

LA LOGÍSTICA VERDE EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS NO CONVENCIONALES – BIOSÓLIDOS

GREEN LOGISTICS IN THE MANAGEMENT OF NON CONVENTIONAL WASTE – BIOSOLIDS

Mayra Alejandra Rodríguez González¹

¹Universidad de Carabobo, Venezuela. mandie.a@gmail.com

CONTEXTO

Actualmente las actividades relacionadas con la transformación, el flujo de bienes (línea de producción) y servicios que suple los requerimientos para la población, es lo que se conoce como cadena de suministro (CS). Esta, no solo tiene en cuenta el proceso de transformación de un elemento, sino también los entes que se involucran como los proveedores, el transporte, minoristas, clientes, entre otros. (Govindan, Soleimani, & Kannan, 2015; Nikolaou, Evangelinos, & Allan, 2013).

Sin embargo, todos los procesos de producción generan material residual y el desarrollo de una mayor variedad de productos y servicios a su vez ha incrementado la cantidad de residuos a nivel de producción, así como el de post consumo al favorecer el consumismo. No obstante, esta situación ya ha sido reconocida a nivel mundial y con ella, la necesidad de reducir el impacto de los residuos. Esto ha hecho necesario el desarrollo de normativas que varían de acuerdo con la realidad de cada país con el fin de promover alternativas que involucren reusar, reducir remanufacturar y reciclar materiales descartados. (Kumar & Putnam, 2008).

Los cambios en la CS se presentan debido a la presión de la legislación, normas de calidad, el mercado y otros que impulsan el uso y elaboración de elementos sostenibles o “amigables” con el ambiente, creados a través de prácticas sostenibles que reducen el impacto ambiental sobre los recursos naturales. (Sangroya & Nayak, 2017) hacen necesaria la inclusión de métodos para el reuso y reciclaje de residuos en la CS. Con estos procesos es posible crear una nueva línea que comience desde el final de la CP para recuperar o crear nuevos elementos dándoles valor dentro de la cadena productiva, este flujo reverso es lo que se conoce como logística reversa (LR) (Kumar & Putnam, 2008; Pokharel & Mutha, 2009).

La idea de la LR ha sido planteada desde los años 80's como un flujo en contravía o reverso, que ha ido evolucionando con el tiempo. El Grupo Europeo de trabajo en LR (REVLOG por sus siglas en inglés) la define como el “proceso de planeación, implementación y control de flujos reversos de materia primas, en procesos de inventarios y productos terminados desde el punto de

Artículo No. 02. No. 10, Vol. V, Año 5, 2019. Revista de divulgación y tecnología de la Red Internacional de Investigadores de Ingeniería Industrial <REDI4>

fabricación, distribución o uso, hasta un punto de recuperación o de disposición final adecuada (Dekker, Fleischmann, Inderfurth, & Van Wassenhove, 2013).

Debido a sus características, es usada principalmente en la gestión de residuos, sin embargo, también implica el uso o el retorno de productos y otros que se encuentran al final de su vida útil para ser remanufacturados (restaurándolos como nuevos), reparados (reemplazando partes que no funcionan o presentan defectos) o usarlos disponiendo de algunas partes, de tal forma que se genera una cadena de producción circular. (Govindan et al., 2015; Kumar & Putnam, 2008; Pokharel & Mutha, 2009).

Para llevar a cabo un proceso de LR es necesario implementar métodos para incorporar el material recuperado dentro de la CP, así como técnicas eficientes para reusar los productos desensamblados, incluyendo la posibilidad de generar uno nuevo. Como el proceso de un sistema de LR puede ser más rápido que una CS, es necesario almacenar y mantener un inventario continuo de las piezas recuperadas en enlazado con las fases de la CS, ya sea para la creación de un producto nuevo (reuso), remanufactura (inclusión de partes nuevas), reparación (recambios), etc. (García Rodríguez, Castilla Gutiérrez, & Bustos Flores, 2013; Kumar & Putnam, 2008; Pokharel & Mutha, 2009).

A pesar de los costos en la implementación de procesos basados en LR de acuerdo con la legislación local, los bajos precios de los productos remanufacturados son llamativos para los clientes, esto, sumando al uso de etiquetas donde se referencia como un producto “verde” le da distinción en el mercado, teniendo en cuenta la preferencia actual de apoyar empresas y productos sostenibles.

Como se mencionó antes, la LR ha sido una alternativa y herramienta significativa cuando se hace referencia a la gestión de residuos y procesos sostenibles, se suele confundir con la logística verde (LV). Esta implica el desarrollo de prácticas verdes, es decir, estrategias ambientales (Estrategia de las Rs – reducir, reusar, remanufacturar, reciclar, etc.-) en la CS basado en procesos ecoeficientes (modelo de operación económicamente rentable) enfocado en la producción y satisfacción del cliente, por lo cual se conoce también como cadena de suministro verde (CSV) (Gómez Montoya, 2010; Nikolaou et al., 2013; Srivastava, 2007).

De acuerdo con Srivastava (2007), la CSV puede ser definida como una forma de “integrar y pensamiento ambiental en la gestión de la cadena de suministro, incluyendo el diseño del producto, la selección de materias primas, el proceso de manufacturación, la entrega del producto final a los consumidores, así como la gestión al final de su vida útil”. Esta definición involucra los flujos de proveedores a fabricantes y clientes, ya que la cadena debe gestionar de forma eficiente todos los procesos relacionados con el producto. (Srivastava, 2007).

La CSV establece la aplicación de técnicas para la disminución de recursos y energía, así como el rediseño de procesos y productos para la minimización de residuos. Por sus características suele

Artículo No. 02. No. 10, Vol. V, Año 5, 2019. Revista de divulgación y tecnología de la Red Internacional de Investigadores de Ingeniería Industrial <REDI4>

ser confundida con la LR, sin embargo, el planteamiento de la CSV sobre las estrategias verdes usadas para el desarrollo de procesos sustentables corresponde a la LR. (Gómez Montoya, 2010; Srivastava, 2007; Uygun & Dede, 2016). A pesar de esto, algunos autores como Tibben-Lembke (2002) hacen distinción entre los dos procesos afirmando que la LV se refiere exclusivamente a actividades de reducción de empaques, embalajes, emisiones atmosféricas, ruido y el impacto ambiental mientras la LR involucra retorno de productos, marketing y mercados secundarios.

Sin importar su definición exacta, estas estrategias han sido aplicadas en la gestión de residuos y desarrollo de procesos sostenibles en compañías en la búsqueda de valor como las etiquetas verdes o certificaciones internacionales como las ISO, haciéndolos más competitivos y atractivos para los clientes (Kumar & Putnam, 2008).

Aun así, existen residuos para los cuales no se tiene claro un proceso de gestión específico ya sea mediante LR o CSV, a pesar de existir alternativas para su aprovechamiento. Dentro de estos, se encuentran los lodos provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR – ya que su composición varía de acuerdo con la fuente de agua residual que ingrese a la planta. En una fuente de agua residual tipo doméstica, se encuentran principalmente componentes orgánicos y algunas trazas de metales pesados. (López, Gutiérrez Lavín, & Sastre Andrés, 1996; Torres, 2004; Walker, Knight, & Stein, 1994).

Dentro del proceso de depuración del agua se encuentran fases de desarenado, desengrasado y sedimentación, donde se produce uno de los subproductos conocido como lodo, el cual es sometido a un tratamiento de tipo anaerobio para su estabilización y posterior deshidratación, después de lo cual es denominado biosólido. (López, Gutiérrez Lavín, & Sastre Andrés, 1996; Torres, 2004; Walker, Knight, & Stein, 1994).

Debido a su composición, tanto la gestión del lodo como de biosólidos se lleva a cabo bajo condiciones específicas establecidas por la legislación local, la cual se basa los niveles de microorganismos nocivos como *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., huevos de helminto y virus entéricos, entre otros, que puedan causar perjuicios en la salud teniendo en cuenta que la principal forma de aprovechamiento es su aplicación al suelo. Por ello, las normativas plantean una clasificación, resaltando un tipo de biosólidos (A) con condiciones ideales para ser usado en cultivos, jardines y áreas cercanas al tránsito de personas mientras los otros (B) se restringe al uso en suelos degradados, rellenos sanitarios, como enmiendas orgánicas u otras actividades donde el contacto con personas este restringido. (López et al., 1996; Walker et al., 1994). (Silveira, Alleoni, & Guilherme, 2003).

Además de la aplicación en suelos existen algunos métodos para mejorar las características del biosólido, en especial su composición orgánica, estabilizar el pH, disminuir los niveles de metales pesados como la adición de elementos como cal, mezcla con otros residuos orgánicos, compostaje,

Artículo No. 02. No. 10, Vol. V, Año 5, 2019. Revista de divulgación y tecnología de la Red Internacional de Investigadores de Ingeniería Industrial <REDI4>

vermicompostaje, etc. Otras alternativas de aprovechamiento constan en usarlo como fuente de energía sometiéndolos a un proceso anaerobio mediante un biodigestor para la producción de biogás y su uso como material de mezcla para concreto y otros elementos no estructurales.

Sin embargo, en el afán de minimizar el impacto ecológico negativo de los lodos y biosólidos y debido a su potencial, diferentes estudios se han centrado en cómo usarlo, pero no es claro si esas alternativas pueden considerarse verdes o implicar un proceso de RL o CSV. Teniendo en cuenta las alternativas de aprovechamiento mencionadas se pueden identificar el uso de las estrategias tanto de LR como de CSV. Reuso, cuando son aplicados al suelo, aunque esto debe tener un seguimiento continuo ya que puede causar efectos nocivos a largo plazo por acumulación de elementos nocivos. Al no ser un equipo o elemento con piezas, no puede ser remanufacturado, pero si reciclado, ya que puede ser sometido a un proceso de transformación o aprovechamiento como el compostaje y el vermicompostaje para darle un valor y ser reincorporado en la cadena productiva como abono. En cuanto a la reducción, esto se relaciona directamente con la eficiencia de la PTAR, resaltando que una vez se tenga agua con menor carga “contaminante” se producirá menor cantidad de lodo.

La aplicación de estas alternativas depende de la producción de lodos y biosólidos, así como de su composición, en cualquiera de los casos, se hace referencia a una alternativa de CSV que permite generar un proceso de gestión sostenible que se desprende del tratamiento de aguas residuales.

REFERENCIAS

Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., & Van Wassenhove, L. N. (2013). Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains. (R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, & L. N. Van Wassenhove, Eds.). Berlin: Springer Science & Business Media.

García Rodríguez, F. J., Castilla Gutiérrez, C., & Bustos Flores, C. (2013). Implementation of reverse logistics as a sustainable tool for raw material purchasing in developing countries: The case of Venezuela. *International Journal of Production Economics*, 141(2), 582–592.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.015>

Gómez Montoya, R. A. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Inverse Logistics a Process with Environmental and Productivity Impacts*. (English), 5(2), 1–14. <https://doi.org/10.4304/jcp.7.11.2765-2772>

Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603–626. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>

Artículo No. 02. No. 10, Vol. V, Año 5, 2019. Revista de divulgación y tecnología de la Red Internacional de Investigadores de Ingeniería Industrial <REDI4>

Kumar, S., & Putnam, V. (2008). Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.11.015>

López, M. M., Gutiérrez Lavín, A., & Sastre Andrés, H. (1996). Biosólidos generados en la depuración de agua. Planteamiento del problema. *Ingeniería Del Agua*, 3(I), 47–62.

Pokharel, S., & Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.11.006>

Sangroya, D., & Nayak, J. K. (2017). Factors influencing buying behaviour of green energy consumer. *Journal of Cleaner Production*, 151, 393–405. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.010>

Silveira, M. L. A., Alleoni, L. R. F., & Guilherme, L. R. G. (2003). Biosolids and heavy metals in soils. *Scientia Agricola*, 60(4), 793–806. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000400029>

Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53–80. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>

Tibben-Lembke, R. S. (2002). Life after death: reverse logistics and the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(3), 223–244. <https://doi.org/10.1108/09600030210426548>

Torres, E. (2004). Reutilización de aguas y lodos residuales, 11. Retrieved from <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/lodos.pdf>

Uygun, Ö., & Dede, A. (2016). Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making techniques. *Computers and Industrial Engineering*, 102, 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.02.020>

Walker, J., Knight, L., & Stein, L. (1994). A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule, (September), 183. Retrieved from water.epa.gov/scitech/wastetech/biosolids/503pe_index.cfm