

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Optimización de los subprocesos de la Logística Inversa. Caso: EMCOMED Holguín

Tesis presentada en opción al título de
Ingeniero Industrial

Autor (a): Susel Navarro Zuñiga

Tutor: Ing. Carlos Pedrosa Ortiz

Holguín, 2015

Pensamiento

Solo existen dos días en el año en que no se puede hacer nada. Uno se llama ayer y otro mañana. Por lo tanto hoy es el día ideal para amar, creer, hacer y principalmente vivir.

Dalai Lama

Agradecimientos

A Dios... Que me ha dado las fuerzas y el aliento para seguir adelante y ser lo que soy hoy.

A mi madre, que me apoyó incondicionalmente en esta etapa de mi vida aún sin entender muchas cosas.

A mi padre, quien me alentó de seguir adelante cuando yo desfallecí.

A mi hermana Roxana, porque aún con su corta edad y sin entender lo que me quería transmitir, me incitó siempre hacia el triunfo.

A mis abuelos, Ana Luisa, Elena y Osvaldo que ocupan un lugar importante en mi vida y son los pilares de mi familia.

A mis tíos, que de una forma u otra me ayudaron a crecer como persona.

A mi prima Ibett, que ha sido de mucha ayuda y me ha brindado su apoyo incondicional.

A mis amigos, Franki y Yensis por cuidar de mí cuando me sentí sola y lejos de mi familia, por aguantar los malos ratos que les hice pasar, por levantarme cuando yo creía que no podía.

A mis amigas, Yanet Labrada, Yanet Cámbar, Liliana López y Katia Espronceda, por su constante apoyo, por mostrarme el camino hacia el éxito, por su amistad en general.

A mi amiga Claudia, por su confianza, apoyo, cariño, por estar ahí siempre para mí, por ser siempre leal a nuestra amistad.

A, Maxim por sus largas noches de desvelo en un laboratorio para que yo pudiera realizar mis trabajos a tiempo, muchas gracias.

A todos los profesores, que pusieron su granito de arena en mí, todos los que de alguna forma u otra me formaron como la profesional que hoy quiero ser a lo largo de estos años.

A Elisa, que me prestaba toda su atención y me regalaba parte de su tiempo en momentos en los que no disponía de él, muchas gracias, ese agradecimiento será eterno.

Al profe Lao, por dedicarme parte de su tiempo y ayudarme en esta investigación, para que fuera posible, gracias.

A las chicas de mi cuarto, que las conozco hace poco tiempo pero les he tomado aprecio y cariño y por nunca decirme un no.

A todos los que me acompañaron estos años, Eloy, Yunior, Diorleidis, Andrés, a todos muchas gracias

A todos mis compañeros en general, por su apoyo en estos años.

Con todo mi corazón
Muchas Gracias

Dedicatoria

*A ustedes, mami y papi, por su confianza y amor, gracias por
la persona que soy hoy.*

Resumen

Ingenieros y teóricos de la industria se han dado a la tarea de diseñar productos y procesos ecológicamente sostenibles. La logística empresarial, como proceso imprescindible, ha sido campo de innovación y aportes en este sentido. Es por ello, que en este entorno surge como una necesidad objetiva del desarrollo la Logística Inversa (LI). Esta tiene gran importancia y utilidad en el mundo de hoy, tanto para el cuidado del medio ambiente, la disminución de los costos, como para el servicio al cliente con el cumplimiento de sus expectativas como principal objetivo de toda organización de producción o servicio. A partir de esto se desarrolló esta investigación en la Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED) de Holguín, con el objetivo de optimizar los subprocesos de la Logística Inversa.

En la investigación se seleccionaron y analizaron siete subprocesos de la Logística Inversa, los cuales fueron descritos y representados con el apoyo de técnicas para la representación de procesos. Luego se modelaron estos mediante las Redes de Petri donde se pudo identificar tres errores que afectan directamente a la entidad, a los que se le dio solución.

Abstract

Engineers and theoretical of the industry have been given to the task of designing products and processes ecologically sustainable. The managerial logistics, like indispensable process, it has been innovation field and contributions in this sense. It is for it that arises in this environment like a necessary objective of the development the Inverse Logistics (LI). This has great importance and utility in today's world, so much for the care of the environment, the decrease of the costs, like for the service to the client with the execution of their expectations like main objective of all production organization or service. Starting from this this investigation was developed in the Commercializing and Distribution Company of Medications (EMCOMED) of Holguín, with the objective of optimizing the sub-processes of the Inverse Logistics.

In the investigation were selected and analyzed seven sub-processes of the Inverse Logistics, which were describes and represented with the support of techniques for the representation of processes. Then were modeled by means of the Nets of Petri where you could identify three errors that affect directly to the entity, to those that was given solution.

Índice

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo I. Fundamentos teóricos metodológicos de la Logística Inversa | 6 |
| 1.1. Logística empresarial. Evolución, definiciones, actividades y subsistemas | 6 |
| 1.2. La Logística Inversa. Evolución, definiciones y subprocesos | 12 |
| 1.2.1. Los subprocesos de la Logística Inversa..... | 23 |
| 1.3 Técnicas para la representación de procesos | 26 |
| Capítulo II. Optimización de los subprocesos de la Logística Inversa | 29 |
| 2.1. Caracterización de la entidad objeto de estudio EMCOMED..... | 29 |
| 2.2. Diagnóstico del estado actual de la LI en EMCOMED..... | 30 |
| Importancia de la representación de los procesos | 31 |
| 2.2. Modelización de procesos mediante Redes de Petri..... | 43 |
| Conclusiones | 54 |
| Recomendaciones | 55 |
| Bibliografía..... | 56 |
| Anexos..... | 31 |

Introducción

A medida que el hombre fue evolucionando, las mercancías necesarias no se materializaban en el sitio donde se deseaba consumir, o no estaban disponibles en el momento oportuno para el demandante. Producto al desarrollo continuo del que es objeto la sociedad, los puntos de consumo y producción se han separado en diversas zonas, siendo los Sistemas Logísticos (SL) los que han propiciado el enlace entre las áreas de producción y los mercados.

Anteriormente la logística solo se basaba en la entrega de productos luego de expresar una necesidad demandada. Procesos como la transportación eran planificados minuciosamente, mientras que los inventarios y lo relacionado con él era desplazado.

La logística es una temática que está cada vez más en el foco de la atención de los especialistas y de los directivos de todas las empresas e instituciones que administran recursos, ello por su incidencia en el desarrollo de éstas, como fuente o causa de mantención de los empleos, o simplemente por la supervivencia de éstas.

Hoy en día, la necesidad de optimización ha desencadenado disímiles procedimientos y tecnologías de almacenamiento para dar respuesta a las insuficiencias detectadas con respecto al tema de los inventarios.

Cuba no ha quedado exenta de esta situación, por lo que los estudiosos del tema han propuesto una serie de metodologías y procedimientos de análisis y diagnóstico que brindan una panorámica general de la entidad a inspeccionar y proporcionan soluciones acorde a los resultados de esta. En los momentos actuales el país está llamado a que las empresas muestren niveles de eficiencia y eficacia favorables a través de una gestión más acertada. Es por ello que la gestión logística debe ser apreciada como protagonista, para el logro de resultados favorables en el desempeño del sector empresarial e incluso considerada el centro fundamental de un entorno que se dirige hacia la meta de la competitividad y la excelencia.

La definición de gestión logística ha evolucionado y adquirido matices diferentes, tantos como el número de autores que ha abordado esta temática, como es el caso de: José Falgas, Santos Norton (1996), Conejero González (1997), Gómez Acosta and Acevedo Suárez (2007), entre otros. Por otra parte la Logística Inversa es una

actividad con un enorme potencial de crecimiento, constituye una forma de reducción de costos en las empresas, además de convertirse en una importante y novedosa fuente de oportunidades, permitiendo desarrollar mejores productos con costos de producción más bajos, a partir del aprovechamiento de residuos sólidos, buscando mercancías más seguras y ambientalmente más amigables, que contribuyan a la protección de la salud y el medio ambiente.

La logística inversa en pos de proteger el medio ambiente engloba múltiples actividades, algunas de éstas tienen connotaciones puramente ecológicas, como la recuperación y el reciclaje de envases, embalajes y productos peligrosos, otras buscan mejoras y mayores ventajas en los procesos productivos y de abastecimiento de los mercados, así como procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos, inventarios estacionales, desechos, etc. Incluso se adelanta al fin de vida del producto, con el objetivo de darle salida en mercados con mayor rotación.

Cuba, con una economía dependiente de sus relaciones económicas externas, no ha estado exenta de los impactos de la crisis económica mundial, que se ha manifestado entre otros aspectos, en la inestabilidad de los precios de los productos que intercambia, en las demandas para sus mercancías y servicios de exportación, así como en mayores restricciones en las posibilidades de obtención de financiamiento externo. La Logística Inversa es un tema de reciente incorporación en el ámbito empresarial del cual las empresas poseen conocimientos escasos o casi ninguno, son pocas las entidades cubanas que utilizan este sistema de forma correcta, a pesar de que esta es una actividad con un enorme potencial de crecimiento, que se ha convertido en una novedosa e importante fuente de oportunidades y en un futuro inmediato esta llamada a ser una significativa fuente de ingresos a la economía empresarial. Las organizaciones productivas y de servicio del municipio Holguín vierten grandes cantidades de desechos tóxicos o no, productos de riesgo a la salud y medio ambiente, así como materiales fuera de uso diariamente a las calles, contribuyendo a la aparición de vertederos o focos de vectores, es ahí donde juega un papel importante el Servicios Comunales, que no llega a ser tan efectivo y con la frecuencia requerida debido a la carencia de medios

y transporte para cubrir eficientemente toda la recogida de desechos de la ciudad en el momento preciso, pero esta situación puede ser revertida con la reutilización y reciclaje de estos residuos, es aquí donde la entidad analizada, EMCOMED, juega su papel, al darle un debido tratamiento a estos productos y evitando así daños mayores a la sociedad.

La empresa objeto de estudio tiene en su funcionamiento el tratamiento final de los productos devueltos por caducidad o deterioro, los mismos por sus componentes químicos llevan acciones especiales para su reciclaje o destrucción. La entidad no cuenta con ninguna documentación o esquema donde conste una clara explicación del proceder en cada subproceso, por lo cual las funciones se realizan por la experiencia profesional de los involucrados, sin una referencia que estandarice los modos de hacer. Los diferentes subprocesos no están claramente establecidos, dejando brechas para el descontrol, los baches en los ciclos y los fallos internos y externos.

Esta condición con la que debe cumplir la entidad objeto de estudio, denota la necesidad de optimizar los procesos de la Logística Inversa en el sistema logístico desde las devoluciones hasta el tratamiento final de los desechos en EMCOMED de Holguín, constituyendo este el problema a resolver en esta investigación. En conformidad con lo anterior se define que el objeto de investigación es la logística empresarial. Para dar solución a la situación problemática, se define como objetivo general: optimizar los subprocesos de la logística inversa, a partir de la representación gráfica de estos y la utilización de las Redes de Petri como herramienta para la optimización.

Con el propósito de lograr el objetivo general se plantearon los objetivos específicos siguientes:

1. Elaborar los fundamentos teóricos metodológicos de la Logística Inversa, a partir del análisis de la logística empresarial, los subsistemas que la conforman, las actividades que en esta se desarrollan y las principales técnicas existentes para la representación de procesos.
2. Representar los subprocesos de la Logística Inversa en EMCOMED a partir de técnicas gráficas de representación.

3. Optimizar los subprocesos de la Logística Inversa en EMCOMED mediante las Redes de Petri.

Se define como campo de acción: los subprocesos de la logística inversa.

Como idea a defender se planteó: la optimización de los subprocesos de la Logística Inversa con la utilización de las Redes de Petri permitirá identificar los puntos de mejora en cada subproceso.

Posteriormente se seleccionó la técnica gráfica para representar las operaciones en las empresas, siendo en este caso el OTIDA. Esta fue escogida basada en aspecto como son: su facilidad de uso, información brindada, estructura, complejidad de símbolos e información necesaria. Se utilizó el método de redes de Petri para la optimización de los subproceso y de esta forma identificar los posibles errores que pudieran presentar.

La investigación llevada a cabo está conformada por un primer capítulo que aborda todo lo relacionado con los fundamentos teóricos metodológicos de la Logística Inversa, dentro de este capítulo se encontrará un epígrafe 1.1 relacionado con aspectos de la logística empresarial, así como su evolución, definiciones, actividades y subsistemas seguidamente se puede apreciar el epígrafe 1.2 que describe la Logística Inversa y aspectos como su evolución, definiciones y subprocesos.

Posteriormente se desarrolló el capítulo dos que lleva por título Optimización de los subprocesos de la Logística Inversa. En este capítulo se hace una breve caracterización de la empresa objeto de estudio, EMCOMED. Se hace referencia además a la importancia de la representación de los distintos subproceso de la Logística Inversa, se describen cada uno de ellos para dar una mejor apreciación del trabajo realizado y pueda ser apreciado por cualquier persona interesada, luego se representa cada uno, apoyándose en técnicas de gráficas para representar las operaciones

Como epígrafe 2.2 se puede apreciar la modelización de procesos mediante Redes de Petri, que se refiere fundamentalmente a la representación de cada uno de los procesos mencionados en la investigación. Seguidamente se encontrará las conclusiones y recomendaciones propuestas por la autora. Luego se presenta la

bibliografía utilizada a lo largo de la investigación y se presentan finalmente los anexos.

Capítulo I. Fundamentos teóricos metodológicos de la Logística Inversa

Este capítulo tiene como objetivo mostrar el marco teórico-referencial de la investigación y considera en lo fundamental aspectos como: el origen de la logística empresarial e inversa a nivel mundial y en Cuba. Se realiza una valoración de los subsistemas que la conforman, así como las actividades que se realizan en cada una de ellas.

1.1. Logística empresarial. Evolución, definiciones, actividades y subsistemas

La actividad de manipulación y almacenamiento de las cargas es tan antigua como la humanidad misma y surge desde que el hombre necesita conservar los granos hasta la próxima cosecha (Comas Pullés, 1996). La consulta de los criterios de un grupo de teóricos de la materia reafirma la evidencia de como el concepto de logística empresarial ha evolucionado en el tiempo, varios son los autores que lo tratan Ballou, (1991); Conejero González (1994); Santos Norton (1996); Ballou y Mukherjee, (2000); Gómez Acosta y Acevedo Suárez,(2001) en lo referente a las actividades y procesos que identifican, sus características, los recursos que incluyen y la finalidad con que lo hacen.

Este análisis histórico revela que la estrategia empresarial ha transitado de una concepción fragmentada de los procesos logísticos a un enfoque de sistema en expansión donde al inicio sólo se concentraba en el proceso transformación, luego se extiende al aprovisionamiento y distribución y por último incorporar la gestión inversa del flujo de recursos. Esta evolución ha conllevado a que las organizaciones tengan necesidad de perfeccionar los mecanismos de gestión de su sistema logístico en aras de ganar en eficiencia y eficacia.

Otra de las teorías sobre la evolución de la Logística Empresarial es sobre su desarrollo en el campo militar, relacionada con la adquisición, conservación y suministro de los recursos necesarios para efectuar acciones militares. El desarrollo fundamental de esta rama en la gestión empresarial comienza a partir de la II Guerra Mundial, reconociéndose después de esta que las habilidades logísticas podían ser utilizadas en la industria ya que mediante la logística las empresas llevan a cabo tareas similares a las que se cumplen en el campo militar: adquisición de materias

primas, mercancías y equipos y la entrega apropiada de los productos a los consumidores.

La logística moderna en el ámbito de la ingeniería militar se ocupa de la organización del movimiento de las tropas en campaña, su alojamiento, transporte y avituallamiento. El Barón de Jomini elevó la logística al rango de las tres ramas principales del Arte de la Guerra junto a la estrategia y la táctica. La evolución de la logística estuvo influenciada por cambios en el entorno como por ejemplo: la internacionalización de los mercados y la departamentalización de las empresas, lo cual aumentó con el desarrollo científico técnico y la expansión industrial de la posguerra, por lo que se incrementaron las distancias de los suministros y los puntos de ventas. La autora coincide con Cespón Castro, (2003) en que el desarrollo del campo de la logística empresarial se puede describir a lo largo de cuatro etapas, la primera de ellas desde principios del siglo XX hasta la década del 50 en la que se considera que inicia el nacimiento de la concepción logística en las empresas, posteriormente de la etapa (1950-1964) se produce un desarrollo notable de la misma, luego en el periodo (1965-1979) surgen un conjunto de cambios a los cuales esta se enfrenta trayendo consigo que en la década del 80 y hasta la actualidad se alcance la madurez en la concepción logística empresarial.

La logística ha transitado por diversos conceptos que han planteado muchos estudiosos de la materia, una definición moderna de logística según José Falgas (Asociación para el Desarrollo de la Logística – Valencia, 1998) plantea que: es una herramienta para la obtención de ventajas competitivas, que realiza servicio de valor añadido que redundará en el incremento. Santos Norton (1996) ofrece la definición siguiente:

“La logística es un enfoque que permite la gestión de una organización a partir del estudio de flujo de materiales y el flujo informativo que a él se asocia, desde los proveedores hasta los clientes, partiendo de cinco funciones básicas que se desarrollan en las organizaciones”. Conejero González (1997) la definió de la manera siguiente: “La logística es el sistema que garantiza el movimiento óptimo de las cargas y la información de la fuente hasta un cliente.”

Autores como Gómez Acosta and Acevedo Suárez (2007), han perfeccionado el concepto de la Logística, plantean que:

La Logística es la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos materiales, informativo y financiero desde su fuente de origen hasta sus destinos finales que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.

Como se puede apreciar en las diferentes definiciones se enfoca a la logística como un proceso integrador que está presente en toda organización. Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente.

Garantizar la calidad de servicio, es decir la conformidad con los requisitos de los clientes, da una ventaja competitiva a la empresa. Hacerlo a un menor coste permite mejorar el margen de beneficio de la empresa. Conseguirlo garantizando la seguridad permite a la empresa evitar sanciones pero también comunicar en temas actuales como el respeto del medio ambiente, los productos éticos, etc.

Visto desde lo militar se puede decir que:

Son aquellos aspectos de las operaciones militares que tratan de:

- El diseño y desarrollo del suministro, almacenamiento, movimiento, distribución y disponibilidad de materiales
- El movimiento, evacuación y hospitalización de personal
- La adquisición o construcción, mantenimiento y disponibilidad de elementos
- La adquisición y elaboración de los servicios

El sistema logístico muchas veces se ve reflejado en los sistemas empresariales en los departamentos o áreas, no siempre es de este mismo modo para todas las empresas, respecto a sus características es importante resaltar que la logística contempla actividades relacionales que integran a toda la empresa en función de sus objetivos. Adicional la administración logística gestiona estas actividades dentro y fuera del sistema para llegar a una sinergia mayor. Las actividades definidas por los

autores Acevedo Suárez y Gómez Acosta (2001) son las mencionadas a continuación:

1. Aprovechamiento: comprende todas aquellas actividades que permiten que se muevan desde los puntos proveedores hasta la empresa, aquellas materias primas, materiales, piezas y componentes que se requieren. Este subsistema se encarga también del movimiento de dichos materiales desde el almacén de materias primas hasta los talleres de producción. Comprende por lo tanto, actividades de transporte, manipulación, almacenaje, manejo de inventarios, control de calidad, entre otras.

2. Producción/operaciones: este subsistema se encarga propiamente de la fabricación, o sea, de la transformación de los distintos objetos de trabajo (materias primas, materiales, etc.) en productos terminados. Comprende actividades que van desde la recepción de los materiales recibidos del almacén de productos terminados, por lo que necesariamente incluye, además de las actividades de fabricación, las de transportación, almacenaje, manipulación, control de la calidad, manejo de inventarios, entre otras.

3. Distribución física: mediante este subsistema es que se logra llevar hasta los consumidores, los productos terminados que les fueron entregados por el subsistema anterior. Comprende su ejecución labores de almacenaje, manipulación, transportación, embalaje, manejo de inventarios, entre otras.

4. Reutilización o logística inversa: este subsistema se encarga de establecer la nueva utilización que se le dará a los productos finales, una vez concluido su ciclo de vida, comprendiendo además todo lo relativo al retorno, cuando esto sea necesario. Puede contemplar entonces, actividades de transporte, almacenaje, manejo de inventarios, manipulación, control de calidad, entre otras.

La logística se encarga de actividades básicas, en las mismas existe diversidad de enfoques las cuales se resumen a continuación (Bowersox D. y Cross D., 1996):

- Administración de transporte interno y externo
- Administración de fletes
- Manejo de materiales
- Almacenamiento
- Completamiento de órdenes

- Diseño de redes logísticas
- Manejo de inventarios
- Planeación oferta/demanda
- Administración de proveedores de servicios logísticos

Pero estos autores no son los únicos en plantear las actividades de la logística, tal es el caso de (Arbones M., 1999) que reflejara las actividades de la misma desde su punto de vista:

- Gestión de almacenes
- Manejo de materiales
- Gestión de Inventarios
- Previsión de demanda
- Organización de transportes
- Localización y dimensionamiento de instalaciones de producción y almacenaje
- Administración de las esperas

Pau Cos, Jordi y Navascués, Ricardo (2001) listaron las actividades de la Logística como:

- Previsiones
- Gestión de órdenes
- Expedición de productos de los depósitos al consumidor
- Gestión de stocks de productos acabados
- Manutención de los depósitos de distribución
- Transporte de fábrica a los depósitos
- Acondicionamiento y embalaje
- Programación de fabricación
- Almacenes de fábrica
- Control de obra en curso
- Suministro a línea y transporte ínter fábrica
- Almacenes de materias primas
- Transporte de materias primas
- Gestión de stock de materias primas

- Cálculo de necesidades
- Aprovisionamiento

Se encuentran registradas en bibliografías otras actividades como las expresadas por Ballou, (2004) y que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Actividades de la Logística Inversa

| Claves | De soporte |
|--------------------------------------|--|
| Definición de estándares de servicio | Almacenamiento |
| Transporte | Manejo de materiales |
| Manejo de inventarios | Compras |
| Procesamiento de pedidos | Embalaje |
| | Cooperación con producción y operaciones |
| | Mantenimiento de información |

El Consejo de Profesionales de la Gestión de la Cadena de Suministro (2005) expresó:

La Logística Empresarial es la parte de la gestión de la cadena de suministro que se encarga de planificar, implementar y controlar la efectividad de los flujos material e informativo tanto hacia el cliente como luego de su utilización o sea la logística reversa desde el punto de origen hasta el de consumo para garantizar los requerimientos de los clientes.

Del mismo modo que otros autores y estudiosos de la materia, la autora Cabral Castellá, (2006): La logística es el conjunto de actividades que permite aumentar substancialmente la competitividad de un sector de la economía, se relaciona con la capacidad para trasladar eficientemente grandes volúmenes de producción con el menor costo posible en las distintas etapas del proceso de comercialización en especial aquellos relacionados con los del transporte.

Como puede notarse en este resumen, existe coincidencia en las posiciones de los autores en la mayoría de las actividades que forman parte del proceso logístico, y aún mayor coincidencia cuando se trata de agrupar en funciones, pues estas claramente se dividen en cuatro grandes temas: aprovisionamiento, producción/operaciones, distribución y reutilización. Muchas organizaciones desarrollan actividades propias de la logística empresarial, así como subprocesos,

donde se tiene que reconocer la importancia de uno de ellos, la logística inversa, aún cuando existe el desconocimiento de que estas pertenecen a dicho campo; de ahí la importancia que se le confiere a los procesos vinculados a la logística inversa. En el próximo epígrafe se abordarán aspectos relacionados con este tema.

1.2. La Logística Inversa. Evolución, definiciones y subprocesos

El hombre desde tiempos antiguos como la Edad de Piedra sintió la necesidad de utilizar las esquirlas obtenidas en la fabricación de sus herramientas como puntas para sus flechas. Las antiguas culturas, mesopotámica, inca, azteca, griega o romana, ya utilizaban habitualmente técnicas de reciclaje en su actividad cotidiana. Por ejemplo, las monedas locales de las ciudades conquistadas eran fundidas en nuevas monedas, aunque en ocasiones, dichas monedas ni siquiera eran sometidas a un proceso de reciclaje, volviendo a ser puestas en circulación una vez se estampaba en ellas el sello del nuevo regente. Otros ejemplos se manifiestan en las armas utilizadas en la batalla que se reconvertían en instrumentos agrícolas o se fundían para la fabricación de nuevas armas (El modelo de logística inversa en la empresa, 2006).

Con la Revolución Industrial se inicia el proceso de crecimiento económico basado en la tecnología. La Revolución Industrial desató, no sólo, el auge económico, científico y técnico, sino que, con ésta, se promulgó el uso intensivo, extensivo e irracional de los recursos naturales en busca de modelos de acelerado crecimiento económico.

Aunque a finales de los años 50 y principios de los 60 comenzaron a manifestarse una conciencia medioambiental, no es hasta la década de los 70 cuando los procesos de deterioro ambiental y agotamiento de los recursos naturales se hacen evidentes, así como los costes asociados. De esta forma, se comienza a buscar, por un lado, alternativas de crecimiento y desarrollo económico que eviten continuar con los procesos de deterioro ambiental, y por otro lado, mecanismos que permitan la recuperación y saneamiento del medio ambiente (El modelo de logística inversa en la empresa, 2006).

Aunque en un primer momento, las referencias a este término aparecieron en revistas profesionales y de divulgación (sobre transporte y distribución

principalmente) en los últimos años la logística reversa se ha ganado un espacio, pequeño aún, dentro del ámbito académico. Existen diferentes términos de Logística Reversa, como son: Retrologística, Logística Inversa, Gestión de Devoluciones, Recuperación y el Reciclaje, o Logística Verde dependiendo del sector en el cual se desarrolle, en esta investigación se utilizará el término: Logística Inversa.

Fleischmann, et. al., (1997) recopilan más de 30 modelos cuantitativos, diseñados y resueltos en su mayor parte a través de técnicas de investigación operativa, los mismos estaban destinados para el análisis de la función inversa de la logística, agrupándolos en tres categorías claramente diferenciadas:

- Sistemas de distribución
- Gestión de inventarios
- Modelos de planificación de la producción

Los autores concluyen que la LI es un campo científico muy joven en el que los aportes realizados resultaban demasiado parciales. Señalan que existe un enorme desequilibrio entre el importante número de trabajos empíricos relacionados con la reutilización o el reciclaje de productos y los desarrollos teóricos que dieran una visión integral de esta cuestión,

Carter y Ellram (1998), realizan una completa revisión de la literatura existente sobre LI hasta esa fecha, agrupando los principales aportes realizados en tres temas claramente diferenciados:

- Aspectos generales y desarrollos teóricos
- Transporte y embalaje
- Mercados finales

Dowlatshahi, (2000) detecta deficiencias en los trabajos, vinculadas principalmente al no desarrollo de una teoría de LI que diera fundamento a los distintos elementos que la componen, es decir, inexistencia de una estructura común sobre la que se sustentaran. El autor da un paso en este sentido, identificando factores estratégicos y operativos que considera esenciales para un desarrollo efectivo de los sistemas de LI. Entre los factores estratégicos señala el coste de estos sistemas, la calidad de los productos recuperados, el servicio al consumidor, aspectos medioambientales y condicionantes legales. Entre los factores de carácter operativo el autor identifica las

funciones propias de los sistemas logísticos, transporte, almacenaje, producción (refabricación y reciclaje), embalaje, etc.

Otra teoría sobre el surgimiento de Logística Inversa evolucionó con el nacimiento de la conciencia ambiental a nivel mundial, especialmente en Europa y posteriormente en los años noventa, cuando las empresas americanas descubren los beneficios económicos que representan la implantación de procesos de este tipo, para una mejor comprensión de su evolución se mostrará mediante un gráfico un resumen de la evolución de la LI en el mundo. (Figura 1.1).

El desarrollo de la logística inversa en Cuba surge de forma fortuita, relacionada principalmente a las actividades asociadas a la recuperación de materias primas, la disminución del impacto ambiental y en base a la sustentabilidad; aunque los estudios teóricos-prácticos no se hicieron esperar, estos se han enfocado esencialmente hacia la solución de problemas de carácter nacional, local y específico de grupos de empresas tanto del sector productivo como de los servicios. Diferentes autores coinciden en que este desarrollo histórico se puede ver en cuatro etapas:

A principios de la década de los 60.

En la década de los 80.

A finales de la década de los 90.

Posterior a los 90 y hasta la actualidad

La información antes planteada se pudo resumir en un gráfico sobre la evolución de la LI en Cuba. (Figura 1.2).

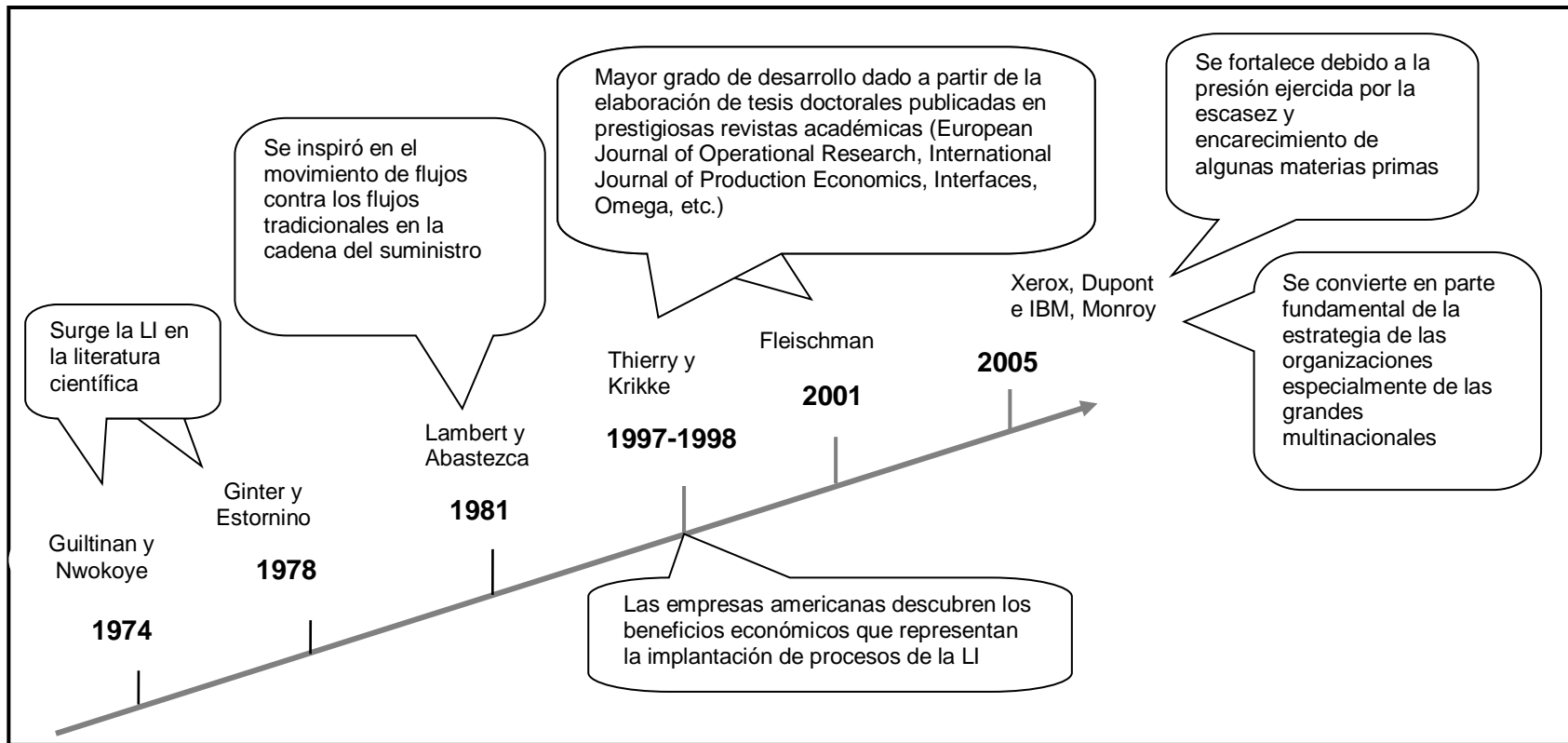


Figura 1.1. Evolución de la LI a nivel mundial

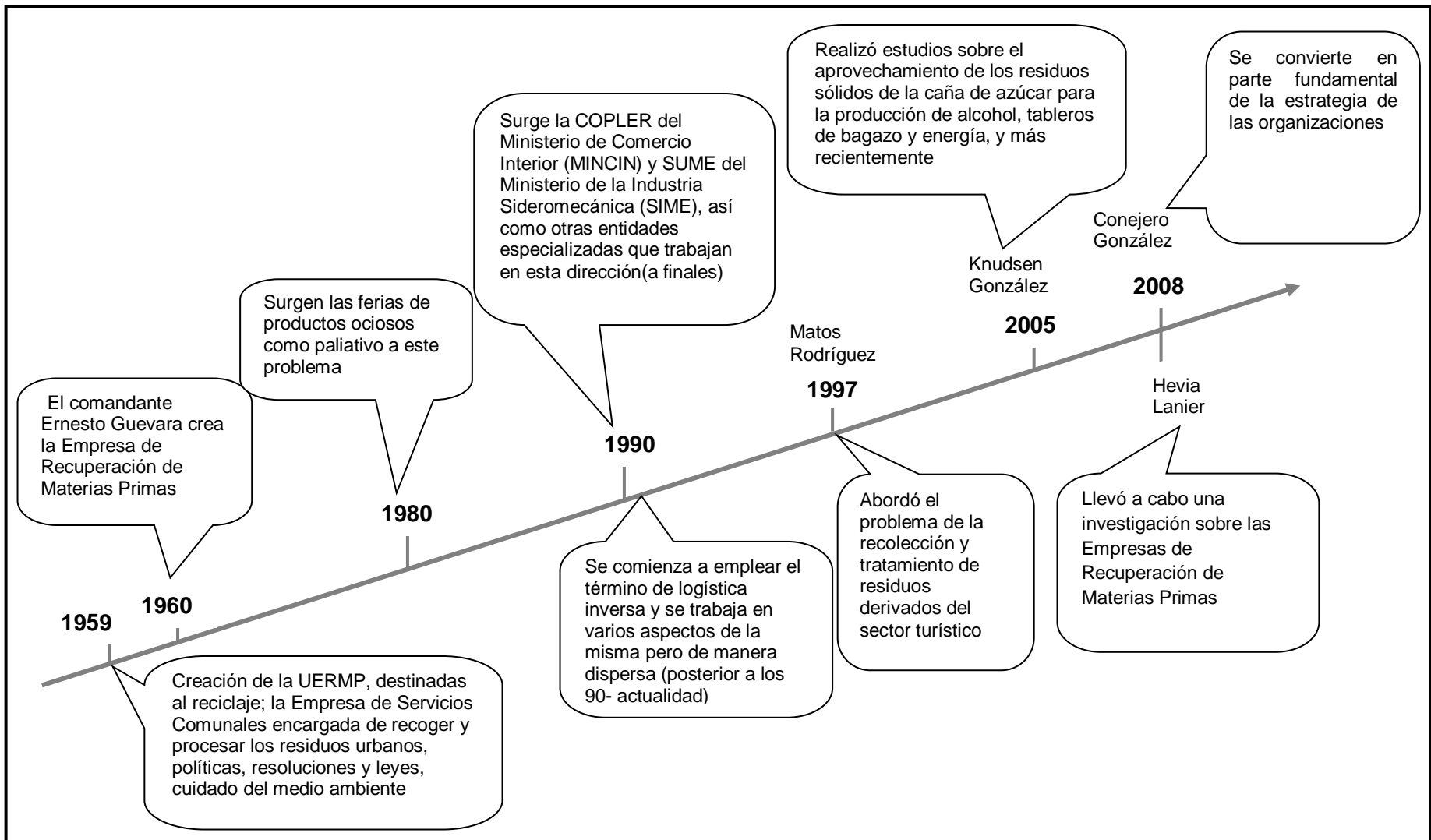


Figura 1.2. Evolución de la LI en Cuba

En el año 2008, la Sociedad Cubana de Logística resume la importancia que en el país se le ha dado a este concepto cuando expresa: “la logística inversa ayuda a preservar el medio ambiente mediante reciclaje, reutilización y reducción de materiales, contribuyendo a la preservación de la homeostasis ecosistémica” (Conejero González, 2008). Los eventos nacionales LogMark, han sido espacio adecuado para la presentación de ponencias y realización de discusiones sobre la logística inversa, con la participación de empresarios y académicos. Algunos videos publicitarios se han realizado por varias empresas del país. Se han establecido diferentes regulaciones para la adecuada aplicación de los principios de la LI, entre las que se encuentran:

- Decreto No. 68 de 8 de julio de 1980 y el Decreto No. 117 de 5 de julio de 1983 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. República de Cuba, los cuales se encuentran relacionados al tratamiento que se les debe dar a los inventarios ociosos que se crean en las empresas estatales y la actitud que debe asumir el Consejo de Ministros.
- Resolución No. 199 de 18 de septiembre de 1999 del Ministerio del Comercio Interior. República de Cuba. Faculta a la Organización Económica Estatal Comercializadora de Productos Ociosos y de Lento Movimiento, (COPLER), a fijar y modificar los precios minoristas a la población de los productos ociosos y de lento movimiento que comercialice por el mercado de artículos industriales y la Resolución No. 347 de 21 de diciembre de 1999 del Ministerio del Comercio Interior en la cual se dispone la creación de 15 unidades básicas subordinadas a COPLER.
- Resolución No. 60 de 3 de marzo del 2000 del Ministerio de Finanzas y Precios. República de Cuba. Establece el procedimiento contable para la venta de inventarios ociosos y de lento movimiento.
- Resolución No. 54 de 30 de marzo del 2004 del Ministerio del Comercio Interior. República de Cuba. Aprueba y pone en vigor el “Procedimiento para la rebaja de precios en divisas a productos o grupo de productos de lento o nulo movimiento, a las mermas comercializables y a los equipos defectuosos que se comercializan en la red de tiendas minoristas que operan en moneda libremente convertible”.

- En la Resolución No. 77 de 10 de febrero del 2004 del Ministerio de Economía y Planificación. República de Cuba, se dispone que en el caso de los equipos, con excepción de los automotores, enseres y materiales reasignables provenientes del Ministerio del Turismo, CUBALSE, CIMEX o cualquier otra entidad estatal, que pueden ser utilizados en cualquier actividad en la economía nacional, pueden ser adquiridos por el Ministerio del Comercio Interior, quien los venderá, incluyendo en el precio los gastos de almacenamiento y gestión comercial.
- Resolución No. 622 de 25 de enero del 2005 del Ministerio de Economía y Planificación. República de Cuba. Autoriza la creación y objeto social de la Empresa Comercializadora de Productos Ociosos y de Lento Movimiento, es decir, cambia su denominación de Organización Económica Estatal a Empresa, como parte de lo anterior en la Resolución No. 58 de 29 de marzo del 2005 del Ministerio del Comercio Interior, crea la empresa antes enunciada y define el objeto empresarial de “efectuar la comercialización mayorista y minorista en moneda nacional, de los productos ociosos y de lento movimiento, tanto los que se encuentran almacenados en las entidades del país, así como los materiales y enseres dados de baja, decomisados o en abandono en puertos y aeropuertos y vincula la actividad de la empresa a la liquidez de la población y al saneamiento financiero, realizando estudios de mercado, vigilando el consumo y controlando los inventarios y realización de las mercancías hasta el consumidor final”.

Para la mejor comprensión de la evolución de la LI es necesario analizar los conceptos definidos por varios autores y todos los elementos que lo integran como parte de los sistemas logísticos. La LI no cuenta con una larga historia, por lo que parece normal que no exista una terminología común generalmente aceptada. En la primera de las publicaciones a las que se hace referencia, se puede encontrar editada por el Council of Logistics Management (CLM), la cual plantea:

“[...] el término normalmente usado para referirse al papel de la logística en el reciclado, vertido de residuos y gestión de materiales peligrosos. Una perspectiva más amplia incluye todo lo relacionado con las actividades logísticas encaminadas a reducción de material, reciclado, sustitución y reutilización de materiales y residuos.”

Otra de las caracterizaciones similar es dada por Kopicky et al. (1993)

“[...] es un término que se refiere a las capacidades y actividades de la gestión logística involucradas en la reducción, gestión, y eliminación de materiales peligrosos o no, desde embalajes a productos finales. Incluye la distribución inversa, como se acaba de definir, la cual provoca el flujo de productos e información en dirección opuesta a las actividades logísticas normales.”

Pohlen y Farris (1992) definen la LI como:

“[...] el movimiento de bienes desde el consumidor hacia el productor en un canal de producción”.

Rogers y Tibben-Lembke (2003) se refieren a la LI como:

“[...] los procesos de planificación, implementación, y control de forma efectiva y eficiente del flujo de materia prima, productos intermedios, bienes finales e información relacionada desde el punto de consumo al punto de origen con el propósito de capturar valor o disminuir la eliminación.”

La LI es el flujo material, informativo y financiero de la refabricación, el reciclaje y la reutilización y el sentido direccional del cliente hacia el origen. Representa una fuente importante de ingresos económicos por su gran peso en la disminución de los costos de producción.

Cuba cuenta con condiciones distintas a los demás países, es por eso que Hevia Lanier (2007), propone la definición siguiente:

Es el proceso de diseño y gestión de la Cadena de Suministro Inversa para organizar, planificar, implementar, controlar y mejorar eficiente y continuamente el flujo de residuos, la información y los recursos financieros relacionada con ellos, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el propósito de definir su estrategia transitando por todos los procesos necesarios que contribuya a la disminución de un impacto ambiental desfavorable.

La LI se ocupa de los aspectos derivados en la gestión de la cadena de suministros del traslado de materiales desde el usuario o consumidor hacia el fabricante o hacia los puntos de recogida, para su reutilización, reciclado o eventualmente, su destrucción. Otros autores incluyen en la definición teórica de LI la etapa de desmontaje o proceso de los materiales para su reutilización o eliminación de forma respetuosa con el medioambiente.

Para Murphy, (1986) la LI era como distribución inversa, es decir, incide en la dirección que han de adoptar los flujos inversos; Pohlen y Farris (1992) plantean que el material reciclable no fluye necesariamente por el mismo canal de distribución coincidiendo con Kopicky, (1993). Estos autores además subrayan el sentido de movimiento que incluye la gestión de los residuos.

Thierry, (1995) en la gestión de los residuos de los productos excluye la reutilización, la reventa directa, la incineración y el vertido en el ámbito de la gestión de la recuperación, incluso cuando alguna de estas opciones pudiera implicar un movimiento hacia atrás de los productos o materiales generados.

Fleischmann, (2000) plantea que la recogida de los residuos municipales no se acepta dentro de la función porque no implica flujos en sentido contrario de la cadena de suministro tradicional.

Guide, (2000); Krom y Vrijens, (1995) tienen en cuenta la recuperación, el reciclado, la refabricación que incluye la recogida en un punto central para su tratamiento con objetivos iguales a los autores expuestos anteriormente.

Hillengerberg, (2001), plantea que los flujos de las devoluciones solo son aquellos productos que se encuentran al final de su vida útil bien para uso de los consumidores o por obsolescencia en las cadenas de suministro tradicional.

Angulo Rivera (2004) plantea que la LI es el conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y procesado de productos usados, partes de productos o materiales con vistas a maximizar el aprovechamiento de su valor y, en general, su uso sostenible (Angulo Rivera, 2004). El Grupo PILOT define la LI como la encargada de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno, excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales, incluso se adelanta al fin de vida del producto con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación (PILOT, 2004).

Luego de conocer los conceptos de logística empresarial y de logística inversa se hace necesario conocer las diferencias entre estos dos términos, de ahí la necesidad de que se profundice en la LI en las empresas; la misma no es necesariamente "un cuadro simétrico de distribución directa" (Fleischmann et al. 1997). Para una mejor observación de lo anteriormente planteado se muestra la tabla 2.

Tabla 2. Análisis comparativo entre la logística directa e inversa

| Logística Directa | Logística Inversa |
|---|---|
| Estimación de demanda relativamente cierta | Estimación de demanda más compleja |
| Transportación de uno a muchos generalmente | Transportación de muchos a uno generalmente |
| Calidad del producto uniforme | Calidad del producto no uniforme |
| Envase del producto uniforme | Envase a menudo dañado o inexistente |
| Precio relativamente uniforme | El precio depende de muchos factores |
| Reconocida importancia a la rapidez de entrega | A menudo no es importante la rapidez en la entrega |
| Los costos son claros y monitoreados por sistemas de contabilidad | Los costos inversos son menos visibles y rara vez se contabilizan |
| Gestión de inventario relativamente sencilla | Gestión de inventario muy compleja |
| Ciclo de vida del producto gestionable | Ciclo de vida del producto más complejo |
| Métodos de marketing bien conocidos | El marketing puede estar complicado por varios factores |

Fuente: Rogers y Tibben-Lemke (2002)

La LI se encuentra compuesta por un conjunto de actividades que permiten el tratamiento efectivo de los residuos y otros productos. Dichas actividades han sido clasificadas por los diferentes autores atendiendo a criterios propios y al marco en que estas se desarrollan.

Rogers y Tibben-Lembke (1998), listaron las actividades de la LI las cuales fueron clasificadas para los productos, envases y embalajes:

Para los productos:

- Devolución al proveedor
- Reventa
- Reacondicionamiento

- Restauración
- Reprocesamiento
- Reciclaje
- Vertedero

Para los envases y embalajes:

- Reutilización
- Restauración
- Reciclaje

La representación gráfica de las relaciones entre estas actividades se presenta en la figura 1.3.

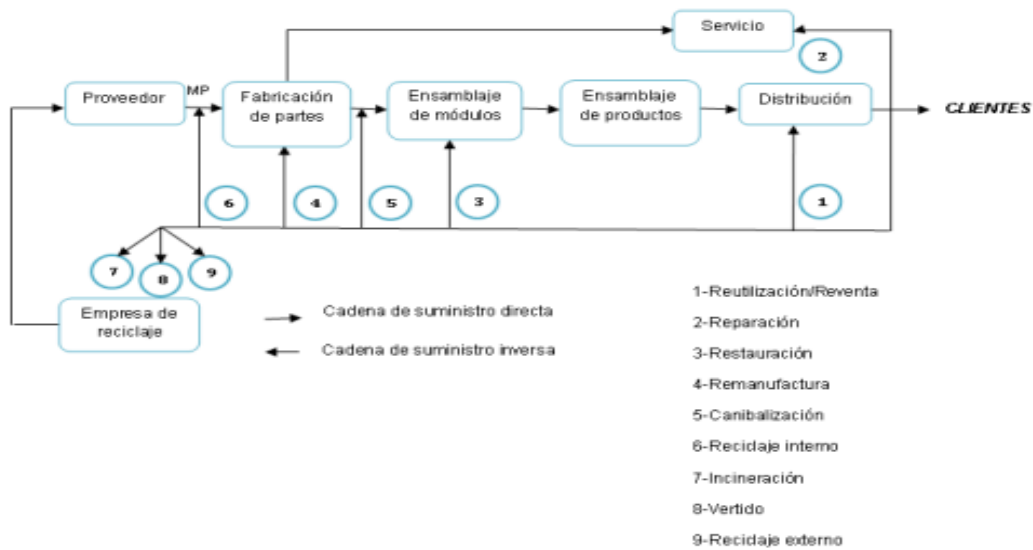


Figura 1.3. Cadena de suministro inversa

Fuente: Rogers y Tibben-Lembke (2002)

La reutilización, consiste en recuperar un producto en sí para darle un nuevo uso. Es la actividad que menor impacto produce en el entorno (excepto cuando se utilizan tecnologías consumidoras de mucha energía o que sean muy contaminantes), está limitada a determinados tipos de productos. Es difícil su aplicación de forma generalizada, a causa de la rápida obsolescencia de muchos productos en una época de fuerte cambio tecnológico.

La reventa por otra parte se realiza cuando se tienen artículos usados que se pueden vender nuevamente a otro consumidor o introducir en nuevos mercados.

La reparación implica un reacondicionamiento y mejora de la calidad del producto. Supone un menor esfuerzo que la restauración. El objetivo de una reparación es volver a hacer funcionar productos estropeados, aunque con una posibilidad de disminución del nivel de calidad.

En la actividad de restauración se realiza un desensamblaje parcial o total del producto, conservándose su identidad y buscando devolver a este su utilidad mediante las operaciones de revisión, desmontaje y renovación necesarias. En cambio la remanufactura se realiza a nivel de piezas pues se recupera la pieza defectuosa, la cual vuelve a pasar por el proceso de manufactura.

Aparte de las opciones anteriores, los productos pueden también canibalizarse, es decir, a partir de varios que no pueden prestar servicio por sí mismos, se alcanza poner uno en funcionamiento con partes o módulos útiles de los demás productos averiados.

Con el reciclaje interno se recuperan materiales para ser de nuevo utilizados como materia prima, reincorporándolos al proceso de fabricación.

La incineración consiste en extraer, por combustión, el contenido energético de determinadas partes de los productos. Esta opción no es muy recomendada cuando provoca emisiones contaminantes que no pueden ser controladas. Sin embargo, siempre que ocurra lo contrario es una práctica de mucha utilidad.

Aunque realmente no sería una alternativa válida de recuperación, el vertido sería el último recurso en la eliminación de los productos al final de su vida útil. Se emplea cuando es necesario desestimar materiales que no pueden ser aprovechados o cuando las dificultades y costos de recuperación son extremadamente altos.

Por último el reciclaje externo se realiza por una empresa de reciclaje. La materia prima que se obtiene puede llegar al mismo proveedor u otro en particular.

Sin embargo González Torres y Díaz Castillo (2004) plantean que las actividades de la LI son las siguientes:

- Retirada de mercancía.
- Clasificación de mercadería.

- Reacondicionamiento de productos.
- Devolución a orígenes.
- Destrucción.
- Procesos administrativos.
- Recuperación, reciclaje de envases y embalajes y residuos peligrosos.
- Recuperación de inventarios ociosos.

La LI incluye operaciones muy diversas como la gestión de material sobrante de inventario (surplus stocks), la devolución de compras a proveedores, la recuperación de embalajes y envases, la devolución de productos de electrodomésticos, electrónica e informática (los denominados gama blanca, gama marrón y gama gris) o en ocasiones, la gestión de residuos. Por otra parte, el término LI no debe confundirse con el de logística verde, que es el de los procesos que tienen por objetivo la reducción o minimización del impacto medioambiental de las actividades de la logística y de la LI, por lo que la logística verde puede ocuparse de cuestiones como la medición de consumos de energía o de eco diseño de embalajes que no son tratadas por la LI.

1.2.1. Los subprocesos de la Logística Inversa

La LI implica sobre todo diseñar las cadenas que aseguren la efectividad de los procesos de concentración, recogida, colocación, clasificación, transportación, almacenamiento y tratamiento. (Hevia Lanier y Urquiaga, 2006). Estos conceptos se pueden definir como se relaciona a continuación:

Recogida: la recogida de los residuos o productos con el fin de dirigirlos a una cadena de valor.

Concentración: proceso que se realiza con el objetivo de agrupar en Centros Centralizados de Descontaminación (CCD) todos los productos y residuos que formarán parte de la CSI y serán tratados. (Díaz Castillo, 2004. Hevia Lanier, 2007). En esta agrupación se debe lograr almacenar los residuos de forma adecuada para optimizar su manejo de acuerdo a criterios de compatibilidad y factibilidad de reutilización y reciclaje y evitar la contaminación cruzada y degradación de los residuos y pérdida de posibilidad de recuperación de valor. (Díaz Castillo, 2004; Roger-Tibben, 2004; Hevia Lanier, 2006; Asencio García ,2004).

Colocación: ubicación de los productos o residuos, para su posterior clasificación y tratamiento, a los destinos elegidos (Díaz Castillo, 2004; Roger-Tibben; 2004; Asencio García, 2004; Hevia Lanier, 2006).

Clasificación: separación de los diferentes materiales que serán recuperados, reutilizados, reciclados, reacondicionados o desechados. (Díaz Castillo, 2004; Hevia Lanier, 2006; Asencio García, 2004). En este proceso se busca identificar los residuos peligrosos y no peligrosos con el fin de diseñar estrategias óptimas para la mitigación de su impacto ambiental desfavorable y su aprovechamiento comercial, además se tiene en cuenta su estado físico-químico, su flujo temático, su origen y su posible tratamiento. Para esto es necesario enmarcar estos grupos de residuos dentro de las características de clasificación con el fin de obtener la descripción técnica del material, consideraciones de seguridad industrial y ambiental para el manejo y criterios ecológicamente viables para su disposición final. (Roges-Tibben, 2004; Hevia Lanier, 2007; Asencio García, 2004).

Almacenamiento: consolidación de un volumen suficiente para permitir un transporte económico (Roges-Tibben, 2004; Hevia Lanier 2007; Asencio García, 2004; Díaz Castillo, 2004).

Tratamiento: preparación de los residuos con lavados, filtración, granulación, etc. para el tratamiento final (actividades que permiten al residuo definirle la estrategia final) (Roger-Tibben, 2004; Hevia Lanier, 2007; Asencio García, 2004; Díaz Castillo, 2004).

Transportación: trasladar los residuos hacia las actividades de tratamiento intermedio y final. En esta fase se determina las rutas de recogida, frecuencia de recogida, condiciones de transportación y determinar la alternativa o alternativas más económicas teniendo en cuenta los costos asociados a dicha gestión. (Roges-Tibben, 2004; Hevia Lanier 2007; Asencio García, 2004).

A modo de resumen en el anexo 1 se presenta una tabla que muestra relación de autores y tratamiento dado al tema.

Los procesos antes mencionados de la LI, propician un grupo de ventajas y desventajas mencionadas a continuación:

Ventajas:

- Mejor aprovechamiento de algunos recursos materiales
- Mejora considerablemente la imagen de la empresa ante los consumidores
 - Todos los departamentos de la empresa están involucrados cuando se trata de implementar un sistema de Logística Inversa
 - Las entradas a un proceso de este tipo son imprescindibles

Desventajas:

- La nueva cadena inversa incluye un número de procesos inexistentes en la directa
- Las devoluciones y el tratamiento de residuos en pequeñas cantidades y tienden a incrementar los costos

En los próximos años la logística inversa va a suponer una importante revolución en el mundo empresarial y, muy probablemente, se convertirá en uno de los negocios con mayor crecimiento en el inicio del tercer milenio. Una actividad con un enorme potencial de crecimiento que ha sido definida como la última frontera para la reducción de costes en las empresas, además de convertirse en una importante y novedosa fuente de oportunidades.

Los subprocesos juegan un papel muy importante en el sistema logístico, como ya se conoce por análisis realizados anteriormente de la LI, es un proceso donde se puede reciclar mercancías en estado defectuoso, devoluciones de clientes y productos obsoletos, facilita la creación de canales de recogida selectiva de residuos industriales, vehículos y neumáticos fuera de uso, residuos de equipos eléctricos-electrónicos o residuos de la construcción. La LI ofrece beneficios como sintonía la minimización de costes globales, nuevas materias primas a partir de los residuos, gestión eficiente de las devoluciones y una mejora general de la imagen de la empresa que lo implanta. De hecho, un factor importante una vez implantado un sistema de logística inversa es la capacidad por parte de la empresa de diseñar envases con mejores propiedades para su reutilización, o reciclado alcanzándose sinergias con el eco diseño, permite a las empresas mantener una relación más estrecha con los distribuidores y clientes. Con el apoyo de un grupo de herramientas o técnicas se pueden representar para una mejor comprensión, estudio, así como

aplicación en cualquier proceso, de esta forma se pueden observar sus actividades de una manera más explícita.

Algunas de las actividades que comúnmente se identifican se muestran en el anexo 2.

1.3 Técnicas para la representación de procesos

En las organizaciones generalmente se desarrollan actividades que se encuentran interrelacionadas entre sí, estas dan lugar a procesos para obtener un artículo o servicio determinado. Esto requiere de su representación para caracterizar los aspectos a tener presentes en su análisis y perfeccionamiento.

Cada especialidad tiene diagramas, planos específicos, para representar el objeto de su trabajo. Los diagramas son instrumentos muy valiosos para representar los procesos, recorridos u operaciones que ocurren. Si esta información se recoge de forma literal, sería largo, tedioso y no comprensible por todos. A través de la utilización de las técnicas gráficas para representar las operaciones en las empresas se ha dado respuesta a esta situación. El desarrollo de instrumentos con notación estandarizados, que permitieron consignar informaciones variadas en un formato comprensible para la mayoría de las personas

Dentro de las técnicas más utilizadas se encuentran

A. Diagramas que indican la sucesión de los hechos

- OPERIN (Cursograma sinóptico)
- OTIDA (Cursograma analítico)
- BIMANUAL
- GANTT
- Flujo de Actividades
- Flujo de Documentos

B. Diagramas o gráficos con escala de tiempo: Actividades múltiples y Bimanual

C. Diagramas que indican movimientos: Recorridos, Hilos, Ciclograma



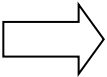
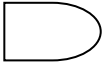
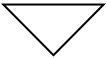
D. Otros diagramas: Causa-Efecto, Campo de fuerza

En el desarrollo de esta investigación se seleccionó dentro del primer grupo, el diagrama OTIDA. A continuación se describen elementos esenciales para su utilización.

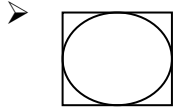
Esta técnica es una representación gráfica de la sucesión de todas las operaciones, transporte y otras actividades con sus correspondientes símbolos y es necesario registrar al lado de cada actividad la mayor cantidad posible de información que facilite el análisis ulterior del flujo, tales como:

- Nombre de las actividades
- Número de equipos u hombres que participan
- Tipos de equipos
- Tiempo unitario de cada operación
- Otros

Para su empleo se debe tener en cuenta los símbolos asociados a su construcción, siendo estos los que a continuación se describen.

-  Operación: Cuando se modifican intencionalmente cualquier característica física o química de un objeto, cuando este se monta o desmonta con relación a otro objeto de trabajo o se prepara para una operación subsiguiente. Cuando se facilita o recibe información o se hacen cálculos o planes.
-  Inspección: Cuando se verifica la cantidad, calidad o ambas.
-  Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipos de un lugar a otro.
-  Espera o almacenamiento temporal (demora): almacenamiento temporal, para luego ser transportado hasta otro sitio.
-  Almacenamiento: Cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

La diferencia con respecto al almacenamiento temporal radica en que para poder sacar los objetos dejados en almacén permanente, se requiere de vales, pedidos de entrega u otra prueba de autorización y en el almacenamiento temporal no existen esas exigencias.



Actividades combinadas: cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo; se combinan los símbolos de tales actividades, por ejemplo:

- Un círculo con un cuadrado, representa operación e inspección.
- Operación y almacenaje. Este puede ser el período de fermentación del queso que se realiza en almacenes climatizados (refrigerados).

Capítulo II. Optimización de los subprocesos de la Logística Inversa

Sobre la base del marco teórico referencial realizado en el Capítulo I, se expone en el presente capítulo aspectos como la importancia de la representación de los diferentes subprocesos de la LI, así como la modelización y optimización de procesos mediante Redes de Petri. Para ello se tomó como referencia la Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED) de Holguín.

2.1. Caracterización de la entidad objeto de estudio EMCOMED

La Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED) de Holguín, está situada en el Kilómetro 769 de la Carretera Central de Holguín, fue creada según Resolución 305/2005 del Ministerio de la Industria Básica. Es la única empresa en la provincia encargada de la comercialización, almacenamiento y distribución de forma mayorista de medicamentos, lo cual implica un alto compromiso con la población en especial, y además con las autoridades de la provincia y del país. Se subordina a la empresa nacional EMCOMED.

La empresa tiene como Misión:

Prestar Servicios de calidad con la garantía de mantener la existencia de medicamentos y otros productos esenciales, en todas las instituciones de salud y otras; en constante adecuación a sus necesidades, mediante una operación eficiente, con las mejores condiciones de entrega, bajo costo; dando respuesta a uno de los programas fundamentales de la Revolución: “La Salud del Pueblo”; además de asegurar el suministro de medicamentos, reactivos y otros productos a los Programas de Cooperación que se desarrollan en el exterior, principalmente en la República Bolivariana de Venezuela, Bolivia, Ecuador y otros países, que intervienen en la Misión Milagros Nacional e Internacional, indicado por el Consejo de Estado.

Su Visión es: “Convertir las Droguerías y sus unidades subordinadas en Centros de Referencia Nacional, en cumplimiento de las buenas prácticas de almacenamiento, distribución y transportación de medicamentos y otros productos esenciales para la salud.”

Tiene definido como objeto social almacenar; distribuir; transportar y comercializar de forma mayorista a las entidades del grupo empresarial farmacéutico y a las

entidades del sector de la salud, medicamentos de producción nacional e importados; materias primas; materiales de envase; reactivos químicos; medios diagnósticos; artículos ópticos; dentales; productos químicos; materiales higiénico-sanitarios; materiales para bancos de sangre; dermocosméticas medicinales; suplementos nutricionales; narcóticos y alcohol de uso médico en pesos (moneda nacional) en todo el país; así como prestar los siguientes servicios: transportación de cargas por vía automotor en pesos (MN); frigorífico, sólo para los productos médicos farmacéuticos a las entidades del sistema de salud y a otras entidades en pesos (MN) y reenvase de materias primas para uso dispensarial en pesos (MN).

La empresa tiene implantado el Perfeccionamiento Empresarial desde el año 2003 con indicadores de eficiencia aceptables. Se implantó el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) según la NC ISO 9001:2001 en el año 2007, certificándose en el 2009. Actualmente se está trabajando en la implementación del Sistema Integrado de Gestión (SIG), en la certificación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) según las normas ISO 14001, además se comienzan a dar los primeros pasos por alcanzar el Sistema Integrado de Gestión de los Recursos Humanos.

2.2. Diagnóstico del estado actual de la LI en EMCOMED

Para realizar el diagnóstico se utilizaron diversas técnicas, dentro de ellas la observación directa a las diferentes áreas de EMCOMED realizada por la autora durante el tiempo de ejecución de la investigación, se consultó y analizó diferentes documentos que rigen los diferentes procesos que en esta entidad se desarrolla. Se efectuaron entrevistas informales. Además se realizó una entrevista a la especialista del departamento técnico.

Como resultado de la observación directa y las entrevistas informales a los trabajadores, se pudo precisar que en la entidad se manifiestan siete subprocesos de la logística inversa, siendo estos: recogida, concentración, colocación, clasificación, almacenamiento, tratamiento y transporte. De forma general se constató que los trabajadores saben las actividades que deben realizar y que estas están en correspondencia con los subprocesos, pero no tienen incorporado a su haber que son subprocesos de la logística inversa. Su accionar responde al empirismo dado a que llevan varios años laborando allí.

De la revisión documental se obtuvo que están identificados los procesos de EMCOMED y definidos los documentos que los regulan. No obstante a ello en todos estos documentos no se reflejan las funciones que se deben realizar en cada subproceso de la LI. Del total de materiales analizados (45), se obtuvo que en alguna medida solo cuatro de ellos tributan a la temática abordada:

- Resolución No. 32/2005 donde se aprueban los lineamientos metodológicos para el manejo y disposición de los desechos compuestos por medicamentos u otros generados por la atención médica (este documento se hace referencia a clasificación, almacenamiento, transporte y tratamiento)
- Resolución No. 153/07 del Ministerio Categorización de los almacenes, procedimiento para confeccionar los expedientes logísticos de almacenes, denominado Expelog.
- Regulación 11/2006 Directrices sobre Buenas Prácticas de Distribución de productos Farmacéuticos y materiales.
- Resolución 59/04 Reglamento para la logística de almacenes.

A partir de esto se puede afirmar que no se dispone de la documentación que acredite las funciones que se deben realizar por cada subproceso, estas se realizan sobre la base de la experiencia del jefe de área.

Además aunque se cuenta con la elaboración del mapa de procesos, no aparece de forma detallada la descripción de los procesos, esto ocasiona dificultades con la comprensión, tampoco se dispone de su representación gráfica. Estas dos últimas informaciones fueron obtenidas a través de la entrevista efectuada a la especialista del departamento técnico (anexo 3).

Teniendo en cuenta esta situación se considera es necesario proceder a la descripción detallada de las actividades de los subprocesos, así como su representación gráfica.

2.3 Descripción y representación de los subprocesos la LI en EMCOMED

Para el desarrollo de este epígrafe se parte de detallar cada una de las actividades que contempla cada subproceso. En la tabla 2.1 se muestran cada una de estas actividades. Posteriormente se efectuó la representación de cada subproceso.

Tabla 2.1. Relación de las actividades por subproceso

| Subprocesos | Actividades |
|----------------------|---|
| Recogida | <ul style="list-style-type: none"> • El cliente reporta la devolución al encargado secundario de este proceso en EMCOMED • El encargado realiza la documentación de devolución y se lo entrega al distribuidor • El técnico del Almacén con los vales de devolución que se reciben de los clientes, realiza la Recepción Ciega de los productos devueltos plasmando esta información en el registro RG-PO-74-01 “Registro de recepción y entrega de devolución” • Elaboración por el cliente de la argumentación de la devolución, por la documentación del distribuidor • En caso de no ser aceptada se reporta al cliente la no conformidad con la devolución • Evaluación por el distribuidor de la solicitud de devolución del cliente • Se inspecciona la solicitud de devolución emitida por el cliente • El Técnico de Almacén con los vales de devolución, realiza la Recepción a Ciega de productos y los informes de Recepción originados por concepto de devolución de ventas y entrega a Espc. de Calidad • Se inspecciona cada vale y se recogen y reciben los productos devueltos una vez aceptado el vale de devolución • Se transportan hacia otra área |
| Concentración | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de recogidos los productos se transportan del área de recepción hasta el área de concentración • Elaborar solicitud de baja a Economía de productos recibidos • Almacenamiento de las devoluciones por fecha de solicitud • Inspección de las solicitudes recibidas por economía |

Tabla 2.1. Relación de las actividades por subproceso. Continuación

| Subprocesos | Actividades |
|-----------------------|---|
| Colocación | <ul style="list-style-type: none"> • Después de los días 20, Economía elabora un expediente (roturas, mal estado, falla de calidad, faltantes, sobrantes) para la aprobación de la solicitud de baja de esos productos • Se inspecciona cada expediente y se elabora una tabla resumen con los expedientes aprobados • Se elabora un acta de destrucción o disposición final por clases • Se transportan para su clasificación |
| Clasificación | <ul style="list-style-type: none"> • Se recibe productos de área anterior • Se clasifican los productos por clase (I, II, III) • Se inspecciona la clasificación • Se evalúa la probabilidad de contacto por vía inhalatoria, digestiva y piel a causa de estos productos • Análisis del ambiente externo por los desechos generados por los mismos • Se aplican las medidas existentes y viables necesarias • Se inspecciona el funcionamiento de las medidas existentes y viables • Se procede al tratamiento correspondiente para cada clase • Almacenar hasta su tratamiento |
| Almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar almacén para verificar condiciones y parámetros de almacén a utilizar • Almacenar los productos en el área según su clasificación y(o) características • Verificar instrucciones de seguridad para el manejo de los productos • Evaluar las medidas existentes y viables para una segura protección del personal y medio ambiente |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Retirar luego de cumplir su plazo en el almacén para su posterior tratamiento • Transportación de los residuos |
|--|---|

Tabla 2.1. Relación de las actividades por subproceso. Continuación

| Subprocesos | Actividades |
|--------------------|--|
| Tratamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Para cada clase se determina el método a aplicar para cada residuo • Establecer procedimientos para la manipulación de recipientes contaminados • Identificar los recipientes con residuos • Aplicación de los métodos de tratamiento y disposición final para cada desecho • Inspeccionar la aplicación de métodos • Se reúne los 3 miembros de la Comisión de Disposición Final para dar tratamiento a los productos aceptados • A los de clase I se le aplica el soterramiento en el vertedero municipal con la colaboración de Servicios Comunes del municipio • Los de clase II serán incinerados en instalaciones con equipos que superen los 850 °C, en el caso de los antibióticos, podrán ser dispuestos en los vertederos municipales que cuenten con condiciones apropiadas para tal fin, cubriendo inmediatamente los mismos • Para la clase III se procede al encapsulamiento en recipientes y dispuestos en vertederos seleccionados, garantizando el cubrimiento inmediato, el encapsulamiento se realizará en recipientes, los que se llenarán de desechos hasta un 90% de su volumen, sellándose con cemento o una mezcla de cemento, espuma plástica o arena bituminosa y se esperará a que fragüe para su disposición • Los envases de los desechos clasificados en la Clase II, se recuperan y reciclan. Los envases de los desechos clasificados en la Clase III se reutilizan para almacenar los mismos productos que |

| | |
|-----------------------|---|
| | <p>contenían originalmente y recibir el mismo tratamiento que los desechos incluidos en esta categoría</p> |
| Transportación | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las características y cantidades de los productos a transportar • Determinar las características del vehículo utilizado para el transporte de cada producto según sus características • Inspeccionar la carga y el transporte • Comprobar las exigencias del etiquetado • Instruir sobre los procedimientos para carga y descarga a los ejecutores • Considerar las características de peligrosidad y sus incompatibilidades, agrupando los de características similares, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características específicas (muy tóxicos, cancerígenos y explosivos) • Aplicar las instrucciones y recomendaciones de manejo • Inspeccionar instrucciones y recomendaciones de manejo • Transportación de los residuos a destino final |

Conocidas cada una de las actividades, se procede a su representación gráfica. Se decide escoger como técnica en diagrama OTIDA.

➤ **Recogida:** es el proceso que da inicio al proceso de reciclaje o destrucción de los productos de las devoluciones por parte del cliente. Luego de recibida y aprobada la solicitud, que se efectúa después de seguir todo el procedimiento para la misma, se efectúa al recogida de estos productos para dar tratamiento en la entidad.

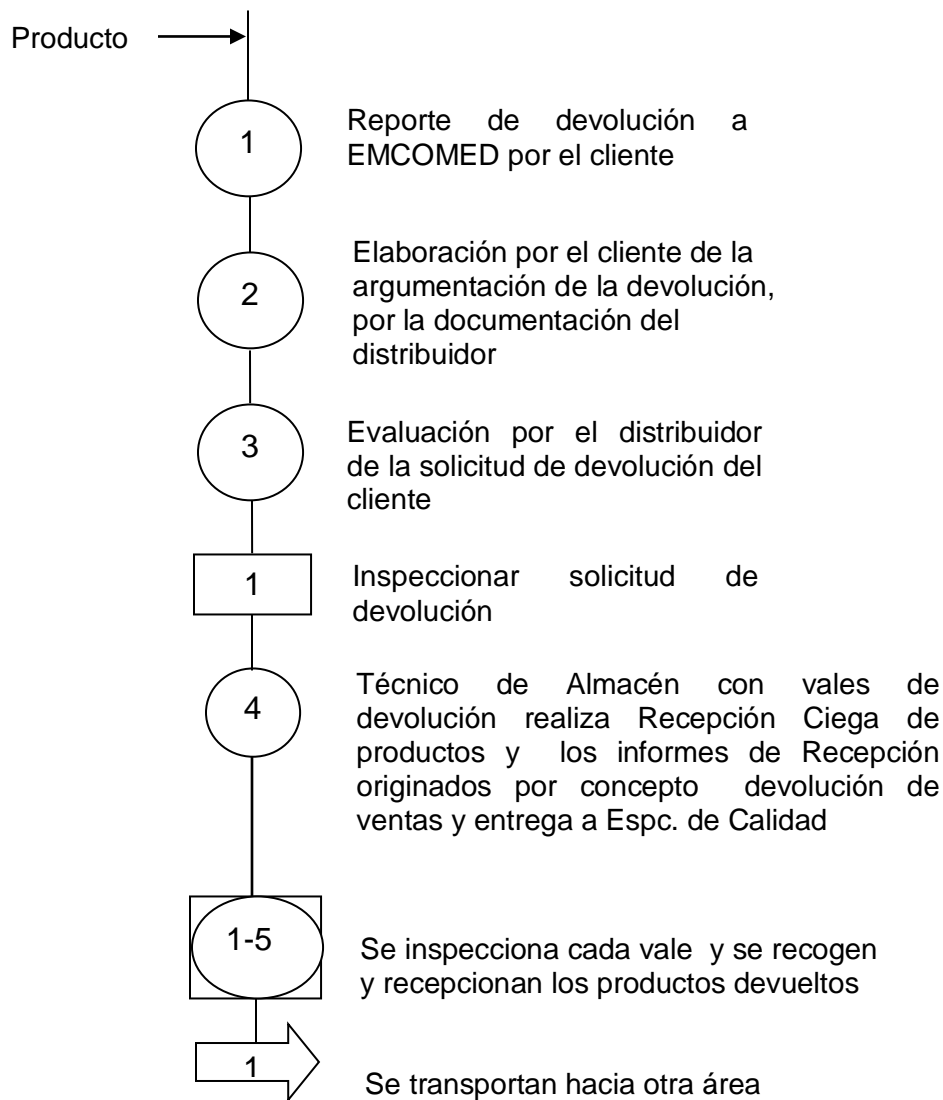


Figura 2.1. Diagrama de OTIDA del subproceso de Recogida

➤ **Concentración:** después de recogidos los productos en devolución, se concentran en un área determinada hasta que economía acepte la solicitud de baja y con el documento de aceptación por la misma y al solicitud se trasladen hasta el área de productos rechazados. **(Figura 2.2.)**

➤ **Colocación:** se preparan los productos para su clasificación, mientras el expediente realizado por economía es aceptado, además de asegurarse en esta área, dichos productos, para evitar daños al medio ambiente o a la sociedad, bajo una serie de requisitos y medidas de protección, planteadas por la entidad. **(Figura 2.3)**

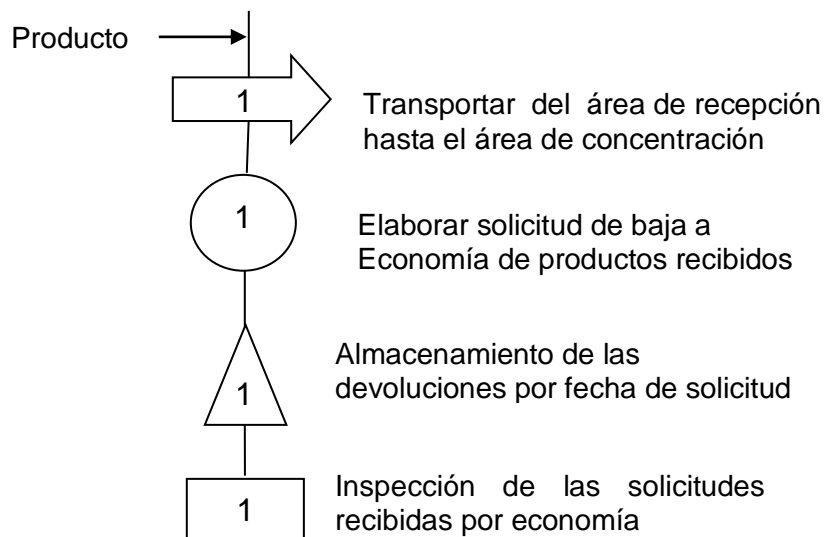


Figura 2.2. Diagrama OTIDA del subproceso de Concentración

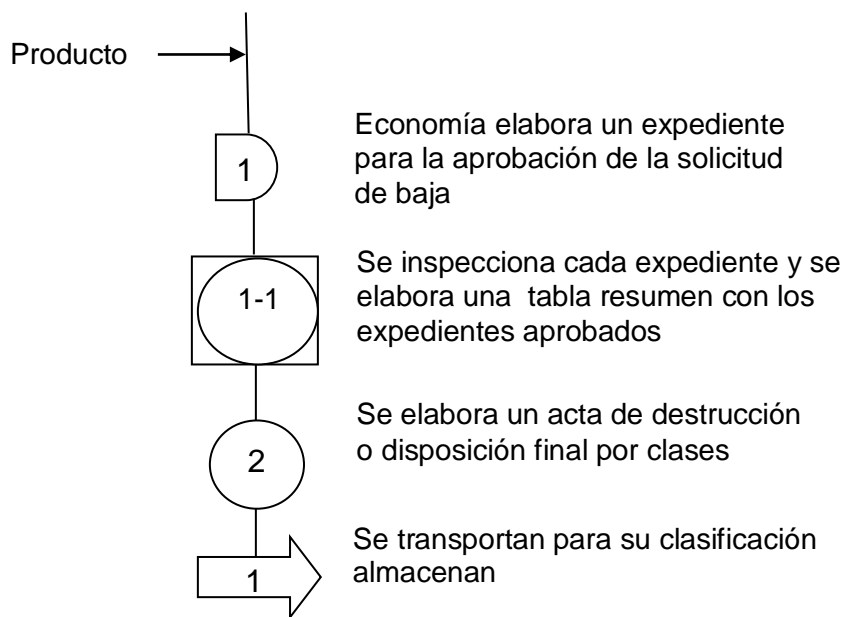


Figura 2.3. Diagrama OTIDA del subproceso de Colocación

➤ **Clasificación:** se clasifican aquellos producto de calidad inferior a los estándares establecidos en el registro sanitario, ya que no cumplimenta los requisitos relacionados con las condiciones de fabricación, ejemplo: por poseer entre otros, defectos en cualesquiera de sus niveles de envase, ya sean el primario, el secundario o en su embalaje, ausencia de tabletas, vencimientos, Plan de Aviso, roturas, etc. Se dividen en 3 clases: Clase I: No representan ningún peligro, como por ejemplo la mayoría de los jarabes, los analgésicos débiles (tales como la aspirina, el paracetamol, la dipirona, cetoprofeno, el naproxeno, la indometacina, la

cortisona y la prednisona), las enzimas y las vitaminas. No se consideran desechos peligrosos. Clase II: Solo representan un peligro si el desecho es utilizado inadecuadamente por personas no autorizadas. Se incluyen los antibióticos y los amebicidas u otros antiparasitarios (por ejemplo el metronidazol). Se consideran desechos peligrosos. Y por último una Clase III: Desechos que contienen metales pesados, cloro u otros halógenos (más de 1% expresado como cloruro). Citostáticos. Desechos sin etiquetas o no identificables. Se consideran desechos peligrosos.

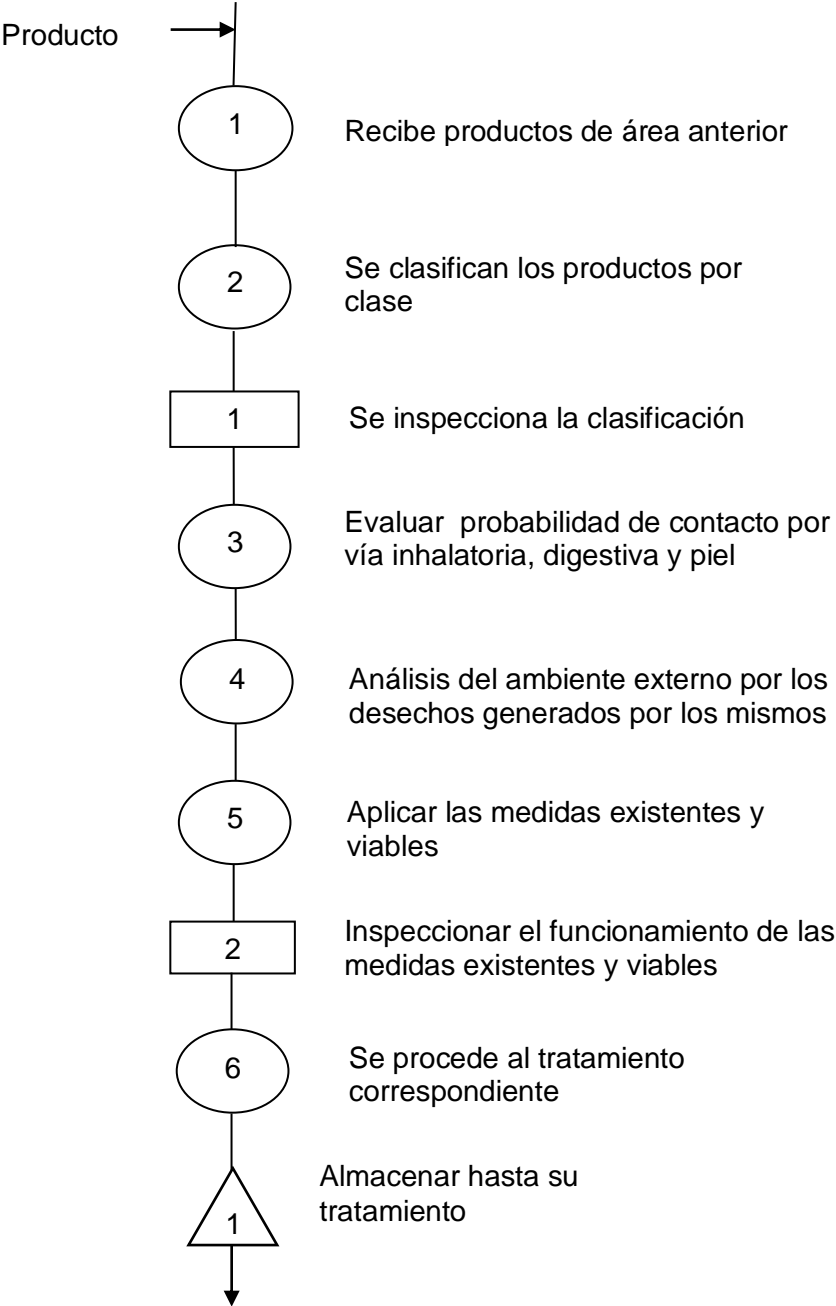


Figura 2.4. Diagrama OTIDA del subproceso de Clasificación.

➤ **Almacenamiento:** acumulación transitoria de los desechos peligrosos de una entidad, en áreas destinadas al efecto dentro de esta para posteriormente realizar la disposición final segura, en condiciones que aseguren la protección al medio ambiente y a la salud humana. Luego de aprobarse el acta de destrucción, el producto solo puede permanecer en el almacén no más de 6 meses. El local de almacenamiento tendrá piso impermeable, con buen drenaje, tendrá fácil acceso para el personal encargado del manejo, se limitará el acceso de personal ajeno al local, se mantendrá debidamente cerrado, se mantendrá limpio el local, garantizando la recogida inmediata de cualquier vertimiento de desecho al piso, para evitar que pueda ser arrastrado al sistema de drenaje, se adoptarán las medidas contra incendio que procedan, se adoptarán las medidas de control que eviten posibles desvíos de los desechos.

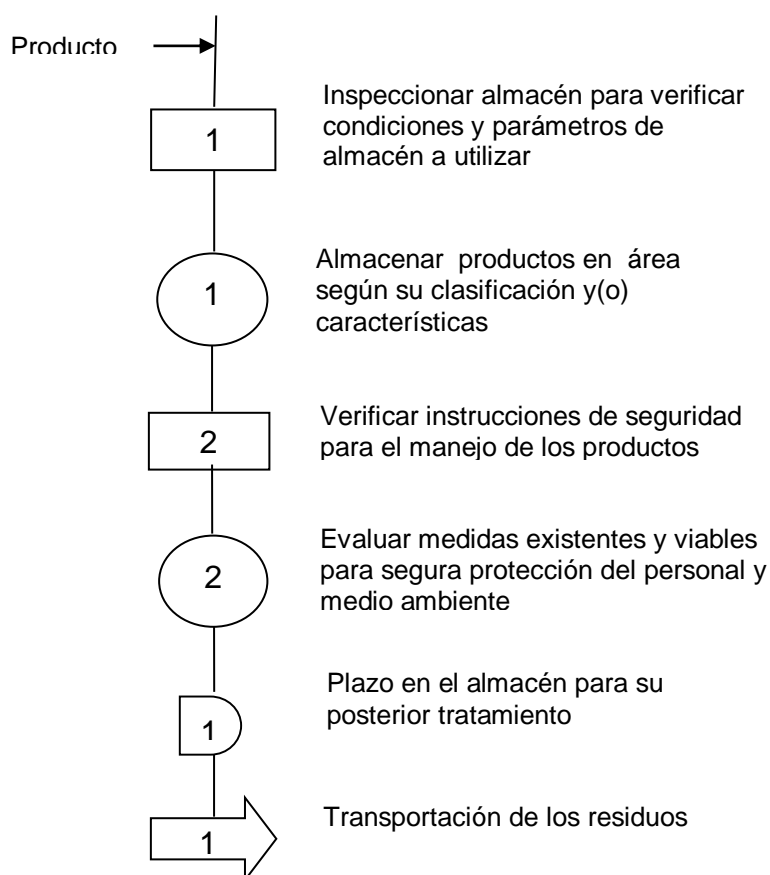


Figura 2.5. Diagrama OTIDA del subproceso de Almacenamiento

➤ **Tratamiento:** luego de aprobadas las actas se procede a dar tratamiento final a estos productos, para la clase I (Resolución 32/2005) donde se encuentran: los jarabes, los analgésicos débiles (tales como la aspirina, el paracetamol, la dipirona,

el cetroprofeno, el naproxeno, la indometacina, la cortisona y la prednisona), las enzimas y las vitaminas, se aplica soterramiento en el vertedero, para esto se separa previamente el producto del envase, los productos sólidos deben ser triturados. No constituye un desecho peligroso. No requieren Licencia Ambiental. Para los de clase II (Resolución 32/2005), los antibióticos y los amebicidas u otros antiparasitarios (por ejemplo el metronidazol), se inertizan en concreto o se incineran, luego de retirar envases secundarios y embalajes, puede o no ser extraído el producto de su envase primario. Se considera como un desecho peligroso. Los de clase III (Resolución 32/2005), Desechos que contienen metales pesados, cloro u otros halógenos (más de 1% expresado como cloruro), Citostáticos, desechos sin etiquetas o no identificables, se encapsulan, se retiran los envases secundarios y embalajes, no se extrae el producto de su envase primario. Es un desecho peligroso. Por último las drogas se incineran, por su clasificación son clase I, pero por Circular E-03/2003 de Salud Pública se indica incinerar. Los envases de clase I y II son entregados para su reciclaje como materia prima. Para facilitar el proceso de clasificación, éste se puede realizar mediante un proceso de despeje o decantación, iniciándolo por la Clase III y concluyéndolo por la Clase I. **(Figura 2.6.)**

➤ **Transportación:** la transportación de los productos a eliminar tiene que ser en carros seguros y el transportista al igual que el resto de la comisión deberá estar presente hasta que se termine de llevar a cabo la destrucción. Toda la transportación de los desechos clasificados dentro de la Clase III, tanto dentro de la entidad como fuera de los límites de la misma, se hará en contenedores destinados a tales efectos, cerrados, resistentes y debidamente marcados, se adoptarán las medidas contra incendio que procedan y además se garantizará la recolección sistemática de estos desechos para garantizar que no se produzcan acumulaciones excesivas de estos. **(Figura 2.7.)**

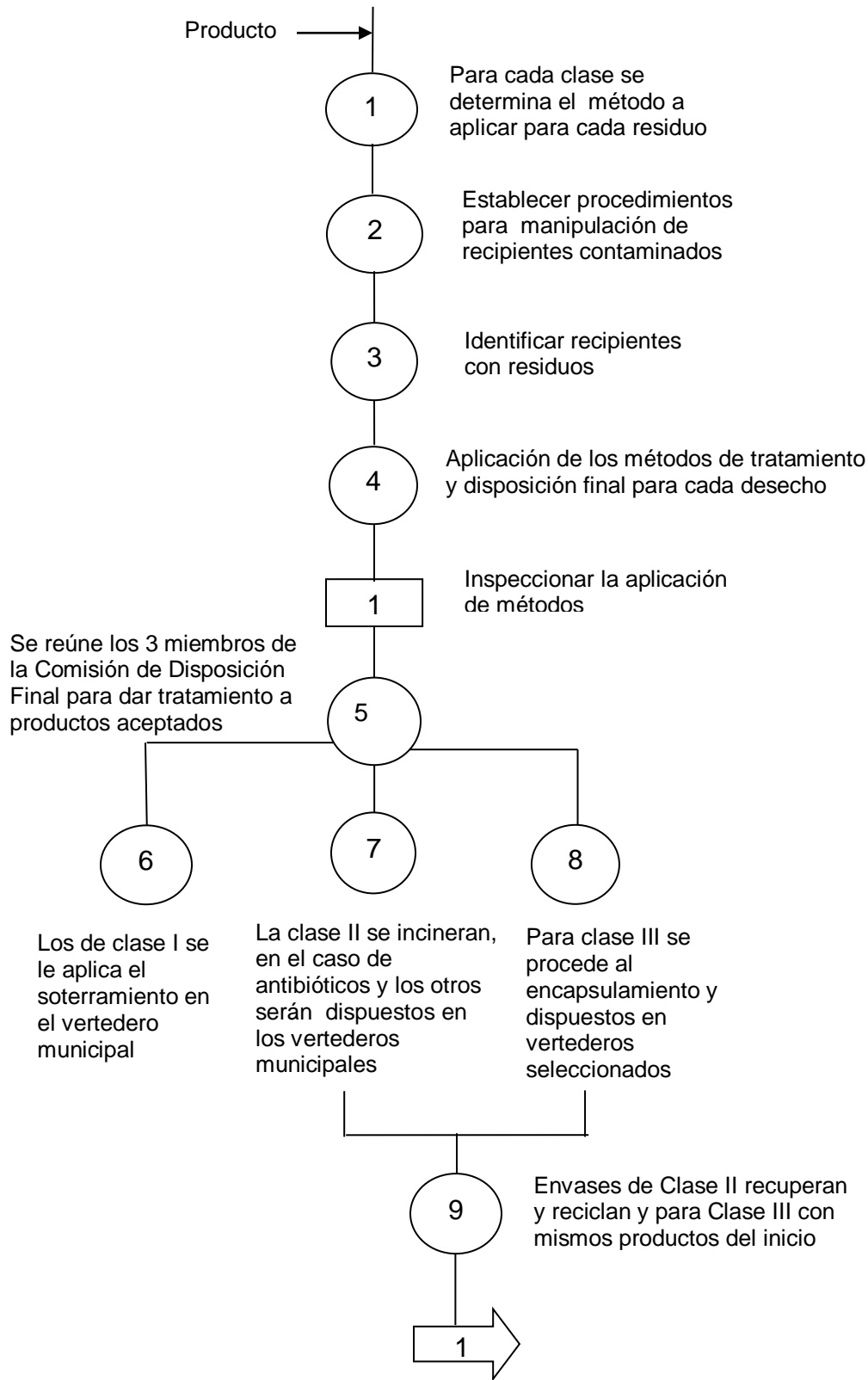


Figura 2.6. Diagrama de OTIDA del subproceso de Tratamiento

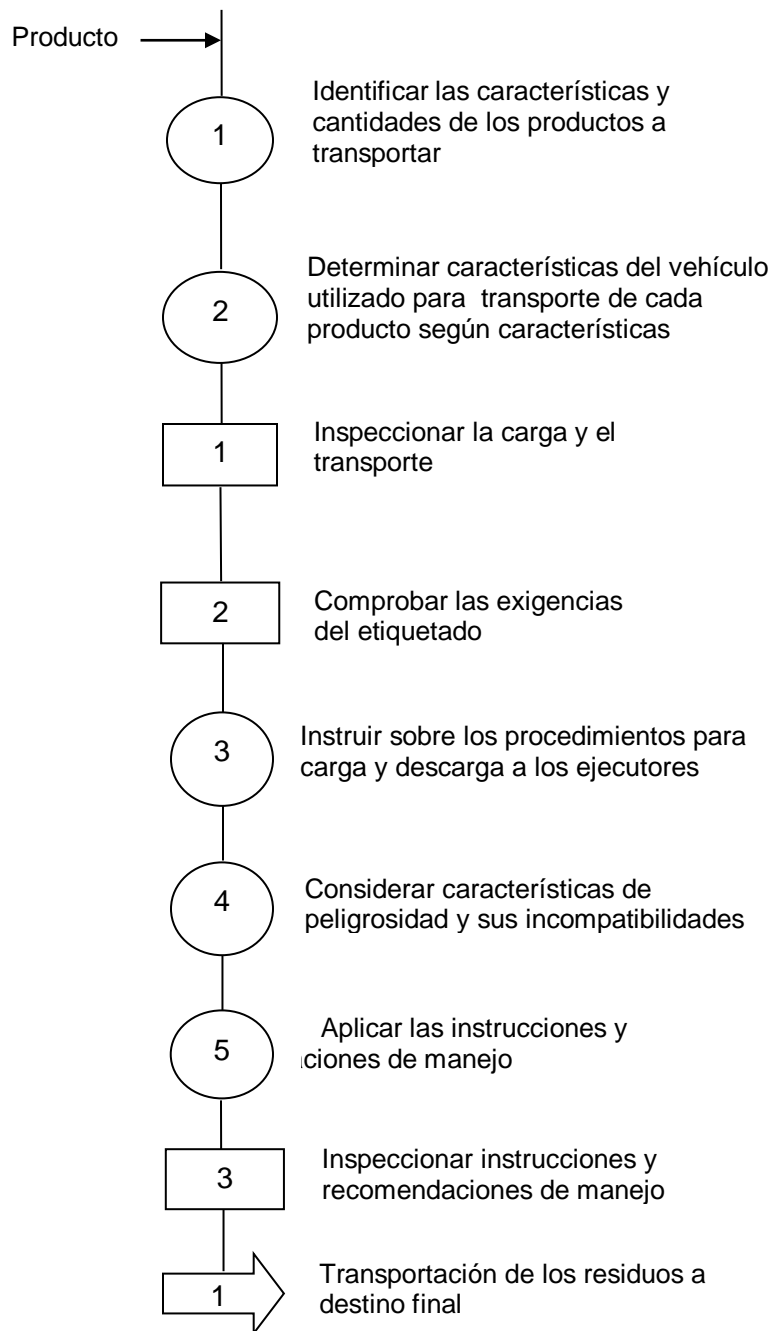


Figura 2.7. Diagrama OTIDA del subproceso de Transporte


Con vistas a lograr la optimización de los subprocesos se decide emplear la Red de Petri. A continuación se describe cómo proceder para ello.

2.2. Modelización de procesos mediante Redes de Petri

La modelización de los procesos permite estudiar el comportamiento dinámico de las organizaciones, negocios y (o) sistemas más generales. La idea básica es que para estudiar y entender un sistema se necesitan desarrollar los modelos de procesos desde puntos de vista de la/s técnica/s de modelización, se selecciona la técnica de Redes de Petri para el estudio y modelización del proceso, por sus características de robustez y flexibilidad (semántica, representaciones gráficas, etc.) como exponen algunos autores (M^a Victoria de la Fuente, 2009).

Un elemento fundamental en las Redes de Petri es la posibilidad de análisis del comportamiento dinámico de los sistemas (procesos, tiempos, costes, etc.) que ofrece esta técnica, además de una gran variedad de aplicaciones debido a su generalidad y adaptabilidad inherentes. Esto permite la representación gráfica tanto de modelos muy simples como de las redes más complejas. Por este motivo, durante los últimos años ha sido ampliamente utilizada para la modelización y gestión de la cadena de suministro (M^a Victoria de la Fuente, 2009). Aunque cabe señalar que las redes de Petri ha sido una técnica muy poco aplicada en contextos de logística inversa, constituyendo un elemento novedoso de esta investigación.

Las Redes de Petri son una herramienta que permiten modelar el comportamiento y la estructura de un sistema, llevar el modelo a condiciones límites, aislando ciertos eventos críticos en un sistema real, que mediante otra herramienta sería difícil de lograr o implicaría altos costos. Comparadas con otros modelos gráficos de comportamiento dinámico, estas ofrecen una forma confiable de expresar procesos que requieren sincronía y aportan las bases para un análisis formal del sistema modelado. Para la construcción de la Red de Petri se debe conocer los símbolos que la conforma, los que se muestran a continuación:

| Leyenda | Símbolo |
|--------------|--|
| Lugares |  |
| Marcas |  |
| Transiciones |  |
| Arcos |  |

El objetivo de este modelo es evitar una serie de errores que pueden aparecer a la hora de representarlos, tal es el caso de:

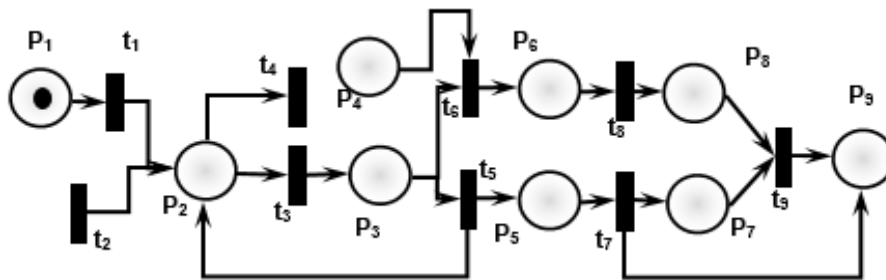


Figura 2.8 Incumplimientos de las propiedades estructurales

Fuente: Vega de la Cruz (2015)

1. **Tareas sin condiciones de entradas y (o) salidas:** impide que el proceso finalice satisfactoriamente. Las tareas dos y cuatro no tienen fichas de entrada, ni de salida respectivamente.
2. **Tareas muertas:** tareas que nunca pueden ser finalizadas. La tarea seis no cuenta con la ficha o marcado de la condición P4 por consiguiente nunca será ejecutada y estaría muerta.
3. **Bloqueo:** estancamiento de una tarea antes de que esta alcance el final del proceso. La tarea tres dispara una y solo una ficha, una de las tareas seis o cinco no sucederá, por lo ocurrirá un bloqueo en el proceso y no continuará su curso.
4. **Ciclos infinitos:** trampa en la que una tarea puede caer repetitivamente una y otra vez en un bucle sin final como en el caso de la tarea cinco.
5. **Actividad en ejecución después de finalizado el proceso:** el objetivo final del proceso es alcanzado y luego existen tareas que siguen ejecutándose. La tarea nueve se ejecutará, cuando el marcador final sea alcanzado desde la tarea siete.
6. **Fichas en sitios diferentes del sitio final después de finalizado el proceso:** existencia de marcados luego de finalizado el proceso. La ficha nueve estará marcada cuando sea alcanzado el proceso.

Los procesos definidos en términos de Redes de Petri deben tener un principio y un final, seguir un camino dirigido y no contener tareas innecesarias ni quedar tareas inconclusas, recurrentes u olvidadas. Se puede establecer que una red de proceso puede definirse como válida si y solo si, cumple con los requisitos siguientes:

1. A cada marcado inicial le corresponde uno y solo un marcado final.

2. Cuando un marcado aparece en el sitio final todos los otros lugares estarán vacíos.
3. Cada transición se mueve desde un estado inicial a un estado en el cual la transición este habilitada.

A partir de la representación en los diagramas de procesos, por la herramienta de diagrama OTIDA, de los subprocesos de la Logística Inversa en la entidad objeto de estudio, se realiza la representación de estos mediante este método de redes de Petri, definiendo en las tablas 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 los lugares y transiciones, para su posterior representación en las figuras 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 y 2.14, a partir de los cuales se podrán observar los diferentes errores que aparecen dentro de los mismos, que permiten la optimización del funcionamiento de estos cuando se eliminen dichos errores y permita una mejor información a la entidad de su situación con respecto al manejo dentro de la Logística Inversa.

Se convierten entonces las redes de Petri en una herramienta muy útil cuando se requiere optimizar el funcionamiento de un proceso, siendo este capaz de detectar anomalías en el mismo, fallos, bloqueos, compartimiento de recursos, falta de sincronización, entre otras que afectan y hacen ineficiente e ineficaz el desarrollo del mismo, logrando mejores resultados en el desempeño de la entidad.

Donde optimizar el funcionamiento de los subprocesos es trabajar sin errores, los cuales dado su clasificación tienen un efecto de mayor o menor envergadura en el desarrollo de los subprocesos, con una repercusión en los resultados económicos de la entidad, pues siempre conducen a situaciones que afectan el desempeño del funcionamiento eficiente y eficaz de la organización.

Tabla 2.2. Transcripción del subproceso de Recogida a lugares y transiciones

| Leyenda | |
|--|---|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ : Devolución del cliente | t ₁ : Reporte de devolución a EMCOMED por el cliente |
| P ₂ : Argumentación de la devolución por el cliente | t ₂ : Elaboración por el cliente de la argumentación de la devolución, por la documentación del distribuidor |
| P ₃ : Solicitud de devolución del cliente | t ₃ : Evaluación por el distribuidor de la solicitud de devolución del cliente |
| P ₄ : Aceptación de la devolución | t ₄ : No se acepta. Se reporta al cliente la no conformidad con la devolución |
| P ₅ : Errores en los vales | t ₅ : Se acepta. Técnico de Almacén con vales de devolución realiza Recepción Ciega de productos y los informes de Recepción originados por concepto devolución de ventas y entrega a Espc. de Calidad |
| P ₆ : Especialista de Calidad | t ₆ : Si. Se devolverá al Especialista de Calidad para que proceda a rehacer el documento y devuelva al cliente. |
| P ₇ : Productos devueltos | t ₇ : No se recogen y reciben los productos devueltos |
| P ₈ : Área destinada para productos devueltos | t ₈ : Se concentran en otra área |
| P ₉ : Área de concentración | |

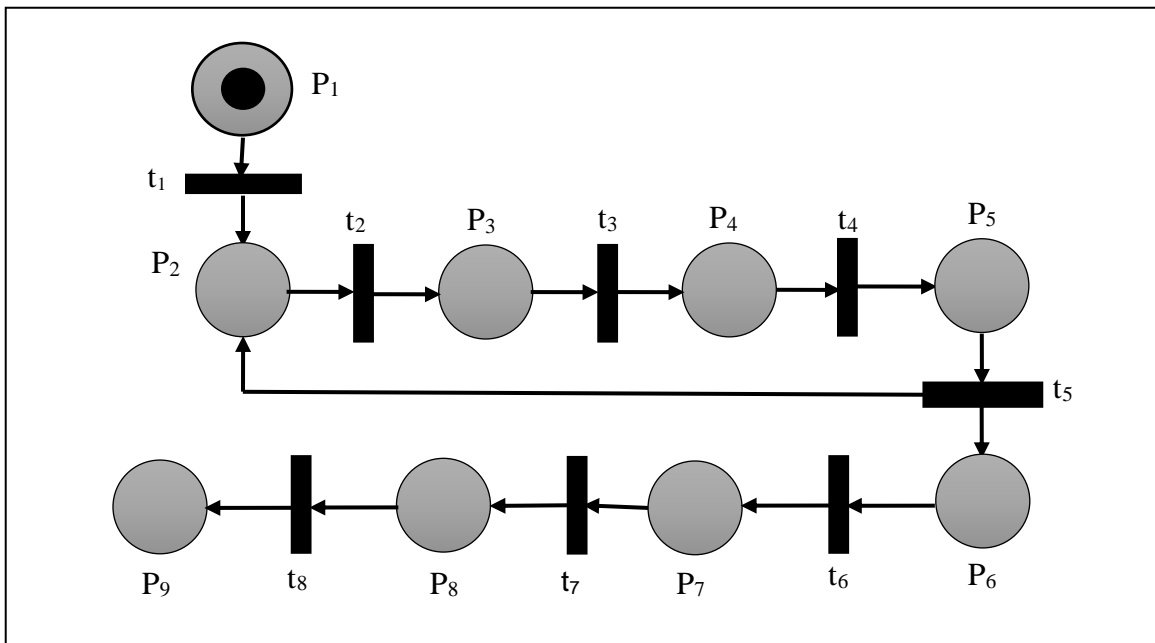


Figura 2.9. Red de Petri del subproceso Recogida

Tabla 2.3. Transcripción del subproceso de Concentración y Colocación a lugares y transiciones

| Leyenda | |
|--|---|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ :Área de recogida | t ₁ :Transportar del área de recepción hasta el área de concentración |
| P ₂ : Área de recepción y área de concentración | t ₂ :Elaborar solicitud de baja a Economía de productos recibidos |
| P ₃ :Solicitud de baja a Economía de productos recibidos | t ₃ :Almacenamiento de las devoluciones por fecha de solicitud |
| P ₄ :Devoluciones por fecha de solicitud | t ₄ :Inspección de las solicitudes recibidas por economía |
| P ₅ : Solicitudes recibidas por economía | t ₅ :Economía elabora un expediente para la aprobación de la solicitud de baja |
| P ₆ :Expediente para la aprobación de la solicitud de baja | t ₆ :Se inspecciona cada expediente y se elabora una tabla resumen con los expedientes aprobados |
| P ₇ :Inspección y tabla resumen con los expedientes aprobados | t ₇ : Se elabora un acta de destrucción o disposición final por clases |
| P ₈ :Acta de destrucción o disposición final por clases | t ₈ : Se transportan para su clasificación |
| P ₉ :Transportación | |

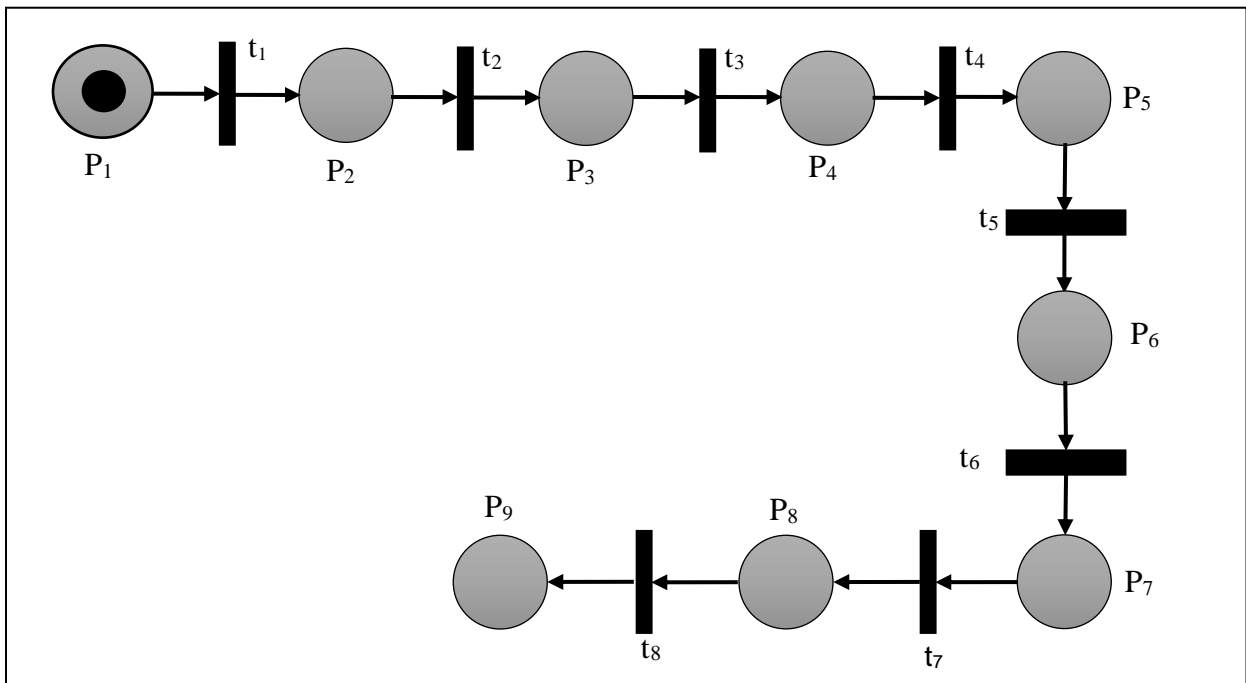


Figura 2.10. Red de Petri del subproceso Concentración y Colocación

Tabla 2.4. Transcripción del subproceso de Clasificación a lugares y transiciones

| Legenda | |
|---|--|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ : Área de Colocación | t ₁ : Se recibe el productos |
| P ₂ : Recepción del producto | t ₂ : Se clasifican los productos |
| P ₃ : Clases | t ₃ : Clase I |
| P ₄ : Área de tratamiento | t ₄ : Clase II y III |
| P ₅ : Probabilidad de contacto por vía inhalatoria, digestiva y piel | t ₅ : Pasa al área de destino final. |
| P ₆ :Exposición a factores ambientales peligrosos | t ₆ : Evaluar probabilidad de contacto por vía inhalatoria, digestiva y piel |
| P ₇ : Ambiente externo | t ₇ : Evaluar posible exposición a factores ambientales peligrosos |
| P ₈ : Cumplimiento de las medidas existentes y viables | t ₈ : Análisis del ambiente externo por los desechos generados por los mismos |
| P ₉ : Almacén por clase | t ₉ : Aplicar las medidas existentes y viables |
| P ₁₀ : Almacén | t ₁₀ : Se procede a su tratamiento correspondiente |

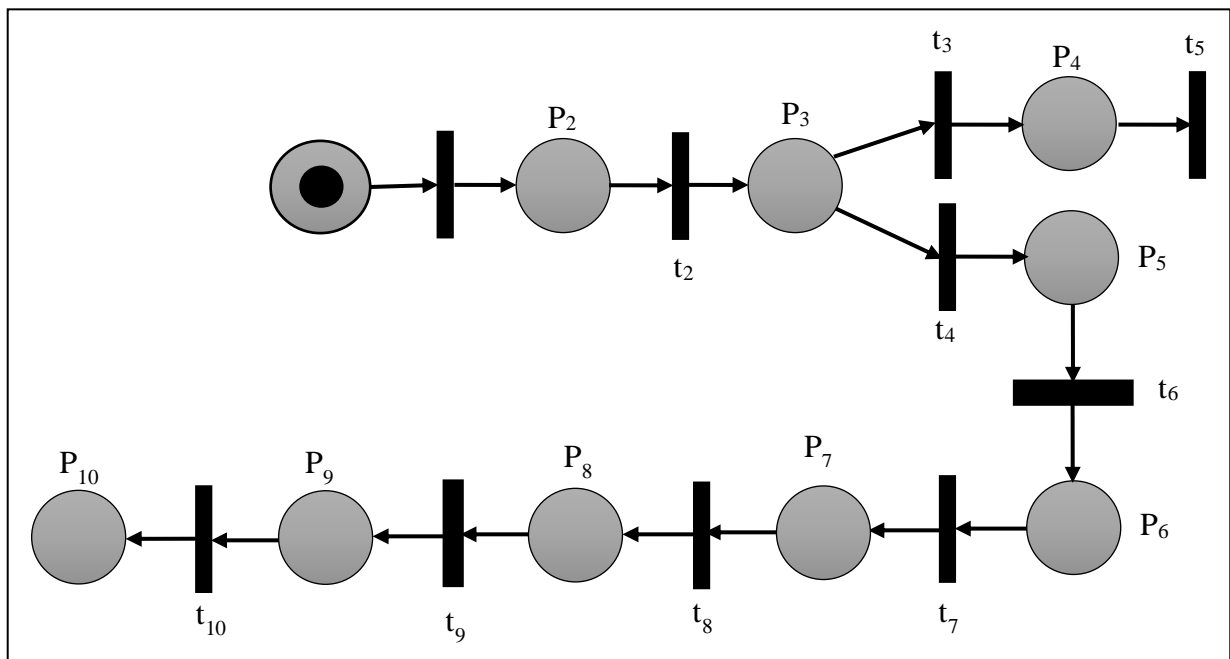


Figura 2.11. Red de Petri del subproceso Clasificación

Tabla 2.5. Transcripción del subproceso de Almacenamiento a lugares y transiciones

| Leyenda | |
|---|--|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ : Área de clasificación | t ₁ : Inspeccionar almacén para verificar condiciones y parámetros de almacén a utilizar |
| P ₂ : Almacén | t ₂ : Almacenar productos en área según su clasificación y(o) características |
| P ₃ : Instrucciones de seguridad para el manejo de los productos | t ₃ : Verificar instrucciones de seguridad para el manejo de los productos |
| P ₄ : Medidas existentes y viables | t ₄ : Evaluar medidas existentes y viables para segura protección del personal y medio ambiente |
| P ₅ : Estancia en el almacén | t ₅ : Plazo en el almacén para su posterior tratamiento |
| P ₆ :Transportación | t ₆ : Transportación de los residuos |
| P ₇ : Área de tratamiento | |

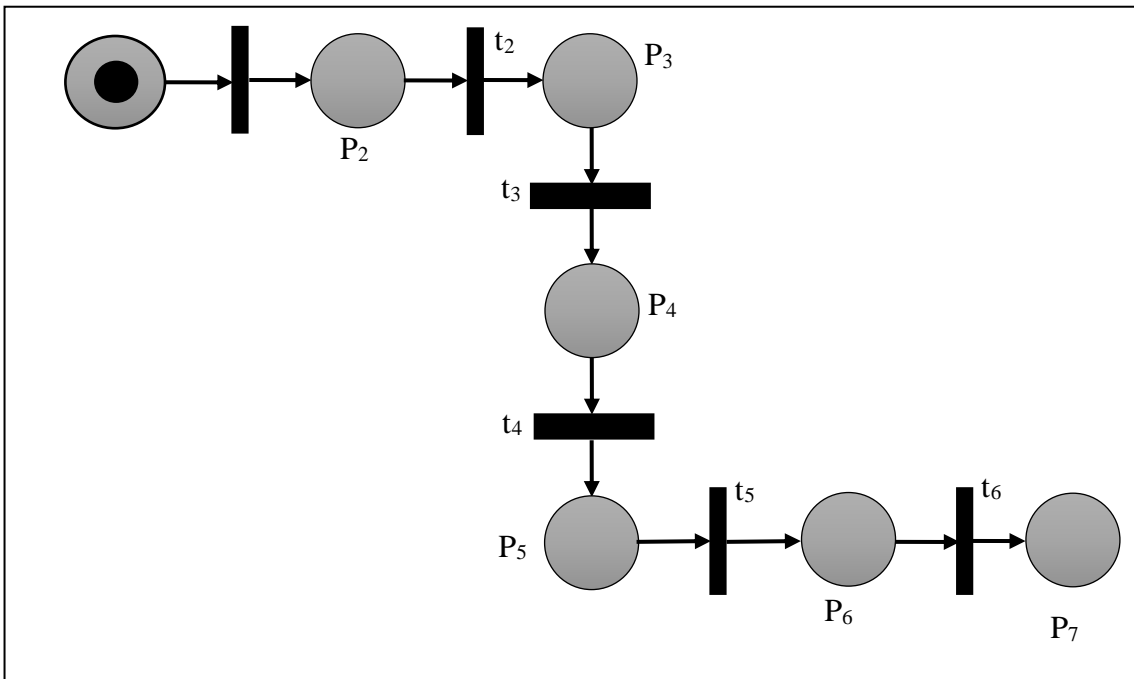


Figura 2.12. Red de Petri del subproceso Almacenamiento

Tabla 2.6. Transcripción del subproceso de Tratamiento a lugares y transiciones

| Leyenda | |
|---|---|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ : Almacén | t ₁ : Para cada clase se determina el método a aplicar para cada residuo |
| P ₂ : Método a aplicar para cada residuo | t ₂ : Establecer procedimientos para manipulación de recipientes contaminados |
| P ₃ : Procedimientos para manipulación de recipientes contaminados | t ₃ : Identificar recipientes con residuos |
| P ₄ : Recipientes con residuos | t ₄ : Aplicación de los métodos de tratamiento y disposición final para cada desecho |
| P ₅ : Métodos de tratamiento y disposición final para cada desecho | t ₅ : Inspeccionar la aplicación de métodos |
| P ₆ : Aplicación de métodos | t ₆ : Se reúne los 3 miembros de la Comisión de Disposición Final para dar tratamiento a productos aceptados |
| P ₇ : Comisión de Disposición Final | t ₇ : Los de clase I se le aplica el soterramiento en el vertedero municipal |
| P ₈ : Vertedero municipal | t ₈ : La clase II para el caso de antibióticos y los otros serán dispuestos en los vertederos municipales |
| P ₉ : Incinerador | t ₉ : La clase II se incineran |
| P ₁₀ : Vertederos para enterramiento | t ₁₀ : Para clase III se procede al encapsulamiento y dispuestos en vertederos seleccionados |

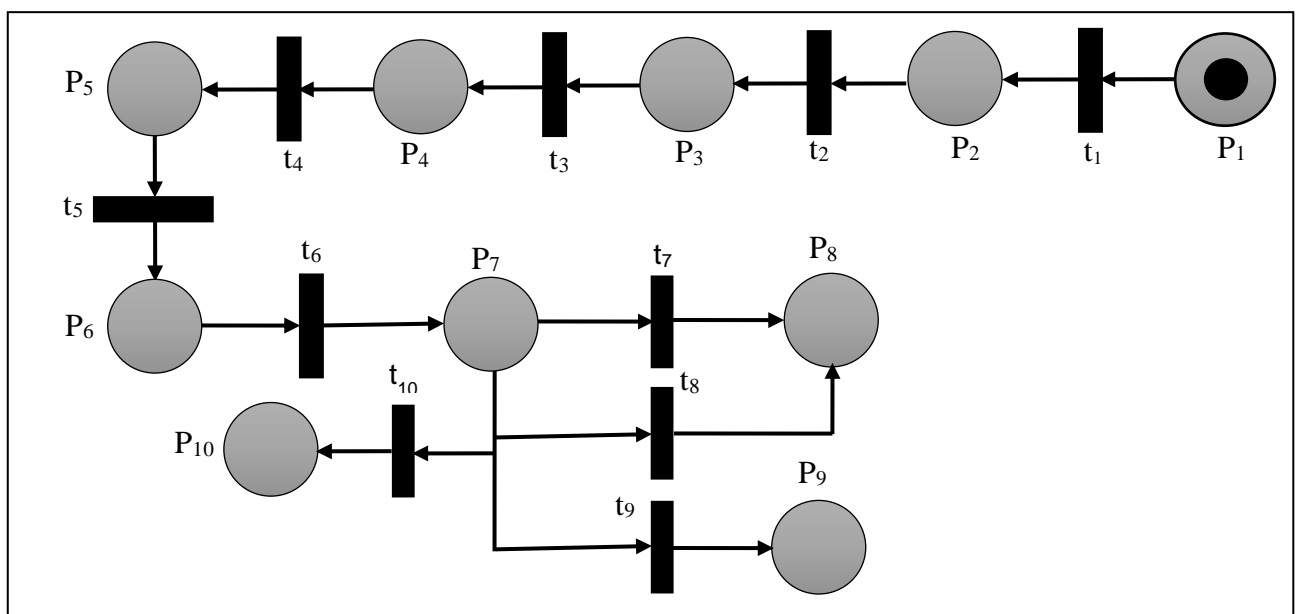


Figura 2.13. Red de Petri del subproceso Tratamiento

Tabla 2.7. Transcripción del subproceso de Transportación a lugares y transiciones

| Leyenda | |
|--|---|
| Lugares | Transiciones |
| P ₁ : Área de tratamiento | t ₁ : Identificar las características y cantidades de los productos a transportar |
| P ₂ : Características y cantidades de los productos a transportar | t ₂ : Determinar características del vehículo utilizado para transporte de cada producto según características |
| P ₃ : Vehículo utilizado para transporte de cada producto | t ₃ : Inspeccionar la carga y el transporte |
| P ₄ : Transporte | t ₄ : Comprobar las exigencias del etiquetado |
| P ₅ : Exigencias del etiquetado | t ₅ : Instruir sobre los procedimientos para carga y descarga a los ejecutores |
| P ₆ : Procedimientos para carga y descarga a los ejecutores | t ₆ : Considerar características de peligrosidad y sus incompatibilidades |
| P ₇ : Características de peligrosidad y sus incompatibilidades | t ₇ : Aplicar las instrucciones y recomendaciones de manejo |
| P ₈ : Instrucciones y recomendaciones de manejo | t ₈ : Inspeccionar instrucciones y recomendaciones de manejo |
| P ₉ : Destino final | t ₉ : Transportación de los residuos a destino final |
| P ₁₀ : Vertedero municipal o área especializada | |

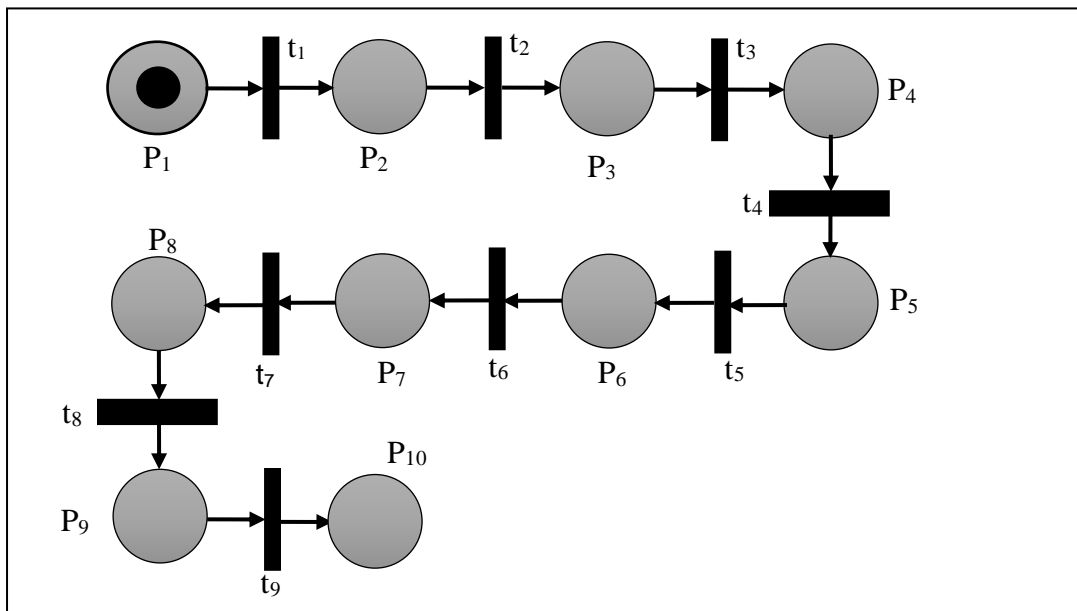


Figura 2.14. Red de Petri del subproceso Transporte

Luego de realizada la optimización se pudo observar que en algunos de los subproceso se evidencian algunos de los errores mencionados en este epígrafe., dentro de los cuales se encuentran:



- En el subproceso de Recogida se pone de manifiesto el error cuatro, ciclos infinitos, la tarea cinco cae en un bucle, aunque no se vuelve repetitivo
- En el caso de Clasificación se evidencia el error número uno, tareas sin condiciones de entradas y (o) salidas, se puede ver en la tarea cinco, no tiene ficha de salida
- En el subproceso de Tratamiento ocurre el error tres, bloque, la tarea ocho y nueve tienen una sola ficha de salida para ambos, algunos de las dos tareas no sucederá, por lo que ocurrirá un bloque en el proceso

A continuación se puede verificar esta información mediante la siguiente tabla.

Tabla 2.8. Errores encontrados en los subprocesos

| Errores | Subprocesos | | | | | | |
|---------|-------------|---------------|------------|---------------|----------------|-------------|------------|
| | Recogida | Concentración | Colocación | Clasificación | Almacenamiento | Tratamiento | Transporte |
| 1 | | | | 1 | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | 1 | |
| 4 | 1 | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |

Leyenda

| | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------------|
|  | Presencia de error |  | Frecuencia en la que ocurre |
|  | No presencia de error | | |

A partir de la determinación de estos errores se puede resaltar que la solución de estos permiten la optimización del funcionamiento de los subprocesos de la LI, para dar solución a estos errores se planteó un plan de acciones correctivas con el responsable de llevar a cabo cada acción, los recursos materiales necesarios para erradicar cada uno, la fecha de cumplimiento para que quede solucionado el problema, así como una fecha de control en caso de que la fecha de cumplimiento se extienda, el mismo se presenta a continuación.

Tabla 2.9. Plan de acción a ejecutar para dar solución a los errores encontrados

| Deficiencias | Acciones | Ejecuta | Responsable | Recursos | Fecha control | Fecha cumplimiento |
|---|--|--------------------------------|--|--|---|---------------------------|
| Se devolverá al cliente documento para rehacerlo por deficiencias | Verificar los vales cuando el cliente los entrega para evitar su devolución más tarde | Encargado secundario | Especialista de Calidad | Personal capacitado | Semanal | Permanente |
| No se define o coordina para el lugar de destino final | Mantener la coordinación con terceros para definición del destino final | Jefe de Almacén | Especialista de Calidad | Medios de comunicación y de transporte | Al momento de efectuarse el tratamiento | Permanente |
| El trabajo de la comisión no ejecute la evaluación de todos las clases de productos | Programación objetiva del trabajo de la comisión para evaluar la totalidad de las clases | Comisión de evaluación final | Jefe de la Comisión y Director de la Entidad | Locales apropiados para el trabajo de la comisión, materiales de oficina | Durante el trabajo de la Comisión | Cronograma de ejecución |
| Falta de documentación sobre los procesos de la logística Inversa en la Entidad | Elaborar un registro donde quede plasmado la descripción de cada subproceso | Esp. De Organización y Control | Director de la Entidad | Tiempo humano y laboratorio de computación | Mensual | Cronograma de ejecución |

Con la realización del plan de acción, se ponen en marcha las acciones propuestas en el mismo de manera inmediata, asegurando un mejor funcionamiento de los subprocesos de la LI, a partir de solucionar estos errores.

Los resultados obtenidos tienen una relevancia desde el punto de vista cognoscitivo y práctico, para la entidad objeto de estudio y para el desarrollo teórico de esta rama de las ciencias empresariales los cuales se relacionan en las conclusiones de este trabajo.

Conclusiones

- 1.** Los aspectos conceptuales e investigativos con respecto a la logística empresarial e inversa que se hace referencia en la investigación, como su evolución, definiciones y actividades, constituyen un aporte científico importante para la integración entre las dos logísticas.
- 2.** Con la modelización de los procesos de logística inversa, la Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED) de Holguín, logrará un conocimiento más preciso sobre el funcionamiento de los subprocesos de forma que será viable para todas sus compresiones.
- 3.** La modelación de los subsistemas de la logística inversa y la optimización de los mismos mediante las redes de Petri, con la determinación de los errores que afectan el desarrollo de los subprocesos, permite ejecutarlos de forma adecuada y efectiva para la entidad.
- 4.** La propuesta del Plan de Acciones permite corregir las dificultades que se detectan y así dar solución a estas problemáticas, lo que debe incidir en un mejor funcionamiento de los subsistemas descritos en el trabajo.

Recomendaciones

1. Poner en práctica los resultados obtenidos en la investigación para comprobar su factibilidad en la entidad.
2. Continuar la divulgación de los resultados de esta investigación mediante su publicación en artículos y en presentaciones de eventos científicos.
3. Lograr la generalización de este trabajo a través de aplicaciones a otras empresas comercializadoras en la Provincia de Holguín.

Bibliografía

1. Cazull Imbert, Morayma (2008). Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje: Métodos y procedimientos. Ingeniería Industrial. Villa Clara, Cuba. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
2. Coca Castaño, Pedro (2010). El sector de los operadores logísticos y la externalización de servicios en una economía globalizada. El caso de la comunidad valenciana. Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
3. Costa Salas, Yasel J., Abreu Ledón, René, Machado Osés, Carlos, Coello, Machad, Norge (2010). Asistencia decisonal en el proceso de optimización para el enrutamiento de vehículos. Ingeniería Industrial.
4. De la Fuente María Victoria, Ros Lorenzo (2009). Aplicación de redes de Petri para la modelización de procesos en logística inversa. 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. Barcelona-Terrassa. XIII Congreso de Ingeniería de Organización.
5. ESADE (2004). Guías de Gestión de la Innovación Producción y logística. Generalitat de Catalunya.
6. Facchin Tiago, Sellitto Miguel Alfonso (2008). Medição do inventário em processo e tempo de atravessamento em manufatura por modelagem em redes de Petri e diagrama de resultados. Gestão & Produção.
7. Fontena Faúndez, Hugo F. Situación actual de la logística.
8. García Payrol, Anabel (2013). Procedimiento general para la gestión de riesgos en el sistema logístico de la División Territorial de ETECSA en Villa Clara. Departamento de Ingeniería Industrial. Villa Clara, Cuba. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.
9. González González, Roberto (2002). El modelo de plataforma logística de petróleo en Cuba. Departamento de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

10. González Quintana, Luis Arturo (2007). Taxonomía de las estrategias de logística inversa en las empresas industriales de Granma. Departamento de Ingeniería Industrial. Holguín, Cuba. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.
11. Gehlen de Leão Álvaro (2004). Utilización integrada de modelos simbólicos no desenvolvimiento de sistemas de avaliação de desempenho para gerenciamento da logística empresarial. Florianópolis. Universidad Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.
12. Hevia Lanier, Francis (2008). Metodología de diseño de la cadena de suministro inversa. Una contribución a la logística reversa. Departamento de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias. Técnicas.
13. J. Beltrán, M. A. Rivas, J. Muñuzuri (2007). Sistemas de gestión logística: un enfoque para la Evaluación, integración y mejora de los procesos Logísticos. Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro. Zaragoza, España.
14. Labrada Rodríguez, Ivón, Sánchez García, Yudmila (2010). Asistencia decisional en el proceso de optimización relativo al enrutamiento de vehículos. Aplicación a la reparación de averías eléctricas en Santa Clara. Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.
15. López Martínez, Igor (2013). Modelo de referencia para la evaluación de la gestión de inventarios en los sistemas logísticos. Departamento de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
16. Meneses Marcel, Juan Carlos (2009). Perfeccionamiento de las rutas de distribución de la Empresa Suchel Trans para la provincia de Sancti Spíritus utilizando el método de Optimización por Colonia de Hormigas. Facultad de

- Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. En opción al Título de Máster en Ingeniería Industrial.
17. Momblan Pompa, Saray (2012). Aplicación del procedimiento para la gestión integrada y proactiva de las restricciones físicas en el hotel Club Amigo Atlántico-Guardalavaca. Departamento de Ingeniería Industrial. Holguín, Cuba. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial.
 18. Mozart da Silva Rafael, Tomasin Silva Leandro, Diehl Deus André (2014). Uma Análise das Contribuições da Logística Reversa de Pós-Venda nas Estratégias da Cadeia de Suprimentos a través dos conceitos da Teoria das Restrições (TOC). Journal of Engineering and Technology Innovation.
 19. Ronald H. Balloud. Logística empresarial. Control y Planificación. Cleveland, Ohio. Días de Santos, S.A.
 20. Rosa Velardo, Fernando (2007). Redes de Petri Móviles para la especificación y verificación de propiedades de seguridad en sistemas obicuos. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Memoria presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Matemáticas.
 21. Rubio Lacoba, Sergio (2003). El sistema de logística inversa en la empresa: Análisis y aplicaciones. Departamento de economía aplicada y organización de empresas. Badajoz. Universidad de Extremadura. Memoria presentada para optar al título de Doctor.
 22. Subsecretaría de Industria y Comercio (2008). Agenda de Competitividad en Logística 2008-2012. México. <http://www.elogistica.economia.gob.mx/work/models/elogistica/Resource/1/1/imagenes/LOGISTICA0812.pdf>.
 23. Soto Zuluaga, Juan Pablo (2005). Reverse Logistics: Models and applications. Department of economics and business. Universitat Pompeu Fabra. Tesis doctoral.
 24. Torres Baster, Zulema O. (2010). Diseño de servicio de logística inversa en la Sucursal Almacenes Universales S.A de Holguín. Departamento de Ingeniería

- Industrial. Holguín, Cuba. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Trabajo de Diploma.
25. Torres Gemeil, Manuel, Mederos Cabrera, Beatriz (2005). Fundamentos de Logística. Pinar del Río, Cuba. Editorial Universitaria Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Página 155. Primera edición.
 26. Torres Gemeil, Manuel, R. Daduna, Joachim, Mederos Cabrera, Beatriz. Logística. Temas seleccionados. Publicación Universitaria UPR. Volumen III. Página 160.
 27. Torres Gemeil, Manuel, R. Daduna, Joachim, Mederos Cabrera, Beatriz (2004). Logística. Temas Seleccionados. Publicado en Ciudad de La Habana, Cuba. Feijóo. Volumen I. Página 154. Primera Edición.
 28. Torres Gemeil, Manuel, R. Daduna, Joachim, Mederos Cabrera, Beatriz (2004). Logística. Temas Seleccionados. Publicado en Ciudad de La Habana, Cuba. Feijóo. Volumen II. Página 168. Primera Edición.

Anexos

Anexo 1. Relación entre los autores de la logística Inversa y los subprocesos

| Autores | Subprocesos | | | | | | |
|----------------------|-------------|---------------|------------|---------------|----------------|-------------|----------------|
| | Recogida | Concentración | Colocación | Clasificación | Almacenamiento | Tratamiento | Transportación |
| Roger-Tibben (2004) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Hevia Lanier (2007) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Díaz Castillo (2004) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| García (2004) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Leyenda

- 1** Lo menciona
- 0** No lo menciona

Anexo 2. Actividades de la Logística Inversa

| | Autores | | | |
|---|---|---|--|--|
| | Arbones M.(1999) | Ballou, (2004) | Bowersox D. y Cross D., (1996) | Pau Cos, Jordi, Navascués, Ricardo (2001) |
| A C T I V I D A D E S | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestión de almacenes ✓ Manejo de materiales ✓ Gestión de Inventarios ✓ Previsión de demanda ✓ Organización de transportes ✓ Localización y dimensionamiento de instalaciones de producción y almacenaje ✓ Administración de las esperas | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Claves 1. Definición de estándares de servicio 2. Transporte 3. Manejo de inventarios 4. Procesamiento de pedidos ✓ De soporte 5. Almacenamiento 6. Manejo de materiales 7. Compras 8. Embalaje 9. Cooperación con producción y operaciones 10. Mantenimiento de información | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Administración de transporte interno y externo ✓ Administración de fletes ✓ Manejo de materiales ✓ Almacenamiento ✓ Completamiento de órdenes ✓ Diseño de redes logísticas ✓ Manejo de inventarios ✓ Planeación oferta/demanda ✓ Administración de proveedores de servicios logísticos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Previsiones ✓ Gestión de órdenes ✓ Expedición de productos de los depósitos al consumidor ✓ Gestión de stocks de productos acabados ✓ Mantenimiento de los depósitos de distribución ✓ Transporte de fábrica a los depósitos ✓ Acondicionamiento y embalaje ✓ Programación de fabricación ✓ Almacenes de fábrica ✓ Control de obra en curso ✓ Suministro a línea y transporte inter fábrica ✓ Almacenes de materias primas ✓ Transporte de materias primas ✓ Gestión de stock de materias primas ✓ Cálculo de necesidades ✓ Aprovisionamiento |

Anexo 3. Entrevista

1. ¿Podría usted decirnos si en la entidad se tiene elaborado el mapa de procesos?
2. ¿Conoce si existe algún documento oficial donde aparezca descrito las actividades de los subprocesos de la Logística Inversa?
3. ¿Están confeccionadas las fichas de los procesos?
4. ¿Cómo se desarrollan las actividades de los subprocesos?