

ANEXO 27

PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

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

2017

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	3
3. USO EFECTIVO DE LA MAQUINARIA.....	3
3.1 Funciones Relativas al Suelo	4
3.2 Funciones Relativas a los Residuos	4
3.3 Funciones de Apoyo	5
4. DESCRIPCIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE EQUIPOS	6
4.1 Bulldozer o Tractor sobre Orugas con Hoja Topadora	6
4.2 Compactadores con Ruedas Metálicas	8
4.3 Cargadores frontales sobre Neumáticos.....	9
4.4 Cargadores frontales sobre Orugas.....	11
4.5 Retroexcavadora sobre Orugas	12
5. PROCEDIMIENTOS EL USO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS	13
5.1 Bulldozer o Tractor sobre orugas con hoja topadora	13
5.2 Cargadoras frontales	14
5.6 Compactadores con ruedas metálicas	14
6. MANTENIMIENTO Y SERVICIO	15
6.1 Revisión y Reparación de Equipos.....	15
6.1.1 Lubricación	15
6.1.2 Purgado	16
6.1.3 Sistema de alimentación	16
6.1.4 Sistema de enfriamiento	16
6.1.5 Sistema eléctrico	16
7. MAQUINARIA SOBRE ORUGAS	17
7.1 Tensión de la oruga	18
7.2 Alineación y ajuste del tren rodante	18
7.3 Transmisión	18

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD19

ANEXO 27

PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

“CENTRO AMBIENTAL EL BORBOLLÓN”

1. INTRODUCCIÓN

Este Plan se refiere a las acciones a tener en cuenta, durante las etapas de construcción y operación, tendientes al adecuado funcionamiento de los equipos destinados al relleno sanitario, siendo su objetivo principal evitar posibles accidentes o inconvenientes en la operación del relleno por rotura de maquinarias.

2. OBJETIVOS

Los objetivos específicos de este plan, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se deberán seleccionar maquinarias versátiles que puedan efectuar varias de las tareas asociadas a la operación de rellenos sanitarios.
- Lograr y mantener niveles adecuados de seguridad en la operación.
- Llevar adelante el mantenimiento de los equipos, permitiendo así lograr un alto grado de eficiencia a lo largo de su vida útil.
- Respetar las especificaciones de los fabricantes de los equipos durante la ejecución de las operaciones.

3. USO EFECTIVO DE LA MAQUINARIA

La construcción de un relleno sanitario requiere del uso de equipo pesado, conforme al grado de dificultad que presente el sitio seleccionado. Generalmente, este equipamiento resulta ser una fuente importante en las inversiones destinadas al manejo de los residuos sólidos y por lo tanto, su uso efectivo es vital para el desarrollo eficiente de las operaciones en el relleno sanitario.

La operación y el mantenimiento del equipo ocupan un lugar clave en los costos asociados con la operación de los sistemas de disposición final. Por tal razón, la adecuada selección de los equipos a utilizar deberá ser realizada de manera racional y tomando en cuenta el método de operación y las condiciones reales de trabajo a las que estarán sujetos.

Las funciones básicas del equipo para un relleno sanitario, caen dentro de las siguientes categorías:

- Preparación del sitio, incluyendo desmonte y despalme.
- Compactación y manejo de residuos.
- Excavación, transporte y aplicación de la cobertura diaria.
- Esparcimiento y compactación de la cubierta final.
- Funciones de apoyo.

Dependiendo del tamaño de la instalación, el mismo equipo puede ser utilizado en más de una de las tres categorías (funciones relativas al suelo, funciones relativas a los residuos, funciones de apoyo).

Una cualidad como la versatilidad, pasa a convertirse en una consideración esencial para la selección de equipo en situaciones en que este podrá ser utilizado para más de una sola función.

3.1 Funciones Relativas al Suelo

La excavación, el manejo y la compactación de los suelos utilizados como sistema de impermeabilización o material de cobertura, son los aspectos que deben ser considerados cuando se determinan las funciones del equipo a ser seleccionado para la realización y operación de un relleno.

Los procedimientos y equipos utilizados para estas actividades, difieren muy poco de los utilizados para otras operaciones de movimientos de tierras. En consecuencia, el grado de mecanización y sofisticación del equipo disponible para el relleno sanitario, en cualquier situación, no diferirá marcadamente de las actividades que son características en las operaciones de movimiento de suelos.

Para la determinación de los equipos a utilizar se deberán considerar factores como el tipo de suelo y la topografía del sitio.

Por ejemplo, los equipos sobre ruedas, son considerados eficientes para la excavación de suelos en los que predominan la arena, la grava, las arcillas limosas y los limos arcillosos. Asimismo, los equipos sobre orugas son recomendables para trabajos en sitios que presentan problemas de accesibilidad y materiales difíciles de manejar.

Otras variantes a tener en cuenta pueden ser de tipo estacionales. Si los suelos deben ser movidos distancias menores de 100 m, los cargadores y bulldozers pueden servir perfectamente para este propósito. Para distancias mayores se deben utilizar otros equipos.

3.2 Funciones Relativas a los Residuos

Las funciones de los equipos relacionadas con los residuos sólidos son: empuje, esparcido, compactación y cobertura.

La función de compactación demanda la atención total, debido a sus efectos a corto y largo plazo sobre la operación del relleno. Una adecuada compactación se puede medir, a través de la velocidad y extensión de los asentamientos y del rápido pasaje de los residuos a condiciones anaeróbicas, impidiendo de esta forma la presencia de bolsones de aire en el seno de los residuos, que posibilitaría el inicio de incendios espontáneos ante el aumento de las temperaturas debido a la descomposición de los residuos. Por otra parte y de fundamental importancia, es la prolongación de la vida útil del relleno.

El equipo pesado especialmente diseñado para la compactación, es aparentemente más efectivo y eficiente que el equipo ligero diseñado para el movimiento de tierras. Sin embargo, el peso puede ser significativamente compensado incrementando el número de pasadas del equipo ligero sobre los residuos. El número de pasadas necesarias para obtener la compactación requerida por el proyecto, también depende del contenido de humedad y de la composición de los residuos.

Los equipos a utilizarse en un relleno sanitario deben ser durables, ya que son maquinarias que trabajan en condiciones hostiles, lo cual puede implicar una alta frecuencia de saturación con partículas en los radiadores, o daños en las partes operativas de los equipos, por el manejo de residuos protuberantes o voluminosos.

Se presenta también una alta ocurrencia de pinchaduras de los neumáticos, reduciéndose de esta forma su vida útil.

3.3 Funciones de Apoyo

En todas las etapas de construcción del relleno, será necesario el equipo de apoyo para la instalación de:

- Sistemas de control ambiental tales como las geomembranas impermeables.
- Las instalaciones para la gestión de los líquidos lixiviados.
- Las instalaciones para el venteo de biogás.

Durante la fase de operación, las tareas incluyen:

- Extensión y mantenimiento de los caminos hasta el frente de trabajo del relleno.
- Control de polvos y combate de incendios.
- En el caso de que los vehículos de recolección y transporte no estén equipados con sistemas de autodescarga, el equipo de soporte puede ser requerido para ayudar en la descarga. Generalmente, algunas de las funciones de apoyo (tales como la ampliación y el mantenimiento de caminos) pueden ser realizadas durante la fase de operación, mediante la maquinaria utilizada para la distribución y compactación.

- Mantenimiento de infraestructura de manejo de aguas pluviales.

Algunos aspectos a ser tenidos en cuenta en la operación de los rellenos sanitarios son:

- La descarga se debe realizar a corta distancia del frente de trabajo, evitando que los vehículos recolectores interfieran con las actividades de la maquinaria pesada.
- Se deberán instalar jaulas de seguridad en las maquinas (lateralmente y en la parte superior).
- Resguardar depósitos de aceites y carters.
- Proteger radiadores.
- Realizar el mantenimiento de alarmas de seguridad y extinguidor de incendios, así como todos los equipamientos de seguridad.
- Instalar sistemas para detectar en las máquinas, la baja presión de aceite y alta temperatura del agua.
- En el caso de equipos sobre neumáticos, se recomienda el uso de ruedas especiales para compactación de rellenos sanitarios.

4. DESCRIPCIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE EQUIPOS

Los factores a ser considerados están relacionados con las características y tipos de equipos de movimiento de tierras. Un factor importante en la selección del equipo es la posibilidad de que la máquina realice funciones múltiples, para ello es necesario considerar la función y capacidad de cada una de las piezas del equipo, bajo las condiciones particulares de cada sitio.

Para la selección de los equipos necesarios, se tomarán en cuenta las características del suelo, la topografía, las condiciones climatológicas, así como las características cuantitativas y cualitativas de los residuos, teniendo siempre en cuenta las restricciones presupuestarias.

4.1 Bulldozer o Tractor sobre Orugas con Hoja Topadora

Función: Distribuir y compactar los residuos. Realizar la preparación del sitio. Suministrar la cobertura diaria y final y trabajos generales de movimiento de suelos. En la **Figura 1** se puede apreciar una imagen de la máquina.



Figura 1: Bulldozer

Características: Los bulldozer están equipados con orugas metálicas de anchos variables especificados, tales como 457 mm, 508 mm, 559 mm y 610 mm. Las orugas deben ser lo suficientemente altas como para permitir una buena reducción de tamaño de los residuos y evitar posibles deslizamientos. La presión descargada sobre los residuos se obtiene distribuyendo el peso de la máquina sobre la superficie de contacto. En la **TABLA 1** se presentan algunos valores típicos para estas máquinas.

TABLA 1: Valores típicos de presión ejercida por los equipos sobre los RSU.

TABLA 1 – Valores Típicos de presión ejercida por los equipos sobre los RSU			
Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Área de contacto con los RSU (m²)	Presión (kg/cm²)
140	11.750	2,16	0,54
200	16.100	2,76	0,53
300	24.770	3,19	0,78

El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida. Como se mencionó anteriormente, a menor espesor de capa de residuos, mayor compactación. Esto significa que la eficiencia se incrementa con el número de pasadas. El límite de esta práctica, se encuentra en la conveniencia técnico-económica, entre los tiempos

empleados en la compactación y el grado de compactación logrado. Los mejores resultados se logran con capas de 0,30 m de espesor y un número de pasadas no superior a 3 (tres).

Las máquinas con orugas no son muy eficientes en la compactación de los residuos sólidos, debido a su baja presión sobre el suelo. Para obtener una máxima eficiencia de las máquinas con orugas, es muy importante que estén equipadas con hojas topadoras adecuadas, para poder conformar los espesores de las capas de residuos a compactar.

La densidad de los residuos sólidos, es aproximadamente tres veces menor que la del suelo, por lo tanto es posible incrementar la capacidad de la hoja mediante el incremento de su altura, por medio de la adición de una malla de acero soldada en su parte superior. Esta malla evitará la interferencia con la visibilidad del operador. Las dimensiones de la hoja varían con cada modelo. Por ejemplo una máquina típica de 140 HP, sobre superficies planas, puede alcanzar, un rendimiento en la disposición de 50 Tn de RSU por hora. Este rendimiento se ve sensiblemente afectado sobre superficies inclinadas, disminuyendo a 30 Tn/hora, para una pendiente del 30%.

4.2 Compactadores con Ruedas Metálicas

Función: Distribuir y compactar los residuos sólidos para alcanzar una compactación mayor o igual a 1 Tn/m³, dentro de la celda de relleno sanitario. En la **Figura 2**, puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 2: Compactador con ruedas metálicas

Características: Los compactadores están diseñados específicamente para operar al 100% de la carga del motor en tareas de compactación de residuos. Están equipados con motores diesel, tanto turbo como estándar. Las ruedas metálicas pueden ser de

diente de punta cruciforme de material resistente a la abrasión o con pisones dispuestos en forma de sardineta y hojas cortadoras, esto le permite concentrar el peso sobre una superficie de contacto más pequeña (comparada con una máquina de orugas) y ejerciendo una mayor presión sobre los residuos. El tren de fuerza de avance oscila entre 6 a 10 km/hora y en retroceso de 7 a 11 km/hora.

TABLA 2: Valores típicos de presión de los compactadores.

TABLA 2 – Valores Típicos de presión de los Compactadores		
Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Presión (kg/m ²)
150	16.000	75
175	26.000	120

Para las tareas de compactación, los compactadores son más versátiles y rápidos que los bulldozers. Un modelo típico de 150 HP puede alcanzar una productividad de aproximadamente 75 tn/hora en superficies planas. La productividad disminuye a 50 Tn/hora para superficies con 30% de pendiente.

Los compactadores con ruedas de acero están equipados con hojas controladas por un sistema hidráulico. La hoja tiene una rejilla metálica adicional para aumentar su capacidad. Las dimensiones típicas de la hoja son: ancho= 3,04 m y altura (con rejilla) = 1,88 m.

4.3 Cargadores frontales sobre Neumáticos

Función: Para excavar en suelos blandos y cargar el material excavado a los camiones para transportarlo al sector donde se realizará la cobertura diaria. Su distancia de transporte no debe superar los 50 ó 60 m. En la **Figura 3** puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 3: Pala Cargadora sobre neumáticos

Características: Los cargadores sobre neumáticos, generalmente están equipados con motores diesel y dirección (tracción) en las cuatro ruedas. El eje frontal es fijo y el trasero puede oscilar. Los modelos varían en potencia, en un intervalo entre los 65 HP y los 375 HP. La capacidad del balde varía de 0,8 m³ a 6 m³. Los modelos más comúnmente utilizados son de alrededor de 100 HP a 150 HP. En la **TABLA 3** se presentan algunas características de estos modelos:

TABLA 3: Valores típicos de capacidad de la Cargadora Frontal.

TABLA 3 – Valores Típicos de capacidad de la Cargadora Frontal		
Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Capacidad del balde (m³)
100	9.280	1,34 – 1,72
130	11.550	1,72 – 2,68

Sobre suelos blandos, una máquina de 130 HP, con una capacidad de balde de 1,91 m³, estará en condiciones de excavar y cargar un camión volcador con un rendimiento aproximado de 160 m³/hora de trabajo. En suelos duros, la producción disminuye y esta máquina probablemente necesitará ser reemplazada por una más adecuada para realizar la excavación. Los cargadores sobre neumáticos también son aptos para realizar eficientemente trabajos relacionados con las operaciones del relleno sanitario.

4.4 Cargadores frontales sobre Orugas

Función: Estas máquinas pueden desarrollar funciones similares a las de los cargadores sobre neumáticos. Los cargadores sobre orugas también son recomendables para excavar en suelo macizo o duro. Su distancia óptima para transporte de materiales no debe exceder de los 30 m.

En casos de emergencia, los cargadores de orugas pueden utilizarse para el manejo de residuos sólidos (extendido y compactación). También pueden ser utilizados para conformar y nivelar la cobertura de las celdas. En la **Figura 4** puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 4: Cargador Frontal sobre orugas

Características: Los cargadores sobre orugas están equipados con motores diesel, con intervalos de potencia entre los 65 HP y los 275 HP. En la **TABLA 4** se presentan algunos valores típicos de estos equipos.

TABLA 4: Valores típicos de capacidad de la Pala Cargadora Frontal sobre orugas.

TABLA 4 – Valores Típicos de capacidad de la Pala Cargadora Frontal sobre orugas			
Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Área de contacto con los RSU (m2)	Capacidad del balde (m3)
95	12.340	1,54	1,34
130	13.700	1,79	1,34 – 1,74
190	21.300	2,48	1,90 – 2,48

El balde de este tipo de equipos, es de fácil y rápida operación mediante un mecanismo hidráulico. Para optimizar la eficiencia y flexibilidad en este equipo, se lo puede equipar con un balde multiuso. Este tipo de balde se adapta a diferentes tipos de operaciones, conforme a la posición en la que es operado.

El balde tiene una sección estacionaria y otra móvil. El movimiento puede ser controlado por el operador con el mismo sistema de control. El balde puede actuar como: cargador, empujador, excavadora o dragadora.

En los rellenos sanitarios la versatilidad de este tipo de equipos es necesaria, especialmente cuando la disponibilidad de equipos es limitada. También las palas cargadoras sobre neumáticos cuentan con este tipo de aditamento.

4.5 Retroexcavadora sobre Orugas

Función: Para excavación del suelo y carga de camiones. En la **Figura 5**, puede apreciarse una imagen de la máquina.



Figura 5: Retroexcavadora sobre orugas

Características: La excavadora está equipada con un motor diésel y un sistema hidráulico para el control de los brazos de carga y del cucharón. El tiempo del ciclo de excavación depende del tamaño del equipo y de las condiciones del sitio. Esto implica que cuando la excavación es de mayor dificultad o la trinchera más profunda, el procedimiento de excavación será más lento. Los diferentes fabricantes de estas máquinas indican el cálculo o la estimación del tiempo para el ciclo de acuerdo con el modelo de equipo y las condiciones particulares de cada sitio (tipo de suelo y profundidad de excavación). La profundidad de excavación (medida desde el nivel de apoyo de la máquina) depende del alcance de los brazos de carga. En la **TABLA 5** se presentan algunos valores típicos de estos equipos.

TABLA 5: Valores Típicos de capacidad de la Retroexcavadora sobre orugas

TABLA 5 – Valores Típicos de la Retroexcavadora sobre orugas				
Potencia (HP)	Peso del equipo (kg)	Longitud de brazo de la pala (m)	Capacidad del balde (m ³)	Profundidad máxima de excavación (m)
135	22.680	2,44	0,75	6,40
195	34.020	2,90	1,18	7,30
325	53.200	3,20	1,94	8,50

5. PROCEDIMIENTOS PARA EL USO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS

5.1 Bulldozer o Tractor sobre orugas con hoja topadora

Los tractores de tipo bulldozer son las piezas más versátiles para aplicación en rellenos sanitarios. Estas máquinas pueden esparcir, compactar, cubrir los residuos sólidos y también pueden utilizarse en la preparación de sitios, excavación de material de cobertura, construcción de caminos y limpieza de terrenos.

Son apropiados para cualquier tamaño y metodología de operación de relleno. Para obtener una operación eficiente es necesario mantener el tractor sobre orugas empujando el mayor volumen de material posible, sin que se vea afectada su funcionalidad y desempeño. Aunque el tractor sobre orugas, excava y transporta con mucha mayor eficacia hacia abajo, que en terreno a nivel o cuesta arriba, en el caso de esparcimiento en capas y compactación de los residuos, debe procurarse que el trabajo se realice desde abajo hacia arriba, o cuesta arriba. Esta forma de operación compacta de una manera más eficiente los residuos.

Cuando se topa material para desplazarlo de un lado a otro, se debe tratar que escape la menor cantidad posible de este, por los costados de la hoja. Se puede reducir el material que escapa por los costados, haciendo la excavación con dos tractores de orugas trabajando en paralelo, en el caso en que se cuente con ellos, con las hojas tocándose, de manera que no se pierda material por el espacio que queda entre ellos.

Para extender materiales o residuos, la hoja se debe mantener un poco elevada (0,30m) de la superficie del terreno original, para que el material pueda deslizarse debajo de ella en una capa pareja sobre la que pueda caminar y al mismo tiempo compactar. Para formar una capa de un espesor final dado, es necesario tomar espesores mayores para tener en cuenta la compactación. Si no quedara una cantidad de material o residuos suficientes frente de la hoja para permitir alcanzar hasta el extremo de la superficie que se desea cubrir, se optimizan los tiempos de trabajo suspendiendo el empuje tan pronto como la carga se sienta más liviana, y regresando.

En el siguiente paso, se deberá cargar la hoja topando por el mismo camino. Es conveniente variar el recorrido usado para distribuir, debido a que es más fácil conservar la rasante si no se forman las acumulaciones de residuos altas. La mayor parte de las excavaciones con el tractor de orugas deben realizarse con movimientos de vaivén, con la máquina puesta en una dirección transversal a la excavación, dividiendo el ciclo en excavación, acarreo y esparcimiento del material.

Debe realizarse así, porque las distancias cubiertas son generalmente muy cortas y los giros, especialmente en terreno blando, toman tiempo y destruyen la conformación de la capa realizada previamente, por lo que resulta más rápido y sencillo, regresar al corte que dar dos giros para poder realizar la maniobra a una velocidad mayor.

En el caso de tener que realizar acarreos (no recomendados como práctica habitual) de 30 m o distancias mayores, podrían resultar más efectivos los giros, salvo en el caso que la máquina tuviera una marcha atrás muy rápida.

Los tractores de orugas pueden emplearse en taludes con pendiente moderada, en particular en el caso de los que poseen orugas anchas, pueden operar con pendientes de hasta 20°. Sin embargo, se debe tener en cuenta que con ese tipo de operación aumenta el riesgo de vuelco. Este tipo de máquinas pueden subir y bajar pendientes pronunciadas con seguridad. Las pendientes mayores a 25°, deben subirse de frente y nunca en marcha atrás, debido al mejor equilibrio y tracción.

5.2 Cargadoras frontales

La mayoría de las excavaciones en los rellenos son realizadas por cargadores con la parte inferior del balde horizontal o inclinado ligeramente hacia abajo. Esta posición la maquinaria permite la máxima penetración en los bancos y en los lugares altos, y abre un sendero uniforme sobre el cual pueden caminar las orugas.

La cantidad recogida por el balde varía con la naturaleza del material, la pendiente del banco, la superficie sobre la cual se mueve el vehículo, y la pericia del operador. En este tipo de maquinaria, se considera más importante la rapidez de la ejecución del ciclo de carga que la obtención de cargas máximas en cada pasada.

A medida que la distancia al punto de la descarga aumenta, el volumen cargado en el balde se vuelve más importante que el tiempo utilizado para obtenerlas. La carga podrá ser realizada con mayor rapidez, si el camión se ubica lo más cerca posible del lugar de operación de la máquina.

5.6 Compactadores con ruedas metálicas

Para los compactadores de ruedas metálicas, caben las mismas recomendaciones realizadas para los tractores sobre orugas.

6. MANTENIMIENTO Y SERVICIO

El servicio de mantenimiento de una obra consiste en efectuar acciones para conservar la funcionalidad de sus equipos e instalaciones. La deficiencia en la realización de estas actividades en un relleno sanitario, podrá provocar:

- Posibles daños al ambiente, y a partir de estos, generar rechazo en la población hacia una obra necesaria para la mejora de la salud pública.
- Incumplimiento de los planes y programas de trabajo.
- Fallas en el equipo o en las instalaciones con el consecuente aumento de los costos de operación.

Debido a la importancia del tema, se enunciarán lineamientos y pautas para la realización eficiente de las tareas de mantenimientos y servicio.

6.1 Revisión y Reparación de Equipos

El equipamiento mecánico es indispensable para la operación del relleno sanitario. Se hace entonces necesaria su revisión y cuidado constante, el recambio de piezas defectuosas o averiadas y la selección de los mejores operadores para permitir un buen uso y cuidado de la maquinaria.

A continuación se mencionan algunas recomendaciones generales sobre mantenimiento y cuidados en la operación de la maquinaria. Asimismo, se considera primordial recurrir a los manuales o guías entregadas por los fabricantes.

6.1.1 Lubricación

La lubricación es de gran importancia para permitir el correcto funcionamiento y tiempo de vida útil de los elementos móviles del equipo. La frecuencia de lubricación nunca debe ser inferior a la indicada por los fabricantes y está condicionada además al tipo de trabajo que realice, la carga, el terreno y el clima. Es importante observar que el indicador de presión de aceite marque correctamente, en caso contrario deberá verificarse el nivel de ésta en el carter, o bien si la viscosidad es la adecuada para la temperatura ambiente. Se agregan además las siguientes recomendaciones:

- Usar siempre lubricantes y envases limpios.
- Bajo condiciones de funcionamiento demasiado severas deben acortarse los períodos de lubricación establecidos para la operación en condiciones normales.
- Debe establecerse en los procedimientos de operación de la máquina, que antes de efectuar el arranque de ésta, el operador debe informarse sobre el estado de cumplimiento del programa de lubricación.

6.1.2 Purgado

Para mantener el correcto funcionamiento de todos los equipos en operación en el relleno, se deberán respetar las siguientes recomendaciones:

- Comprobar la presión de aire en el sistema de frenos, y purgarse cada mañana los productos de la condensación.
- Evitar que el depósito de combustible quede con poca carga y limpiarlo frecuentemente.
- Luego de largos períodos de inactividad de la máquina, deben ser desarmados, el sistema de filtros y cañerías de alimentación, o en el caso de que se agote el combustible del tanque. En estos casos, existe la posibilidad de que quede aire atrapado en las tuberías de combustible, que puede ser eliminado mediante la purga del sistema.

6.1.3 Sistema de alimentación

Se considera importante para el correcto funcionamiento de los equipos y la economía de consumo, el control de la regulación de los inyectores, este tipo de anomalía comúnmente se manifiesta a través de la emisión de humos excesivos por el tubo de escape. El ajuste de la bomba inyectora debe ser realizado por personal especializado. Además, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deben realizar limpiezas y cambios periódicos de los filtros de aire.
- Se debe vigilar el nivel de aceite y el nivel de posición de polvo en el recipiente de pre-filtro, y sopletear la cámara interna del pre-filtro.
- En ambientes muy polvorientos, es preciso aumentar la frecuencia de control y limpieza de los filtros.

6.1.4 Sistema de enfriamiento

Se considera importante para el buen funcionamiento del sistema, el cuidado y recambio del termostato, debido a que este elemento regula la temperatura y su velocidad de elevación en el motor. El termostato se halla en la tubería de retorno del agua desde la cabeza de cilindros al radiador.

6.1.5 Sistema eléctrico

Se considera importante para el buen funcionamiento del sistema, que el sistema eléctrico sea atendido por personal especializado. Un listado no taxativo de tareas a ser realizadas será el siguiente:

- Quitar el óxido de las terminales de las baterías y los cables.
- Reemplazar los cables desgastados. Colocarlos limpios y firmes.

- Es necesario que las baterías estén aseguradas al bastidor, sin estar demasiado ajustadas, y vigilar el nivel del líquido.
- Cuando el líquido electrolítico se encuentre por debajo del nivel adecuado se deberá completar con agua destilada pura. No se debe usar agua corriente, de pozo o que haya sido almacenada en un recipiente metálico. Puede usarse agua de lluvia.
- Los bornes se deberán ajustar y cubrir con vaselina pura y no con grasa común.
- Es importante el chequeo en el tablero de instrumentos de la máquina, la luz indicadora de insuficiente tensión en el alternador. Cuando el motor está acelerado debe estar apagada, de lo contrario deberá revisarse el alternador o el regulador de tensión y su fusible. Cuando el motor esté en ralentí, es necesario regular su funcionamiento a un número de revoluciones por minuto, tal que la luz indicadora quede en posición encendida o apagada pero nunca parpadeando, debido a que se podría dañar el regulador de tensión.

7. MAQUINARIA SOBRE ORUGAS

Los equipos empleados en los rellenos sanitarios, generalmente, son montados sobre orugas, por esta razón a continuación se mencionan las características más importantes de este tipo de maquinaria, en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento.

Los tractores sobre orugas, logran un funcionamiento más suave y uniforme, sin tirones bruscos ni sacudidas.

Existen diversos diseños para las zapatas de los carriles de una topadora, que cumplen funciones de tracción primordialmente, a través de las uñas de apoyo. Es necesario resaltar además que la fuerza impulsora, se ejerce sobre los pasadores de unión entre las orugas y no sobre las zapatas del carril, en forma directa. Con una distancia entre ejes suficientemente amplia y con orugas de ancho adecuado, se logra en la máquina una excelente flotación (baja presión específica sobre el suelo) y estabilidad, lo que posibilita trabajar un terreno poco consistente y sobre pendientes pronunciadas.

Si bien la distancia corta entre ejes, favorece la maniobrabilidad, el carro largo aumenta la flotación del tractor y mejora la adherencia. Este tipo es más conveniente pues si se aumenta el número de rodillos de apoyo, la fuerza de empuje es mayor y la estabilidad longitudinal y transversal de la máquina es óptima. Los rodillos y pasadores deben distribuirse sobre las zapatas, de modo tal que los soportes y armazón de los carriles distribuyan los esfuerzos uniformemente.

7.1 Tensión de la oruga

Debe vigilarse la tensión de la oruga, que se extiende por el desgaste de las placas, ejes, casquillos, guías o ruedas dentadas, la oruga debe tener un margen entre 31,75mm y 30,1mm.

7.2 Alineación y ajuste del tren rodante

Las ruedas dentadas y de apoyo tienen que hallarse en línea. Cada 500 horas es necesario ajustar los bulones y las tuercas de los mecanismos sobre orugas. Algunos indicios de que estos no se hallan bien ajustados son:

- Desgaste rápido de una pestaña de la rueda, originado generalmente por mala alineación de la misma.
- Calentamiento de una rueda, aunque otra causa posible es la falta de lubricación.
- Gran consumo de lubricante. Si no va acompañado de calentamiento suele deberse a un sellado defectuoso.

Es conveniente no exigir a la máquina recorrer trayectorias largas en retroceso, pues es una operación forzada que puede afectar el sistema de dirección y el tren rodante, más aún si se hace a alta velocidad.

La velocidad de desplazamiento de la máquina debe adaptarse al terreno. Al descender pendientes pronunciadas, se utilizarán únicamente los frenos a fin de evitar sobrecalentamientos en el motor y transmisión.

Los baldes cargados deben mantenerse a la menor altura posible para tener estabilidad y visibilidad. La zona de trabajo estará en lo posible despejada y pareja. Además de prestar especial atención en el equilibrio de la máquina cuando ésta trabaje cerca de desniveles bruscos del terreno.

7.3 Transmisión

Se considera muy ventajoso que las maquinarias sobre orugas tengan un sistema de transmisión hidráulica, el mismo deberá estar compuesto por una unidad compacta con “convertidor de par” y “caja de cambios”. Este sistema de transmisión permite el aumento del par motor en forma continua a medida que aumenta la resistencia, lográndose una penetración eficaz y llenado efectivo del balde. Los cambios de velocidad serán realizados sin pedal de embrague, mientras la máquina está en movimiento, permitiendo esta maniobra el desarrollo del par máximo.

En la **TABLA 6**, se muestra un resumen del mantenimiento preventivo que se recomienda realizar a cada tipo de maquinaria destinada a la operación del relleno sanitario, así como de algunos equipos utilizados.

TABLA 6: Valores típicos de frecuencias de operaciones básicas de mantenimiento preventivo.

TABLA 6 – Valores Típicos de frecuencias de operaciones básicas de mantenimiento preventivo					
Tipos de maquinarias	Cambios de filtros	Cambios de aceite	Afinación	Engrase	Ajuste de partes móviles
Retroexcavadora sobre orugas	Cada 250 horas	Cada 250 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal
Tractor sobre orugas	Cada 280 horas	Cada 280 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal
Compactador	Cada 250 horas	Cada 250 horas	Cada 500 horas	Diario	Semanal

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD

A continuación y a modo de listado no taxativo, se presentan algunas medidas de seguridad para los maquinistas, las máquinas y el personal que pudiera estar realizando tareas dentro del área de trabajo de las máquinas.

- En el caso en que el operador descienda de la máquina, aunque sea momentáneamente, deberá asegurarse que la hoja topadora o el balde se hallen lo más cercanos posibles del suelo o sobre éste, que la maquinaria permanezca inmóvil y el motor esté apagado.
- No se deberá cargar combustible o realizar ajustes en el motor, mientras éste se encuentre en funcionamiento.
- No acelerar a gran velocidad un motor turbo alimentado antes de apagarlo. Es necesario dejarlo regulando en vacío por algunos minutos para que baje su temperatura.
- No reparar la hoja ni ningún otro equipo suspendido, sin antes poner las cuñas necesarias. Es más seguro dejarlos apoyados en el suelo.
- Trabar la transmisión y los frenos al estacionarse. En caso que la máquina vaya a estar detenida por varios días, se deberá apagar el encendido, quitar las llaves y cerrar el paso de combustible.
- En caso de que la maquinaria quedara sobre una pendiente, se ubicará transversalmente y se asegurará con la colocación de tacos o bloques.

- Nunca deben llevarse acompañantes sobre la máquina, ni elementos de distracción.
- Los pedales de frenos, las palancas y otros elementos no se utilizarán como descanso de pies y manos.
- Se mantendrá limpia la máquina, sobre todo el tren rodante, pues la basura suele solidificarse y posteriormente se hace muy difícil su retiro.
- El operador debe maniobrar la máquina en una posición cómoda.
- La seguridad y rendimiento de los equipos destinados a la operación de un relleno sanitario, depende íntegramente del hombre que se encuentra a cargo de su manejo. Muchos desperfectos y anomalías se logran evitar si el operario es responsable de su trabajo.
- El operador de la máquina deberá contar siempre con el equipo de seguridad necesario para la realización de su trabajo.