

CAPITULO 2

TIPO, CARACTERÍSTICAS,

MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS.

2.1 Tipo y características de lodos según la etapa de tratamiento donde se generan

El tratamiento biológico de aguas residuales produce distintos tipo de lodos dentro de cada uno de los procesos individuales.

➤ **Lodo Crudo**

Lodo crudo, es aquel que no ha sido tratado ni estabilizado, que puede extraerse de plantas de tratamiento de aguas residuales. Tiene a producir la acidificación en la digestión y produce olor.

➤ **Lodo primario**

El lodo primario es producido durante los procesos de tratamiento primario de las aguas residuales. Esto ocurre después de las pantallas y desarenado y consiste en productos no disueltos de las aguas residuales. El lodo en el fondo de tanque primario de sedimentación se llama también lodo primario. La composición del lodo depende de las características del área de recogida de las aguas. El lodo primario contiene generalmente una gran cantidad de material orgánica, vegetales, frutas, papel, etc. La consistencia se caracteriza por ser un fluido denso con un porcentaje en agua que varia entre 93 % y 97 %.

➤ **Lodo activo**

La eliminación de materia orgánica disuelta y los nutrientes de las aguas residuales tiene lugar durante el tratamiento biológico del agua. Normalmente se caracteriza por la interacción de distintos tipos de bacterias y microorganismos, que requieren oxígeno para vivir, crecer y multiplicarse y consumen materia orgánica. El lodo resultante se

llama lodo activo. Normalmente este lodo esta en forma de flóculos que contienen biomasa viva y muerta además de partes minerales y orgánicas adsorbida y almacenada. El comportamiento de sedimentación de los flóculos de los lodos activos es de gran importancia para el funcionamiento de la planta de tratamiento biológico. Los flóculos deben ser removidos, para separa la biomasa del agua limpia, y el volumen requerido de lodo activo puede ser bombeado de nuevo en el tanque de aireación.

➤ **Lodo activo de retorno**

El lodo activo de retorno es el que proviene del tanque de aireación biológica al clarificador final. Los flóculos de lodo activo sedimentan al fondo y pueden separarse del agua limpia residual. La mayoría del lodo que se lleva de nuevo a tanque de aireación e llama lodo activo de retorno.

➤ **Exceso de lodo, lodo secundario**

Para alcanzar una vida del lodo constante, la biomasa en exceso debe de eliminarse de la planta biológica de tratamiento. El lodo en exceso contiene partículas no hidrolizables y biomasa resultado del metabolismo celular.

➤ **Lodo terciario**

Lodo terciario se produce a través de procesos de tratamiento posterior, ejemplo, adición de agentes floculantes.

➤ **Lodo digerido**

Lodo digerido tienen lugar en los procesos de digestión aeróbica. Tiene color negro y olor a tierra. Tiene una proporción de materia orgánica del orden de 45 a 60 %.

2.2 Clasificación y usos según el contenido de contaminantes

En el tratamiento de aguas, las industrias que más lodos generan son la textil, la química farmacéutica, la de pulpa y producción de papel; la metalmecánica y acabado de metal; la

de electrogalvanizado; la electrónica, así como el procesamiento de alimentos y curtido de cuero, principalmente.

Con base en lo anterior, los lodos son clasificados en función de su toxicidad y, por lo tanto, se clasifican de la siguiente manera:

- 1) lodos orgánicos con bajas concentraciones de contaminantes tóxicos, fácilmente biodegradables (**prioridad I**);
- 2) lodos orgánicos e inorgánicos con bajas concentraciones de contaminantes tóxicos y donde los orgánicos no son fácilmente biodegradables (**prioridad II**), y
- 3) lodos orgánicos e inorgánicos que contienen contaminantes tóxicos (**prioridad III**).

Entonces, las opciones de manejo tienen que ver con los tipos de lodos y en función de su prioridad. El resultado es que en la **prioridad I**, el lodo puede ser reusado como fertilizante, aunque depende también de la composición. La prevención también está supeditada al proceso de generación y su destino final puede ser el relleno sanitario o la incineración.

Los lodos se incineran básicamente por razones de rentabilidad. Con altos costos de transporte asociados a la aplicación en tierra, la incineración resulta económica. Algunos argumentan que este método es seguro y que no afecta el medio ambiente. El producto final de la incineración lo constituye una ceniza estéril, exenta de patógenos e inodora.

Otros, sin embargo, atacan el método argumentando que algunas sustancias no pueden ser destruidas por la incineración y que por el contrario se transforman en formas más tóxicas.

La Ley de Aire Limpio rige las emisiones de la incineración que se liberan en el aire. Además, los biosólidos incinerados también se rigen por la misma regla de la disposición 40 CFR Parte 503 que atañe a la aplicación a la tierra. Esto significa que la incineración sería la más reglamentada de todas las opciones de utilización de los biosólidos.

En la **prioridad II**, su reuso y revaloración dependen de la composición, puede terminar como compostaje, incinerado o en relleno sanitario. En la **prioridad III**, la

prevención se hace de acuerdo con los procesos de generación de lodo o disposición en monorellenos.

Según los expertos, los lodos generados durante el tratamiento de aguas residuales se pueden también clasificar en función de los procesos productivos. Se genera, por un lado, el lodo considerado peligroso por su presencia de contaminantes tóxicos, lo cual está establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), en sus apartados 260 y 261, mientras no exista norma nacional.

Por otro lado, está el lodo que no es considerado peligroso, pues las concentraciones de sus componentes son inferiores a los valores establecidos por la EPA. Dentro de este grupo se han establecido subcategorías, que responden a criterios microbiológicos específicos y al uso que se les pueda dar, así como dependiendo de la disposición final de los mismos.

La aplicación al suelo de lodos de aguas residuales urbanas se define como la distribución del fango sobre el terreno o inmediatamente por debajo de la superficie del mismo; el lodo se puede aplicar en:

- Terrenos de uso agrícola.
- Terrenos de uso forestal.
- Terrenos marginales.
- Terrenos especialmente preparados para la evacuación de lodos.

En los cuatro casos, la aplicación al suelo se diseña con el objetivo de conseguir un tratamiento adicional de los lodos. La luz solar, los microorganismos que habitan el terreno y la desecación, se combinan para destruir los organismos patógenos y muchas de las sustancias tóxicas presentes en el lodo. Los metales de traza se quedan atrapados en la matriz del suelo y los nutrientes que consumen las plantas los convierten en biomasa útil. En los tres primeros casos, los lodos se utilizan como un recurso valioso para la mejora del terreno. El lodo actúa como acondicionador del suelo para facilitar el transporte de los nutrientes, aumentar la retención de agua y mejorar la aptitud del suelo para el cultivo. El lodo también sirve como un sustitutivo parcial de fertilizantes químicos caros.

2.3 Fijación química

El proceso de fijación/solidificación química se ha empleado en el tratamiento de lodos de origen industrial y residuos peligrosos para inmovilizar los constituyentes no deseables. El proceso también se ha utilizado para estabilizar lodos urbanos para su uso como material para recubrimiento de vertederos y proyectos de recuperación de terrenos. El lodo estabilizado también se puede evacuar a vertederos controlados. El proceso de fijación química consiste en el mezclado del lodo crudo, lodo líquido tratado, o lodo deshidratado, con agentes estabilizadores tales como el cemento, silicato de sodio, materiales puzolánicos (silicatos finos), y cal, para que reaccione químicamente con el lodo o lo aísle. El proceso puede generar un producto de elevado pH, que inactiva las bacterias patógenas y virus. En muchos de los procesos es similar a la de las arcillas naturales.

2.4 Manejo de lodos

Los lodos, que son el resultado de tratar las aguas residuales, deben ser organizados, documentados y controlados mediante la puesta en marcha de una serie de regulaciones que definan la clasificación del lodo, de los valores límite para contaminantes tóxicos y lixiviados.

También deben tomarse en cuenta los procedimientos para la caracterización de lodos, su transporte, su almacenamiento, su tratamiento y su disposición final. Todo esto permite realizar un manejo ambientalmente adecuado y seguro, que no cause afectaciones a la salud de la población ni al ambiente.

Para la caracterización de los lodos, se emplea el análisis de componentes, el cual se puede realizar mediante un balance de masa del proceso generador del lodo, con información de la calidad de la materia prima utilizada. Los expertos también se apoyan en el análisis de lixiviados, que consiste en someter una muestra de residuos a un proceso acelerado de descomposición, simulando la situación más crítica que sufrirá al ser depositado en un relleno. En el lixiviado resultante se analizan los parámetros requeridos para su caracterización.

Es muy socorrido el análisis de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico (CRETIB) del lodo, que ayuda a determinar el tipo al que corresponde. En todo lo anterior debe tomarse en cuenta el equipo utilizado para el análisis,

las normas y métodos aplicados para la determinación de los componentes y sus características.

2.5 Producción de biosólidos

La producción de biosólidos a partir del tratamiento de aguas residuales no es nueva en el mundo. Se conocen reportes desde el siglo XIX y ya en 1920 existían opciones comerciales a partir de la transformación de los biosólidos en fertilizantes agrícolas.

“... Adicionalmente en otras ciudades de Estados Unidos se venden productos basados en el compostaje de los lodos, tales como el “MetroGrow”, en Madison-Wisconsin. En Los Angeles se comercializan los productos “Nitrohumus”, “Amend” y “Topper”. La cantidad transada por la compañía Kello Supply Inc. alcanza a 225.000 metros cúbicos por año”(Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, 2004).

En Milwaukee se comercializa desde 1920 “Milorganite” para plantaciones de naranja en Florida y es exportado a Japón, Canadá, Venezuela e India. Aproximadamente 50.000 toneladas son producidas anualmente. En Washington DC se comercializa el “Compro”, para los jardines de la Casa Blanca y el National Arboretum. La demanda de “Compro” excede a la oferta (Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, 2004).

“...En el condado de King, en el Estado de Washington, dos plantas de tratamientos de aguas servidas producen 100.000 toneladas húmedas de lodos (20.000 toneladas secas). Los biosólidos tratados son de la clase B y han sido utilizados en la agricultura y en la actividad forestal. Una porción de los biosólidos compostados se ha comercializado por el sector privado bajo la marca “GroCo” como un compost general para una variedad de aplicaciones incluyendo el uso en parques de la ciudad de Seattle. Este producto es compostado con aserrín” (Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, 2004).

En Austin, en el estado de Texas, se producen 50 toneladas secas de biosólidos por día. El 55% de los biosólidos son compostados y vendidos en el comercio a través de la marca “Dillo Dirt”. El 45 % restante es aplicado en actividades agrícolas.

El producto es compostado con astillas de maderas y aserrín. La demanda de Dillo Dirt excede la oferta disponible (Mendívil y colaboradores, 2008).

Sin embargo, como menciona Matthews (1996), los tiempos están cambiando y están apareciendo restricciones sobre todas las vías de eliminación de los lodos. Una

legislación sobre eliminación de residuos más restrictiva, junto con la preocupación por los posibles riesgos medioambientales y sanitarios que conlleva el esparcir los lodos en tierras de cultivo, está haciendo más agudo el problema de la eliminación de los lodos. Simultáneamente, continúan construyéndose plantas de tratamiento de aguas residuales con lodos activos, en cumplimiento de la directiva sobre aguas residuales, y previsiblemente continuarán funcionando como “fábricas de lodos” a largo plazo, con una producción imparable. Es, por tanto, esencial encontrar modos de eliminación factibles, seguros y sostenibles para los lodos residuales.

Por su parte Gervin, S., afirma que la EPA, ente rector para Norteamérica en materia de lodos y biosólidos, calcula que las 16.000 plantas de tratamiento de aguas residuales en Estados Unidos generaron aproximadamente 7 millones de toneladas de biosólidos en el 2005. Alrededor de 60% de todos los biosólidos fueron usados de manera benéfica como fertilizante en las tierras de cultivo.

Después del tratamiento, el 17% terminó enterrado en un relleno sanitario. El 20% se incineró y cerca de 3% fue relleno de tierra o cubierta de recuperación de minas. Sólo un pequeño porcentaje del total de la oferta de verduras se fertilizó con biosólidos.

Compárense las cifras anteriores con la situación en Europa para al año de 1994 (Gráfica 1) y podrá observarse una tendencia más agresiva en Norteamérica hacia la utilización de los lodos en el sector agrícola.

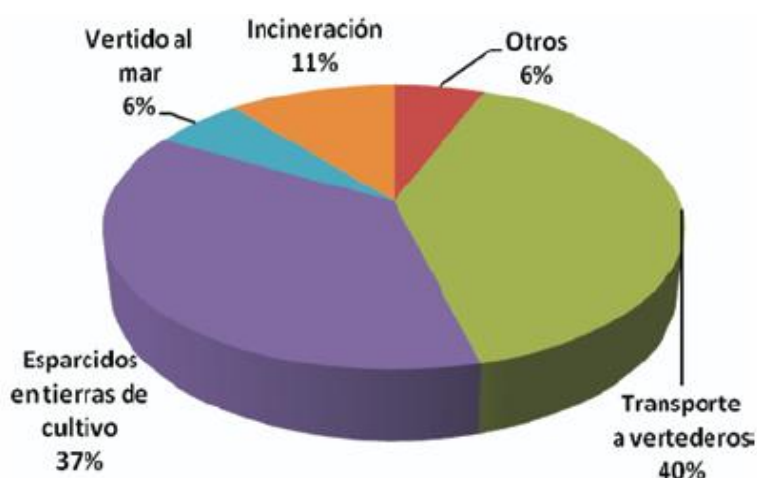


Figura 2.1 Eliminación de lodos residuales en la Unión Europea en 1994.