

6.-

COMPOSICIÓN DEL LIXIVIADO.

Se puede definir el lixiviado como el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos en descomposición y que extrae materiales disueltos o en suspensión, el lixiviado está formado por el líquido que entra en el vertedero desde fuentes externas (drenaje superficial, lluvia, aguas subterráneas, aguas de manantiales subterráneos).

Al filtrarse el agua a través de los residuos sólidos en descomposición, se lixivian en solución materiales biológicos y constituyentes químicos, en la tabla # 6.1 resumen los parámetros físicos, químicos y biológicos a supervisar.

Físicos	Constituyentes orgánicos	Constituyentes inorgánicos	Biológicos
Aspecto	Químicos orgánicos	Sólidos en suspensión (SS), sólidos totales disueltos (STD)S.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
pH	Fenoles	Sólidos volátiles en suspensión (SVS), sólidos volátiles disueltos (SVD).	Bacterias coliformes (total, fecal, fecal estreptococo).
Potencial de reducción de oxidación	Demanda química de oxígeno (DQO).	Cloruros	Recuento sobre placas estándar.
Conductividad.	Carbono orgánico total (COT).	Sulfatos.	
Color	Acidos volátiles	Fosfatos.	
Turbiedad	Taninos, ligninas.	Alcalinidad y acidez.	
Temperatura	N-Orgánico.	N-Nitrato	
Olor	Solubles en éter (aceite y grasa)	N-Nitrito.	

Tabla # 6.1 Parámetros de muestreo de los lixiviados.

6.1. - Variaciones en la composición de los lixiviados.

Hay que resaltar que la composición química de los lixiviados variará mucho según la antigüedad del vertedero y la historia previa al momento de muestreo, una muestra de los lixiviados durante la fase ácida de la descomposición, el pH será bajo y las concentraciones de DBO₅, COT, DQO, nutrientes y metales pesados serán altas. Por otro lado, si se recoge una muestra de los lixiviados durante la fase de fermentación del metano, el pH estará dentro del rango de 6.5 a 7.5 y los valores de concentración de DBO₅, COT, DQO y de los nutrientes serán significativamente más bajos. El pH del lixiviado dependerá no solamente de la concentración de los ácidos que están presentes, sino también de la presión parcial del CO₂ en el gas de vertedero que está en contacto con el lixiviado. La biodegradabilidad del lixiviado variará con el tiempo.

La presencia de oligocompuestos en el lixiviado dependerá de la concentración de estos compuestos en la fase gas dentro del vertedero.

6.2. - Balance de aguas y generación del lixiviado en los vertederos.

El potencial de formación del lixiviado puede valorarse mediante la preparación de un balance hidrológico del vertedero. El balance hidrológico implica la suma de todas las cantidades de agua que entran en el vertedero y la sustracción de las cantidades de agua consumidas en las reacciones químicas, así como la cantidad que sale en forma de vapor de agua. La cantidad potencial del lixiviado es la cantidad de agua en exceso sobre la capacidad de retención de humedad del material en el vertedero.

6.3. - Descripción de los componentes del balance de aguas para una celda de vertedero en la generación de lixiviados.

Las fuentes principales incluyen: el agua que entra en la celda desde arriba, la humedad de los residuos sólidos, la humedad del material de cubierta y la humedad de los fangos, si se permite la evacuación de fangos. Las principales salidas son: el agua que abandona el vertedero formando parte del gas de vertedero (es decir, el agua utilizada para la formación del gas), el vapor de agua saturado en el gas de vertedero y el lixiviado. Cada uno de estos componentes se considera a continuación.

En la capa superior del vertedero, el agua que entra desde arriba procede de la precipitación atmosférica que se ha filtrado a través del material de cubierta, el agua que entra desde arriba procede del agua que se ha filtrado a través de los residuos sólidos situados sobre la capa en cuestión. Cuando no se utiliza una geomembrana, se puede determinar la cantidad de lluvia que se filtra a través de la cubierta del vertedero.

El agua que entra al vertedero con los materiales residuales es tanto el agua intrínseca de los residuos como la humedad que se ha absorbido de la atmósfera o de la lluvia. El contenido en humedad de los RSU domésticos y comerciales es aproximadamente del 20%. Sin embargo, por la variabilidad del contenido en humedad durante las estaciones húmedas y secas, puede ser necesario llevar a cabo una serie de ensayos durante los períodos húmedos y secos.

La cantidad de agua que entra con el material de cubierta dependerá del tipo y del origen del material de cubierta y de la estación del año. La cantidad máxima de humedad que el material de cubierta puede contener se define como capacidad de campo(CC) del material, o sea, el líquido que queda en el espacio

de los poros, sometido a la gravedad. Los valores para suelos varían del 6% al 12% para arena, y del 23% al 31% para marga arcillosa.

Agua perdida inferiormente. El agua que sale desde el fondo de la primera celda del vertedero se llama lixiviado.

Agua consumida en la formación del gas de vertedero. Se consume agua durante la descomposición anaerobia de los constituyentes orgánicos de los RSU.

Agua perdida como vapor de agua. El gas de vertedero normalmente está saturado en vapor de agua.

Otras pérdidas y ganancias en agua. Habrá alguna pérdida de humedad por evaporación durante el vertido de los residuos. Las cantidades no son grandes y a menudo se desprecian. La decisión de incluir estas variables en el balance hidrológico dependerá de las condiciones locales.

Capacidad de campo del vertedero. El agua que entra en el vertedero, que no se consume y que no sale como vapor de agua, puede mantenerse en el vertedero o puede aparecer como lixiviado. El material residual y el material de cubierta, ambos, son capaces de retener agua. La cantidad de agua que se puede retener, en contra de la gravedad, se denomina capacidad de campo.

6.4. - Movimiento del lixiviado en vertederos sin aislamiento.

En condiciones normales, el lixiviado se encuentra en el fondo de los vertederos. Desde allí su movimiento en vertederos sin aislamiento es hacia abajo a través del estrato inferior, aunque también puede producirse algún movimiento lateral, según las características del material circundante. Con respecto al movimiento del lixiviado, hay dos problemas de interés. El primero es la velocidad con que el lixiviado se filtra desde el fondo del vertedero hasta el agua subterránea

en el acuífero superficial. El segundo es la velocidad con que las aguas subterráneas procedentes del acuífero superficial entran en el acuífero sobre lecho de roca.

Los mecanismos operativos para la reducción de los constituyentes encontrados en el lixiviado mientras migra a través del suelo subsuperficial incluyen: filtración mecánica, precipitaciones y coprecipitación, absorción (incluyendo intercambios iónicos), intercambio gaseoso, disolución y dispersión, y actividad microbiana. El destino de los metales pesados y de los oligoorgánicos, los dos constituyentes de mayor interés.

Metales pesados. La capacidad de un suelo para retener los metales pesados encontrados en los lixiviados está en función de la capacidad de intercambio de cationes (CIC) que tiene el suelo. La captación y la pérdida de iones positivamente cargados por un suelo se llama intercambio catiónico o básico. El CIC de un suelo depende de la cantidad de materia coloidal orgánica y mineral presente en la matriz del suelo.

Oligoorgánicos. La absorción es el método más común por el que se separan los constituyentes orgánicos presentes en los lixiviados mientras estos últimos se mueven a través de un medio poroso.

6.5. - Control de la lixiviación en vertederos.

Mientras el lixiviado se filtra a través del estrato inferior, se separan muchos de los constituyentes químicos y biológicos originalmente contenidos en él, mediante la acción filtrante y absorbente del material que compone el estrato. Actualmente se utilizan, por lo general, materiales aislantes de vertederos para limitar o eliminar el movimiento del lixiviado y de los gases de vertedero fuera de la zona del vertedero, el uso de arcilla como material de aislamiento ha sido el método más utilizado para reducir o eliminar la filtración del lixiviado fuera de los

vertederos. La arcilla es factible por su facilidad para absorber y retener muchos de los constituyentes químicos encontrados en el lixiviado, y por su resistencia al flujo del lixiviado. Sin embargo, está ganando en popularidad el uso de aislantes formados por una combinación mixta de geomembrana y arcilla, especialmente por la resistencia proporcionada por las geomembranas al movimiento del lixiviado y de los gases del vertedero.

Sistemas de recubrimientos para RSU. El objetivo en el diseño de aislamientos para vertederos es minimizar la filtración del lixiviado en los suelos subsuperficiales por debajo del vertedero y eliminar, así, la contaminación potencial de las aguas subterráneas.

Sistemas de aislamientos para monorrellenos. Los sistemas de aislamiento para monorrellenos normalmente están formados por dos geomembranas, cada una con una capa de drenaje y un sistema de recogida de lixiviados.

Construcción de aislamientos de arcilla. Quizás el mayor problema de la arcilla es su propensión a agrietarse debido a la desecación. Es muy importante no dejar que la arcilla se seque durante su colocación. Para asegurar un buen rendimiento, el recubrimiento de arcilla se debería instalar en capas de 10 a 15 cm, con una compactación adecuada antes de colocar las capas subsiguientes. Otro problema que puede planearse cuando se utilizan arcillas de distintos tipos es la rotura debido a diferencias en el hinchamiento. Para evitar estas diferencias se debe utilizar un solo tipo de arcilla para la construcción del aislamiento. Ver. Fig. # 6.1



Fig. # 6.1 Agrietamiento de la capa de arcilla debido a la desecación en el vertedero.

El diseño de un sistema para la recogida de lixiviados implica: 1) la selección del sistema que se va a utilizar, 2) el desarrollo de un plan gradual que incluya la puesta en obra de los canales para el drenaje y para la recogida del lixiviado y tuberías para canalizar el lixiviado, y 3) el trazado y diseño de instalaciones para canalizar, recoger y almacenar el lixiviado.

Selección del sistema de aislamiento. El sistema seleccionado dependerá en gran parte de la geología local y de los requisitos ambientales de la zona del vertedero. Por ejemplo, en localizaciones donde no hay agua subterránea, quizás sea suficiente un aislamiento sencillo con arcilla compactada. En lugares donde se debe controlar la migración del lixiviado y del gas, será necesario un aislamiento mixto de arcilla y geomembrana, con una capa apropiada de drenaje y de protección del suelo. Se han utilizado varios diseños para separar el lixiviado dentro de los vertederos. A continuación los diseños de terraza inclinada y de fondo con tubos.

Terrazas inclinadas. Las terrazas están construidas para que el lixiviado que se acumula en la superficie de las terrazas drene hasta los canales de recogida del lixiviado. Se utiliza una tubería perforada colocada en cada canal para transportar el lixiviado recogido hasta una localización central. La pendiente transversal de las terrazas es normalmente del 1% al 5%, y la pendiente de los canales de drenaje es del 0,5% al 1,0%.

Fondo con tuberías. Se procede a colocar la tubería, para la recogida del lixiviado, longitudinalmente encima de la geomembrana. Los tubos para la recogida del lixiviado son de 10cm y tienen perforaciones cortadas con láser, similares a un colador, sobre la mitad de la circunferencia, como lo indica la Fig. # 6.2

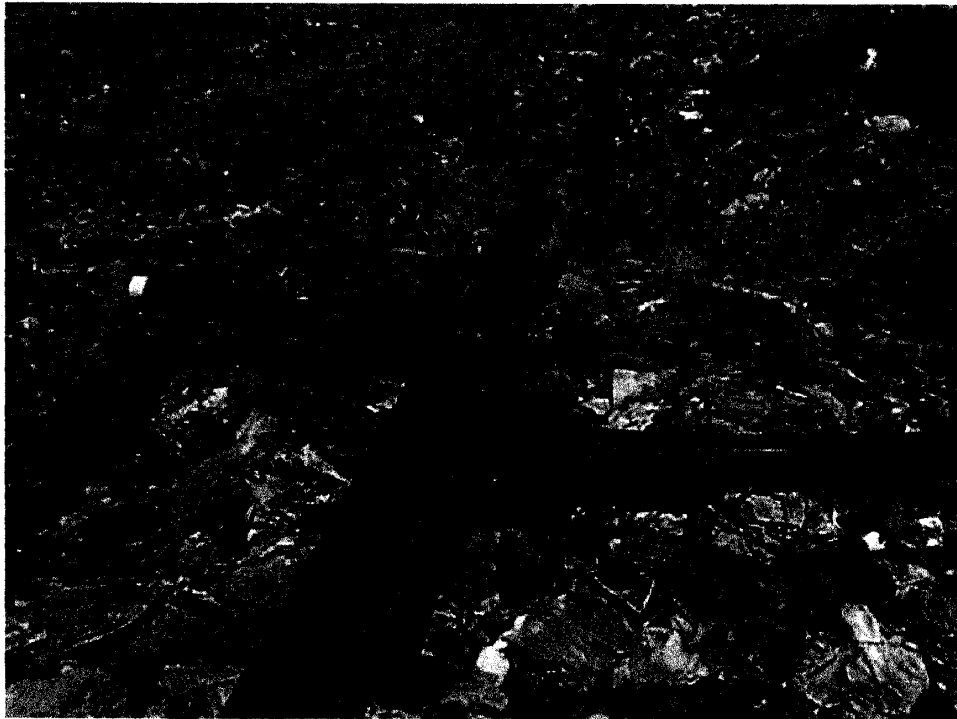


Fig. # 6.2 Tubería de captación de lixiviados de un vertedero controlado.

6.6. - Alternativas en la gestión de lixiviados.

La gestión de lixiviados es clave para la eliminación del potencial que tiene un vertedero para contaminar acuíferos subterráneos. Se han utilizado varias alternativas para gestionar el lixiviado recogido de los vertederos, incluyendo: 1) reciclaje del lixiviado, 2) evaporación del lixiviado, 3) tratamiento seguido por evacuación, y 4) descarga a los sistemas municipales para la recogida de aguas residuales.

Reciclaje de lixiviados. Cuando se recircula el lixiviado, se diluyen y atenúan los compuestos producidos por la actividad biológica, y por otras reacciones químicas y físicas que se producen dentro del vertedero.

Evaporación de lixiviados. Uno de los sistemas más sencillos para la gestión de lixiviados implica el uso de estanques recubiertos para la evaporación de lixiviados. El lixiviado que no se evapora se riega por encima de las porciones completadas del vertedero. En lugares lluviosos, el almacenamiento de lixiviados se cubre durante el invierno con una geomembrana, para excluir las aguas de lluvia. Durante el verano, cuando se destapa el estanque, puede ser necesaria una aireación superficial para controlar los olores. Si el estanque no es grande se puede dejar tapado durante todo el año.

Tratamiento de lixiviados. Como las características de los lixiviados pueden variar tanto, se han utilizado varias opciones para el tratamiento del lixiviado. El proceso o los procesos de tratamiento elegidos dependerán en gran parte del contaminante o contaminantes que haya que separar. El lixiviado recogido se transporta a una laguna de tratamiento, donde se añaden lodos de depuración de aguas residuales urbanas. Se airea el líquido en la laguna para reducir el contenido orgánico y para controlar los olores, como lo indica la Fig. # 6.3



Fig. # 6.3 Planta de captación de lixiviados.

Descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales. En aquellas zonas donde el vertederò está localizado cerca de un sistema para la recogida de aguas residuales o donde se puede utilizar una alcantarilla a presión para conectar el sistema para la recogida del lixiviado. En muchos casos, quizás, será necesario un pretratamiento, para reducir el contenido orgánico antes de proceder a al descarga del lixiviado en la alcantarilla. En lugares donde no hay alcantarillas disponibles, y no es factible la evacuación mediante evaporación y riego, puede ser necesario un tratamiento completo seguido de una descarga superficial.