.

La playa de maniobras tiene las dimensiones suficientes para realizar con holgura las maniobras de llegada, giro, aproximación, descarga y salida.

Luego de realizada la descarga y según las instrucciones del operario de la playa de maniobras, se retirarán hacia la salida, donde deberán realizar el pesaje con el vehículo vacío, y firmar la planilla de registro.

Luego de realizada esta primera separación de voluminosos, se empujarán los residuos con una Pala Cargadora, hasta la Tolva de alimentación de la Planta. El operario de la pala, deberá dosificar adecuadamente la cantidad de residuos que irá volcando a la tolva para que se produzca el normal funcionamiento de todas las maquinarias de la Planta. Como este sistema, implica que puedan quedar en la playa de ingreso, residuos a la espera de su carga en la Tolva, se deberán tomar todas las medidas que resulten necesario para combatir olores, generación de vectores y contener las posibles voladuras de material liviano.

Para esto último se ha previsto la colocación de una malla de retención a ambos laterales del ingreso a la Planta y detrás de esta malla, la colocación de una barrera forestal compacta (Ver **Anexo 26: Plan de Forestación**).

4.1.4.2 Dosificación y alimentación

Una vez descargados los residuos en la Tolva, estos caen en la Cinta Transportadora que arranca desde el foso de la Tolva y descarga en el Desgarrador de Bolsas. La inclinación para extracción debe ser regulada desde la tolva; esta característica posibilitará trabajar a tolva llena e ir extrayendo paulatinamente el contenido.

4.1.4.3 Desgarrador de bolsas

Los residuos transportados por la Cinta Transportadora ingresarán al desgarrador de bolsas, previo al ingreso a la cinta de clasificación.

4.1.4.4 Cinta de Clasificación

Esta cinta recibirá la carga de la cinta de elevación, y estará ubicada sobre la plataforma elevada. A sus costados se ubicarán los operarios de la planta que realizarán manualmente la clasificación de los materiales.

El material seleccionado, es volcado en las troneras que lo conducen a los carros metálicos ubicados en la planta inferior. Por medio de mangas de lona plástica en la desembocadura de las troneras se guía el material clasificado hacia los carros y de esta manera se evita el desborde del mismo.

Primero se separará papel, cartón y plástico, posteriormente material orgánico y por último metales, que primero pasan por un sistema de separación de materiales ferrosos, a través de un rolo motriz magnético con tolva colectora para la derivación del material seleccionado. Una vez atravesado este sector, se siguen separando aquellos materiales metálicos que no hayan sido captados por el sistema, vidrio y textiles.

Luego de la fase de separación, el rechazo continúa por la cinta de clasificación que descarga en una cinta de elevación, que volcará el material de rechazo en una batea, para ser trasladado posteriormente al relleno. El retiro de las bateas con el rechazo se realizará en forma continua, para que se garantice la continua evacuación y por lo tanto la producción sin interrupciones.

4.1.4.5 Tratamiento de los Materiales Orgánicos

El material orgánico separado ingresará a un Molino, cuyo objetivo es preparar el material a ser tratado biológicamente, de modo tal de facilitar los procesos biológicos. Este molino descarga en una cinta de derivación que conducirá el material orgánico a carros volcadores mediante los cuales será trasladado a la zona de compostaje.

4.1.4.6 Depósitos de almacenamiento de material clasificado

Estos depósitos ubicados debajo de la plataforma elevada, y provistos de bolsas especiales, recibirán el material clasificado a la espera su acondicionamiento.

4.1.4.7 Cinta para materiales clasificados

Estas cintas reciben la carga de los boxes de material clasificado y alimentan la prensa compactadora, y el sistema para la pelletización del material plástico.

4.1.4.8 Compactación y Pelletización

A través de la cinta mencionada en el punto anterior, y luego de haber lavado y/o acondicionado el material según las especificaciones establecidas para su venta, se

conducirán los materiales a los equipos destinados a su compactación, enfardado y pelletización (plásticos).

- **Prensa Enfardadora Horizontal:** esta prensa permitirá el enfardado del material clasificado, y se alimentará con el material que transporta la cinta de materiales clasificados.
- **Peletización de materiales plásticos:** El sistema estará compuesto por un Molino Triturador de Plásticos alimentado por una cinta de carga para garantizar las condiciones de seguridad de los operarios y tolva de carga.

Los residuos una vez compactados, se embalarán, pesarán y rotularán para ser trasladados al depósito, donde se almacenarán hasta acumular la cantidad suficiente que justifique su transporte.

4.1.4.9 Depósito de Materiales Separados

En forma inmediata a la Planta de Separación, se ubicará un galpón destinado al depósito del material separado. El mismo tendrá fácil acceso desde la Planta y una playa frontal de maniobras para los vehículos que retirarán el material separado para su comercialización. (Ver **Anexo 1: Planos de Proyecto Ejecutivo**).

A este sitio se trasladarán los residuos separados en la Planta, y ya prensados y pelletizados (en el caso de los plásticos). Allí los residuos serán acopiados para su posterior comercialización.

El depósito está cubierto para proteger el material del agua de lluvia, posee buena ventilación y espacio suficiente para el acopio del material recuperado.

4.1.4.10 Condiciones de los materiales

Los productos reciclables que llegarán a la planta son muy variados, por lo tanto se requiere de una clasificación adecuada para poder obtener de ellos el mayor beneficio posible. Es importante respetar las especificaciones del material, acordadas con el comprador, para que el mismo no sea rechazado y para lograr de este modo obtener un ingreso por la venta del producto.

A continuación se agregan algunas características generales que suelen requerirse para algunos materiales que son los más abundantes.

- **Vidrio**

El vidrio para reciclaje proviene de frascos y botellas de uso doméstico como: botellas de cerveza, frascos de conservas, comida para bebé, botellas de vinos y licores, etc. Los principales requisitos para una buena comercialización son los siguientes:

- Estar seco,
- Separado por colores,
- Sin piedras ni arena de cualquier tipo o tamaño,
- Sin tapas ni anillos de metal, plástico o aluminio,
- Sin etiquetas,
- Sin basura o materia orgánica.

El vidrio de las ventanas, lamparitas, espejos, platos, vasos, recipientes para horno y fibra de vidrio no son reciclables junto con el vidrio de envases y se considera contaminante en el reciclaje de los mismos. Hasta ahora el mayor mercado han sido los propios fabricantes de vidrio.

Cuando el vidrio recuperado no cumple las especificaciones del fabricante, se puede utilizar como componente del compost.

Para la comercialización, se puede entregar triturado (para lo cual se debería contar con una trituradora de vidrio) o sin quebrar en cajas.

- **Papel y cartón**

Las clases de papel útiles para el reciclaje son: papel de diarios y revistas, papel de oficinas, dentro de los cuales se encuentra el papel de informática (papel de alta calidad), impresión o copias que no contengan otro color que el negro. Y en los cartones el más recibido es el corrugado. Estos materiales, igual que el vidrio, deben estar limpios.

Para su comercialización el material debe estar libre de *materias prohibidas*. Se consideran materias prohibidas entre los papeles (porque pueden dañar las maquinarias de producción de papel reciclado), las siguientes: metales, cuerdas, vidrios, textiles, maderas, arena y materiales de construcción, materiales sintéticos, basuras y desperdicios.

Los *materiales rechazables* incluyen: papeles sulfurizados, antigrasas o vegetales, encerados, parafinados, alquitranados o aceitados, papel carbónico, papeles y cartones impregnados con productos resistentes en estado húmedo, papeles o cartones cuyas caras interiores estén tratadas o recubiertas con plástico, celofán, alquitrán u hojas metalizadas, papeles o cartones cristalizados, tamizados o cromados, con acabados sintéticos o plásticos, papeles y cartones tratados con adhesivos insolubles en agua como pegantes utilizados en la encuadernación, tarjetas perforadas con cintas magnéticas.

Por todo esto, en la separación se deberá cuidar que no existe presencia de materiales *prohibidos* ni *rechazables*, porque esto puede hacer que se rechace el lote completo.

- **Plásticos**

Los plásticos que se recuperen no deben haber estado en contacto con sustancias tóxicas ni microorganismos patógenos, clasificados por color, separados por tipo de polímeros (PET, PEAD, PRFV, PVC, polietileno, prolipropileno, etc.). Además deberán estar limpios, sin tapas, ni etiquetas. En el caso del Centro Ambiental se entregarán pelletizados.

4.1.5 Operación de la Planta de Compostaje

La Planta de Compostaje, dentro del Centro Ambiental, se ubicará al Este de la Planta de Separación, y estará rodeado de forestación para reducir la evaporación de humedad y controlar posibles voladuras. Esta barrera forestal contará con especies perennes para evitar que el sol y el viento puedan reducir la humedad de las pilas de compostaje.

La metodología a utilizar para la elaboración del compost será la *termoeróbica*. Para esta tecnología, que implica la realización de pilas de material compostable en un sistema a cielo abierto, se deberá preparar el terreno colocando una capa de suelo vegetal compactado para evitar la infiltración de lixiviados en el terreno. Se deberá otorgar una pendiente del 5% a ambos lados de la plataforma con canales para recolectar el líquido. La preparación del suelo donde se realizará la bioestabilización se realizará con un porcentaje de bentonita para favorecer la retención de metales pesados en los lixiviados, favorecer la disminución de percolación a través del suelo y su contaminación y favorecer el trabajo sobre la plataforma.

En la **Figura 30** se muestra el Flujograma de funcionamiento de la Planta de Compostaje a construirse en el Centro Ambiental.

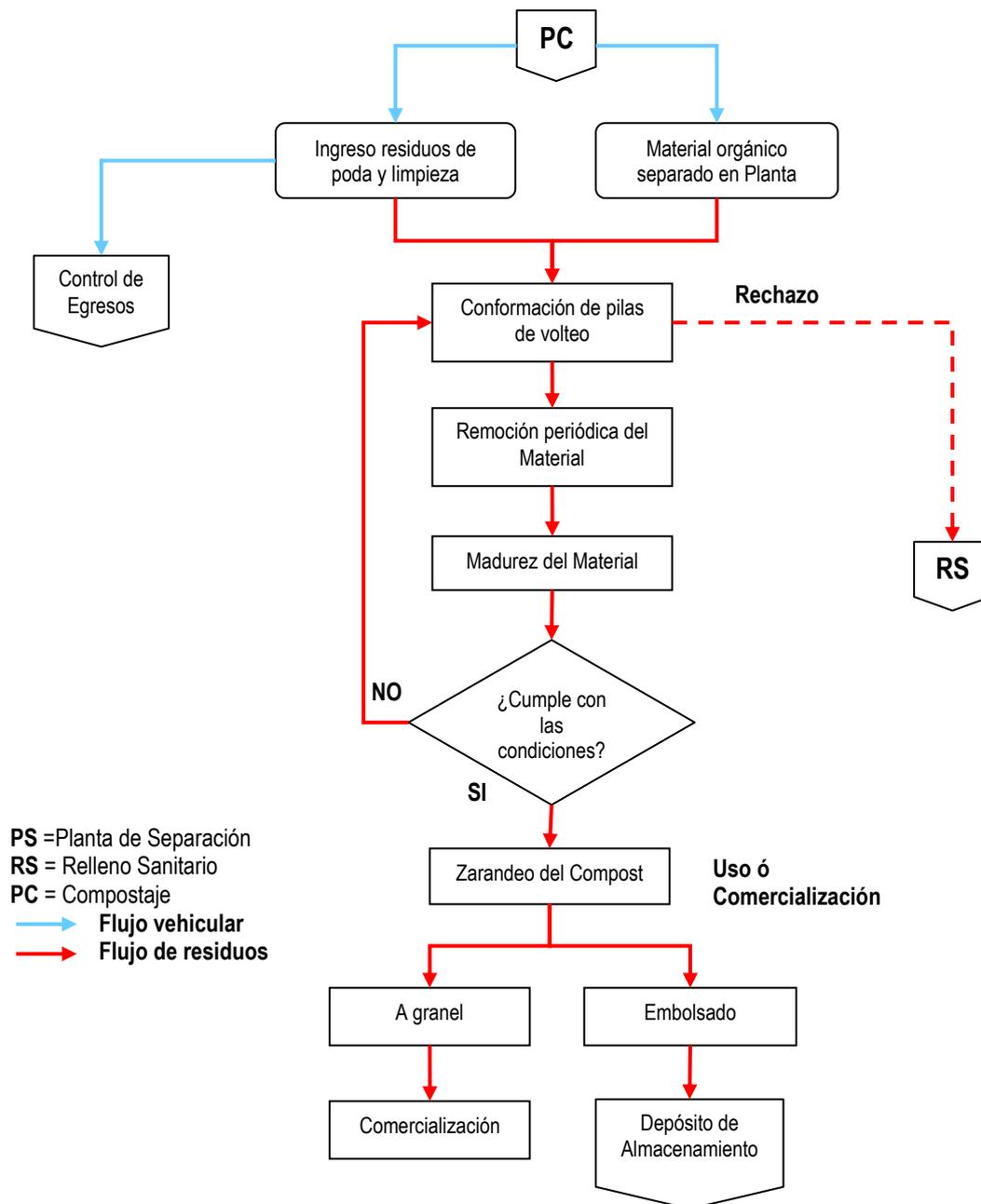


Figura 34: Flujograma Planta de Compostaje Centro Ambiental El Borbollón

Una vez recepcionado el material proveniente de los circuitos de poda, se realizará la separación de material de rechazo, que luego será trasladado para su disposición final en el Módulo de relleno sanitario.

El material separado comenzará a procesarse, mediante el chipeado de troncos y ramas y luego se mezclará con la materia orgánica proveniente del molino de orgánicos de la Planta de Separación contigua a este sector.

Una vez realizada la mezcla se verificarán los siguientes puntos, antes de su traslado a la Cancha de Compostaje:

- La relación C/N que deberá encontrarse en un intervalo entre 20 a 30.
- Luego se verificará que en la mezcla lograda los residuos de mayor tamaño no excedan los 50 mm.
- Se tomarán valores de humedad de mezcla, que en ningún caso deberán superar el 60%.
- Se tomarán valores de pH, los cuales no podrá superar el valor de 8,5. Si fuera necesario se corregirá el valor de pH, mediante el agregado de carbonato de calcio o soluciones básicas.

Una vez verificados los puntos anteriores, el material se extenderá en la Cancha de Compostaje en capas delgadas sobre la superficie del suelo, conformando las pilas de volteo. Se removerán las pilas dos veces por semana durante las primeras diez semanas con un removedor de compost y durante la misma operación se podrá reponer humedad.

Las pilas de compost se irán cubriendo con compost estabilizado a los fines de actuar como biofiltro, ya que reduce los olores que se pudieran formar por no remover las pilas adecuadamente.

Una vez que producto esté maduro será trasladado a una tolva de alimentación y elevado mediante una cinta a la Zaranda de Compost.

Este mismo equipo tendrá bocas de salida para alimentar las bolsas de empaque. Posteriormente estas bolsas serán pesadas y trasladadas al sector de acopio de este material (en la Planta de Separación) para su posterior comercialización. También podrá utilizarse y/o comercializarse a granel.

4.1.5.1 Proceso Productivo Planta de Compostaje

Desde que el material a compostar ingrese a la Planta hasta que salga como un producto final (compost), se llevarán a cabo las siguientes acciones correspondientes a diferentes sectores del Centro Ambiental:

- Control de ingreso de los residuos y derivación del camión a Planta de Compostaje.
- Disposición de residuos en la zona de recepción de materias primas hasta que el material sea separado y acondicionado.

- Separación de material de rechazo, el que será dispuesto en el sector correspondiente.
- Evaluación de materias primas y diseño de mezclas óptimas.
- Disposición de las materias primas en las canchas de compostaje para el armado de pilas.
- Mezclado y homogenización de las materias primas a compostar con agua mediante volteo y riego de las pilas con la volteadora.
- Control del proceso de compostaje mediante el monitoreo diario de la temperatura y humedad para evaluar si se debe voltear y regar.
- Control de parámetros a determinar en el laboratorio, como pH e índice de germinación para evaluar el grado de madurez y el momento de cosecha y envasado.
- Cosecha del material “estabilizado” de la cancha de compostaje para madurar en una parva o cosecha del material “maduro” para ser tamizado, envasado y rotulado (de corresponder).
- Tamizado del compost según la granulometría de los productos a elaborar.
- Re-disposición de material rechazado por los tamices a la zona de compostaje.
- Envasado y rotulado del producto final.
- Acopio del producto terminado en Galpón de almacenamiento hasta su despacho final.

Los sectores de la planta también pueden ser definidos según el proceso productivo a realizar en cada uno de ellos, como se muestra en la figura siguiente:

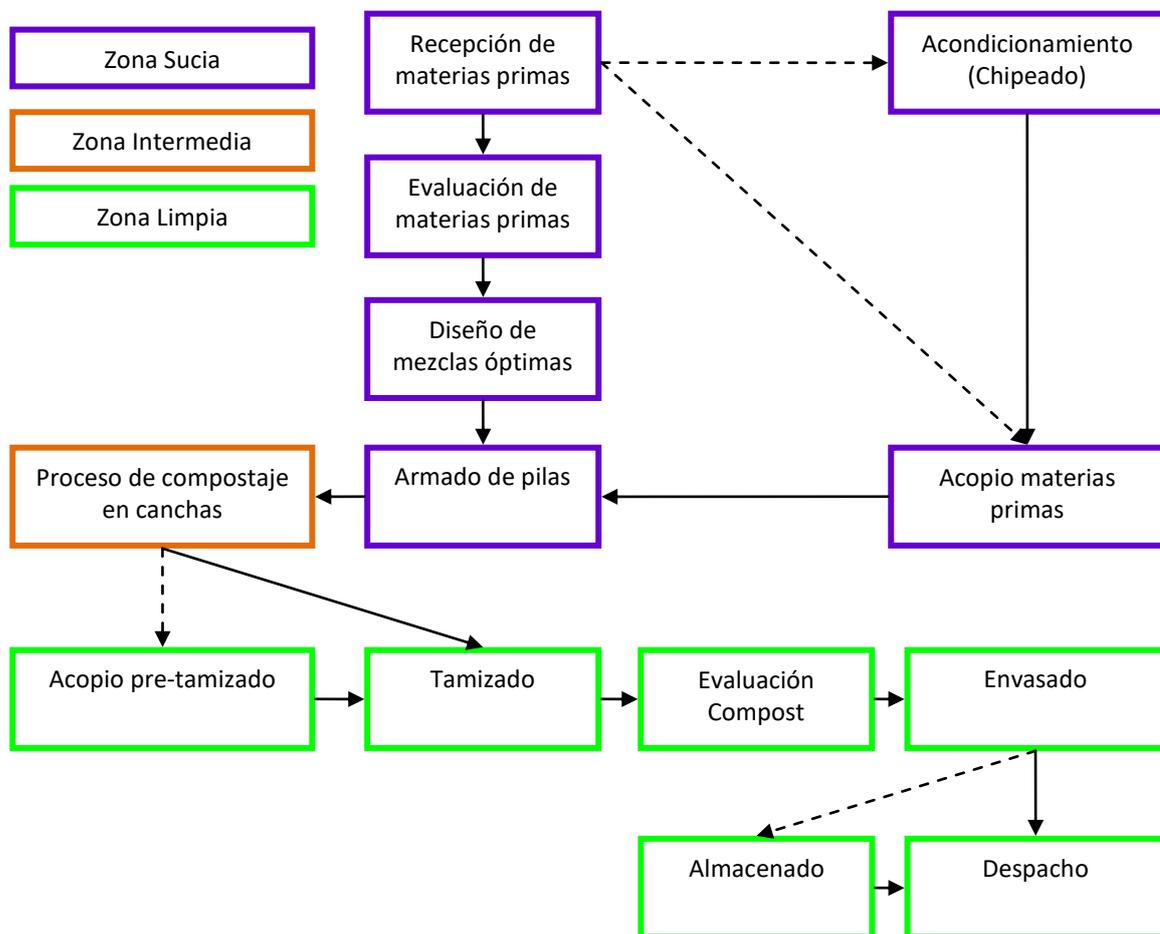


Figura 35: Clasificación de los sectores de la Planta de Compostaje

4.1.5.2 Etapas de Operación de la Planta

Las etapas del proceso de compostaje se pueden resumir en las siguientes tres etapas principales:

Etapa de Pretratamiento: Esta depende del material de partida; materiales líquidos necesitarán ser desechados o mezclados con materiales pobres en humedad, materiales grandes deberán ser triturados, materiales muy densos y poco porosos, deberán ser mezclados con materiales estructurantes. En la elaboración de la mezcla se deberá lograr una relación C/N, humedad, pH, y tamaño de partícula, dentro de valores favorables para iniciar la fase de compostaje propiamente dicha. Durante el armado de la pila de compost se tendrá en cuenta que la mezcla sea homogénea tanto en los materiales como en humedad.

Etapa de tratamiento o fase de compostaje propiamente dicha: Durante esta etapa se realizará el monitoreo de la temperatura, humedad, aireación y pH. Los primeros tres parámetros además de ser monitoreados necesitan ser manejados para que se

encuentren en los intervalos considerados correctos para cada etapa del proceso de compostaje.

Etapa de Post-tratamiento: Durante la misma se tamizará el material hasta alcanzar la granulometría deseada. El material que aún no haya terminado su descomposición o tenga una granulometría mayor a la deseada, puede volver a formar parte de una nueva pila como estructurante o ser utilizado para otro fin (chip para canteros). El material tamizado será envasado y rotulado para su almacenamiento y posterior despacho a la venta o despachado directamente.

4.1.5.3 Pretratamiento

- **Ingreso de materias primas**

Debido a que solo una fracción de los RPB serán direccionados a la Planta de Compostaje, se deberá determinar previamente, cuáles serán los camiones de cada Municipio que irán a compostaje y cuales se destinarán directamente al Módulo de Disposición Final. En función de esto, en el Sector de Control de Ingreso del Centro Ambiental El Borbollón, luego del pesaje y registro de carga, se realizará la derivación a Planta de Compostaje.

- **Recepción de material en Planta de Compostaje**

Una vez derivados los camiones, estos ingresarán al Sector de la Planta de Compostaje, y volcarán la carga, en el sitio destinado a la recepción y según las indicaciones del encargado de la playa.

- **Separación del rechazo**

Una vez descargados los residuos derivados a la Planta de Compostaje, se procederá a la separación de los materiales extraños o que puedan contaminar la mezcla. Este rechazo será trasladado al sector correspondiente, para luego ser retirado y transportado a disposición final en el Módulo. Para esto, los operarios encargados de esta tarea, serán capacitados para la correcta evaluación de la carga recibida y posterior separación del rechazo.

- **Acondicionamiento de materias primas**

Los posibles acondicionamientos previos al compostaje dependerán de las materias primas. Por ejemplo el material leñoso (restos de poda seca y verde y restos de madera en general), requerirá ser chipeado, teniendo en cuenta que el tamaño óptimo de partículas para el proceso de compostaje deberá ser de 1 a 5 cm.

Para una misma materia prima, el tamaño de chipeado o triturado será heterogéneo dentro del rango definido, ya que es más fácil lograr luego en la mezcla óptima una

porosidad que permita contar con un porcentaje de oxígeno adecuado para el proceso de compostaje y una mejor circulación del aire a lo ancho y alto de la pila, manteniendo las temperaturas en un rango de valores apropiados.

El tamaño de las partículas es un factor crítico para obtener un equilibrio entre la superficie específica para el ataque de los microorganismos y el mantenimiento de una adecuada porosidad, necesaria para la aireación.

- **Diseño de mezclas óptimas**

Una de las primeras tareas para desarrollar con éxito una actividad de compostaje es lograr la correcta combinación de las materias primas iniciales. La mezcla de diferentes tipos de residuos orgánicos, equilibra la humedad y la estructura. Por ejemplo, los restos de hojas, césped y otros materiales húmedos, se deben mezclar con ramas, arbustos y otros restos de poda más secos y estructurales. Se analizará la necesidad de incorporación de residuos orgánicos con mayor carga de humedad provenientes de la Planta de Separación.

Dos parámetros son particularmente importantes en este aspecto:

- El contenido de humedad (H%) y
- La relación Carbono /Nitrógeno (C/N)

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en el proceso. La humedad óptima para el crecimiento microbiano se encuentra entre 40%-60%. Si falta agua, el proceso se ralentiza y la descomposición no es completa. Por el contrario, si se aporta agua en exceso, se produce anaerobiosis, el agua tiende a ocupar los poros desplazando el aire y provocando que el material se pudra.

El contenido de humedad adecuado puede provenir de las materias primas o se deberá añadir en el primer volteo luego del armado de la pila. Para todo esto será necesario la determinación de este parámetro previo a la conformación de la pila de compostaje.

Por otra parte, la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) adecuada, garantiza que la mezcla lograda aporte un nivel óptimo de nutrientes para el desarrollo de los microorganismos. Una relación carbono/nitrógeno (C/N) entre 25-35 es adecuada para que el proceso inicie, debido a que los microorganismos requieren aproximadamente de 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno.

Se puede manejar la relación C/N a partir de las proporciones de los materiales de partida en la mezcla. Con un exceso de carbono, disminuye la actividad biológica, prolongando el proceso de descomposición; y una carencia de éste puede producir pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco produciendo malos olores.

Una relación C/N equilibrada normalmente asegura que el resto de nutrientes necesarios (P, K, S, Ca) estén presentes en cantidades adecuadas. Esta relación disminuye a medida que el proceso de compostaje avanza, alcanzando valores finales que dependen del material de partida.

Una vez conformada la mezcla óptima, teniendo en cuenta los valores indicados en la **Tabla 23**, se deberá realizar una primera determinación de laboratorio de la relación C/N, a los efectos de chequear los parámetros de partida, y realizar correcciones a la mezcla si fuera necesario.

Tabla 23: Características de los componentes de los desechos orgánicos

Tabla 21: Características de los componentes de los desechos orgánicos					
Componentes	C/N	Estructura	Humedad	Compost	Preparación
Desechos de jardín, mezclas de tamaño pequeño	20-60	Buena	Media	Media	Homogeneización y reducción de tamaño.
Pasto	30-60	Mala	Alta	Buena	Mezcla para dar estructura y disminuir el %H
Hojas	30-60	Media/Buena	Media/Baja	Buena	Ninguna
Ramas	100-250	Buena	Baja	Mala	Reducción de tamaño
Frutihortícolas	10-20	Mala	Alta	Buena	Mezcla para dar estructura y disminuir el %H
Aserrín	200	Mala	Muy baja	Mala	Mezcla para aportar N, %H y estructura
Papel, cartón	200-500	Media	Muy baja	Razonable	Reducción de tamaño, mezcla para aportar N y %H
Estiércol	10-15	Mala	Variable	Buena	Mezcla para dar estructura

Otro factor importante a tener en cuenta en la conformación de las mezclas, es la presencia de oxígeno. Una mezcla bien estructurada permite que el aire llegue a todas partes del material y así pueda desarrollarse la descomposición aeróbica. Cuando el material es demasiado denso y falta aire, este se pudre descontroladamente (descomposición anaeróbica). La aireación no permite el desarrollo de las bacterias anaeróbicas que son las que se desarrollan cuando el oxígeno no es suficiente y son causantes del mal olor.

- **Armado de pilas o camellones**

La mezcla conformada, será depositada en pilas o camellones para que se desarrollen los procesos de fermentación y maduración controlados. Estas pilas deberán ser adecuadamente mezcladas, aireadas y removidas para permitir la degradación de manera homogénea y evitar malos olores.

Una vez formado el camellón es importante realizar un manejo adecuado del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. La pila debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa (enzima que aumenta la velocidad de reacción de reducción empleando oxígeno) por parte de los microorganismos descomponedores.

El volteo de los materiales es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en diferentes zonas en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla permite que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme al poner en contacto todo el material con diferentes zonas. Si el camellón está muy compacto, tiene demasiada agua a la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas.

Durante la formación de la pila en la cancha de compostaje, se buscará que cada materia prima sea dispuesta en capas a lo largo de toda la pila para que luego del primer riego y volteo la pila esté conformada por material homogéneo en todos los puntos.

Luego de que las materias son dispuestas en capas sobre la pila se realiza el primer volteo y riego con el objetivo que las materias primas sean mezcladas y humedecidas lo más homogéneamente posible. Esto permitirá contar con un proceso de compostaje más estandarizado a lo largo de la pila, con temperaturas, pH, humedad y relación C/N similares a todo lo largo de la misma.

4.1.5.4 Tratamiento

Durante la etapa de compostaje se llevará a cabo el control y manejo de las pilas de compost. El control se realizará a través del monitoreo de los parámetros antes citados (pH, temperatura, humedad y aireación) que determinarán la eficiencia del proceso y la calidad del compost final.

En una pila de compostaje se distinguen dos regiones o zonas:

- a) Una zona central o núcleo, sujeta a los cambios térmicos más evidentes del proceso de compostaje.
- b) Una zona cortical o corteza, que rodea al núcleo y cuyo espesor es consecuencia de la textura y de las características de los materiales que se utilizan.

A los efectos prácticos y utilizando como criterio las temperaturas que se alcanzan en la zona central, se distinguen las siguientes etapas:

- a) **Etapa de latencia:** Es la etapa inicial considerada desde la formación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura con respecto a la temperatura inicial. Esta etapa es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material ya tiene un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de muchos factores. Si son correctos: la relación C/N, el pH y la concentración parcial de oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que determinan la duración de esta etapa. Con una temperatura ambiente de entre 10-20°C, en las pilas adecuadamente conformadas, *esta etapa puede durar de 24 a 72 hs.*
- b) **Etapa mesotérmica 1 (10-40°C):** En esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicelos (aerobios estrictos) de importancia por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de azufre, fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso en áreas muy específicas de las pilas. La etapa mesotérmica es particularmente sensible a la relación humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación de calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. *La duración de esta etapa es variable.*
- c) **Etapa Termogénica (40-75°C):** La microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de bacilos y actinomicetos termófilos. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la ventilación es adecuada, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El dióxido de carbono (CO₂) se produce en volúmenes importantes y se difunde desde el núcleo a la corteza. Este gas juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de dióxido de carbono alcanzada resulta letal para las larvas. El ambiente se hace totalmente anaeróbico, los grupos termófilos que intervienen, entran en la fase muerte.
- d) **Etapa mesotérmica:** Con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación tales como la celulosa y lignina restantes en las pilas. Esta etapa se conoce generalmente como etapa de maduración. *Su duración depende de numerosos factores.* La temperatura descenderá paulatinamente hasta alcanzar valores muy cercanos a la temperatura ambiente, en este momento se dice que el material está estable biológicamente y se da por culminado el proceso.

La etapas mencionadas no se cumplen en su totalidad de la pila, para ello es necesario remover las pilas del material en proceso para que el material presente en la corteza pase a formar parte del núcleo.

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en la fase muerte debido al agotamiento de los nutrientes.

4.1.5.5 Post-Tratamiento

La etapa de post-tratamiento o de purificación del compost, requiere un tamizado para limpiar el compost bruto de las impurezas, todos los elementos no estrictamente orgánicos, y la materia no degradada del compost maduro.

Igualmente, este proceso permite calibrar los gránulos de compost de acuerdo a las necesidades y exigencias específicas que se requieran del producto. Esta fase puede completarse con la formulación o la adjunción de aditivos orgánicos, minerales o químicos para formular la mezcla y convertirla en un abono orgánico industrial.

- **Fino (0-8mm):** para los viveros de cultivo de plantas jóvenes. Con esta granulometría se optimiza el desarrollo de las raíces de los almácigos (lugar donde se siembra distintos tipos de semillas).
- **Mediano (0-15mm):** para los cultivos de hortalizas y para particulares. Esta granulometría es ideal para el crecimiento de las legumbres, frutas y flores en la tierra, en viveros o en maceta.
- **Gruesa (15-25 mm):** para la agricultura (esparcimiento en los campos), plantaciones de árboles (palma, viñas, café, olivos, paltos) y para la reforestación, reverdización (creación de nuevos parques o zonas verdes). Esta granulometría está compuesta de una mezcla de pedazos más gruesos y partículas finas, donde:
 - La fracción gruesa asegura:
 - a) Un efecto “mulching” al pie de los árboles: anti-erosión, mantenimiento de la humedad en el suelo.
 - b) Un efecto remanente para la alimentación de la planta. La fracción más gruesa va a continuar degradándose después de su incorporación al suelo y así continuar siendo una fuente de elementos nutritivos de largo plazo y en función de sus necesidades.
 - La fracción fina proporciona:

- a) Una fuente inmediata de alimentación para la planta.
- b) Un terreno propicio al desarrollo del bello de las raíces.

El tamizado se realizará pasando el material estabilizado por una zaranda o trommel con mallas de 10-12 mm para retirar todos los materiales que no fueron digeridos y los materiales inertes mayores de 12 mm.

Para lograr un tamizado eficiente, es necesario controlar la humedad del material. La humedad adecuada para tamizar y luego envasar el compost es de 30-45% de humedad.

4.1.5.6 Controles del Proceso

- **Registro Inicial**

Para el control adecuado del proceso, se llevará registros de los datos más relevantes de cada unidad de compostaje al inicio del tratamiento, como:

- a) Fecha de conformación de la unidad de compostaje.
- b) Relación C/N inicial.
- c) Temperatura del material antes de su ingreso al sistema.
- d) Humedad.
- e) Temperatura ambiente.
- f) pH.
- g) Todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso.

Además, también se llevarán registros de precipitaciones para lo cual se aconseja instalar un pluviómetro cercano a la playa de compostaje.

- **Homogeneización de la unidad de compostaje**

Se necesita la homogeneización de la unidad de compostaje debido a que las distintas etapas pueden evolucionar de manera diferente en su interior. La homogeneización tiene 4 objetivos básicos:

- a) Favorecer los metabolismos aeróbicos y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje. Esta operación se puede hacer tanto manualmente como mecánicamente.
- b) Procurar que en los volteos de las unidades el material del núcleo de compostaje pase a formar parte de la corteza y viceversa.
- c) Controlar la temperatura.
- d) Controlar el exceso de humedad.

- **Temperatura**

Durante las primeras semanas del proceso, es necesario contar con una temperatura mínima de 55°C, asegurando de esta manera la eliminación de los microorganismos nocivos.

La medición de temperatura, se realizará en varios puntos equidistantes de la unidad de compostaje de modo de obtener un perfil de los valores descriptivos de la pila. Por ejemplo, se puede comenzar a 30 cm bajo la superficie de la pila y cada 30 cm hasta llegar al centro.

Antes de introducir el termómetro en la unidad de compostaje, se practicará primero una perforación con una varilla metálica de mayor diámetro que el termómetro.

- **Humedad**

La humedad de las pilas de compostaje debe de estar por sobre el 40% de contenido de humedad del material. Para garantizar la misma es necesario contar con riego periódico, el que debe controlarse a fin de no generar un exceso del mismo ya que esto ocasionaría una condición de putrefacción anaeróbica.

Para medir periódicamente la humedad del sistema se puede seguir alguna metodología normalizada como por ejemplo, ISO 11465.

Como estrategia de evaluación en el campo, se recomienda aplicar el siguiente procedimiento empírico, sugerido por la Norma IRAM 29556:

- a) Tomar con la mano una muestra del material.
- b) Cerrar la mano y apretar fuertemente.
- c) Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo, entonces se considera que el material contiene más de un 60% de humedad.
- d) Si salen gotas de agua intermitentes, se considera que el material posee un contenido de humedad cercano al 60%.
- e) Si el material no gotea y al abrir el puño de la mano permanece moldeado, se estima que la humedad oscila entre un 20% y un 30%.
- f) Si al abrir el puño el material se disgrega, se asume que contiene una humedad menor al 20%.

- **Frecuencia de aireación y riego**

Los niveles óptimos de oxígeno se sitúan entre el 5% y el 15%. Niveles de oxígeno menores que 5% pueden provocar condiciones anaeróbicas, mientras que niveles mayores que 15% pueden dar lugar a pérdidas de calor y a una mínima destrucción de los organismos patógenos.

El agua es uno de los factores más importantes del proceso de compostaje. Si su contenido es muy bajo, se detiene la actividad biológica del proceso; si es muy alto se pueden establecer condiciones anóxicas porque el agua desplaza al aire de los espacios libres existentes.

La humedad elevada que genera anoxia puede facilitar una mayor pérdida de nitrógeno favoreciendo la desnitrificación. El contenido de humedad óptimo se encuentra en el intervalo del 50% al 60% en peso.

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y de riego que se puedan aplicar en todos los casos posibles. Se determinarán las necesidades de oxígeno y de agua, a partir de la temperatura del sistema.

La **Figura 36** muestra la evolución de la variación de la temperatura que ocurre en la unidad de compostaje en función del tiempo, y en la **Figura 37** se indica sus necesidades de riego y de aireación. Como se observa en la figura, se recomienda airear cuando comienza a descender la temperatura, luego de alcanzar su valor máximo en la etapa *termófila*.

El movimiento del material por volteo hace descender la temperatura de la unidad, que paulatinamente vuelve a aumentar, hasta completar una nueva etapa *termófila*. Sin embargo, en algunos sistemas es necesario rehumedecer el material, estando aún en etapas termófilas.

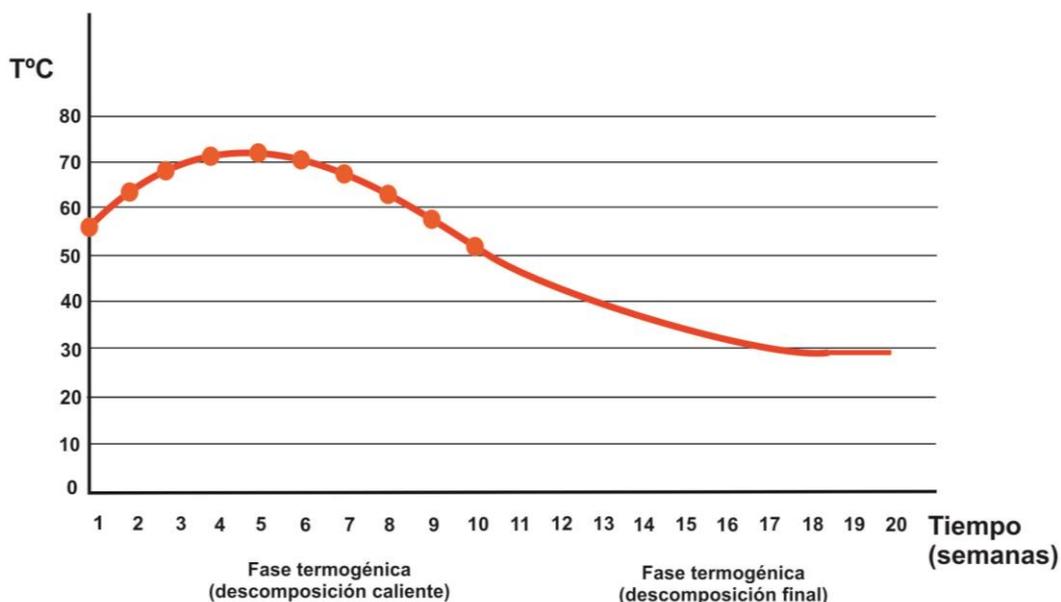


Figura 36: Evolución característica de la temperatura durante el compostaje

Después de la conformación de la pila, se observa aumento de la temperatura en general en el lapso de pocas horas a 60°C – 80°C (fase termófila). Este nivel de temperatura se mantiene generalmente independientemente del clima, durante 8 a 10

semanas. En la siguiente fase bajan las temperaturas paulatinamente a 30°C – 40°C (fase mesofílica).

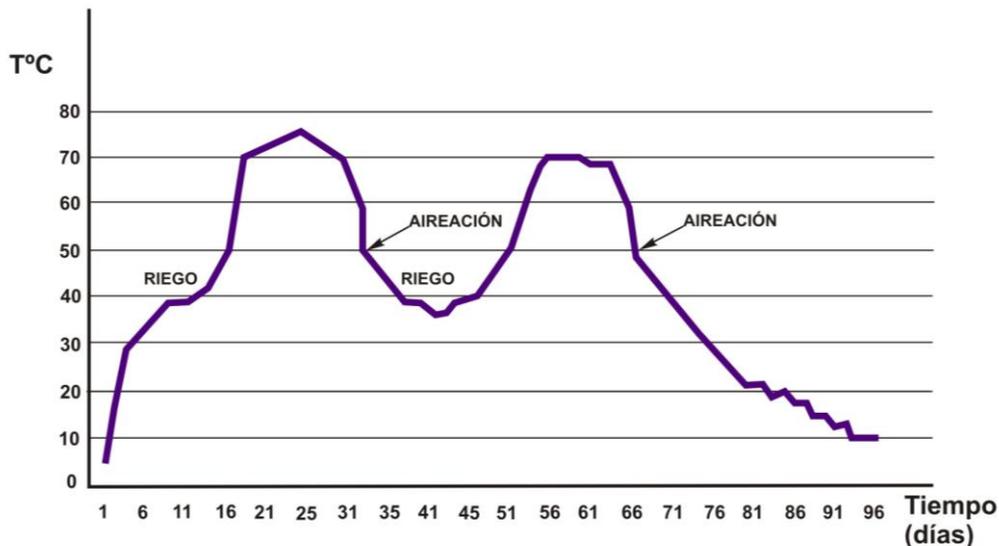


Figura 37: Riego y aireación según la curva de temperatura

Si bien el contenido del agua de los residuos verdes se encuentra en general en un intervalo óptimo (40% a 60% de la masa), ocurren pérdidas altas en las primeras semanas del proceso. Por lo que existe necesidad de riego. Este riego debe ser lo más atomizado posible para evitar cambios bruscos en la temperatura.

- **Otros parámetros**

Otros parámetros a controlar, durante el proceso de compostaje son el pH y la relación Carbono Nitrógeno (C/N).

- **pH:** Este parámetro determina las condiciones ácido-base que presenta el medio, por lo que el mismo se debe mantener en 7, ya que un pH demasiado bajo (ácido) o demasiado alto (básico) dificultará el correcto desarrollo de los microorganismos.
- **Relación Carbono Nitrógeno (C/N):** es conveniente tener una relación C/N de 20 a 30. Dependiendo del tipo y estado del residuo esta relación variará. Por ejemplo, en restos de jardín compuestos principalmente por pasto esta relación está en el orden de 20, lo que significa un alto contenido de N, pudiendo llegar a generar amoníaco en considerables concentraciones.

4.1.5.7 Etapa de terminación

La materia prima a compostar se biodegrada con distinta velocidad. Muchos materiales requieren por su estructura física y composición química mayor tiempo para perder su morfología inicial.

Por esta razón es muy frecuente que conjuntamente con el compost se presenten restos de materiales en distintas etapas de biodegradación, los cuales una vez separados después de realizado el tamizado, se pueden descartar o ingresar nuevamente a otra unidad de compostaje.

- **Características del compost**

Las características que se indican en la **Tabla 24**, corresponden a un compost en condición de estabilidad. Esta condición se diagnostica a través de diversos parámetros físicos, químicos y biológicos, tomados en conjunto y no individualmente. La selección de los parámetros depende del uso futuro del compost y de sus requisitos. Algunos parámetros se pueden determinar en campo (como la temperatura, el color y el olor), mientras que otras determinaciones se realizan en laboratorio.

Tabla 24: Condiciones orientativas de estabilidad que caracterizan a un compost terminado

Tabla 22: Condiciones orientativas de estabilidad que caracterizan a un compost terminado		
Parámetros físicos	Condición de estabilidad	Observaciones
Olor	Ausencia de olor desagradable	Olor similar a la tierra húmeda
Color	Marrón oscuro a negro ceniza	
Temperatura	Temperatura ambiente estable	La temperatura no varía con el volteo del material
Parámetros químicos	Condición de estabilidad	Observaciones
Relación C/N (en fase sólida)	Menor que 20	Valor ideal próximo a 15
Demanda química de oxígeno (DQO)	Menor que 700 mg/100 g	
pH	ENTRE 6 Y 8	
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	75 cm kg (100 g)	La CIC aumenta con el grado de estabilidad de la materia orgánica.
Conductividad eléctrica	Menor que 3 dS/m ³	
Humedad	Menor que 40%	
Amonio y ácido sulfídrico	Menor que 0,04%	
Fósforo	0,15% a 1,5%	
Nitrógeno	Menor que 2%	
Polisarcáridos	Menor que 30 mg a 50 mg de glúcidos. Gramos de peso seco (4% a 10%)	
Sales solubles	1,8 g/l a 2,5 g/l de extracto de saturación.	

Tabla 22: Condiciones orientativas de estabilidad que caracterizan a un compost terminado		
Parámetros físicos	Condición de estabilidad	Observaciones
Parámetros biológicos		Observaciones
Evolución del dióxido de carbono (migración)	Menor o igual a 8 mg de C-CO ₂ de materia orgánica por día	

En las tablas que se agregan a continuación se indican los parámetros de calidad del compost basado en su uso final, los métodos de ensayo recomendados y una guía de límites de metales pesados admitidos.

Tabla 25: Guía de calidad del compost en función de su uso final

Tabla 23: Guía de calidad del compost en función de su uso final				
Uso del compost				
Usos recomendados	Grado para maceta	Grado medio para maceta	Grado alto de limpieza	Enmienda de suelo
	Como medio de cultivo sin mezclas adicionales.	Para formular medios de cultivo para macetas con pH debajo de 7,2.	Capas superficiales de recubrimiento.	Para agregar a suelos de agricultura, restaurar suelos, estabilizarlos y mantenimiento paisajístico, requerimiento de pH debajo de 7,2.
Características				
Color	Marrón oscuro a negro.			
Olor	Olor a tierra	Olor no objetable	Olor no objetable	Olor no objetable
Tamaño de partícula	Menos de 13 mm	Menos de 13 mm	Menos de 7 mm	Menos de 13 mm
Ph	5,0-7,6	Rango identificado	Rango identificado	Rango identificado
Concentraciones de sales solubles (mS/cm)	Menos de 2,5	Menos de 6,0	Menos de 5,0	Menos de 20,0
Materiales extraños	No contiene más del 1% en peso seco de combinación de plástico, vidrio, otro tipo de partículas (3-13 mm)	No contiene más del 1% en peso seco de combinación de plástico, vidrio, otro tipo de partículas (3-13 mm)	No contiene más del 1% en peso seco de combinación de plástico, vidrio, otro tipo de partículas (3-13 mm)	No contiene más del 5% en peso seco de combinación de plástico, vidrio, otro tipo de partículas (3-13 mm)
Metales pesados	No excede los estándares de suelo.			

Tabla 23: Guía de calidad del compost en función de su uso final

Velocidad de respiración (mg/kg/h)	Menos de 200.	Menos de 200.	Menos de 200.	Menos de 400.
---	---------------	---------------	---------------	---------------

Tabla 26: Métodos de ensayo recomendados

Tabla 24: Métodos de ensayo recomendados		
Parámetros físicos	Símbolo/unidades	Método
Sólidos – Contenido de Humedad	TS%	EPA 160.3
Parámetros químicos	Símbolo/unidades	Método
Ph	-logH	EPA 150.1
Conductividad	mS/cm	EPA 120.1
Sólidos Volátiles	VS	EPA 160.4
Materia orgánica (VS-TKN*0,54)	%MO	EPA 160.4/2
Nitrógeno Total Kjeldahl	TKN	EPA 351.3
Parámetros biológicos/microbiológicos		
Ensayo Sovita	0-8	

Tabla 27: Guía de límites de metales pesados (países europeos con reglas de compostaje)

Tabla 25: Guía de límites metales pesados (países europeos con reglas para compostaje)										
Elemento	Australia	Bélgica Agr.	Bélgica Parq.	Suiza	Dinamarca	Francia	Alemania	Italia	España	Canadá
Arsénico	-	-	-	-	25	-	-	10	-	13
Boro	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmio	4	5	5	3	1,2	8	1,5	1,5	40	3
Cromo	150	150	200	150	-	-	100	100	750	210
Cobalto	-	10	20	25	-	-	-	-	-	34
Cobre	400	100	500	150	-	-	100	300	1750	100
Plomo	500	600	1000	150	120	800	150	140	1200	150
Mercurio	4	5	5	3	1,2	8	1	1,5	25	0,8
Níquel	100	50	100	50	45	200	50	50	400	62
Selenio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Zinc	1000	1000	1500	500	-	-	400	500	4000	500

• Acopio y Embalaje

Una vez que finaliza el proceso de compostaje es conveniente acopiar el compost obtenido bajo techo o cubrirlo con un material impermeable (por ejemplo, una película autosellante de polietileno). El compost expuesto a la intemperie pierde rápidamente sus nutrientes esenciales por lavado y lixiviación.

Con referencia al embalaje, son muchas las alternativas disponibles que aseguran el mantenimiento de la calidad del producto. Es conveniente evitar el empleo de

cualquier tipo de bolsa o recipiente que contenga restos de cualquier compuesto químico.

4.1.5.8 Manual de estabilización biológica

Antes de comenzar a operar el Sector de Compostaje, se confeccionará un *Manual de Estabilización Biológica* a los fines de establecer el proceso a realizar. Este manual deberá expresar, como mínimo:

- Objetivos
- Proceso
- Materia prima: recepción, manejo y calidad
- Control de proceso
- Control de calidad
- Rechazos
- Manejo de lixiviados, olores y plagas
- Certificación

4.1.6 Operación del Relleno Sanitario

Un relleno sanitario localizado y diseñado cuidadosamente, si no es operado adecuadamente, puede convertirse en un sitio de disposición final de residuos similar a un basural no controlado. Cada instalación destinada a relleno sanitario tiene características únicas, que sólo pueden ser aprendidas mediante el conocimiento, la experiencia y el continuo entrenamiento.

Los procesos de operación del relleno sanitario varían, dependiendo de diferentes factores, entre los que se puede citar, el método de operación, el clima, las cantidades y tipos de residuos a recibir y la normativa vigente.

La operación incluye las siguientes actividades genéricas:

- Administración de las instalaciones, personal, infraestructura y equipos.
- Recepción de los residuos sólidos.
- Conformación de la celda diaria con los residuos depositados.
- Cobertura de los residuos sólidos.
- Mantenimiento de infraestructura y equipos.

Estas actividades son necesarias para:

- Reducir los impactos negativos potenciales en aire, agua y suelo.
- Minimizar o eliminar los impactos hacia áreas adyacentes.
- Reducir los costos de operación (a largo plazo).
- Incrementar la capacidad volumétrica y ampliar al máximo la vida útil.

- Establecer y mantener buenas relaciones con la población.
- Cumplir con las disposiciones legales y normatividad vigente.
- Satisfacer las necesidades de disposición final de residuos sólidos de la región.

En la **Figura 34** se agrega el flujograma correspondiente a la operación del sector de relleno sanitario del Centro Ambiental.

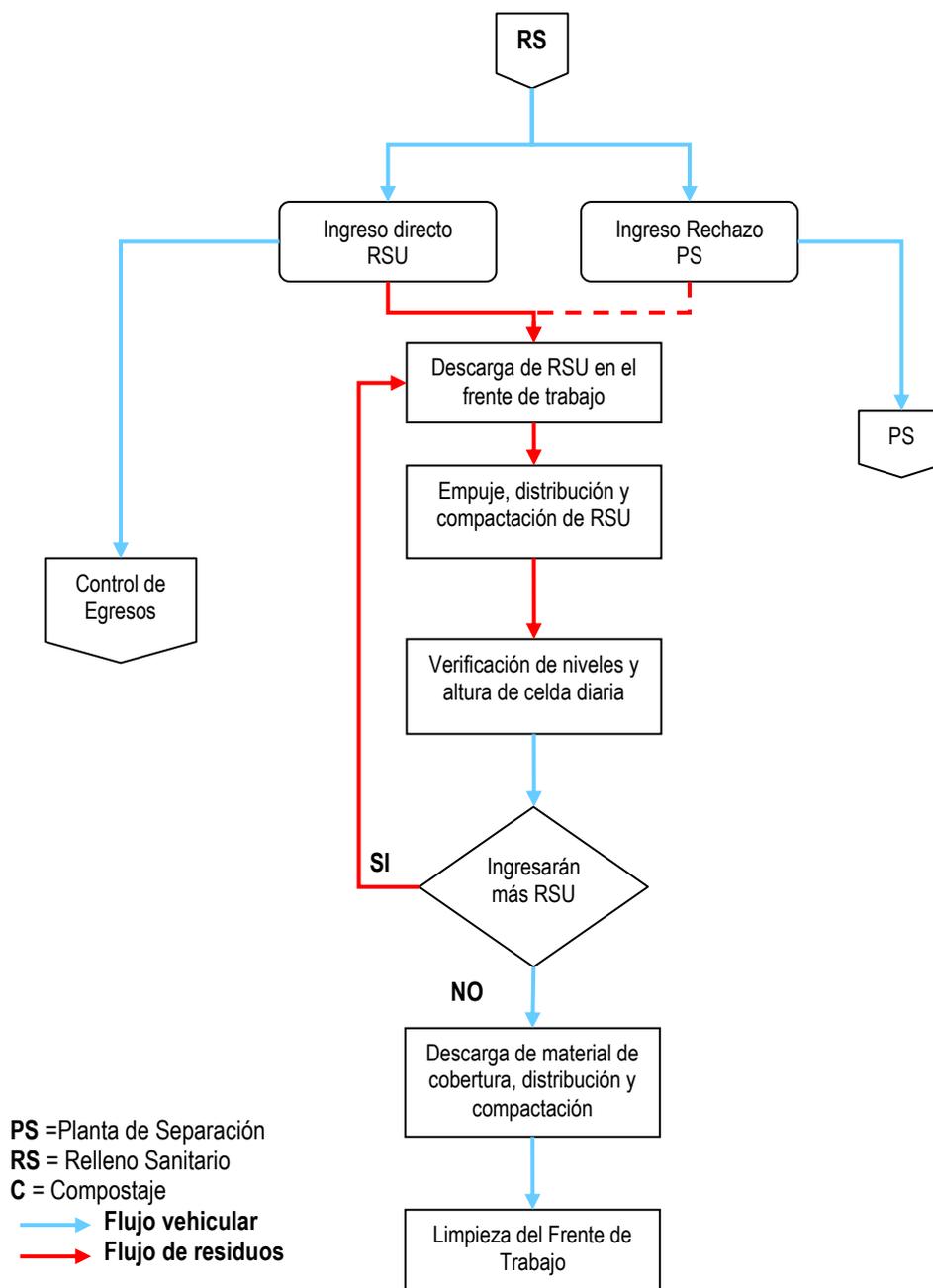


Figura 38: Flujograma General Relleno Sanitario

4.1.6.1 Método de Operación

La operación del relleno sanitario tendrá dos modalidades: la primera, durante el llenado de la zanja – celda excavada e impermeabilizada, y la segunda durante la aplicación del método de Área (una vez llena la zanja).

En la primera modalidad, los vehículos recolectores efectuarán la descarga de los residuos sólidos en la corona del talud de excavación o del terraplén perimetral, hacia abajo, de tal modo que se vayan construyendo las celdas diarias sucesivamente hasta el llenado de la misma. Esta modalidad obedece a la necesidad de proteger la base impermeabilizada del relleno y facilitar las operaciones para el personal.

En la segunda modalidad, los residuos sólidos se descargarán al pie de talud de las celdas terminadas y se procederá al esparcido, compactado y cobertura de la misma, siendo esta última de abajo hacia arriba.

La operación consiste en:

- Ubicación de los vehículos para descarga en el frente de trabajo.
- Descarga de los residuos al frente de trabajo.
- Conformación de la celda diaria con la maquinaria adecuada.
- Colocación de la cobertura diaria (tierra), proveniente de los bancos de material (Módulo 2)

4.1.6.2 Recepción de residuos

En esta sección se agregan algunas especificaciones sobre los residuos que no deberán admitirse para disposición final, consideraciones que deberán estar en conocimiento del personal encargado del control de acceso y pesaje de vehículos.

Como ya se estableció precedentemente, no se aceptarán los residuos sólidos considerados como peligrosos por la legislación ambiental vigente.

Si se tratara de residuos industriales, previamente a su transporte y recepción, el generador o en su defecto el transportista, deberán probar que los residuos no tienen características de peligrosos, así como presentar en original (para efectos de cotejo) y copia, los resultados de los análisis que correspondan. Estos análisis deberán haber sido practicados por laboratorio reconocido, cuyo resultado deberá comprobar y especificar de manera clara y legible, que el residuo ensayado no se encuentra dentro de los límites que hacen a un residuo peligroso. Una vez cubierto este procedimiento, se podrá proceder a tramitar la inscripción en el padrón de residuos y transportistas autorizados para descargar residuos en el relleno sanitario.

Cualquier tipo de residuo, cuyo estado o clasificación no estén adecuadamente definidos, requiere de una aprobación por escrito, de la autoridad correspondiente, previa a su aceptación.

En el caso de los residuos industriales, las pruebas de caracterización de un residuo particular, podrán considerarse válidas durante un período máximo de un año, contado a partir de la fecha de su realización, por lo que las cargas de los residuos, provenientes del mismo proceso podrán ser recibidas durante ese período de tiempo, únicamente con una declaración del generador, de que no se ha modificado el proceso o las materias primas utilizadas en la instalación generadora del residuo. Sin embargo, y para efectos prácticos, siempre que se detecte un cambio en la consistencia, textura, color u olor de los residuos industriales comúnmente recibidos, se deberá verificar que el mismo puede ser depositado, al amparo del procedimiento especificado precedentemente.

También para el caso de los residuos industriales, el transportista deberá presentar, además una la declaración escrita de que los residuos transportados al relleno son los mismos recibidos en el generador y que no se les han agregado materiales suplementarios.

En ningún caso se deberán aceptar residuos considerados como peligrosos por los listados o las pruebas de laboratorio establecidas por la legislación ambiental vigente.

De éstos, los que más comúnmente llegan a los rellenos son los siguientes:

- Cadáveres o partes de animales.
- Residuos hospitalarios (contaminados)
- Materiales altamente combustibles o explosivos (naftas, aceites, etc.)
- Excremento o estiércol sin previa estabilización biológica.
- Residuos de procesos industriales.

No se deben aceptar en el relleno líquidos, ni suelos o cualquier otro sólido con líquidos. Tampoco se recomienda la aceptación de:

- Residuos o materiales cuyo tamaño o peso excedan los límites y/o capacidades de los equipos utilizados para su manejo y disposición final.
- Partes y accesorios de automotrices.

4.1.6.3 Ubicación de vehículos y descarga de residuos

Una vez que los vehículos arriben al frente de trabajo, el personal operativo del relleno sanitario, deberá dar las indicaciones pertinentes a los conductores de los mismos, utilizando señales de banderillero (acomodador) para su colocación, de tal manera que éstos efectúen la descarga de los residuos en el frente de trabajo, conforme a las necesidades de los operadores de maquinaria. Será responsabilidad de los

banderilleros, mantener el ancho del frente de trabajo lo más estrecho posible, así como mantener una separación mínima de 3 metros en vehículos contiguos, así como entre éstos y la maquinaria pesada.

La actividad de descarga de residuos sólidos, deberá hacerse en el menor tiempo posible y ningún vehículo de transporte podrá realizar otra actividad ajena a dicha descarga. Dicha descarga será realizada a hombro de talud en el área equivalente al frente de trabajo, que será denominada “plataforma de descarga”, cuando se esté operando mediante el método de área. Mientras para el método de celda o zanja será realizada a pie de talud.

Inmediatamente después de terminada la descarga, el vehículo se dirigirá directamente hacia la salida del sitio.

Cuando se detecte la descarga de residuos peligrosos, el conductor responsable, sus ayudantes y el vehículo serán retenidos hasta ponerlos a disposición de las autoridades que correspondan y no se podrá cubrir dicha descarga, hasta que la autoridad correspondiente indique las acciones a llevar adelante con esa carga, previa determinación de las sanciones que correspondan.

4.1.6.4 Control de tráfico

El control de tráfico es fundamental, para realizar la operación del relleno sin contratiempos. Un controlador de tráfico, asegura la eficiencia y seguridad del área de vuelco, y puede facilitar u obstaculizar su operación.

El operador debe conocer que no todos los residuos generados son idénticos. Los residuos pueden estar húmedos o secos. Ser rígidos o compactables, livianos o pesados, etc.

Cuando se construye una celda es mejor que los diferentes tipos de residuos se coloquen y manejen de formas diferentes.

Por lo anterior, cada acomodador guiará las unidades al sitio adecuado, evitando congestiones y vuelco de los residuos en forma incontrolada.

4.1.6.5 Organización de las descargas

Una parte vital del trabajo de los controladores de tráfico, es identificar los diferentes tipos de residuos, conforme éstos arriban y entonces dirigir los vehículos a volcar en el lugar adecuado.

4.1.6.6 Ubicación de los vehículos

Una vez que los vehículos recolectores arriben al frente de trabajo, el personal de controladores de tráfico, deberá dar las indicaciones pertinentes a los operadores de los vehículos de transporte, utilizando señales de banderillero o su equivalente, para su ubicación de tal manera que estos efectúen la descarga de los residuos en el frente de trabajo, sin contratiempos.

4.1.6.7 Tiempo de descarga vehicular

Aquellos vehículos que tomará mucho tiempo descargar, o que no tengan descarga automatizada, no se deberán colocar en la misma área que los que descargan rápidamente, o en algún sitio que obstaculice el tránsito normal.

4.1.6.8 Tipo de residuos

El controlador de tráfico, también es responsable de dirigir los diferentes tipos de residuos a donde el operador del equipo compactador los necesite.

Esto significa que los residuos voluminosos, rígidos, cubiertas y colchones, difíciles de manejar, en caso de ser aceptados, deben dirigirse al fondo de la celda y los fácilmente compactables a la cima.

Otros factores pueden impactar la recepción de ciertas descargas. Por ejemplo, en un día con mucho viento, una carga de poliestireno y materiales de empaque debe ser colocada entre dos descargas grandes y tan cerca de la celda como sea posible, donde no esté tan expuesta al viento.

4.1.6.9 Verificación de la carga

Debido a que los controladores de tráfico se encuentran en el terreno, cerca del área de descarga, deben realizar un enlace vital, en el programa de verificación del relleno para materiales peligrosos, en la carga que acarrearán los vehículos. La mejor manera de ver lo que se está descargando, es estar ahí cuando se realiza la descarga. Para que este trabajo sea más efectivo, el controlador de tráfico y el encargado del control de acceso deben estar en contacto por radio. De esta forma cuando alguien descarga algún tipo de residuo prohibido y se retira antes de que el controlador de tráfico pueda detenerlo, éste último puede radiarlo al encargado del control de acceso. Por supuesto, por seguridad general, se deberá equipar al personal del relleno con radios de doble vía.

4.1.6.10 Conformación de la celda diaria

Los residuos sólidos recibidos son distribuidos y compactados en capas dentro de un área perfectamente delimitada y hasta un volumen definido, a esta figura geométrica se la conoce como “celda diaria”. Al término de cada día de operación, el área ocupada con residuos compactados, es cubierta completamente con una capa de tierra, que posteriormente es compactada.

De esta forma, los residuos compactados y cubiertos diariamente con este material, constituyen una celda. Una serie de celdas adyacentes en forma lateral o transversal, y con una misma altura, forman una franja. Una serie de franjas adyacentes y con una misma altura forman una capa y uno o más capas, pueden formar el total del área de relleno sanitario o una etapa del mismo.

Cuando los residuos son confinados en una celda, las posibilidades de que se inicie fuego interno se reducen al mínimo y en todo caso éste no puede propagarse fácilmente, la fauna nociva como roedores, moscas principalmente, no pueden tener acceso fácil a los residuos para conseguir alimento o madrigueras, también se reduce la cantidad de materiales expuestos a los elementos ambientales con lo que se minimiza la dispersión de residuos, microorganismos y polvos, al igual que se mitigan o eliminan olores y la producción de lixiviados, facilitando finalmente el control de los gases que emanan de las celdas del relleno.

Para garantizar el control en el llenado de la celda, el operador deberá programar su llenado, acondicionándola para recibir los vehículos recolectores en cualquier época del año.

Las dimensiones de la celda diaria se calcularán en función de la metodología de avance del relleno expuesta precedentemente.

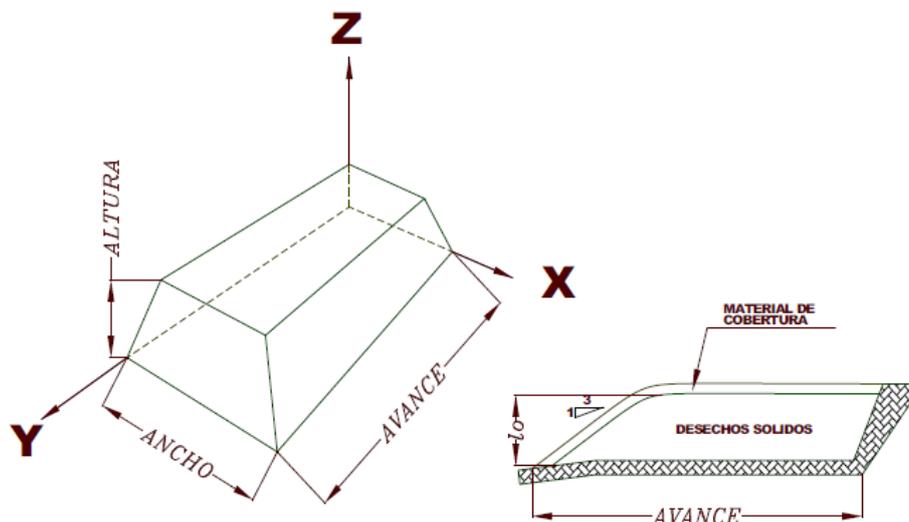


Figura 39: Morfología de la Celda Diaria

- Altura de la celda
- Ancho de la celda o frente de trabajo. Determinado por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y ejecución de maniobras de la maquinaria que operará el relleno.
- Largo o avance de la celda diaria
- Talud del frente de trabajo
- Material de cubierta, definiendo la cubierta diaria, al material aplicado y sus espesores.

En el dimensionamiento de la celda diaria, se busca la forma de minimizar el volumen de material de cobertura, proponiendo diversos valores para las variables de la altura, estableciendo la dimensión del frente de trabajo, los espesores del material de cobertura y la pendiente del talud. En la **Tabla 28** se presenta un cálculo ejemplificador, del dimensionamiento de la celda diaria considerando tres opciones que difieren en la altura de la misma.

Tabla 28: Evaluación de las dimensiones de la celda diaria

Tabla 26 – Evaluación de las dimensiones de la celda diaria			
Dimensiones	1º Opción	2º Opción	3º Opción
Cantidad de residuos en tn/día	1.313	1.313	1.313
Densidad de compactación en tn/m ³	1	1	1
Volumen en m ³	1.313		
Frente de Trabajo en m	30	30	30
Altura de la celda en m	2,0	2,5	3,0
Talud horizontal: 3, vertical :1	3	3	3

Avance diario en m	21,9	17,5	14,6
Longitud del talud en m	6,3	7,9	9,5
Vol. de material de cob. en superficie (0,20m) en m3	76,2	45,0	23,5
Volumen de mat. de cob. en talud frente (0,15 m) en m3	28,5	35,6	42,7
Volumen de mat. de cob. en talud avance (0,15 m) en m3	20,8	20,8	20,8
Material de cobertura diaria	125,5	101,4	86,9
Proporción	9,56%	7,72%	6,62%

FUENTE: Manual de Operación de Relleno Sanitario – Secretaría de Desarrollo Social
Estados Unidos Mexicanos

Las dimensiones óptimas se pueden observar en la columna resaltada.

4.1.6.11 Topado de los residuos

La maquinaria pesada procederá a empujar, preferentemente de abajo hacia arriba, los residuos descargados en el frente de trabajo, distribuyéndolos en el área correspondiente a la celda diaria y conformando un talud de pendiente 3 horizontal a 1 vertical, e ir incrementando la altura del talud conformado con capas de una altura hasta alcanzar los niveles de proyecto definidos. Se tratará que esta distribución se realice de tal forma que la capa de los residuos no supere los 0,30 m de altura, a fin de facilitar la tarea de los equipos compactadores.

Durante la operación de distribución de los residuos, se deberá realizar de manera simultánea la compactación de las capas de residuos ya colocados dentro del área de la celda, mediante pasadas sucesivas de la máquina, sobre los residuos conformados.

La longitud de empuje no deberá ser grande, desde la zona de descarga, a la base o el hombro del talud, para evitar sobre acarrees, por lo que será necesario mantener en buenas condiciones la superficie de rodamiento para los vehículos de transporte de los residuos.

Se contará con equipos topadores sobre orugas, especialmente fabricados para este tipo de operación en relleno sanitario, para optimizar la distribución de los residuos dentro de la celda de trabajo, esto propende a la maximización del volumen de residuos dispuestos por unidad de superficie rellena, prolongando la vida útil del relleno, logrando una mejor estabilización de los residuos, menor generación de lixiviados, disminución de asentamientos diferenciales y la minimización de vectores sanitarios.

4.1.6.12 Compactación de los residuos

La compactación de los residuos sólidos, se llevará a cabo con un equipo compactador, y en capas de aproximadamente 0,30 m de espesor (entre 6 a 8 pasadas), de tal forma de lograr una mejor y más eficiente compactación. La cantidad de pasadas establecidas, tienen el objeto de romper las bolsas y obtener densidades de

compactación que permitan minimizar los asentamientos y la generación de lixiviado durante la operación. La densidad de los residuos compactados en el relleno alcanzará valores cercanos a los 1.000 Kg/m³. Al comienzo de cada jornada de operación, se realizará una pasada del equipo sobre orugas sobre la capa de residuos, para homogeneizar la misma.

Una vez alcanzado el nivel final marcado en proyecto, se distribuirán los residuos, con la finalidad de compactarlos y preparar la superficie para que se deposite la capa de material de cobertura, dicha preparación será con cierre de huella, con un traslape de 25% del ancho de la zapata, el afine no será con conformadora. Todos los residuos sólidos que ya hayan sido recibidos, deberán ser cubiertos al final de cada día de operación.

4.1.6.13 Niveles de llenado de celdas

El Encargado del relleno, con apoyo del su topógrafo, llevará niveles diarios en la celda en operación, estos datos se volcarán en los planos de control topográfico, a manera de avances quincenales, con la finalidad de dar seguimiento al programa de llenado o en su caso realizar las modificaciones que correspondan al proyecto.

Se elaborará una base de datos que incluya volúmenes diarios, volúmenes acumulados, secuencia de llenado de celdas, franjas, capas y etapas.

4.1.6.14 Construcción de estructuras para captación de biogás y líquidos lixiviados

Las estructuras destinadas a la captación de biogás y extracción de líquidos lixiviados generados en el interior del relleno se construirán simultáneamente con el avance de las operaciones del relleno.

4.1.6.15 Colocación de la cobertura diaria

Culminadas las tareas de distribución y compactación de los residuos, se procederá a realizar la cobertura de los mismos con suelo, incluyendo la totalidad de la superficie en que han sido distribuidos.

La cobertura de los residuos sólidos, se define como la acción de revestirlos con tierra, en la zona ya conformada (concluida) y que cumple con los niveles establecidos por el proyecto o sus correcciones subsecuentes, después de que los mismos han sido emparejados y compactados.

El avance de ésta tarea será diario o según necesidades operativas, a fin de garantizar que los residuos sean cubiertos.

Esta tarea tiene por objeto evitar los problemas de olores, proliferación de vectores y roedores y la dispersión de elementos livianos por efectos del viento, además de minimizar la generación de lixiviado y mejorar las condiciones estéticas del relleno sanitario.

El material de cobertura para el día será extraído de la excavación del Módulo 2, y será vaciado a volteo en el punto más cercano a la celda del correspondiente día, hasta el cual pueden acceder los vehículos de transporte de suelo. La maquinaria correspondiente, se encargará de empujarlo y distribuirlo por toda la superficie que se debe cubrir. Se procurará que la descarga sea en la parte superior (hombro del talud).

4.1.6.16 Compactación de la cobertura de residuos

Una vez que los niveles de los residuos ya compactados han sido confirmados, será colocada la capa de cubierta, cerrando huella en los sentidos transversales mediante el paso del tractor, se dará un mínimo de cuatro pasadas a toda el área cubierta de ese día, incorporando el agua necesaria para obtener la compactación óptima.

Durante las operaciones de distribución y compactación del material de cubierta en zonas cercanas a instalaciones de captación de biogás y control de lixiviados, los operadores de la maquinaria pesada, deberán realizar sus labores con sumo cuidado para no dañar las tuberías, drenes y demás estructuras complementarias que conforman estos sistemas, y cuya construcción y operación son parte de las responsabilidades del operador del relleno.

Para prevenir daños, se colocarán señalamientos fluorescentes en dichas estructuras, a fin de facilitar su identificación al operador de la maquinaria.

4.1.6.17 Espesor de la cobertura diaria

La capa diaria de material de cubierta deberá ser de al menos 0,20 m, buscando conformar una capa continua y uniforme de ese espesor con el material ya compactado, esto equivale a un espesor aproximadamente de 25 centímetros de material sin humectar. La superficie superior de la celda, debe quedar conformada con una pendiente del 1 al 2%, para facilitar su drenado, en caso de lluvia. El material de cobertura sobre los taludes podrá tener espesores menores, estos pueden ser de 0,15 m. Esta cobertura deberá colocarse, tal como su nombre lo indica, antes de las 24 horas posteriores al depósito de los residuos.

4.1.6.18 Suministro del material de cobertura

La excavación, acarreo y descarga del material para efectuar la cobertura diaria de los residuos sólidos, será realizado desde las áreas de excavación del Módulo 2.

4.1.6.19 Resumen: pasos para la construcción de la celda

- Descarga de los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- Uso de estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad. El nivel de la superficie superior de la celda debe ser entre 1 y 2%, mientras que la altura de celda, comúnmente es de aproximadamente entre 2,5 a 3,5 m, según resulte como óptimo para reducir los volúmenes de material de cobertura.
- Las dimensiones de la celda se deberán calcular en el plan de llenado del relleno, y deberán coincidir con el volumen de los residuos compactados en el sitio, al final del día de trabajo.
- Sin embargo, si por alguna razón no se conocen las dimensiones que deberá tener la celda o es necesario modificarlas de manera emergente, algunas recomendaciones útiles son las siguientes: a) el ancho del frente de trabajo depende del número de vehículos que transportan residuos al área de operación y la cantidad de equipos disponibles para la distribución y compactación.

Por razones de seguridad, el ancho del frente de trabajo no deberá ser reducido a menos de tres veces el ancho de la hoja topadora del equipo utilizado y no debe exceder los 45 m, ya que con dimensiones mayores llega a ser muy difícil de controlar, a menos que haya una gran cantidad de equipos disponibles y que su operación sea supervisada estrictamente; b) en cuanto a la altura adecuada para las celdas no existe regla alguna, sin embargo, algunos diseñadores prefieren 2,5 m o menos, presumiblemente porque esta altura no causará problemas de asentamientos severos; c) la densidad indicada para rellenos que reciben más de 700 Tn/día es de 0,8 a 1 Tn/m³.

- Distribución de los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de 0,30 a 0,60 m de espesor.
- Compactación de los residuos sólidos con un mínimo de 6 pasadas sobre el talud.
- Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la cobertura diaria.
- Distribuir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor de 20 cm. Dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de cobertura, puede requerir un espesor mayor. Por ejemplo, material suelto tal como arena puede penetrar dentro de los espacios abiertos en los residuos. Por

esta razón si los residuos no son compactados adecuadamente se requerirá mayor cantidad de material de cobertura.

4.1.6.20 Cobertura Final del Relleno Sanitario

Alcanzadas las cotas de proyecto se procederá a la cobertura final del módulo. Para ello se dispondrá una primera capa de suelo de 0,30 m de suelo natural compactado. Por último, se colocará una capa de suelo vegetal de 0,30 m de espesor mínimo compactado.

La cobertura final de la celda se deberá colocar respetando las estructuras de venteo de gases y extracción de líquidos lixiviados.

Los objetivos de la terminación de la cubierta son:

- Minimizar los efectos de la erosión hídrica y eólica sobre el relleno, a través de la vegetación implantada.
- Impedir el ingreso de aguas pluviales al seno de los residuos dispuestos en el relleno, para minimizar la formación de líquido lixiviado.
- Lograr la implantación de un manto vegetal permanente, de modo tal favorecer la evapotranspiración y minimizar la infiltración de agua de lluvia a las celdas cerradas y asegurar su rápida evacuación a través de las estructuras de drenaje de aguas pluviales.

4.1.6.21 Parquización del predio del Relleno Sanitario

Se ejecutará un plan permanente de parquización y mantenimiento de la totalidad del predio del centro ambiental, según el Proyecto Ejecutivo. Asimismo se deberá desarrollar el proyecto de parquización siguiendo los lineamientos establecidos en el **Anexo 26: Plan de Forestación.**

4.1.6.22 Supervisión e Inspección

La supervisión e inspección en un relleno sanitario son actividades orientadas para asegurar que la operación se realice de manera óptima y en consecuencia evitar problemas económicos, sociales, técnicos y/o ambientales.

Si en el relleno sanitario no se efectúa una buena supervisión, se corre el riesgo de caer en la práctica de un basural a cielo abierto, con sus inconvenientes. La supervisión, se debe entender como la acción de observar un trabajo determinado con el propósito de que éste se realice correctamente. Por otro lado, la inspección, básicamente es la acción de observación para confirmar que un determinado trabajo se realizó adecuadamente, una vez terminado éste.

4.1.6.23 Actividades de Supervisión

- Hacer visitas aleatorias al lugar donde se lleve a cabo el control de acceso, verificando que éste se realice adecuadamente, a fin de asegurar que tengan acceso sólo los camiones y personas autorizados.
- Verificar que en el registro de entradas y salidas se anoten los siguientes datos: lugar de procedencia, número de placa, hora de ingreso, tipo de camión, y peso bruto; usando para ello formatos protocolizados.
- Supervisar el control de la calidad de los residuos sólidos que ingresen al sitio, a fin de asegurar que no se reciban residuos peligrosos. Esto se realizará mediante visitas aleatorias al área de acceso y observando los registros de entradas y salidas.
- Verificar el funcionamiento y la operación de la báscula para camiones. Realizando visitas aleatorias y comprobando con un peso de referencia conocido el ajuste correcto de la báscula.
- Vigilar con especial cuidado el procedimiento de pesaje de vehículos, para detectar los errores posibles.
- Revisar que los vehículos, al llegar al sector de maniobras, sean orientados para descargar lo más cerca posible del frente de trabajo; y que este sector esté organizado y limpio.
- Verificar que la orientación del tráfico y descarga, en el sector de operaciones, sea la más adecuada para evitar pérdidas de tiempo.
- Verificar que se realice un buen mantenimiento de las herramientas, equipos y dotación de implementos de protección de los trabajadores.
- Verificar que el frente de trabajo esté en condiciones operativas en todo momento, aún si se presentasen lluvias intensas.
- Vigilar que el drenaje en el frente de trabajo sea inmediato y se conduzca al sistema de desagüe.
- En caso de operación nocturna observar que el frente esté iluminado.
- Revisar que las celdas por construir cada día, sean identificables por medio de estacas que fijarán los límites de las mismas, éstos límites serán indicados a los operadores de las maquinarias que operen en el sitio.

- Vigilar que se compacten correctamente los residuos y el material de cobertura.
- En caso de requerirse, para el pago de los equipos, ver que se lleve a cabo un registro de horas-máquina, efectivas.
- Observar que los camiones no tiren residuos en su tránsito por el relleno sanitario sino hasta el frente de trabajo.
- Supervisar que los operadores lleven a cabo la limpieza de sus unidades en la zona destinada para ello, dentro de la misma celda, para no demorar la descarga.
- Verificar la ejecución del programa del uso de la maquinaria, del llenado de celdas y del diseño de frentes de operación con base en el número de vehículos en un tiempo determinado.
- Ver que continuamente se riegue la zona de tránsito para disminuir el material particulado.
- Observar que se rellenen los baches.
- Presentar un informe completo, con conclusiones, de todas las observaciones hechas durante un período determinado de tiempo.

4.1.6.24 Actividades de Inspección

- Verificar que la zona de paso de los vehículos sea lo más firme posible para evitar que se atasquen y obstruyan el acceso al frente de trabajo.
- Observar el buen estado de los caminos interiores y de acceso al relleno sanitario, verificando que se lleve a cabo su limpieza y mantenimiento.
- Verificar que el tamaño, distribución, forma de las celdas y materiales de cobertura correspondan a lo señalado en el proyecto y las especificaciones.
Realizando nivelaciones en: los caminos de acceso, el suelo natural y las celdas terminadas.
- Observar que no hayan grietas en las celdas.
- Revisar que las vías de acceso, sector de maniobras, redes de drenaje pluvial y superficie terminada del relleno, se mantengan en buenas condiciones operativas.

- Verificar que la báscula adquirida sea lo más adecuada posible a las condiciones del sitio y que su instalación sea conforme a las recomendaciones del fabricante.
- Vigilar constantemente que no existan incendios en el relleno sanitario, en caso de que se presenten, la zona deberá ser considerada como de emergencia y el incendio tendrá que ser controlado y abatido inmediatamente por medio de arena o material de cobertura.

4.1.6.25 Monitoreo de la Operación

En todo sistema siempre es necesario establecer medidas de control que nos permitan verificar el adecuado funcionamiento de los diversos componentes del sistema, así como detectar las posibles fallas y establecer las medidas correctivas que se requieran o en todo caso conocer las áreas, actividades o equipos que puedan ser mejorados, en beneficio de una mayor eficiencia y menos riesgos.

Los principales aspectos a considerar para este tipo de monitoreo son los siguientes:

4.1.6.26 Niveles y taludes

Estos parámetros son monitoreados básicamente mediante la instalación de bancos de referencia, es decir bancos de nivel perfectamente referenciados y la verificación de niveles topográficos en las áreas de trabajo con cierta frecuencia, acorde a las necesidades del caso, mediante los levantamientos correspondientes. Los bancos de referencia deben ubicarse preferentemente fuera de las áreas de trabajo, pero cercanos a estas últimas y preferentemente en áreas abiertas con acceso fácil pero peatonal y de tránsito poco intenso.

4.1.6.27 Cobertura

En el caso de la cobertura, los monitoreos son realizados básicamente mediante la realización de excavaciones de “pozos a cielo abierto” en ciertos puntos seleccionados al azar sobre la superficie del relleno ya terminadas, y conforme a los diversos tipos de cobertura programados en el área de trabajo. Mediante estas excavaciones se verifica físicamente que en la práctica han sido colocados los espesores de material especificados o bien contratados.

4.1.6.28 Control de erosión

En los rellenos sanitarios las erosiones sobre la cubierta se deben a diferentes causas. A continuación se enumeran los distintos tipos de erosión posible:

- **Erosión debida a hundimientos**

Una de las raíces más comunes de estos problemas, está relacionada con los asentamientos. Conforme algunas porciones del relleno se asientan, los sistemas de drenaje que alguna vez funcionaron, pueden fallar. Los escurrimientos superficiales, pueden no fluir más. O pueden fluir hacia el lugar equivocado.

Si se observa que los asentamientos del relleno están causando los problemas de drenaje, hay varias soluciones. Si el asentamiento es despreciable, se puede simplemente rellenar los puntos bajos con tierra. En el corto plazo, esto puede funcionar, pero no en el largo plazo. Cuando una porción del relleno se asienta, los residuos subyacentes se saturan. Esto incrementa la descomposición y el asentamiento relativo a los residuos circundantes. Agregar más peso (en la forma de más suelo), podría favorecer que todo se asiente más aceleradamente. Este método únicamente causa el desaprovechamiento del suelo y los espacios vacíos.

Si es posible, frecuentemente resulta mejor rellenar el área asentada con otra capa de residuos. Pero esta vez se debe incrementar la pendiente transversal para reducir la posibilidad de un encharcamiento recurrente.

- **Erosión debida al tipo de suelo**

Algunos suelos son más susceptibles a la erosión que otros. Típicamente, los suelos arenosos son más fácilmente erosionados que los suelos cohesivos (como las arcillas). Si el sitio cuenta con grandes cantidades de suelo arenoso, existe el riesgo de que se erosione, sin importar que tan bien se haya planteado el sistema de drenaje.

El control de la erosión en los suelos arenosos, significa proporcionar una pendiente transversal adecuada en las áreas (relativamente) planas, manteniendo las pendientes de los canales, relativamente planos. Si se tiene una situación en la que algún canal deba ser manifiestamente empinado, se debe considerar la posibilidad de recubrirlo e incluso impermeabilizarlo, para prevenir la erosión. Existe una diversidad de materiales para impermeabilizar los canales. Algunos son artificiales y otros naturales. Una técnica es colocar un geotextil, tubo de media caña o recubrimiento con algún cementante a lo largo del fondo del canal.

Para una solución más permanente (y más costosa), se puede considerar el uso de gaviones. Los gaviones son grandes cestos elaborados con reja de cerca galvanizada o de polietileno de alta densidad. Después de su instalación, cada cesto se llena con piedras. Después se anexa a una cumbrera (fabricada del mismo material). Varios cestos pueden ser utilizados para conformar una línea de flujo, emparejándose virtualmente con cualquier pendiente.

- **Control de la erosión en las pendientes**

También es importante reducir las pendiente longitudinal alrededor del perímetro del relleno. La pendiente longitudinal se refiere a la distancia que los escurrimientos superficiales deben fluir descendentemente en una pendiente, antes de alcanzar el canal, la alcantarilla o cualquier otro dispositivo de control. Si la pendiente es demasiado larga, el agua que escurra acumulará suficiente volumen para comenzar a erosionar el suelo.

Existen formas para predecir cual debe ser la máxima pendiente longitudinal para un determinado tipo de suelo. Una de las más comúnmente utilizadas es la denominada USLE por sus siglas en inglés (Universal Soil Loss Equation).

La USLE considera la precipitación, el tipo de suelo, la pendiente en %, la longitud de la pendiente y otros factores para calcular que tanta erosión se presentará. Es una excelente herramienta para determinar la máxima pendiente longitudinal en un proyecto. Pero operativamente, es mejor echar un vistazo en otros lugares y ver que es lo que está funcionando.

4.1.6.29 Salida de los vehículos

La salida deberá realizarse siguiendo las indicaciones del personal del relleno sanitario, encargado del control de tráfico (controladores), así como los señalamientos para ello instalados en el relleno. En la oficina de control de báscula se anotará la hora de salida respectiva a cada vehículo y cuando sea requerido se realizará el destarado del mismo. Estos datos, pasarán a formar parte de la base de datos del control de ingreso.

Los vehículos de empleados y visitantes, una vez concluida su jornada laboral o visita, pasarán directamente del estacionamiento a la salida y será registrada la hora en que lo realicen.

4.1.6.30 Registros

En la oficina de control de acceso y zona de pesaje, se hacen y conservan todos los registros del relleno. La primera función del control de acceso, es registrar la entrada y salida de los vehículos. Particularmente, es importante saber que todas las unidades recolectoras han salido del relleno, a la hora de cerrar. La conservación de los registros sobre el tiempo que tarde cada vehículo en revisión, en pesaje, en descarga o en circulación entre un punto y otro, puede proporcionar criterios que puedan ser utilizados para mejorar la eficiencia de operación.

El encargado del control, registrará al menos la siguiente información:

- Identificación del vehículo
- Procedencia del vehículo

- Peso bruto del vehículo
- Tara del vehículo (pesado directamente o de registros anteriores)
- Fecha y hora de entrada y salida
- Tipo de residuos (domiciliarios, industriales, etc.)
- Cualquier información especial.

Estos datos, deben resumirse y concentrarse para cada día. Se generarán reportes semanales, mensuales y anuales. La revisión rutinaria de estos registros en forma estadística, puede ayudar a los operadores en la planificación e implementación de los ajustes necesarios para la operación.

Permanentemente, se tendrá lista una cámara fotográfica en el área de acceso y otra en el frente de trabajo, con la finalidad de documentar oportunamente los incidentes que se registren, con el material fotográfico de apoyo, que garantice la veracidad de los reportes e informes que elabora el personal operador del relleno.

Finalmente, se conformará el informe mensual de operación que deberá especificar los volúmenes de ingreso de residuos, los avances del llenado, el resumen e interpretación de los resultados de monitoreo y las incidencias del período correspondiente, así como cualquier otra información que resulte de importancia en la toma de decisiones, para la planeación de las actividades futuras de la instalación.

4.1.6.31 Calidad del Biogás

La producción de biogás que se genere por la biodegradación de la fracción orgánica de los residuos sólidos, deberá monitorearse frecuentemente, debido a que cuando el gas metano contenido en el biogás alcanza una proporción del 5 a 15% en el aire, puede ocasionar una explosión o una combustión. Este monitoreo deberá realizarse según lo especificado en el **Anexo 24: Plan de Monitoreo**, y será presentado a la autoridad que corresponda.

4.1.6.32 Calidad del agua subterránea

Uno de los riesgos potenciales de mayor magnitud que pueden derivarse de un sitio de disposición final, es la fuga y migración de lixiviado hacia los cuerpos de agua subterránea, por lo que resulta indispensable contar con un sistema de monitoreo de la calidad del agua subterránea, a través de los pozos de control previstos en el proyecto, colocados aguas arriba y aguas abajo del emprendimiento.

De acuerdo a las condiciones hidrogeológicas encontradas en el Estudio de Suelo, se establecerán los puntos donde se realizarán las perforaciones, aguas arriba y aguas abajo del relleno sanitario, que integrarán la red de monitoreo. La ejecución de los pozos será realizada con equipos rotativos de perforación y se utilizará agua para el avance. El diámetro del trépano será superior al diámetro del encamisado del pozo.

Una vez realizada la perforación se coloca la cañería con el elemento filtrante y los demás elementos necesarios, tales con engravado y encamisado. Se desarrollará el pozo por un tiempo suficiente a efectos de obtener muestras representativas.

La perforación a ejecutar concluirá con la construcción de un cabezal de Hº a efectos de protegerla. Se prestará especial atención al desarrollo de los pozos a fin de cumplir con los objetivos para el cual serán construidos. El diseño de los pozos de monitoreo, como así también su localización, deberá ser aprobada por el Departamento General de Irrigación.

Los pozos de monitoreo (freatímetros) deberán estar ubicados perpendiculares a la dirección de la escorrentía definidas en los estudios hidrogeológicos realizados (Ver **Anexo 12: Proyecto Hidráulico**). Se realizará el mantenimiento, vigilancia, desobstrucción y/o reposición de todos los pozos de monitoreo durante el periodo de operación.

Se llevarán a cabo muestreos periódicos de los pozos de monitoreo del relleno, según lo especificado en el **Anexo 24: Plan de Monitoreo**.

4.1.6.33 Calidad del agua superficial

Este Monitoreo debe ser un componente de rutina, cuando se sabe o se sospecha que el lixiviado está impactando las aguas superficiales de los alrededores, o cuando se tiene alguna preocupación fundada sobre la calidad del agua subterránea. Para esto se han previsto dos estaciones de monitoreo a localizarse sobre la traza del Canal Moyano, una aguas arriba y otra aguas abajo del Módulo 1. Las especificaciones de este monitoreo también se encuentran establecidas en el **Anexo 24: Plan de Monitoreo**.

4.1.6.34 Calidad del aire

Es importante evaluar la calidad del aire durante las mediciones establecidas en el **Anexo 24: Plan de Monitoreo**, donde se establecen los parámetros a medir y las frecuencias de medición y presentación de resultados ante la autoridad correspondiente.

4.1.6.35 Calidad del suelo

En este caso las pruebas están enfocadas a la búsqueda de metales pesados e hidrocarburos, principalmente. Y solo se realizarán cuando se tengan sospechas de contaminación ambiental y como forma de comprobación.

4.1.6.36 Caracterización de los lixiviados

La generación de lixiviados de la basura, se debe controlar y es una de las actividades más importantes, a fin de evitar la contaminación ambiental, que puede provocar cualquier sitio de disposición final. Los principales problemas asociados con estos líquidos son el deterioro de la calidad del agua subterránea, la cual en nuestra provincia constituye una importante fuente de abastecimiento de agua, teniendo en cuenta las características climáticas de Mendoza, por lo que una contaminación de los mantos acuíferos por lixiviados de basura, podría impactar directamente a la salud humana y animal.

Las frecuencias y parámetros de estos controles se establecen en el **Anexo 24: Plan de Monitoreo**. Con la información generada, será posible conocer el potencial del contaminante y cómo evolucionan las características fisicoquímicas y biológicas del líquido.

4.1.6.37 Operación en temporada de lluvias

La preparación del relleno para una estación lluviosa deberá realizarse con anticipación, a los efectos de minimizar los riesgos que pudiera provocar este fenómeno natural. En la planificación a realizar se deberán tener en cuenta aspectos como: drenajes, acceso, control de erosión, y control de escurrimientos temporales. Se deberán construir plataformas de vuelco para las épocas de lluvias (área de emergencia).

El manejo operativo del relleno sanitario, se ve alterado por la presencia de lluvias, debido a que estas afectan a la funcionalidad. El desarrollo del confinamiento de los residuos se deberá adaptar a las condiciones de exceso de agua proveniente de las precipitaciones que se den durante la época de lluvia, para lo cual es necesario realizar obras que manejen y controlen los escurrimientos dentro del predio y en la periferia, con lo que se busca disminuir el incremento de lixiviados y por otro lado, disminuir también la posibilidad de inundación o encharcamientos.

Un manejo inadecuado en los procesos operativos del relleno sanitario en época de precipitaciones, trae como consecuencia mayores gastos en equipo, como en todas las actividades desarrolladas, debido a innumerables factores que pueden suscitarse, como puede ser el daño de caminos, haciéndolos intransitables o bien presentando encharcamientos que por tal situación retardarán la operación, tomando en cuenta que los vehículos que trasladan los residuos al relleno, no siempre cuentan con un mantenimiento adecuado, ni trabajan a su total eficiencia.

Tales carencias repercuten directamente en el movimiento de tránsito y por consecuencia se puede requerir de más horas de operación de las habituales.

Por ello es necesario contemplar una superficie de rodamiento que cuente con un drenaje que permita desalojar adecuadamente los escurrimientos y que estos se conduzcan fuera del camino, y fuera del predio del Centro Ambiental, de ser necesario.

Otras de las provisiones que se deben considerar son el exceso de lodo que se genera cuando las superficies de rodamiento no han sido preparadas, por lo que se presentan derrapadas y atascamientos de vehículos, por esto es necesario preparar la zona de trabajo en la celda diaria con materiales que permitan una superficie con la menor presencia de agua, para lo cual se prepara con materiales pétreos y de mayor granulometría, es decir, se deberá colocar una capa de rezaga de piedra, o bien cubrir con aserrín en los tramos planos para evitar el exceso de lodo. Así como el uso de residuos provenientes de parques y jardines, tal como aquel material que resulta de la poda y tala, como son ramas, pasto y vegetación similar para controlar el exceso de agua, impidiendo los efectos que pudiera causar la lluvia.

Una forma de operar el sitio en temporada de lluvia, es la de trabajar dos o más frentes de trabajo, con el propósito de no saturar de operaciones un solo lugar, y permitir la distribución de los movimientos a estos, con lo que se busca distribuirlos de manera que los caminos y el frente mismo no presente grandes encharcamientos, el continuo tráfico se verá compensado, sin que esto signifique un retraso con el consiguiente daño de las cubiertas inferiores.

- **Lista de chequeo para operación en temporada de lluvias**

Para estar seguro que el relleno está preparado (de antemano) para la temporada lluviosa, se deberá desarrollar una lista de chequeo. Estos trabajos deberán iniciarse lo más temprano posible, para tener tiempo suficiente para completar las tareas necesarias, antes del inicio de la estación húmeda. Se agrega un ejemplo de lista de chequeo:

- Terminar todo el trabajo de clausura necesario.
- Acumular material de cobertura cerca del área activa, para tener un acceso fácil en la temporada de lluvias.
- Revisar los planes de secuencia de llenado con dos semanas de anticipación.
- Estabilizar los bancos de arcilla para prevenir erosión.
- Sembrar vegetación en los taludes perimetrales del relleno.
- Instalar un sistema de retención (gaviones o pacas de piedra o material fibroso) en los taludes de las áreas recientemente rellenas.
- Instalar nuevas alcantarillas de ser necesario.
- Instalar drenes para bajar el agua de la plataforma superior del relleno sanitario.
- Realizar la limpieza de todas las alcantarillas existentes y canales o drenes, antes de la primera lluvia.
- Realizar una inspección de todas las áreas clausuradas y reparar todas las áreas dañadas.

- Inspeccionar áreas asentadas o que no drenen.
- Renivelar todos los caminos de acceso existentes.
- Construir plataformas de descarga para todo clima.
- Reparar los hoyos en el camino de acceso principal.
- Sustituir o reparar todas las señales a lo largo del camino de la entrada principal.

Esta lista no es por ningún motivo completa. Lo que la convierte en un punto de partida, para realizar las adaptaciones y adiciones, que resulten necesarias, conforme a las necesidades específicas del relleno.

4.1.6.38 Mantenimiento

Dar mantenimiento a una obra es efectuar acciones para conservar la funcionalidad de sus equipos e instalaciones. Y en un relleno sanitario es muy importante realizarlo adecuadamente, pues de no ser así se ocasionaría:

- Graves daños al ambiente y con ello el rechazo a la obra por parte de la población.
- Incumplimiento de los planes y programas de trabajo.
- Fallas en el equipo o en las instalaciones y con ello, encarecimiento de la obra.

- **Mantenimiento del frente de trabajo**

La zona de maniobras y tránsito hacia el frente de trabajo deberá regarse tantas veces como sea necesario al día, a fin de controlar el material particulado. Esta actividad se realizará durante el tiempo que las condiciones climáticas en la zona favorezcan la generación de polvos.

Adicionalmente y con la finalidad de mantener una imagen adecuada, el área de maniobras del frente de trabajo deberá limpiarse, enviando al área de la celda diaria, los residuos que se hayan volado por efecto del viento, o hayan sido trasladados por la circulación de los vehículos de transporte o la maquinaria del relleno, y por tanto hayan quedado esparcidos fuera de la celda correspondiente.

- **Depresiones**

Las depresiones en este tipo de obras son comunes debido a la compactación natural que sufren los residuos sólidos con el paso del tiempo, por lo que tienden a formarse en la cubierta final.

Para realizar las reparaciones correspondientes, es necesario llevar a cabo el siguiente procedimiento:

- Escarificar con pala, rastrillo o zapapico el área afectada a una profundidad de 10 cm. En caso de que el área sea muy extensa, se puede usar la escarificadora de la motoniveladora.
- Colocar material de cobertura en capas de 40 cm como máximo y compactar cada capa con material húmedo hasta lograr la superficie original.

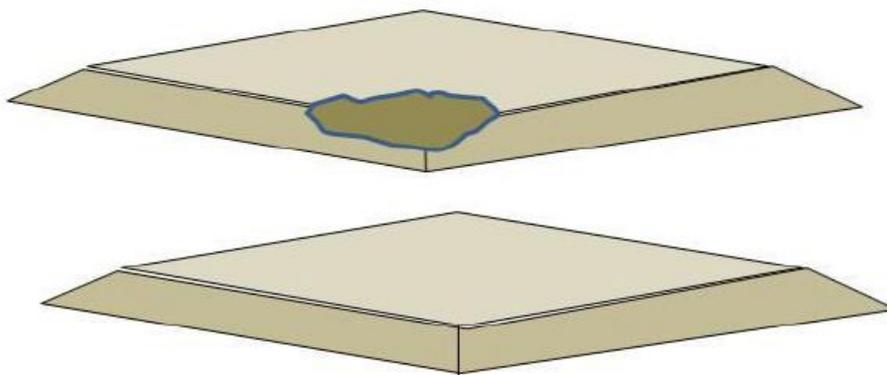


Figura 40: Reparación de Depresiones

- **Grietas**

Estas se originan por efecto de los cambios de temperatura o por la mala calidad del material de cobertura. La reparación es la siguiente:

- Se descubrirá a cada lado de la grieta 0,20 m, a la profundidad que tenga la misma. Posteriormente se humedecerá.
- Se colocará material de cobertura húmedo y se procederá a compactar con pisón de mano hasta llegar a la superficie.

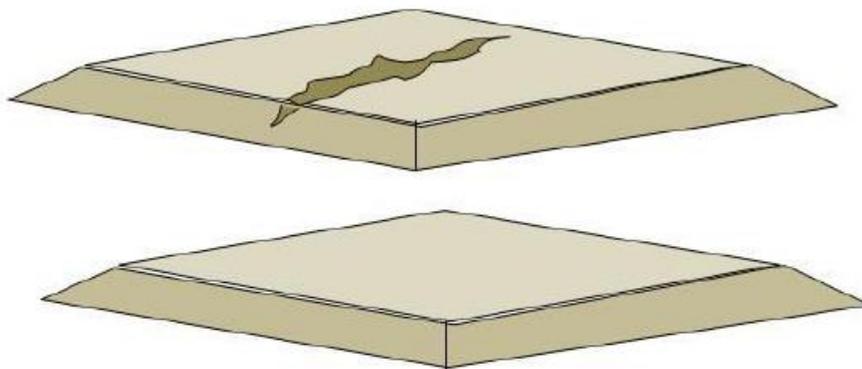


Figura 41: Reparación de grietas

- **Erosiones**

Los efectos erosivos se deben a la acción generada por la lluvia y el viento sobre la superficie, esto provoca que en los taludes y terraplenes del sitio, queden al descubierto los residuos sólidos. El procedimiento de reparación es el siguiente:

- Escarificar 10 cm de la zona erosionada, ya sea con máquina o con herramienta manual.
- Se deberá humedecer el área erosionada.
- Se hará la preparación con material de cobertura hasta llegar a la superficie original.

- **Caminos interiores**

Los caminos interiores son las arterias vitales para lograr un eficiente mantenimiento del sitio, por lo que siempre deberán estar en buenas condiciones de tránsito. Para lograr una buena vialidad se deberá realizar un mantenimiento constante basado principalmente, en las consideraciones siguientes:

- Se deberán rellenar los baches para luego compactar con pisón de mano.
- Se efectuará periódicamente el riego de los caminos con agua tratada, para evitar la generación de polvos.
- Las cunetas de los caminos deberán estar siempre libres de rocas, arena o residuos para evitar su asolvamiento.

- **Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta final**

Las mediciones de los asentamientos diferenciales, que se presentarán con respecto al tiempo, mostrarán las tendencias del movimiento que tienen los estratos de residuos sólidos.

Por otro lado, la revisión periódica de la cobertura final, tiene el propósito de identificar grietas y áreas descubiertas, debido a estos asentamientos y por la erosión respectivamente. La presencia del deterioro de la cubierta también representa un problema de infiltración de agua y generación de lixiviados, además de propiciar la migración vertical del biogás.

Para conocer el comportamiento y evolución de los asentamientos diferenciales, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se construirán mojoneras con cemento cada 100 metros y se asignará un número de identificación.
- Se efectuará la nivelación inicial, registrando esta información con la fecha y niveles.

- Las nivelaciones se efectuarán cada 15 días los primeros tres meses y, posteriormente cada mes y medio. Dependiendo de la variación de las lecturas, se tomará la decisión de efectuar las mediciones en períodos más largos.

- **Cubierta vegetal**

El mantenimiento de la cubierta vegetal está en función del uso final del sitio, del sistema de control que se tenga del biogás, de los lixiviados y del control de la erosión. El procedimiento de mantenimiento es el siguiente:

- Plantar vegetación con raíces poco profundas y de rápido crecimiento, resistentes al biogás, capaz de resistir la falta de agua y que extiendan horizontalmente sobre el área.
- La frecuencia de inspección, será cuatro veces al año.
- Las especies a utilizar deberán ser las sugeridas en el **Anexo 26: Plan de Forestación**, desarrollado para el presente proyecto.

- **Estabilidad de taludes**

Sujetos a la fuerza constante de la gravedad, los taludes tienden a moverse hacia abajo. Este movimiento encuentra resistencia por la presión pasiva del suelo, la fricción, así como los elementos superficiales como la vegetación. Cuando las fuerzas de cohesión que tienden a causar el movimiento exceden a las que lo resisten, ocurre un deslizamiento.

Si bien es cierto que cuando se construye un talud se efectúa un análisis de estabilidad, resulta que las condiciones de un relleno sanitario son muy variables y heterogéneas. Esta heterogeneidad está dada por cambios de peso de los residuos sólidos y la cubierta, la humedad, los cambios en la cohesión de los residuos sólidos por la biodegradación, y el cambio del ángulo de reposo de los taludes por los asentamientos diferenciales, por citar sólo a los más importantes.

Los deslizamientos de los terraplenes o plataformas, por causa de una falla de estabilidad, pueden provocar los siguientes problemas:

- El afloramiento de los residuos sólidos, propiciando problemas de imagen y contaminación por los olores desagradables, así como la entrada de agua a los estratos de residuos sólidos y la proliferación de fauna nociva.
- Accidentes a los operarios o a los choferes de los vehículos recolectores, además de los costos asociados con pérdidas humanas y materiales, así como la restauración de los mismos.

Para evitar estos inconvenientes, se recomienda el siguiente sistema de monitoreo para identificar la presencia de un deslizamiento:

- El sistema estará integrado por 3 mojoneras distribuidas en la superficie de la posible falla.
- Los sistemas de monitoreo se ubicarán cada 50 metros y, se llevará un control de la nivelación por trimestre en los primeros dos años; posteriormente se efectuará cada semestre.

- **Drenaje superficial**

El control del sistema de drenaje del relleno comprende la entrada y salida de las aguas superficiales. Este tipo de estructuras sufren asentamientos a largo plazo que provocan problemas sobre la conservación de los sistemas de conducción por gravedad que descargan en instalaciones transportadoras alejadas. Puede ser necesario instalar y operar bombas para aguas pluviales, después de muchos años de asentamiento del vertedero. La frecuencia de inspección de la red de drenaje construida será cuatro veces al año, y después de cada lluvia sustancial.

- **Báscula**

La báscula es un elemento de radical importancia dentro del relleno sanitario, debido a que gracias a ella se registrarán el peso de los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario. Por esto es importante mantener la báscula en buenas condiciones para no perder el control sobre estas cantidades, y es por ello que se tendrán los siguientes cuidados:

- Calibrar la báscula (siguiendo especificaciones del fabricante).
- Otorgar un servicio regular de engrasado.
- Se cuidará de mantener limpia de polvo, residuos y lodo, el área circundante a la báscula, así como revisar su interior, para verificar que no se han introducido residuos, y si es así retirarlos.
- Pintarla cuando menos una o dos veces al año, para mantenerla en buenas condiciones.

- **Cerca perimetral**

La cerca perimetral como su nombre lo indica es una estructura que delimita el área predial que corresponde a las instalaciones, y normalmente ésta se compone de una cerca de malla romboidal, la cual deberá ser revisada frecuentemente y reparados los desperfectos que en ella se encuentren, para que cumpla cabalmente con la función de impedir el tránsito de animales domésticos y de personas ajenas al sitio de disposición final.

Habitualmente los problemas que habrán de ser reparados son: los hoyos hechos por las personas al cortar los alambres de la malla, y en este caso habrá que sustituir ese tramo de malla, enderizado de postes y tramos de malla que pudiesen estar tirados y

deformados, por personas, animales o por acción del viento, y rellenar los hoyos hechos por los animales para pasar por debajo de la malla.

También la malla puede llegar a sufrir daños por la acción de sismos fuertes o terremotos.

Por otra parte, será necesario mantenerla limpia de material liviano que se pudiera haber atascado en la misma como resultado de voladuras.

- **Oficinas y áreas de servicio**

Para un aumento en la aceptación de las instalaciones por parte de la opinión pública, deberá proporcionarse un buen aspecto general a estas áreas. El mantenimiento para dichos sectores consiste en efectuar labores diarias de limpieza general, pintado de fachadas y muros de estos edificios al menos en forma anual, y que tanto las instalaciones hidráulicas, como eléctricas y sanitarias de que se encuentren dotados, funcionen correctamente.

- **Áreas verdes**

Las áreas verdes tienen gran importancia dentro del Centro Ambiental, porque brindan una buena imagen del acceso y de las oficinas, y constituyen un elemento esencial en la estética del lugar y del paisaje, y a su vez actúan como las barreras de amortiguamiento, que se encuentran en la periferia del lugar y en otros sectores. Su mantenimiento consistirá en los siguientes aspectos:

- Poda periódica de las especies arbóreas (cuando corresponda según la especie).
- Riego (por lo menos tres veces por semana).
- Aplicación de herbicidas y plaguicidas (por lo menos cada trimestre).
- Poda y limpieza y riego de áreas verdes (con la mayor frecuencia que se requiera).

- **Sistema de monitoreo**

Los sistemas de monitoreo son empleados para la identificación de los posibles impactos del relleno sanitario hacia el ambiente. Por tal motivo, se cuidará estrictamente de que tengan el mantenimiento que corresponda, según sus características.

El mantenimiento de los pozos de extracción de lixiviados, recirculación de lixiviados, venteo de gases y pozos de monitoreo de aguas subterráneas, consistirá en usar un malacate para evitar que se azolven y con ello se obstruya el flujo de biogás o lixiviados, o que se obstruyan como en el caso de los freáticos. Hay que cuidar también que no se inundan. Los asentamientos en las celdas se monitorean con los

postes de referencia. Su mantenimiento consiste en renivelarlos cuando así lo requieran.

4.1.6.39 Vigilancia

Se recomienda realizar una vigilancia general en el Centro Ambiental, cuidando los siguientes aspectos:

- Se vigilarán y controlarán las entradas y salidas de vehículos y personas que lleguen al Centro Ambiental, permitiendo únicamente el acceso al personal designado.
- Se vigilará al máximo la calidad de los residuos sólidos, para evitar el ingreso de residuos peligrosos o industriales no autorizados.
- Se vigilará con especial cuidado el sistema de pesaje de los vehículos recolectores, ya que de ello dependerá el alcanzar la vida útil proyectada en el relleno sanitario.
- Se revisará que las celdas por construirse cada día, sean identificadas por medio de estacas que fijarán los límites de las mismas, estos límites serán indicados a los operadores de los tractores.
- Se vigilará constantemente que no existan incendios en el relleno, en caso de que se presentaran, la zona deberá ser considerada como de emergencia y el incendio tendrá que ser controlado y abatido inmediatamente por medio de la utilización de arena o material de cobertura.
- Se supervisará el buen estado de los caminos interiores y de acceso al Centro Ambiental.

Se deberá controlar en forma permanente el cercado perimetral y los sistemas de monitoreo de aguas subterráneas, para evitar actos vandálicos contra dichas instalaciones. Por tal motivo se deberá mantener estos sectores suficientemente iluminados, como así también el camino de acceso.

Además, resulta común la práctica del depósito clandestino de residuos sólidos en las inmediaciones del sitio de disposición final, en horas inhábiles.

4.1.6.40 Cercas

Se colocarán cercas móviles para el control de los materiales livianos sensibles de ser arrastrados por efectos del viento, dichas cercas deberán colocarse en dirección transversal al sentido de incidencia del viento, y pueden ser construidas con malla de

gallinero o alguna similar. Los materiales susceptibles a ser arrastrados por el viento, serán retenidos por éstas.

4.1.6.41 Seguridad e Higiene

Al igual que todo proceso constructivo o productivo, un relleno sanitario no se encuentra libre de riesgos de lesión para los trabajadores o visitante del lugar, por lo cual se deberán prever los controles adecuados al caso.

Un buen diseño puede reducir riesgos en la construcción y en la operación de cualquier sistema, reduciendo igualmente el mantenimiento y este último a su vez es estrictamente necesario para una operación segura.

No debemos olvidar que en un relleno sanitario se trabaja con maquinaria de grandes dimensiones, lo cual es un factor de riesgo, pues cualquier movimiento, por inofensivo que parezca puede traer consecuencias fatales. Por ello, es conveniente contar con algunas prácticas que harán más segura la operación del equipo.

Antes de comenzar el trabajo diario, siempre se debe inspeccionar el equipo. Muchos accidentes se pueden evitar, simplemente asegurándose de que el equipo se encuentre en condiciones adecuadas de operación. Esto se hace mejor con la ayuda de listas de chequeo que deben ser revisadas antes de dejar el equipo, y revisadas nuevamente antes de subirse al mismo y encenderlo.

El operador del equipo debe cerciorarse de tener visibilidad suficiente mientras opera el equipo. El frente de trabajo de un relleno es un lugar con mucha gente. Puede haber obreros, camiones recolectores y otros operadores trabajando el mismo tiempo en la misma área general.

Se debe tener especial cuidado en observar los residuos voluminosos tales como electrodomésticos o troncos, los cuales podrían incluso volcar el vehículo.

Es posible eliminar o reducir los accidentes a causa de poca visibilidad si se da cumplimiento a las siguientes recomendaciones:

- Inspeccionar el suelo y el equipo por los cuatro lados antes de comenzar a moverlo.
- Llevar abajo las hojas empujadoras y otros implementos similares.
- Conducir a una velocidad segura conforme al terreno y clima.
- Asegurarse de que área ocupada con pequeñas montañas de residuos esté libre de personas y equipos, antes de comenzar a empujar los residuos.
- Bajarse del vehículo si no se está seguro de las condiciones y caminar alrededor del área para ver si la máquina puede proceder en forma segura.
- Obedecer las señales y mantener a la vista a los otros vehículos.

- Cuando sea necesario, se deberá trabajar con señalamientos para asegurar que los otros vehículos lo puedan ver. Debe estar pendiente por si los otros conductores tienen alguien a pie que les esté ayudando a retroceder sus vehículos para colocarlos en la posición adecuada.

De esta manera, en un plan de seguridad e higiene que trate de reducir principalmente los riesgos mecánicos y físicos dentro de un relleno sanitario, es indispensable contemplar la prevención en las siguientes etapas:

- Circulación y mantenimiento de maquinarias y equipos.
- Manejo de residuos sólidos y materiales de cobertura.
- Tránsito vehicular interior.
- Mantenimiento de caminos interiores y áreas de relleno terminadas.
- Manejo de biogás
- Manejo de lixiviados
- Mantenimiento de la infraestructura de apoyo.

Adicionalmente podrán producirse riesgos que no puedan ser observados a simple vista y que en general son los causantes de lesiones orgánicas, que al producirse, tanto durante el trabajo, como fuera de éste se denominan comúnmente enfermedades laborales u ocupacionales.

Para los planes de seguridad e higiene de un relleno, en el campo de las enfermedades laborales es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Sustancias tóxicas.
- Polvos.
- Gases
- Vapores
- Mezclas químicas
- Ruido
- Vibraciones
- Microorganismos
- Radiaciones ionizantes

Para mantener la seguridad e higiene en el relleno sanitario, se recomienda lo siguiente:

- Utilización de overoles, guantes y botas, para todo el personal que tenga que ver con operaciones en el frente de trabajo.
- Establecer un programa de capacitación para el conocimiento de los posibles riesgos dentro del relleno sanitario.
- Establecer un programa de vacunación y chequeo médico para los operarios del sistema.

- Instalar el señalamiento de seguridad e higiene.

Para el caso de un relleno sanitario, la exposición de los operarios con los residuos sólidos, gases y olores, es más evidente, y por lo tanto se deberán tomar en consideración las diversas recomendaciones que se vierten a continuación.

- **Lineamientos generales**

- Lavarse al menos las manos y la cara, al finalizar la jornada de trabajo y antes de comer.
- Tener a la vista y en lugar seguro, teléfonos de policía, bomberos y cruz roja o servicios médicos equivalentes.
- Mantener siempre disponible un arnés y cuerda de vida.
- Reportar y analizar todos los accidentes.
- Contar con equipo completo de primeros auxilios.
- Colocar extintores en las áreas administrativas, planta de separación, sector de mantenimiento y áreas generales de servicio, conforme a los requerimientos de seguridad en instalaciones industriales.
- Evitar permanentemente el contacto con residuos prohibidos. No cubrir este tipo de residuos. Aplicar los procedimientos ya establecidos y notificar al supervisor.
- Estar alerta respecto a residuos sospechosos o de origen desconocido, tales como polvos, líquidos o lodos.
- Prohibir sin excepción, que el personal trabaje bajo la influencia de alcohol o drogas.
- No aceptar contenedores vacíos que previamente hayan tenido sustancias tóxicas o peligrosas, a menos que cuenten con un certificado de seguridad, que garantice su inocuidad.
- En el momento de descargar, mantener a los vehículos automáticos a una distancia mínima de 4,5 m del vehículo contiguo más cercano.
- No permitir el tránsito de personal ajeno, en el frente de trabajo.
- Prohibición de fumar en el frente de trabajo, o en superficies de residuos descubiertos.
- Permanentemente prohibido que los niños abandonen los vehículos, al interior del relleno.
- Se debe requerir a todo el personal que chequee entrada y salida para cada jornada de trabajo y los registros deben ser verificados al finalizar el cambio de turno, para asegurar que todas las personas se encuentren bien.
- Todos los vehículos deben ser registrados al entrar y al salir y verificados al finalizar el cambio de turno.
- Garantizar la existencia en todas las jornadas laborales, de una persona entrenada en primeros auxilios.
- Establecer reglas para los conductores de los recolectores y sus ayudantes.
- Establecer reglas para los visitantes.

- Una videocámara, siempre será de utilidad para filmar las violaciones a éstas u otras medidas.

- **Ropa y equipo de seguridad**

Tanto el personal que trabaja en el relleno sanitario como las visitas que llegan a él, deben vestir ropa y equipo de protección personal adecuado en todo momento, en las áreas a cielo abierto.

En cuanto a los trabajadores, es su responsabilidad, asegurarse de que su ropa y equipo de seguridad esté en buenas condiciones y en el lugar adecuado. Este equipo y ropa de seguridad, tiene que ver con las funciones específicas de los trabajadores. En la **Tabla 29** se describe la ropa y equipo de seguridad que cada uno de ellos debe portar.

Tabla 29: Ropa y equipos de seguridad del Centro Ambiental

Tabla 27 – Ropa y Equipos de Seguridad del Centro Ambiental					
EQUIPO	Tipo de Personal				
	Controlador de Tráfico	Operación de equipos en celdas	Ayudantes generales	Personal en general	Visitantes
Casco: para proteger la cabeza de objetos voladores.	X	X	X	X	X
Zapatos de seguridad: con suelas antideslizantes y punta de acero, para proteger a los pies de objetos punzocortantes y evitar resbalones y caídas en superficies mojadas	X	X	X	X	X
Overol o pantalón largo y camisa manga larga: para proteger al personal de la exposición al sol, los insectos, el polvo y objetos voladores	X	X	X	X	
Lentes de seguridad: para proteger los ojos del polvo y objetos voladores.	X	X	X		
Barbijo: para prevenir que el polvo y otros materiales acarreados por el viento ingresen al sistema respiratorio	X	X	X	X	
Chaleco reflejante (Rojo – R, Naranja – N ó Amarillo - A: para facilitar su observación y/o identificación	R Ó N	R Ó N	R Ó N		A
Radio: para proporcionar una comunicación rápida en caso de emergencia.	X	X			
Tapones auditivos: para proteger los oídos del ruido causado por el equipo		X			
Guantes: para proteger las manos de objetos punzo-cortantes, superficies rugosas y golpes o apretones contra las partes mecánicas de las maquinarias			X		

FUENTE: Manual de Operación de Relleno Sanitario – Secretaría de Desarrollo Social - Estados Unidos Mexicanos

- **Seguridad en el relleno (Prevención de incendios)**

En los rellenos, la probabilidad de incendios se puede reducir, a través de un buen manejo general del sitio, que incluye:

- Prohibir en todas sus formas el fuego deliberado dentro del sitio, capacitando al personal desde el inicio.
 - Inspeccionar y controlar el ingreso de residuos.
 - Compactar los residuos adecuadamente.
 - Cubrir los residuos diariamente.
 - No acumular grandes cantidades de materiales secos combustibles, sin cubrir.
 - Instalar arrestadores de llama y válvulas “check” en los sistemas de manejo y control del biogás.
 - Gestionar adecuadamente los sistemas de colección de biogás.
 - Monitorear el biogás extraído.
 - Prohibir que se realicen soldaduras en el sitio o aislar el equipo para prevenir que se convierta en una fuente de ignición.
 - Aislar todos los equipos eléctricos, antes de comenzar a utilizarlos.
 - Prohibir que se fume en el sitio.
 - Reducir el acceso al público, y
 - Establecer una buena vigilancia del sitio.
- **Equipo de extinción**

Los edificios del Centro Ambiental deberán contar, como mínimo, con el equipo para la extinción de incendios en relación al grado de riesgo y a la clase de fuego que entrañen los productos, sustancias o subproductos que se almacenen, manejen o transporten en ellos, dando cumplimiento al proyecto de prevención contra incendios. Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**.

- **Seguridad en el relleno (serpientes venenosas)**

El clima caluroso significará, las serpientes venenosas de la fauna autóctona, pueden merodear el sitio.

Como etapa inicial, el personal debe aprender tanto como pueda acerca de estas serpientes y sus hábitos. Las serpientes son animales de sangre fría, esto significa que su temperatura corporal es un reflejo de la ambiental. Ellas no se pueden calentar o refrescar por sí mismas.

Por esa razón las serpientes no se quedarán al sol en un día caluroso. Y en su lugar buscarán un lugar fresco o sombreado. En una noche cálida saldrán de cacería. Pero conforme descenden las temperaturas, buscarán áreas que retengan bien el calor.

Grandes rocas o áreas pavimentadas que retienen el calor solar, son sus lugares preferidos. Igualmente las máquinas que irradian calor desde sus motores.

En una segunda etapa, se debe aprender a no poner la mano en ninguna parte, sin tener la seguridad de que no está presente una serpiente. Esto es particularmente riesgoso cuando se recogen papeles o se trabaja con máquinas que han estado en el mismo lugar mucho tiempo.

Algunas veces las serpientes no pueden ser evitadas. Por ejemplo, la única forma de recoger los materiales ligeros que se han dispersado sobre el pasto crecido y los arbustos, alrededor de las instalaciones, es caminar por allí y tomarlos. Si hay serpientes por ahí, eventualmente el personal entrará en contacto con alguna o más. La presencia de estos animales en rellenos sanitarios se puede deber a las siguientes causas:

- Los rellenos frecuentemente se localizan en zona apartadas, que no han sido previamente desarrolladas o urbanizadas.
- El desarrollo del relleno (desmonte y excavación) puede desalojar la vida silvestre local (incluidas las serpientes).

- **Atención de las mordidas de serpiente**

No hay protección perfecta con las serpientes. A pesar del mejor esfuerzo, si hay serpientes venenosas en el relleno, alguien puede resultar mordido. Si eso sucede, los expertos médicos tienen diversas opiniones respecto al tratamiento en campo para las mordidas de serpiente. Algunos recomiendan un kit estándar para mordedura de serpiente, que incluye bombillas de succión de caucho (para chupar y extraer veneno), un escalpelo, un torniquete y un vial de antiséptico.

De cualquier forma, si una serpiente muerde a alguien, la mejor solución es buscar ayuda médica profesional. Esto es acudir lo antes posible a un hospital.

La mejor defensa contra las mordidas de serpiente es que el personal mantenga sus ojos y oídos bien abiertos, y tener cuidado.

Una forma de minimizar el riesgo es proporcionar “ganchos recoge papeles”. Estos instrumentos parecen bastones para caminar, con una manija en un extremo y un gancho o pico en el otro. Además de proporcionar protección contra las serpientes, esto también reduce el doblamiento repetitivo, requerido en la recolección de los materiales ligeros que se dispersan.

Si el encuentro con serpientes es común en el relleno, se podrá considerar el uso por parte del personal, de botas o polainas a prueba de serpientes, que típicamente cubren desde el tobillo a la rodilla.

- **Seguridad de los vehículos recolectores**

Otro trabajo importante del controlador de tráfico, es mantener segura el área de vuelco. Por un lado, esto significa no mezclar el tráfico (ejemplo, comerciales con particulares o particulares con municipales). Los vehículos comerciales son grandes, pesados y usualmente presurosos. Por el contrario, los particulares son típicamente pequeños, livianos y fortuitos. Mientras que los municipales pueden ser de tamaño indistinto y generalmente parsimoniosos.

Estos distintos tipos de vehículos no deben mezclarse en el frente de trabajo.

La colocación segura de los vehículos, también significa mantener a todos los vehículos (incluidos comerciales y municipales) lejos del equipo del relleno. Muchos accidentes pueden prevenirse conservando porciones de la plataforma de vuelco libres, mientras los residuos son empujados a la celda. Una vez que el área ha sido limpiada, se reabre al tráfico. Con éste sistema, las maquinarias y los camiones, nunca estarán en la misma área al mismo tiempo, para que esto funcione, el controlador de tráfico, el operador del relleno y los operadores de equipo deben trabajar en forma acoplada.

- **Control de Fauna Nociva**

El término fauna nociva, se aplica a aquellas especies animales, que por efectos ambientales o provocados por el hombre, se proveen de recursos alimenticios ilimitados y condiciones favorables, permitiendo que la población faunística se incremente; pudiéndose convertir en plaga, al no ser regulada por mecanismos naturales, además en un período de espacio y tiempo determinados, llegan a convertirse en vectores potenciales de enfermedades infectocontagiosas, responsable de perturbar o dañar al hombre. Característicamente este tipo de fauna prolifera en lugares donde existen pocas o nulas condiciones sanitarias.

- **Animales que pueden ser considerados fauna nociva**

Se agrega un listado de posible fauna nociva que puede aparecer en un relleno sanitario en busca de alimento:

Tabla 30: Listado Fauna Nociva

Tabla 28 – Listado Fauna Nociva en el RS	
Aves	Insectos
Águilas	Alacranes
Cuervos	Arañas
Gaviotas	Avispas
Palomas	Ciempis
Mamíferos	Cucarachas

Tabla 28 – Listado Fauna Nociva en el RS

Ardillas	Escarabajos
Gatos	Grillos
Perros	Hormigas
Ratones	Moscas
Ratas	Mosquitos
Reptiles	
Víboras	

FUENTE: Manual de Operación de Relleno Sanitario
Secretaría de Desarrollo Social
Estados Unidos Mexicanos

- **Medidas de control**

La prevención es la práctica de salvaguardar un lugar de su infestación con una población de fauna nociva, mediante las medidas que eviten la permanencia de condiciones favorables para su implantación y desarrollo.

La evasión puede ser practicada cuando las poblaciones de fauna nociva existen en un lugar específico, pero su impacto a la salud o la economía, se puede evitar con una cierta práctica cultural.

Se deben realizar, el monitoreo e identificación apropiada de la fauna nociva con exámenes o programas de exploración, incluyendo trampeo, monitoreo del clima y exámenes de suelo, cuando sea oportuno, como base para cualquier actividad de eliminación.

La supresión de las poblaciones de fauna nociva puede llegar a ser necesaria para evitar daños económicos, si las tácticas de la prevención y de la evasión no resultaran acertadas.

- **Programa de control de fauna nociva**

En el caso de un relleno sanitario y debido a que los residuos recibidos en dicho sitio pueden proporcionar alimento o refugio a los animales considerados como fauna nociva, en caso de ser manejados inadecuadamente, el objetivo principal es: erradicar (cuando sea factible) y controlar (cuando sea necesario), la fauna nociva para evitar daños o molestias a la población de su entorno.

Para esto, hay que elegir la combinación adecuada de medidas de erradicación y/o control. Asimismo, hay que garantizar que las medidas de control químico son utilizadas únicamente bajo el contexto y las necesidades del programa de control de fauna nociva y conforme a la legislación vigente.

Toda campaña para el control de fauna nociva, requiere una inspección previa para determinar:

- Plaga o plagas a controlar.
- Población de fauna nociva.
- Sitios de alimentación, reproducción y refugio.
- Origen y causas probables de infestación.

Una vez recolectada la información, se deberá elaborar el **Programa de Control de Fauna Nociva** que debe contener:

- Especies y cantidades de fauna que se controlarán.
- Métodos a utilizar (descripción detallada, ventajas y desventajas, riesgos, etc.)
- Frecuencia de aplicación.
- Tiempo de duración de la medida de control.
- Horarios de aplicación y recolección.
- Método para eliminar los animales capturados o los cadáveres.
- Método de eliminación de residuos y envases de pesticidas utilizados.
- Medidas de seguridad e higiene requeridas para el uso de plaguicidas.
- Programas de respuesta a emergencias con los productos que se van a manejar.

Estos son los puntos sugeridos para la confección del programa, a los cual podrán agregarse más en función del análisis del sitio.

- **Áreas de atención para el control de fauna nociva**

Principales áreas sugeridas que deben ser tratadas, tanto dentro del predio de interés como de sus alrededores (el listado no es taxativo):

- Área de disposición de residuos
- Sector de forestales
- Colindancia con pastizales
- Grietas
- Túneles
- Madrigueras
- Cuartos de bombeo
- Acumuladores de agua estancada
- Drenajes

4.1.6.42 Plan de Contingencias

Se ha desarrollado un Plan de Contingencias específico para el sitio, (Ver **Anexo 25: Plan de Contingencias**) en donde se previeron todas aquellas situaciones que se puedan generar en el desarrollo normal de la operación.

En el desarrollo del Plan se consideraron los siguientes factores principales:

1. **Aluviones:** para situaciones de precipitaciones pluviales persistentes y de gran cantidad de períodos prolongados en la que la capacidad de desalojo resulte insuficiente.
2. **Sismo o terremoto:** estableciendo las metodologías apropiadas en las distintas etapas que conforman este fenómeno, es decir, durante el movimiento telúrico y luego del movimiento telúrico.
3. **Incendio:** en épocas secas se pueden presentar incendios en el frente de trabajo o en las demás áreas, generados por imprudencias, inconvenientes eléctricos, falta de cobertura de los residuos, para lo cual se previeron los protocolos correspondientes de actuación.
4. **Operacionales:** se refieren a distintos factores de riesgo relacionados con las distintas actividades a desarrollar en el Centro Ambiental, tanto en la Planta de Separación, como en el sector de relleno sanitario. En el plan se especifican las distintas situaciones de “riesgo de contingencia” identificados, y sus correspondientes medidas de actuación.

4.2 Operación de la Planta de Maipú

A la Planta de Maipú se incorporará un sector de transferencia de residuos y una ampliación de la Planta de Compostaje. Todo lo existente más las infraestructuras a incorporar, quedará cerrado con cerco olímpico.

En la **Figura 38** se presenta un flujograma general de funcionamiento de las instalaciones.

A continuación se presenta el detalle de las operaciones generales de la Planta de Maipú, y luego en forma detallada, las características de la Operación de los distintos sectores que la componen: *Planta de Separación*, *Planta de Compostaje* y *Sector de Transferencia*, con sus respectivos flujogramas de funcionamiento específicos.

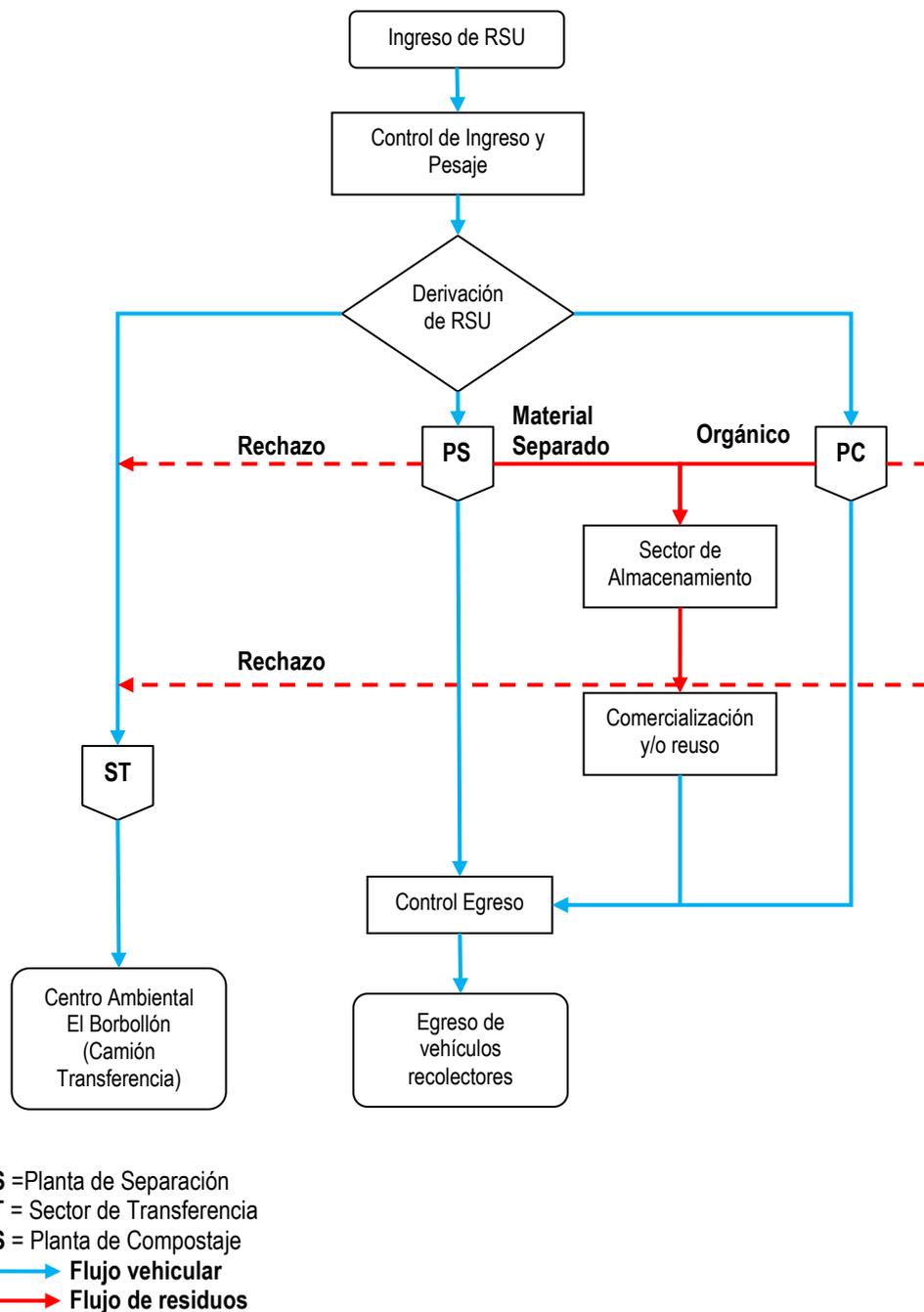


Figura 42: Flujograma General Planta de Maipú

4.2.1 Control de ingreso y pesaje

En el ingreso a las instalaciones, ubicado hacia el límite noreste del predio, se realizará el registro de los camiones recolectores provenientes tanto de la Municipalidad de Luján de Cuyo, como de la Municipalidad de Maipú. Y también de los camiones

cargadores provenientes de los circuitos de poda y limpieza de espacios verdes de ambos municipios.

En este sector se realizará el pesaje de los equipos con la báscula existente y se determinará en cada caso la derivación del mismo. La cual podrá ser: a fosa de alimentación de planta, a sector de transferencia o a nuevo sector de compostaje.

Luego de haber realizado la descarga en cualquiera de los sectores a los que se los derivará, volverán al sector de ingreso para realizar el pesaje de salida, previo a su retiro.

4.2.2 Planta de Separación

La Planta de Separación seguirá operando del mismo modo que lo hace actualmente, con 12 puestos de trabajo en cinta de clasificación. (Ver detalles en Informe 1: Estudio del Diagnóstico).

Pero como la cantidad de residuos a agregarse por la incorporación al sistema de los residuos provenientes del Municipio de Luján de Cuyo, se propone que esta infraestructura trabaje en doble turno.

4.2.2.1 Turnos de Trabajo

La Planta de Separación de Maipú, iniciará su primer turno de operación a las 8:00 el cual finalizará a las 15:00. El segundo turno se iniciará a las 16:00 y hasta las 22:00. Los días de operación serán: lunes, martes, jueves y viernes.

Debido a los actuales horarios de los servicios de recolección de ambos municipios, en principio no resultaría necesaria la operación durante el día miércoles y sábado. Esta situación deberá ser revisada si se efectuaran modificaciones significativas en los servicios municipales de recolección de RSU e higiene urbana.

4.2.3 Planta de Compostaje

Actualmente existe en la Planta un sector de compostaje, que opera con el residuo orgánico proveniente del proceso de separación en planta, el cual seguirá trabajando del mismo modo que actualmente.

Hacia el oeste de este sector se construirá un nuevo sector de compostaje, que ya fuera descrito previamente, y que permitirá el procesamiento de los residuos de poda y limpieza de espacios verdes de los Municipios de Luján y Maipú.

La modalidad de operación de este sector será igual a la planteada en el presente documento para la Planta de Compostaje a construirse en el Centro Ambiental El Borbollón.

4.2.4 Sector de Transferencia

Los ingresos de este sector provendrán de: rechazo del proceso de separación en planta, rechazo del nuevo sector de compostaje y residuos, que por su baja calidad sean derivados directamente a esta área sin pasar por el proceso de separación en Planta.

Una vez el camión cargado ingrese al sector, será dirigido hacia la cinta de elevación para su descarga. Los residuos allí volcados serán descargados en la Tolva de Transferencia, de donde descargan al compactador estacionarios, que realizará la reducción de volumen de esta carga y la transmitirá a las bateas (contenedores cerrados), hasta completar la carga de las mismas.

Cuando la batea complete su capacidad, será posicionada por el sistema de traslación en la posición de enganche con el camión tractor para su posterior traslado por ruta. Se calcula que se realizarán entre 4 y 5 traslados de rechazo por turno de trabajo.

El camión cargado con el material de rechazo proveniente de la zona de transferencia, saldrá por el camino que se construirá específicamente al efecto, este se localizará hacia el límite noroeste del predio (Ver **Anexo 9: Planos de Proyecto Ejecutivo**). Y por el mismo sitio se producirá su ingreso, en el viaje de regreso desde el Centro Ambiental El Borbollón. En ningún caso estos vehículos serán basculados en la Planta de Maipú. Su registro de pesaje se realizará en el CAEB. Esta operatoria se plantea de esta forma, a los efectos de no entorpecer la circulación interna de la Planta con las maniobras de un camión semi-remolque.

5. EQUIPOS Y EQUIPAMIENTOS

En este apartado se agregan las especificaciones técnicas de los distintos equipos a utilizarse en la distintas infraestructuras.

En la **Tabla 31**, se presenta el listado de los equipos y equipamientos mínimos necesarios para la construcción y operación del Centro Ambiental.

Tabla 31: Listado de equipamiento mínimo para el sistema

Tabla 29 – Listado de equipamiento mínimo para el Centro Ambiental El Borbollón		
Servicios	Equipamientos	Número de Equipos
Disposición Final (Construcción)	Cargadora Frontal articulada sobre neumáticos de 530 HP	2
	Tractor de 55 HP	2
	Rastra de arado	2
	Trailer tanque regador 8000 litros	2
	Compactador Vibrador 153 HP	2
	Camión volcador con caja 10 m ³	1
	Retropala John Deere 310 o similar	2
	Retroexcavadora sobre orugas de 350 HP	2
	Motoniveladora de 285 HP	1
	Herramientas varias tales como Rodillo manual, palas y carretillas	
Disposición Final (Operación)	Equipo Compactador tipo Caterpillar Mod 826 H ó similar	1
	Tractor sobre orugas con rueda cabilla elevada tipo Caterpillar D7 ó similar	1
	Tractor sobre neumáticos 120 HP	2
	Acoplado Tanque Cisterna para traslado de LL (4000 lts)	1
	Acoplado Tanque Cisterna para riego (7000 lts)	1
	Bomba de desagote 2 HP	2
	Bomba de extracción de LI 2,5 HP – 5000 l/hora	2
	Báscula electrónica (dispositivo + obra civil) 80 tn/ 20 m longitud	1
	Tanque 10 m ³ para combustible con bomba	1
	Cartelería	GI
	Cisternas para agua potable, bomba, cañería y conexiones	GI
	Grupo Electrónico 50 KVA	1
	Grupo Electrónico 5KVA para iluminación zona de operación	1
	Herramientas varias tales como Rodillo manual, palas y carretillas	

FUENTE: Elaboración propia

A continuación se presentan las especificaciones técnicas para los principales equipos, que deberán ser provistos por la Contratista, incluyendo la membrana de impermeabilización a ser utilizada.

5.1 Compactador para Relleno Sanitario

COMPACTADOR PARA RELLENO SANITARIO	
Potencia Bruta/Neta	401 HP/354 HP
Potencia en volante	354 HP
Peso	
Peso en orden de trabajo-Nominal	36.967 kg
Calibre	137 mm
Carrera	171 mm
Cilindrada	15.200 cm ³
HOJA	
Capacidad	13 m ³
Ancho sobre las cantoneras	4.502 mm
Longitud de la vertedera	4.311 mm
Altura	1.898 mm
EJES	
Delanteros	Planetarios – Fijos
Oscilación Trasera	+/- 5º
RUEDAS – con pisonos dispuestos en forma de sardineta	
Ancho del tambor	1.532 mm
Diámetro con Hojas	1.850 mm
Hojas por Rueda	24
TREN DE FUERZA	
Avance 1	5,8 km/hora
Avance 2	9,7 km/hora
Retroceso 1	6,6 km/hora
Retroceso 2	10,6 km/hora

5.2 Topadora sobre Orugas

TOPADORA SOBRE ORUGAS	
Potencia Bruta/Neta	464 HP/410 HP
Potencia en volante	410 HP
Peso	
Peso en orden de trabajo-Nominal	49.567 kg
Calibre	145 mm
Carrera	183 mm
Cilindrada	18.100 cm ³
HOJA	
Con capacidad para hoja universal con rejilla para basura	33,5 m ³
Ancho de la hoja semiuniversal	4.660 mm
EJES	
Delanteros	Planetarios – Fijos
Oscilación Trasera	+/- 5º
TREN DE RODAJE	
Ancho de oruga	610 mm
Entrevía	2.250 mm
Longitud de la oruga sobre el terreno	3.470 mm
Superficie de contacto sobre el suelo	4,24 m ²
Rodillos inferiores por lado	8

5.3 Báscula

BÁSCULA PARA PESAR VEHÍCULOS	
Características	Especial para el pesaje de camiones, para instalación a nivel de piso, electrónica, de 80.000 kg de capacidad.
Dimensiones de la plataforma útil	20,00 m x 3,00 m
Voltaje de alimentación	220 V Monofásica
Cantidad de puentes	Mínimo 3, de hormigón vinculados con insertos metálicos.
Celdas de carga	8 (ocho) celdas de carga analógica de compresión, de 30 toneladas cada una, provistas de un indicador electrónico digital.
Indicador digital	Indicador digital de alimentación para ocho celdas de carga, contenido en un gabinete de fundición de cinc, con teclado de membrana de 5 teclas; con comunicación bidireccional para computadora (tipo puerto RS -232), programa de impresión de tickets y procesamiento de datos, con almacenamiento en memoria de todas las operaciones.

5.4 Generador de Energía Eléctrica

GRUPO ELECTRÓGENO DE 50 KVA	
Características	Refrigerado por agua, inyección directa, 1500 RPM
Aspiración	Diesel o Turbo Diesel
Consumo	224 (g/Kw-h)
Cilindros	4 en línea
Potencia continua	50 KVA
Potencia máxima	60KVA
Voltaje	380V/220V
Frecuencia	50 HZ
Factor de potencia	0,8
Excitación	Con escobillas
Reguladora de voltaje	Electrónico
Peso	1.000 kg
Dimensiones aproximadas	2,00 m x 0,80 m x 1,50 m

5.5 Bomba Sumergible para Lixiviados

BOMBA SUMERGIBLE PARA EXTRACCIÓN DE LÍQUIDO LIXIVIADO	
Características	Bomba portátil sumergible con conexión de descarga vertical.
Tipo de líquido a bombear	Aguas sucias con alto grado de contenido de abrasivos, como arena, virutas y partículas similares. Rango de pH: 5 a 8.
Voltaje de alimentación	220V Monofásica
Motor eléctrico	Potencia 0,8 Kw, 2800 RPM
Máxima potencia de alimentación	1,3 Kw
Diámetro aproximado de la bomba	210 mm
Caudal máximo	450 l/min
Altura máxima de elevación	14 m
Diámetro mínimo de manguera de descarga	2"
Peso	13 kg

5.6 Bomba de desagote para desagües pluviales

BOMBA DE DESAGOTE	
Características	Motobomba portátil propulsada con motor a explosión.
Tipo de líquido a bombear	Aguas sucias
Motor	
Potencia	4T- 8HP de potencia
Capacidad del depósito de combustible	6 litros
Arranque	Manual
Autonomía	3 horas
Bomba	
Altura de aspiración máxima	8 m
Altura máxima de elevación	30 m
Diámetro de entrada	80 mm
Diámetro de salida	80 mm
Tiempo de cebado aproximado	50 seg. a 5 min
Caudal máximo (elevación 0 m)	1300 l/min
Caudal (elevación 5 m)	1000 l/min
Caudal (elevación 15 m)	600 l/min
Caudal (elevación 25 m)	200 l/min
Dimensiones aproximadas	
Altura	50 cm
Ancho	50 cm
Longitud	70 cm
Peso (en seco)	60 Kg

5.7 Electrobomba sumergible para extracción de agua subterránea

ELECTROBOMBA SUMERGIBLE PARA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA	
Características	Bomba sumergible, resistente a la arena
Tipo de líquido a bombear	Aguas de baja turbiedad
Voltaje de alimentación	220V Monofásica – 50 HZ
Cuerpo	Construido en acero inoxidable
Motor eléctrico	Potencia 2 HP
Diámetro aproximado de la impulsión	2"
Caudal máximo	De 6500 a 10500 l/h
Altura Manométrica	Hasta 60 mca en boca de pozo
Diámetro mínimo de manguera de descarga	2"

5.8 Tanque Regador

ACOPLADO REGADOR	
Sección transversal	Oval u octogonal
Tanque	
Volumen	8 m ³
Características	Tanque con rompeolas, fabricado en chapa de acero al carbono, con boca pasa hombre de 0,50 m de diámetro.
Apoyo y sujeción	Sobre falso chasis enterizo, soldado en todo el largo del tanque.
Chasis	
Estructura	Falsos chasis en chapa plegada en forma de U abierta, colocado sobre los trenes delantero y trasero.
Tren Trasero	Fijo
Tren Delantero	Asentado sobre aro giratorio a bolita.
Cantidad de ejes	2
Llantas y Cubiertas	900 x 20
Terminación	Antióxido al cromato de cinc bajo esmalte sintético color naranja.

5.9 Membrana PEAD 2000

MEMBRANA HDPE 2000 μm			
Propiedades	Unidad	Método de Prueba	Valor
Espesor(a)	mm	DIN EN ISO 2286-3	2,0
Densidad	gr/cm ³	DIN EN ISO 1183-1/A	>=0,94
Propiedades de Tracción (cada dirección)			
Esfuerzo en el punto fluencia	MPa	DIN EN ISO 527-3 (Tipo 5; 100 mm/min; lo = 50 mm)	16
Alargamiento en el punto de fluencia	%		10
Resistencia a la tracción	MPa		26
Alargamiento en la rotura	%		700
Otras propiedades resistentes			
Resistencia al desgarro	N	DIN EN ISO 34-1/B(a)	280
Resistencia a la perforación	N	ASTM D 4833	640
Contenido de Negro de Humo	%	ASTM D 1603	2,0-3,0
Dispersión de Negro de Humo	Categoría	ASTM D 5596	1/2(b)



MEMBRANA HDPE 2000 μm			
Propiedades	Unidad	Método de Prueba	Valor
Estabilidad Dimensional (cada dirección)	%	DIN 53377 (120°C/1h)	+/-2
Índice de Fluencia (c)	g/10 min	DIN EN ISO 1133 (190°C/5,0Kg) (190°C/2,16Kg)	$\leq 3,0$; $\leq 1,0$
Características de Referencia			
Doblado a bajas temperaturas	°C	ASTM D 746	-77
Tiempo de Inducción a Oxidación	min.	ASTM D 3895 (200°C; Puro O ₂ ; 1 Atm)	≥ 100
Resistencia UV(d)HP-OIT conservado después de 1.600 horas (e)	%	GRI-GM 11ASTM D 5885	≥ 50
Referencias			
<p>(a): Tolerancia +/- 10%</p> <p>(b): La dispersión se aplica a las aglomeraciones esféricas. 9 de 10 vistas serán de la categoría 1 ó 2. No más de 1 valor de la categoría 3.</p> <p>(c): Condiciones de prueba estándares: 190°C/5,0 Kg.</p> <p>(d): Condiciones de prueba: 20 horas UV ciclo de 75°C con 4 horas de condensación de 60°C; total 1.600 horas.</p> <p>(e): Resistencia UV es base del por ciento retenido del valor original sin importar el valor original de Alta Presión – OIT (HP-OIT)</p>			

5.10 Bentonita

BENTONITA SÓDICA			
Propiedades	Unidad	Método de Prueba	Valor
Características de Referencia			
C.I.C. e A.M.	ml	Capacidad de Intercambio Iónico en Azul de Metileno	>47
Expansión A.D.D.	ml	Expansión en agua destilada - desmineralizada	> 30
Contenido de impurezas	%		< 2,5
Retenido en el tamiz de 74u	%		< 20

5.11 Chipeadora a Disco

CHIPEADORA A DISCO	
Características	
Ancho del chasis	2200 /2500 mm
Trocha	1900 /2200 mm
DISCO	
Diámetro nominal (mm)	1200
Espesor nominal (mm)	50
CUCHILLAS	
Cantidad	4
Medidas (mm)	350 x 140 x 19
Boca de entrada (mm)	300 x 300
Grupo motriz	Motor a explosión, eléctrico o toma de fuerza tractor. Transmisión mediante poleas en V y correas.
Potencia necesaria (CV)	100/150
RUEDAS	
Cantidad	2/4
Medidas	6.00 x 16
Producción (kg/h)	6000/9000
Peso aproximado (Kg)	1800/2800

5.12 Removedor de compost

REMOVEDOR DE COMPOST	
Características	Autopropulsado, preparado para remoción de pilas de hasta 3 metros de ancho.
Capacidad de volteo	4000 m ³ /hora
Velocidad de desplazamiento	0 a 40 m/min
Motor	Turbo Diesel, potencia 285 CV.
Bastidor	Tipo pórtico de construcción modular en chapa de acero con protección anticorrosiva.
Mecanismo de rodadura	Compacto de oruga con placas de goma/metal. Con accionamiento hidráulico independiente.
Rotor para servicio pesado	Con accionamiento hidráulico en circuito cerrado, diámetro 1200 mm, velocidad de rotación en carga ajustable y reversible, máximo 230 RMP.
Placas de remoción	Atornilladas, rápidamente intercambiables, acorazadas con revestimiento duro para material con contaminación de áridos.
Barredoras de paso	Comando hidráulico independiente, ajustables lateralmente y en altura. Adaptación automática a las irregularidades del suelo.
Cabina	Panorámica y confortable. Distribución y comando por palanca única con Joystick. Función de regulación de sobrecarga. Calefacción y climatizador automático. Con escalera de acceso.
Faros	Halógenos, dos sobre el techo de la cabina y dos hacia atrás. Aviso acústico de puesta en marcha y marcha atrás.
Tanque de combustible	450 litros.

5.13 Tolva y cinta de alimentación para zaranda (Compostaje)

TOLVA Y CINTA DE ALIMENTACIÓN (Compostaje)	
TOLVA	
Capacidad	3 m ³
Dimensiones en planta	2,2m x 2,2m. Altura de carga: 1,8m
Materiales	Chapa de acero al carbono (espesor 2 mm).
Funcionamiento	Comando eléctrico integrado en el panel centralizado de la instalación, con pulsadores de marcha y parada. Contactor con relevo térmico de protección.
Terminación	Dos manos de pintura epoxi de altos sólidos.
CINTA DE ALIMENTACIÓN	
Longitud	8 m
Inclinación	35º
Ancho de banda	400 mm (16")
Potencia	4CV
Bastidor	De chapa, espesor 3,2 mm
Retorno	Banda sobre rodillos de apoyo montados sobre rodamientos.
Características	Banda transportadora resistente al desgarramiento, con placas transversales de empuje de acero, unidas a la banda mediante bulones para cangilones

5.14 Zaranda Trómmel

ZARANDA TROMMEL (zaranda clasificadora rotativa)	
Trommel	Diámetro 1200 mm, largo 3,5 m 3 secciones de pasaje de 1 m de largo. Cono de entrada y cono de salida.
Mallas de separación	3 mallas de separación recambiables, en chapa perforada con pasaje de 6 mm.
Tambor	Accionado mediante eje reforzado, construido en tubo de acero de diámetro 89 mm, espesor 3mm, con puntas de ejes de acero SAE 1045 y rayos en tubo de diámetro 48 mm.
Barras	Agitadoras de sección triangular
Cuchillas	De rotura para desmenuzado del material, colocadas en el primer tercio de la zaranda.
Rodamiento	Tipo blindado autocentrante, con manguito de ajuste excéntrico con prisioneros de fijación, montados sobre soportes de fundición nodular.
Acondicionamiento	Motor eléctrico trifásico normalizado 7.5 CV, con protección mínima IP54.
Reducir	Sinfin-corona marca Lentax/STM, seleccionado con un factor de servicio mínimo de 1,5.
Cepillos limpiadores	Tres cepillos limpiadores cilíndricos, montados sobre contrapesados, apoyados en el cuadrante superior del tambor, para limpieza continua de la malla.
Bastidor	Perfilería normalizada y patas de apoyo reforzadas construidas en tubos de acero.

5.15 Compactador Estacionario (Transferencia)

COMPACTADOR ESTACIONARIO (Transferencia)	
Potencia instalada	200kW-30CV
Fuerza máxima de prensado	51 tn
Tiempo aproximado de un ciclo	45s
Capacidad de absorción en vacío	360 m ³ /h
Dimensiones placa de compactación	1500mm x 700 mm
Presión específica de compactación máxima	5kg/cm ²
Dimensiones boca de carga	250mm x 1500mm
Volumen de cámara de carga	4.2 m ³
Penetración en contenedor	600mm
Dimensiones totales de la máquina (largo x ancho x alto)	8000 x 2200 x 2500mm
Peso total de la maq (aprox)	8000 kg

5.16 Sistema de Traslación de Contenedores (Transferencia)

SISTEMA DE TRASLACIÓN DE CONTENEDORES (Transferencia)	
Potencia instalada	2x3 kW
Velocidad de traslación	4m/min
Distancia entre ejes de contenedores	3500mm
Número de contenedores en mesa	3
Número de posiciones	5
Longitud de los carriles (aprox)	18.000mm
Separación entre ejes de carriles	6500mm

5.17 Contenedor Cerrado –Batea para traslado de residuos (Transferencia)

CONTENEDOR CERRADO-BATEA (Transferencia)	
Capacidad	40 m3
Longitud exterior	8000mm
Ancho exterior	2470mm
Altura exterior	2550mm
Peso total de la máquina (aprox)	5000 kg
Sistema de cierre	Guillotina automática