

ANEJO Nº 4. DISEÑO DEL SELLADO DE CLAUSURA.

ÍNDICE.

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- SELLADO DE CLAUSURA DEL VASO.....	1
2.1.- Descripción del recubrimiento.....	1
3.- ALTERNATIVAS AL SELLADO DE CLAUSURA DEL VASO.	2
3.1.- Diseño convencional.....	2
3.2.- Recubrimiento sintético.....	2
3.2.1.- Capas de drenaje de gases y drenante.....	2
3.2.2.- Capa de sellado.....	3
3.2.3.- Consideraciones relativas al sellado de clausura.....	4
4.- SELLADO DE CLAUSURA PROPUESTO.....	4

ANEJO Nº 4. DISEÑO DEL SELLADO DE CLAUSURA.

1.- INTRODUCCIÓN.

Se recoge en este anejo la definición del sellado de clausura del nuevo vaso de vertido del Complejo Medioambiental del Salto del Negro que permitirá aislar el vertedero de su entorno en una doble dirección, esto es, impidiendo la salida de flujos no controlados desde el vertedero hacia el exterior, así como evitar entradas de agua a su interior.

2.- SELLADO DE CLAUSURA DEL VASO.

El Real Decreto 1481/2001 determina que al final del periodo de explotación y relleno, todo vertedero tiene que realizarse un proceso tecnológico de clausura con el propósito de proteger la salud de las personas y del Medio Ambiente.

Una vez los vertidos alcancen la cota de cierre del vaso, se debe proceder al sellado definitivo del mismo permitiendo la total recuperación e integración de las zonas destinadas a depósitos de basuras en el medio natural que le rodea, y con el fin de aislar la masa de residuos del exterior, pero en un sentido mutuo y en dos direcciones.

En un sentido, la cobertura debe impedir la migración o salida al exterior de los lixiviados, a la vez que debe permitir el control y la gestión de la producción de gases mientras éstos sigan generándose en la masa de residuos.

En otro sentido, la cobertura debe actuar como barrera ante la posible acción de plantas y animales, y más importante aún, debe impedir la infiltración hacia la masa de basuras de agua procedente de las precipitaciones originando que dichas aguas se contaminen al infiltrarse a través de la masa de residuos e incrementen el volumen de lixiviados en el interior del vaso del vertedero, debiendo permitir la evacuación de esta agua en forma de escorrentía superficial sin que se produzcan encharcamientos ni retenciones de agua, por pendientes demasiado suaves, y sin que se produzcan, por otro lado, surcos ni canales de erosión, por pendientes demasiado elevadas o por concentraciones de la escorrentía.

A continuación se realiza un estudio para determinar el sellado de clausura que mejor se ajusta a las características del nuevo vaso de vertido.

2.1.- Descripción del recubrimiento.

En el diseño del recubrimiento se emplean una serie de componentes cuyo efecto

combinado proporciona al vertedero el resultado deseado, existiendo para cada caso una combinación de componentes óptima dependiendo de sus características.

A continuación se realiza una descripción ideal y características básicas de estos componentes, dando una idea global sobre la composición del recubrimiento de un vertedero.

- **Capa de regularización.** La primera capa (más profunda), tiene por objeto el proporcionar una superficie estable sobre la que construir la capa de baja permeabilidad y que facilita la salida de gas. Estará formada por material de tamaño grueso y cuyo espesor depende de la estabilidad del residuo y del diseño del sistema de extracción de gas, pero que, en término medio, es de 15 cm. – 60 cm. Si los residuos no son estables es conveniente la colocación de un geotextil bajo dicha capa.
- **Capa barrera.** La segunda capa funciona como una barrera a la filtración de agua. El material a utilizar en esta capa será arcilla o membrana sintética junto con una capa de baja permeabilidad. En el caso de la arcilla, este es un material usado frecuentemente en esta capa debido a sus propiedades naturales, con unos espesores que toman unos valores mínimos de 60 cm. para la arcilla y 30 cm. para la bentonita, dependiendo de su capacidad para dar una baja permeabilidad que reduzca las posibles infiltraciones. En cuanto al uso de la membrana sintética, el espesor mínimo será de 2 mm., debiendo colocar una capa de baja permeabilidad bajo la membrana para evitar las filtraciones en caso de rotura de la misma y se tendrá en cuenta la posible colocación de un sistema de extracción de gas.
- **Capa protectora.** La tercera capa protege la anterior capa contra los efectos de congelación-descongelación y grietas de desecación, así como un terreno adecuado para el desarrollo vegetal. El espesor de esta capa será el suficiente para cumplir estas dos misiones, normalmente 30 cm – 105 cm. Esta capa aumenta la infiltración de agua en el terreno, pero se hace imprescindible como elemento protector.
- **Capa de drenado.** Entre las capas barrera y protectora se sitúa la capa de drenado, constituida por arena gruesa o malla sintética. Esta capa debe proporcionar un drenaje adecuado de la capa protectora y evitar que se produzca saturación entre esta capa y la de barrera, ya que la saturación produce una disminución en el ángulo de fricción de la arcilla o membrana sintética. Si el material utilizado en la capa protectora es de alta permeabilidad, el drenaje será rápido y no se producirá una disminución en el ángulo de fricción al no producirse la saturación, pero si el material es de baja permeabilidad, la inestabilidad del terreno debida a la saturación es muy

probable.

- Suelo orgánico. Como última capa se debe colocar un suelo orgánico con un espesor de 10 cm. – 15 cm. sobre la capa protectora que favorezca la plantación y crecimiento de la vegetación, así como proporcionar los nutrientes necesarios para la plantación. Esta capa reducirá la erosión del suelo, incrementará la estabilidad del recubrimiento y reducirá las infiltraciones al aumentar la evapotranspiración vegetal.

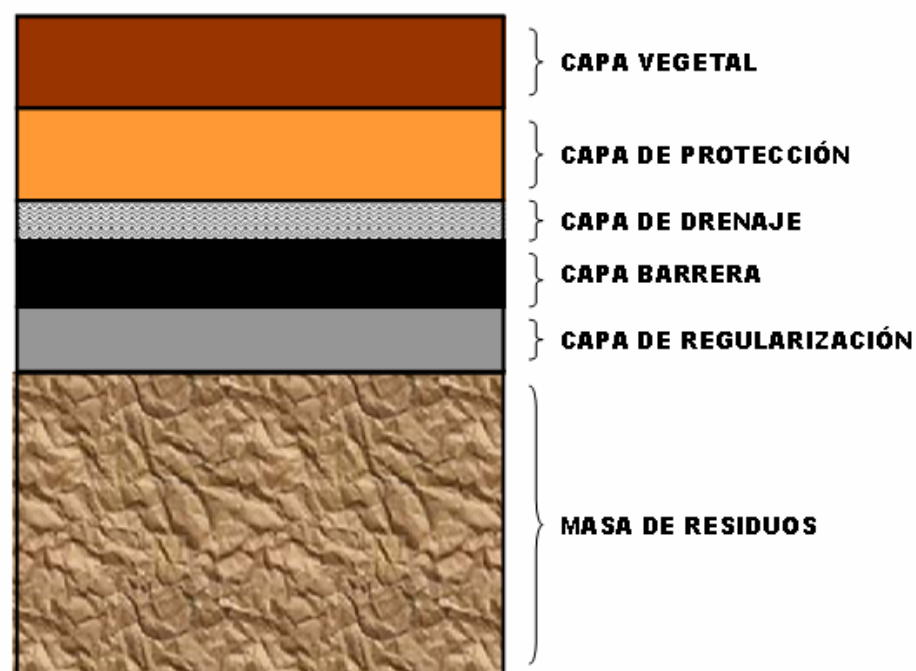


Figura 1.- Recubrimiento tipo de un vertedero.

En condiciones ambientales secas o semisecas, será conveniente el uso de un recubrimiento formado por una sola capa, cuyo objetivo no será el de desviar la máxima cantidad de agua posible de lluvia como en el caso habitual, sino que absorberá una cantidad de humedad en la época de lluvias que será expulsada por evapotranspiración a lo largo de la época seca. Esto es debido a la menor conductividad hidráulica en una zona no saturada de un sellado sedimentario, en comparación con la arcilla. Sin embargo, en terrenos saturados la arcilla presentará la menor conductividad hidráulica.

3.- ALTERNATIVAS AL SELLADO DE CLAUSURA DEL VASO.

3.1.- Diseño convencional.

Las distintas capas que componen el sellado final de un vertedero en un diseño

convencional o recubrimiento mineral son las siguientes:

1. Capa de regularización. La función de esta capa es la de evitar la penetración de objetos punzantes, además de servir como fundamento para el apoyo de las capas superiores. Estará formada por un suelo seleccionado con un espesor de 50 cm. La compactación de la capa será del 95% del ensayo Próctor normal.
2. Capa de drenaje de gases. Esta capa tiene por objeto facilitar la salida del gas. Estará compuesta por una grava de tamaño grueso, una grava 20-40 mm., y un espesor de 20 cm. Esta capa estará confinada entre dos geotextiles que actuarán como filtro evitando la colmatación de las gravas por la migración de finos hacia esta capa.
3. Capa de sellado. Para controlar y evitar la infiltración de las precipitaciones en el vertedero y la emisión incontrolada de gas se dispondrá una capa barrera constituida por una capa de arcilla de 60 cm. de espesor.
4. Capa drenante. Capa de drenaje de alta permeabilidad constituida por suelo granular y espesor mínimo de 50 cm. Esta capa irá confinada entre dos geotextiles que actuarán como filtro evitando la colmatación de las gravas por la migración de finos hacia esta capa.
5. Capa de cobertura. Como capa de base para la vegetación y como protección del resto de capas se dispondrá una capa de cobertura de 80 cm. de espesor, constituida por suelos arenosos con una cantidad de materia orgánica media-alta (>3%), arena con un porcentaje de limos entre el 5% y el 18%, o arcilla limosa o limo arcilloso.
6. Capa de vegetación. Suelo orgánico de 20 cm. de espesor.

3.2.- Recubrimiento sintético.

Como variante al diseño convencional o recubrimiento mineral está la sustitución de capas constituidas por elementos minerales por el empleo de materiales sintéticos que ofrezcan las mismas prestaciones que las requeridas para los elementos minerales, consiguiendo con ello espesores menores en el sellado de clausura del vertedero y un aumento en la capacidad de vertido del nuevo vaso.

Durante el estudio del recubrimiento del nuevo vaso se han consultado numerosos productos existentes en el mercado para su empleo en sistemas de sellados de vertederos, y en base a estos se propone la siguiente alternativa al recubrimiento.

3.2.1.- Capas de drenaje de gases y drenante.

Como sustitución de las capas correspondientes al drenaje de gases y capa drenante de

alta permeabilidad, constituidas por un suelo granular de 20 cm. y 50 cm. de espesor respectivamente, se propone el empleo de geocompuestos drenantes.

Existe en el mercado un geocompuesto drenante formado por minitubos perforados de polietileno entre dos geotextiles (uno de protección y otro de filtro), con un espesor total de 4,5 mm.

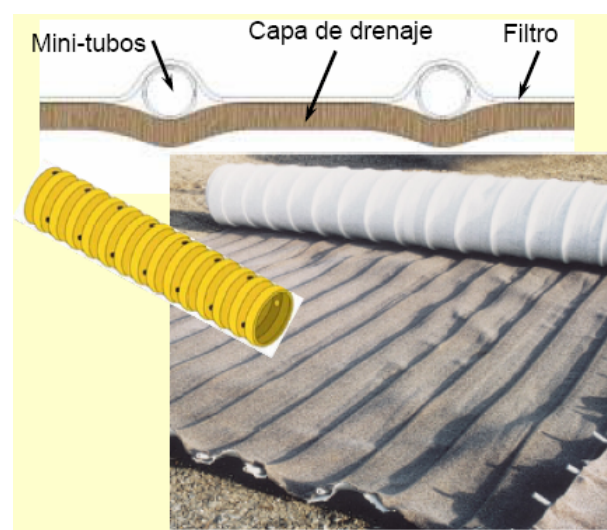


Figura 2.- Geocompuesto drenante formado por minitubos perforados.

Como alternativa a la utilización del geocompuesto drenante formado por minitubos perforados, existe en el mercado otra clase de geocompuestos drenantes, como es un geocompuesto formado por un núcleo drenante constituido por una georred de polietileno de alta densidad PEAD, de gran resistencia al aplastamiento, revestida por ambas caras por geotextiles de separación.

Estos geocompuestos drenantes presentan una alta capacidad de drenaje, y la georred que conforma su núcleo le aporta un alto grado de resistencia al aplastamiento, haciéndolo en un principio susceptible de colocación para las condiciones antes indicadas. Además de esto, dado la alta capacidad de drenaje que presentan, pueden sustituir parcial o totalmente a la capa de drenaje natural de alta permeabilidad, lo que sumado a su pequeño espesor, aproximadamente 8,00 mm., permitiría aumentar la capacidad de vertido del vaso.



Figura 3.- Geocompuesto drenante formado por una georred de PEAD.

3.2.2.- Capa de sellado.

Como sustitución de la capa de sellado, formada en el recubrimiento mineral por una capa de arcilla de 60 cm. de espesor, se propone el empleo de una barrera impermeable de membrana sintética. Se trata de una geomembrana lisa de polietileno de alta densidad PEAD de 2 mm. de espesor, y color negro.

Esta geomembrana deberá ir protegida por geotextiles del contacto directo de tierras, evitando que se produzca su punzonamiento.



Figura 4.- Geomembrana PEAD.

3.2.3.- Consideraciones relativas al sellado de clausura.

Para definir el sistema de impermeabilización se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El empleo de productos naturales en las capas del sellado de clausura del vertedero puede generar problemas de impacto ambiental en las zonas de extracción, especialmente cuando no se dispone de ellos en el ámbito de explotación del vertedero.
2. El empleo de productos naturales puede suponer igualmente inconvenientes de suministro, plazos de ejecución, e incluso de seguridad por las estrictas exigencias de calidad, especialmente cuando no se dispone de ellos en el ámbito de explotación del vertedero.
3. Al factor medioambiental y de seguridad mencionados anteriormente, se debe añadir el costo económico como un posible factor más de desviación por la utilización de productos naturales.
4. La sustitución de los productos naturales por geocompuestos permite incrementar la capacidad de vertido del nuevo vaso del vertedero, al resultar espesores muy inferiores a los requeridos en el recubrimiento mineral.

4.- **SELLADO DE CLAUSURA PROPUESTO.**

La solución propuesta para el sellado de clausura del nuevo vaso a construir se obtiene en base a las alternativas planteadas en el apartado anterior, teniendo en cuenta las consideraciones finales del mismo apartado,

El sistema para el sellado de clausura del nuevo vaso de vertido estará constituido por las siguientes capas:

1. Capa de regularización. Estará formada por un suelo seleccionado con un espesor de 40 cm. La compactación de la capa será del 95% del ensayo Próctor normal.
2. Capa de drenaje de gases. Con el objeto de facilitar la salida del gas de la masa de residuos se propone la instalación de un geocompuesto drenante de alta capacidad de desagüe, con una resistencia al aplastamiento superior a 1.600 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 0,20 l/mxs. a 500 kPa (i=0,1), formado por un núcleo constituido por una georred drenante de dos hilos de 5,0 mm. de espesor de polietileno de alta densidad PEAD, de gran resistencia al aplastamiento, revestida por ambas caras por

un geotextil de separación de polipropileno de 120 gr./m², no tejidos termofijados a ambas caras.

3. Capa de sellado. La capa impermeable estará constituida por una geomembrana lisa de polietileno de alta densidad PEAD de 2 mm. de espesor, y color negro. Como protección de la geomembrana se empleará un geotextil que cumplirá la función de capa protectora contra efectos punzonantes de la geomembrana, cuando el elemento drenante no es un geosintético, cuando éste no cumple adecuadamente su función de protección, o durante su instalación. En nuestro caso particular, se propone para la capa de drenaje de gases y para la capa drenante, tal y como se expone en el punto siguiente, la utilización de un geocompuesto drenante, por lo que el geosintético de refuerzo será un elemento que vendrá incorporado al mismo.
4. Capa drenante. Para la capa de drenaje de alta permeabilidad, situada directamente sobre la capa impermeable, se dispone una capa de drenaje de alta permeabilidad, con una inclinación tal que permita el flujo por gravedad del agua filtrada hacia el sumidero. Esta capa estará compuesta por la colocación de un geocompuesto drenante de alta capacidad de desagüe, con una resistencia al aplastamiento superior a 1.600 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 0,20 l/mxs. a 500 kPa (i=0,1), formado por un núcleo constituido por una georred drenante de dos hilos de 5,0 mm. de espesor de polietileno de alta densidad PEAD, de gran resistencia al aplastamiento, revestida por ambas caras por un geotextil de separación de polipropileno de 120 gr./m², no tejidos termofijados a ambas caras.
5. Capa de cobertura. Como capa de base para la vegetación y como protección del resto de capas se dispondrá una capa de cobertura de 50 cm. de espesor, constituida por tierras procedentes de excavación de las obras.
6. Capa de vegetación. Suelo orgánico de 20 cm. de espesor.

SELLADO DE CLAUSURA.

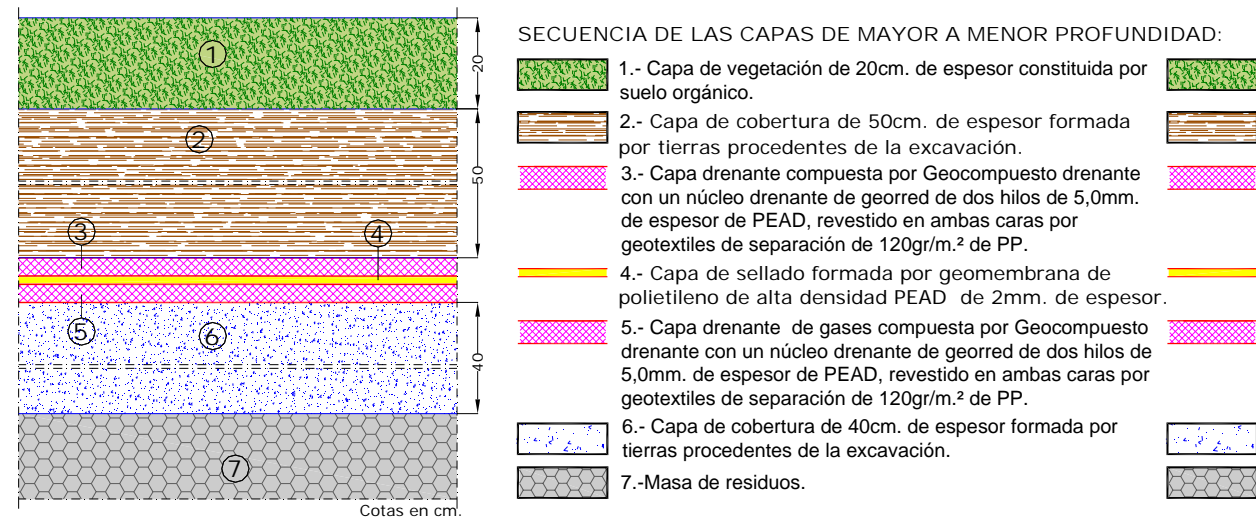


Figura 5.- Sellado de clausura propuesto.