

# **Diseño De Un Modelo De Logística Inversa Para La Recuperación Y Aprovechamiento De Los Marcadores Acrílicos En La Institución Educativa Pontificia Universidad Javeriana Cali**

**David Alejandro Acosta Martínez**

**Email: daacosta@javerianacali.edu.co**

**Lisset Daniela Álvarez Varón**

**Email: ldvaron@javerianacali.edu.co**

Director:

**LUIS CARLOS MARMOLEJO**

## **Resumen**

El presente trabajo de grado realiza el diseño de un modelo de logística inversa para asegurar la disposición final, recuperación y aprovechamiento de los marcadores acrílicos utilizados en la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Así mismo, se enfatiza en la necesidad de establecer en puntos estratégicos como lo son las facultades de las carreras, zonas de acopio para realizar en primera instancia la separación primaria de los marcadores acrílicos. Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos tanto general como específicos se realizó un estudio de tipo exploratorio y descriptivo, se necesitó indagar sobre los componentes y características de los marcadores acrílicos para establecer las propiedades del plástico, fieltro y la tinta. También encuestar a los docentes y monitores quienes fueron la fuente primaria de información, ya que ellos son los usuarios permanentes de dichos marcadores, al igual que investigar y visitar empresas encargadas en la recuperación de los materiales y su debida disposición. En el transcurso de la investigación, se dio a conocer por medio de las encuestas realizadas que los docentes tienen preferencia por los marcadores acrílicos no recargables a diferencia de los monitores, aparte de mostrar que tanto los monitores como los docentes no realizaban una debida disposición final de estos, ya que no consideraban los marcadores como un insumo peligroso por su compuesto interno (tinta) y por no tener una zona o puntos estratégicos para poder depositarlos en ellos. Se logró también comprobar que colocando en las facultades como zonas estratégicas recipientes para la separación y disposición de los marcadores acrílicos, logrando llenar en todas las facultades los recipientes en los dos meses de la prueba piloto.

## **Introducción**

Toda empresa, industria o instituto educativo genera residuos y en algunos casos peligrosos, los cuales contienen propiedades tóxicas que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y para la salud. Estos residuos en ocasiones son depositados en lugares no autorizados, basureros o rellenos sanitarios, es decir, no existen procesos adecuados para su clasificación y depósito final; induciendo al desarrollo de investigaciones y metodologías, que ayuden a mejorar los procesos de

desecho y manejo de cualquier tipo de residuo sólido y peligroso. Actualmente, en Colombia no se conoce documentación para modelos de logística inversa que permita el estudio de alternativas para la recuperación, clasificación y procesamiento de residuos plásticos y metálicos provenientes de los marcadores acrílicos, que están compuestos por una cobertura de plástico o aluminio, fieltro y tinta, lo cual ha creado, para la Universidad Javeriana un interés por la recuperación de estos residuos y así contribuir al medio ambiente.

En lo referente a los marcadores acrílicos desechables, pueden ser no recargables y recargables. Para los no recargables su duración de vida es más corta y suelen estar compuestos por un plástico, que es un polímero combinado con resinas, proteínas y otras sustancias, que se caracterizan por ser resistentes a la degradación y por ser un material liviano; también compuestos por un rotulador de fieltro hecho de lana y tinta, la cual es clasificada como residuo peligroso según el decreto 4741 del año 2005. Para los recargables su duración de vida con respecto a su uso tienen un promedio de seis meses, y a diferencia de los marcadores no recargables, están cubiertos de aluminio, que es un metal ligero y con un punto bajo de fusión. Estos marcadores no tienen un buen manejo al momento de ser desechados, a pesar de que en la institución educativa Pontificia Universidad Javeriana Cali existe un plan de gestión integral de residuos sólidos. Por este motivo, es de gran importancia el estudio que se realizará, ya que se presentará un modelo enfocado en la recuperación y aprovechamiento de los marcadores acrílicos por medio de la logística inversa, el cual podría ser incluido en el PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos) de la Universidad.

## 1. Marco Teórico

“La logística reversiva consiste en planear, implementar y controlar constantemente de manera eficiente y costo-efectiva el flujo de materias primas, productos en proceso, productos terminados y la información relacionada y pertinente, desde punto de consumo hasta el punto origen, con el fin de recuperar el valor o darles una disposición final adecuada”<sup>1</sup>. Por otra parte, Rogers y Tibben-Lembke (1998), definen la Logística como “el proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el de consumo de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de tal manera que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor añadido y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo”<sup>2</sup>.

La logística inversa se integra a la cadena de suministro para cerrar el ciclo de las operaciones de un negocio, relacionado con la gestión de los desechos, los residuos y los desperdicios generados. Este enfoque puede ser analizado en cada eslabón de la cadena productiva de manera individual. “La logística inversa comprende todas las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales, se refiere a todas las actividades logísticas de recolección, desensamblaje y proceso de materiales, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sostenida”<sup>3</sup>, siendo también el proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente el

---

<sup>1</sup> MOLANO, Ligia y GARZÓN, Isabel. Propuesta de un programa de logística reversiva enfocado en los empaques metálicos y plásticos de los lubricantes y aceites distribuidos por Umaco y Cía. S.A.S. (Trabajo de grado). Facultad de Ingeniería. Universidad Icesi. Colombia, 2013, p.18

<sup>2</sup> RUBIO, Sergio y LACOBIA, Sergio. El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. Universidad de Extremadura. [en línea]. España, 2010. [Consultado el 24 de noviembre, 2015]. Disponible en internet: <http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/305.pdf>

<sup>3</sup> REVLOG. GAT is reverse logistics. The European Working Group Reverse Logistics (REVLOG). [en línea].

flujo de materias primas, inventario en curso, productos terminados y la información relacionada con ellos, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el propósito de recapturarlos, crearles valor, o desecharlos<sup>4</sup>.

## 2. Resultados

Este diseño de logística inversa se realizó para la Pontificia Universidad Javeriana Cali dio sus inicios el 6 de Octubre de 1970 en el colegio Berchmans en la ciudad de Cali y es hoy unas de las universidades con mayor prestigio del país, actualmente cuenta con dos sedes a nivel nacional, en la ciudad de Bogotá y en la hermosa ciudad de Santiago de Cali.

El problema de investigación surge por el interés de ayudar a la universidad a tener un mejor manejo de los residuos tanto solidos como peligrosos, llevándonos a detallar que en el diario de las actividades de la universidad como un campo de estudio y aprendizaje, se usan una gran cantidad de marcadores acrílicos a los que no se les hace una adecuada disposición final, por tal motivo se investigó con la área de compras y de gestión ambiental, detectándose una gran cantidad de marcadores comprados durante los años 2015 y 2016 y un interés por el área de gestión ambiental de la universidad para poder controlar estos desechos, ya que los marcadores son residuos que contienen tinta, la cual es muy contaminante para el medio ambiente.

Para caracterizar los componentes de los marcadores acrílicos mediante la investigación sobre su proceso de fabricación a través de recursos bibliográficos para su clasificación. En el análisis físico se puede detallar la tapa de polipropileno, la cobertura del polipropileno, el rotulador de fieltro (punta) y por último el fieltro.

Para identificar la gestión de traslado de los marcadores acrílicos desde el usuario hasta los puntos de recolección, se hizo través de un trabajo de campo para el análisis de su ciclo logístico. Se plantearon 3 puntos esenciales con el fin de definir la muestra por medio de una unidad

Gracias a la encuesta realizada los docentes y monitores arrojado por la muestra anteriormente se pudo obtener los siguientes resultados: la marca de marcadores acrílicos que más usan los docentes son los EXPO que son marcadores no recargables, en cambio los monitores usan los marcadores EDDING los cuales son marcadores recargables y tienen una mayor vida de utilidad; se logró definir que por semestre el 44.4% de los docentes suelen pedir más de 10 marcadores de marca EXPO; también se estimó que de 90 docentes, 57 usan en sus horas de clases entre el 67 al 88% el marcador acrílico siendo un porcentaje alto de utilización teniendo en cuenta que las horas de clases son de 2 horas promedio. Para el caso de los monitores el % de utilización esta entre 0 y 46% de utilización. El tiempo de vida útil de los marcadores para el caso de los docentes esta entre 1 y 4 semanas.

Con base a lo anterior, se estableció el siguiente ciclo logístico para poder cumplir con el objetivo específico y general.

---

[Consultado el 4 de diciembre, 2015]. Disponible en internet: <http://fnk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm>

<sup>4</sup> ROGERS & TIBBEN-LEMBKE. RLEC. Reverse Logistics Executives Council. 2003, p.9.

Para la recolección se realizó una prueba piloto en donde se dispusieron recipientes plásticos como se ilustra en las siguientes imágenes realizadas en un mes y medio aproximadamente, arrojando un resultado preliminar de 120 marcadores recolectados en los puntos escogidos dentro de las facultades, biblioteca y el salón 1.8 del lago. Después de la recolección, se procede al almacenamiento el cual se dispondrá en la UCA (Unidad central de almacenamiento) de la universidad cada 2 meses. Ahí se almacenarán en recipientes plásticos fuera de cualquier humedad para pasar al proceso de inspección, selección y clasificación. En este paso se inspeccionará y se separarán los marcadores que aun contengan tinta y puedan ser utilizados por más tiempo de los marcadores que deben pasar a la separación de los componentes. En el proceso de recuperación y transformación directa del producto busca encontrar marcadores que aun tengan vida útil y que se puedan devolver a los docentes o monitores, realizándoles un tipo de tratamiento, el cual consiste en inyectarles tinta y dejarlos reposar boca abajo por un periodo de 24 horas, para que de esta manera pueden volver a ser utilizados por un tiempo. Para el transporte se dividió en dos tipos de transporte, el interno el cual se encargaría de llevar los marcadores recolectados en las facultades hasta la UCA de la universidad y la responsabilidad es del personal de recursos físicos y el externo que consta de transportar los plásticos separados del marcador hasta los molinos para su tratamiento, esta fase la realizaría el personal de la empresa proceso ecológicos. En la peletización se logra la transformación del plástico reciclado a pellet. Finalmente, el proceso culmina con el almacenamiento de los pellets procesados.

Para establecer los riesgos que se genera al medio ambiente la inadecuada disposición final de estos marcadores acrílicos se establecieron 2 ítems para la solución de este objetivo, para ello se necesitó realizar un análisis cualitativo del plástico y la tinta mediante un análisis del ciclo de vida y un análisis cuantitativo donde se realizó una matriz de riesgos. El análisis del ciclo de vida es una herramienta que permite determinar el impacto de algún proceso o producto en el ambiente. Tiene como enfoque el análisis de “la cuna a la tumba”, esto indica que su análisis no solo se enfoca en el producto terminado si no en el proceso como tal, por esta razón nos enfocamos en el impacto que genera la producción del plástico y de lo nocivo que es la tinta para el medio ambiente y el ser humano.

Para definir la estructura y operatividad del modelo es de gran importancia definir la estructura del modelo de manera cualitativa en donde se identifican finalmente quienes son los usuarios, recolectores, transformadores y universidad; también se necesita definir la operatividad del modelo en donde se necesitó identificar el proceso de logística inversa y el ciclo logístico del marcador; igualmente se definió los requerimientos para el funcionamiento del modelo el cual está comprendido por requerimientos técnicos, humanos, materiales, propuesta de campaña y financieros y por último se estableció el costo de la propuesta y beneficio.

Por este motivo se establece 4 unidades centrales y cíclicas para que el modelo funcione, en donde interactúa la universidad como centro de recolección, repartición de los marcadores y promotores de la campaña de concientización, para que de esta forma los usuarios que corresponden a los docentes y monitores de la universidad sean los encargados del uso y desecho de los marcadores en sus puntos de recolección, el que a su vez serán recogidos, trasladados e inspeccionados por el personal de recursos físicos, llegando de esta manera al final del ciclo con las empresas transformadoras encargadas de recoger el material separado para llevarlo al proceso de peletización, que para el caso de la tinta es el proceso de termo destrucción controlado.

### 3. Conclusiones

- Los componentes de los marcadores acrílicos son: plástico (polipropileno), fieltro y tinta. De estos componentes el que mayor impacto ambiental genera en su mala disposición final es la tinta ya que esta tiene propiedades químicas tóxicas, que producen sustancias nocivas para la salud teniendo una evaluación de 1200, lo que equivale un nivel de riesgo 1, por lo cual es necesario la implementación de medidas de intervención para este componente.
- Se observó por medio de las pruebas piloto dentro de la Universidad, que si funciona realizar una adecuada disposición de los marcadores acrílicos por medio de un tiempo de recolección ya que se lograron recolectar más de 120 marcadores en solo mes y medio, teniendo en cuenta que ningún usuario sabía lo que se estaba realizando, lo que permite concluir, que es del interés de los usuarios de la institución contribuir al medio ambiente y poder ayudar a la mala disposición de los residuos sólidos.
- Gracias a las pruebas piloto de recolección de los marcadores, se observa que no es una tarea que demande esfuerzo a los usuarios, que es una labor de compromiso no solo legal sino también ambiental.
- El tipo de peligro químico en el medio ambiente, tiene efectos muy graves como contaminación a las aguas subterráneas, desaparición de diferentes especies que habitan en ellas, causando también lluvias acidas, contribuyendo a efectos negativos en la salud como problemas en las vías respiratorias.
- La matriz de riesgos, arrojó en el análisis una valoración de tipo “alta” y “muy alta” (valores de 500 y 1200 respectivamente) en cuanto a la interpretación de probabilidad de riesgo dentro de la evaluación del riesgo producido por la mala disposición de los marcadores acrílicos.
- Una conclusión positiva del análisis de riesgos, es que permite la implementación de medidas de control e intervención para así obtener una adecuada disposición final de los marcadores acrílicos, dándoles un nuevo uso por medio del proceso de logística inversa, y a la contribución al medio ambiente.

### Bibliografía

ACEVEDO SUÁREZ, José.; URQUIAGA RODRÍGUEZ, Ana y GÓMEZ ACOSTA, Martha. Gestión de la Cadena de Suministro. La Habana, Ed. ISPJAE, abril del 2001.

CARDONA, Vanessa y VALENCIA, Juan Sebastián. Alternativa orientada a la implementación de logística inversa para el embalaje de producto terminado de la unidad estratégica de negocios de helados de la empresa Colombina S.A. (Trabajo de grado). Facultad de Ingeniería Industrial. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia, 2014.

GARCÍA OLIVARES, Arnulfo Arturo. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística Inversa: Estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. México. En: Revista EUMED, 2004.

GOMEZ, Jaime. Revista Logística. Edición No 19. Cali, Colombia, 2012.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIA, Pilar. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, México, 2004.

MOLANO, Ligia y GARZÓN, Isabel. Propuesta de un programa de logística reversiva enfocado en los empaques metálicos y plásticos de los lubricantes y aceites distribuidos por Umaco y Cía. S.A.S. Universidad Icesi. Colombia, 2013.

MORALES, Basilio. La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento. Colombia. Universidad Santo Tomás, s.f.

OCDE Y EUROSTAT. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación: Manual de Oslo. Tercera edición. Europa. 2006.

ORTIZ SIERRA, Olga Lucia. Guía Implementación de la Norma NTC ISO 14001. Colombia: División de publicaciones del ICONTEC. 2002.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Manual de procedimientos para la recolección de residuos peligrosos. Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá, 2012.

RAMÍREZ, Luis. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Universidad de Caldas. Colombia, 2013.

REVLOG. GAT is reverse logistics. The European Working Group Reverse Logistics (REVLOG). [en línea]. [Consultado el 4 de diciembre, 2015]. Disponible en internet: <http://fnk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm>

ROGERS & TIBBEN-LEMBKE. RLEC. Reverse Logistics Executives Council. 2003.

RUBIO, Sergio y LACOBIA, Sergio. El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. Universidad de Extremadura. [en línea]. España, 2010. [Consultado el 24 de noviembre, 2015]. Disponible en internet: <http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/305.pdf>

SÁNCHEZ, L. Evaluación del impacto ambiental conceptos y métodos. Bogotá, Colombia: Digiprint Editores E.U., 2011.

UNIVERSIDAD LIBRE. Sistema de Gestión Ambiental, Bogotá. 2010

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Planeación estratégica logística para un holding empresarial. En: Scientia et Technica Año XIII, No. 37, Diciembre de 2007.