

LIXIVIADOS

¿Qué son, cómo se clasifican? (Parte 1)

M.I.A. Hugo Alejandro Najera Aguilar

Definición de lixiviados.-

Cualquier actividad antropogénica conlleva la generación de residuos sólidos -"basura"-, los cuales si no son reincorporados a los procesos productivos, generalmente terminan en lugares conocidos como sitios de disposición final. De acuerdo con las prácticas que se presentan en la Región, estos sitios pueden clasificarse de la siguiente manera; relleno sanitario, vertidos a cuerpos de agua y vertidos en el terreno. Obviamente que estas dos últimas no constituyen los mejores métodos para disponer la basura, sin embargo y desafortunadamente, son los más socorridos tanto en el territorio nacional como estatal, principalmente el relacionado con el vertido en el terreno mejor conocido como "tiradero a cielo abierto" -TCA-.

En el territorio estatal se cuenta al menos con 118 sitios para la disposición final de los residuos sólidos, operando alrededor del 95% de ellos como TCA (figura 1), sin control alguno y con daños al entorno. Es en estos lugares de acumulación de basura, donde se desprende un líquido que provoca una de las mayores afectaciones al ambiente, y es conocido propiamente con el término de lixiviado. Este líquido proviene de desechos muy heterogéneos en composición y arrastra todo tipo de contaminantes muchos de ellos en concentraciones elevadas, por lo que es catalogado como uno de los más complejos y difíciles de tratar (Luna et al. 2007), al contener concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos incluyendo ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal y metales pesados, además de sales inorgánicas (Lopes y Peralta, 2005; Wiszniowski et al. 2006).

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su artículo 5 fracción XVI, definen a los lixiviados como el "líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos". Algunos autores como Wiszniowski et al. (2006) definen al lixiviado como el agua de lluvia que pasa a través del SDF además del líquido que se genera en la degradación de los desechos dentro de un relleno sanitario. Otros autores como Wang et al. (2003) definen a estos líquidos como aguas residuales complejas generadas cuando el contenido de humedad o de agua de los residuos sólidos en un relleno sanitario, es mucho mayor a su capacidad de campo.

Clasificación de lixiviados.-

Los lixiviados se clasifican de acuerdo a su composición, y tanto la calidad como la cantidad de ellos varía sustancialmente entre sitios y estaciones, dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos dispuestos; la hidrogeología específica del sitio; el diseño, operación y edad del relleno sanitario; así como la biodegradabilidad relativa de los diferentes contaminantes orgánicos presentes en el relleno sanitario (Reinhart y Townsend, 1998).

Aunque no es posible hablar de una composición promedio, pueden manejarse valores típicos a manera de contar con una referencia. En la tabla 1 se presenta una composición típica de lixiviados de acuerdo con valores propuestos por Bagchi (1990).



LIXIVIADOS ¿Qué son, cómo se clasifican? (Parte 1)

Parámetro	Intervalo de valores (mg/L) (excepto donde se indica)	Parámetro	Intervalo de valores (mg/L) (excepto donde se indica)
Sólidos Disueltos Totales	584 - 55,000	Fósforo Total	ND - 234.0
Sólidos Suspendidos Totales	2 - 140,900	Boro	0.87 - 13.0
Conductancia Específica	480 – 72,500 micromhos/cm	Bario	ND - 12.50
DBO ₅	6.6 - 99,000	Níquel	ND – 7.50
DQO	10.0 - 195,000	Nitrógeno de Nitratos	ND - 250.0
Carbono Orgánico Total	ND - 40,000	Plomo	ND - 14.20
PH	3.7- 8.9	Cromo	ND – 5.60
Alcalinidad Total	ND - 15,050	Antimonio	ND – 3.19
Dureza	0.1 - 225,000	Cobre	ND – 9.0
Cloruros	2.0 - 11,375	Talio	ND – 0.78
Calcio	3.0 – 2,500	Cianuro	ND – 6.0
Sodio	12.0 - 6,010	Arsénico	ND - 70.20
Nitrógeno Total	2.0 – 3,320	Molibdeno	0.01 - 1.43
Fierro	ND – 4,000	Estaño	ND – 0.16
Potasio	ND – 3,200	Nitrógeno de Nitritos	ND – 1.46
Magnesio	4.0 – 780	Selenio	ND – 1.85
Nitrógeno Amoniacal	ND – 1,200	Cadmio	ND – 0.40
Sulfatos	ND – 1,850	Plata	ND – 1.96
Aluminio	ND - 85.0	Berilio	ND – 0.36
Zinc	ND - 731.0	Mercurio	ND – 3.00
Manganeso	ND - 400.0	Turbiedad	40 - 500 UTJ

Tabla 1. Rango de composición típica en lixiviados.



LIXIVIADOS ¿Qué son, cómo se clasifican? (Parte 1)

Con los datos de la tabla 1 queda claro la gran variabilidad que existe en la concentración de contaminantes en un lixiviado, solo por mencionar un ejemplo -considerando los parámetros de carga orgánica-, se observa que los valores de DBO5 y DQO pueden fluctuar entre 6.6-99,000 y 10-195,000 mg/L, respectivamente.

Para poder acotar la variabilidad de estos líquidos, en términos generales pueden ser clasificados como lixiviados Tipo I, II y III. Los primeros son también conocidos como lixiviados jóvenes, los segundos como medios y los del tipo III como viejos o estabilizados (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los tipos de lixiviados en función de la edad.

De la tabla 2 se observa que los lixiviados jóvenes contienen la mayor carga orgánica -DQO mayor a 20,000 mg/L-, y de la cual más del 50% es biodegradable al presentar una relación DBO5/DQO superior a 0.5. Por su parte, el lixiviado catalogado como viejo registra una menor carga orgánica con una relación DBO5/DQO inferior a 0.1, por lo que la mayor parte de los contaminantes orgánicos son de naturaleza refractaria. Cabe aclarar, que esta relación es de suma importancia en la definición del sistema de tratamiento a seguirse en la depuración de estos líquidos. Así, para lixiviados jóvenes como primera etapa de tratamiento, siempre será recomendable pensar en sistemas biológicos; mientras que para un lixiviado viejo, dada su baja biodegradabilidad, los procesos fisicoquímicos se convierten en la mejor opción.

Repercusiones al ambiente.-

La cantidad generada de lixiviados es baja comparada con los volúmenes producidos en otros tipos de aguas residuales como las domésticas, sin embargo, los contaminantes que contiene son extremadamente peligrosos. De acuerdo con Tizaoui et al (2007), cuando los lixiviados migran de la basura y alcanzan cuerpos de agua, pueden afectar la salud humana y ambientes acuáticos.

En términos generales, cuando estos líquidos no son controlados -captados, almacenados y tratados- pueden permear hasta llegar al agua subterránea o mezclarse con aguas superficiales y contribuir a la contaminación de suelo, agua subterránea y superficial (Deng & Englehardt, 2007).

En la actualidad, el nulo manejo de los lixiviados constituye la práctica común en

Parámetro	Edad del relleno (años) y tipo de lixiviado		
	<5 (joven)	5-10 (medio)	> 10 (viejo)
	I (biodegradable)	II (intermedio)	III (estabilizado)
pH	< 6.5	6.5-7.5	> 7.5
DQO (mg/L)	> 20,000	3,000-15,000	< 5,000
DQO/COT	< 2.7	2.0-2.7	> 2.0
DBO5/DQO	> 0.5	0.1-0.5	< 0.1
AGV* (%COT)	> 70	5-30	< 5
Metales pesados (g/L)	2		< 50 mg/L

Bibliografía

- Amokrane, A., Comel, C., y Veron, J. (1997). Landfill leachates pretreatment by coagulation-flocculation. *Water research*. Vol. 31. p. 2775-2782.
- Bagchi, A. (1990). Design, construction and monitoring of Sanitary Landfill. Wiley (Editorial).
- Deng, Y., y Englehardt J. (2007). Electrochemical oxidation for landfill leachate treatment. *Waste Management*. 27. 380-388.
- Luna, Y., Otal, E., Vilches, L., Vale, J., Querol, X., Fernández, C. (2007). Use of zeolitized cal fly ash for landfill leachate treatment: A pilot plant study. *Waste Management*. 27. 1877-1883 .

