

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA LOGÍSTICA

**EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION DE PRINCIPIOS DE LOGÍSTICA VERDE
EN EL PROCESO DE INYECCION DE MEXICHEM – PAVCO**

AUTORES

DIANA MARCELA NUÑEZ RIVERA

NORMA PINZON VERA

DIRECTOR

ING. MSC. JOSE ALEJANDRO MARTINEZ

BOGOTÁ, D.C., OCTUBRE DE 2014

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	5
CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO:	
1. LOGISTICA INVERSA, LOS PLASTICOS Y SU PROCESO PRODUCTIVO	7
1.1. Logística	7
1.1.1. Logística Verde	8
1.1.2. Fuerzas promotoras de la Logística Inversa	9
1.1.3. Beneficios de la Logística Verde	10
1.2. Los plásticos	10
1.2.1. Resina plástica PVC y sus principales aplicaciones	11
1.3. Los plásticos en Colombia	11
1.3.1. Situación ambiental	11
1.3.2. Marco legal	12
1.3.3. Sistemas de gestión ambiental	13
1.4. Proceso productivo de moldeo por inyección	14
CAPITULO 2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	
2. MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. – PAVCO	17
2.1. Antecedente de la empresa	17
2.2. Planta Bogotá. Procesos y productos	19
2.3. Diagnóstico de Mexichem Colombia SAS – PAVCO	21
2.3.1. Impactos ambientales durante el proceso y medidas de manejo	21
2.3.2. Fuerzas promotoras de la logística inversa en Mexichem	27
2.4. Procesos y subprocesos principales en donde se aplica la logística inversa/donde se puede aplicar	28
CAPITULO 3 ALTERNATIVAS, SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES	
3. RELACIÓN PROCESOS / SUBPROCESOS Y RECOMENDACIONES	31
3.1. Recomendaciones generales para los procesos y subprocesos priorizados	33
CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFIA	35

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

No.	Título	Página
Gráfica 1	Etapas de la cadena de suministro	7
Gráfica 2	Articulación entre la política de producción y consumo sostenible con las demás políticas ambientales y sectoriales	13
Gráfica 3	Procesos productivos MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. - PAVCO	20
Gráfica 4	Proceso Inyección MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. - PAVCO	20
Tabla 1	Diagnóstico MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. – PAVCO	21, 22, 23

INTRODUCCIÓN

Actualmente la conciencia ambiental es una tendencia en auge en todos los aspectos y en la logística de las empresas cada vez toma más importancia como una forma para optimizar recursos, garantizar el bienestar de la comunidad, mantener buenas relaciones con toda la cadena de suministro y finalmente obtener mejores resultados económicos y es por esto que las empresas deben alinear sus objetivos con esta nueva tendencia del manejo de Logística Inversa para no quedar fuera del mercado.

Con el crecimiento de la industria en los últimos años ha causado estragos en el medio ambiente lo cual ha conllevado a implementar estrategias que contribuyan a proteger los recursos naturales y de la misma forma mejorar los procesos que ayuden a maximizar los ingresos de las compañías. Esta creciente rama de la logística es la que se ocupa, de todo tipo de situaciones que anteriormente las personas, las empresas e incluso los gobiernos no contemplaban por considerarse poco importantes hasta que se empezó hacer evidente que estas situaciones generan costos altos no solo en términos económicos sino de bienestar de las personas lo que limita la capacidad competitiva de los negocios.

Las compañías han empezado a migrar cada vez más y más rápido a incentivar e implementar programas y actividades de conciencia social para mejorar su relación con el medio ambiente lo que se refleja como un beneficio más debido a que en la actualidad este tema es percibido por los clientes como una ventaja frente a competidores que no lo hacen. Así mismo, el auge es tal que para las empresas es hoy en día importante la inclusión de principios de logística inversa en sus procesos y procedimientos principales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Identificar el estado de implementación de los principios de la Logística Inversa en el proceso de inyección en MEXICHEM COLOMBIA y analizar posibles mejoras o sugerir alternativas de cambio o implementación.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de proceso productivo de inyección en la compañía con el fin de identificar las actividades en línea con Logística inversa que se llevan a cabo actualmente.
- Determinar los subprocesos que son susceptibles y más significativos para implementar acciones que conlleven al manejo de logística inversa en el proceso de inyección.
- Plantear alternativas y/o soluciones para el manejo de los procesos logísticos de inyección de manera verde.

CAPITULO 1
MARCO TEÓRICO

1. LOGISTICA INVERSA, LOS PLASTICOS Y SU PROCESO PRODUCTIVO

1.1. Logística

La logística integra cada una de las actividades y procesos necesarios para entregar el producto apropiado, en la cantidad adecuada, en el lugar correcto y el momento preciso, de tal manera que se minimicen los costos para contribuir con la rentabilidad de las compañías.

Es la parte del proceso de la cadena de abastecimiento que gestiona, planea, implementa, controla y verifica el flujo eficiente y efectivamente de los procesos así como el almacenamiento de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer las necesidades del cliente.¹

El objetivo principal de la logística es la satisfacción del consumidor, el proceso que lo integra está enfocado en entregar al cliente final un producto con las condiciones requeridas a menor costo, todo esto se logra gracias a la administración de los procesos que integran la cadena de abastecimiento, desde los proveedores de los proveedores hasta los clientes de los clientes.

Grafica 1: Etapas de la cadena de suministro



Fuente: Administración de la cadena de abastecimiento, Sunil Chopra, Peter

¹ DÉCIMA SESIÓN. Ingeniería Logística. Disponible en WEB: <https://cursos.aiu.edu/Diplomados/Branding%20MARCAS/Distribucion%20y%20Logistica/Leccion%2010/WORD/Logistica%20LII%20215-32%20sesion10.pdf>. Revisada el 5 de Julio de 2014.

1.1.1. Logística verde

La logística Verde (Green Logistics), nace como respuesta a los efectos negativos sobre el medio ambiente los cuales han sido contribuidos por parte de la logística tradicional, en cuanto al consumo de la energía, el uso de los recursos naturales (agua y suelo) y la contaminación del aire generada por el transporte de productos y/o servicios.

La logística tradicional y la logística Verde guardan directa relación en cuanto al proceso, la diferencia que las separa es que la logística verde trata de reducir los impactos ambientales que la operación tradicional de la logística trae como consecuencia, ciertamente el termino de logística verde no redefine la logística tradicional, la logística verde integra el cuidado del medio ambiente y la minimización de impactos a la logística tradicional.

La logística verde ha demostrado tener mucha importancia desde lo ambiental hasta lo económico. La implementación de esta tendencia ha contribuido a impulsar la economía, debido a que se ha concentrado en el uso racional de las materias primas, reciclaje, optimización en el uso de los recursos e implementación de transporte verde.

Es importante resaltar que la logística verde a pesar de tener cierta relación con la logística inversa, sus enfoques son diferentes sin embargo la logística verde se complementa de la logística inversa.

La logística inversa gestiona el retorno de los productos desde el cliente a la cadena de suministro de manera efectiva y económica, para reparación, reutilización o destrucción. Según Cabeza, Domingo. Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro. Books, 2012. "la logística inversa abarca el conjunto de actividades de recogida, desmontaje y desmembramiento de los productos como sus componentes, así como materiales de diverso tipo y naturaleza con el objeto de maximizar el aprovechamiento de su valor, en sentido amplio de su uso sostenible y en último caso

su destrucción”. En cambio la logística verde es la gestión del proceso de entrega del producto terminado de una manera amigable con el medio ambiente adicionando rentabilidad o valor.

1.1.2. Fuerzas promotoras de la logística inversa.

Existen muchas fuerzas las cuales han contribuido al empleo de la logística inversa en las compañías entre las cuales se resaltan:

- Razones Económicas²: la aplicación de la logística trae muchos beneficios económicos de manera directa o indirecta, esto se ve reflejado en la disminución del uso de los materiales, en la optimización de los recursos.
- Razones Legislativas³: hay leyes que avalan y apoyan el uso de la logística inversa, en Colombia el ministerio del medio ambiente adopto su política de producción más limpia para impulsar la nueva institucionalidad ambiental del país.⁴
- Razones de Responsabilidad⁵: Aplicar procesos que contribuyan al cuidado del medio ambiente.

2 GARCIA OLIVARES, ARNULFO ARTURO. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. Disponible en Web: <http://es.scribd.com/doc/60730183/LOGISTICA-INVERSA>. Revisado el 5 de Julio de 2014.

3 GARCIA OLIVARES, ARNULFO ARTURO. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. Disponible en Web: <http://es.scribd.com/doc/60730183/LOGISTICA-INVERSA>. Revisado el 5 de Julio de 2014.

⁴ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política nacional de producción y consumo.

⁵ GARCIA OLIVARES, ARNULFO ARTURO. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. Disponible en Web: <http://es.scribd.com/doc/60730183/LOGISTICA-INVERSA>. Revisado el 5 de Julio de 2014.

1.1.3. Beneficios de la logística verde.

La implementación de la logística verde además de ser una necesidad se puede visualizar como una oportunidad de crecimiento y expansión, en la actualidad la aplicabilidad de esta tendencia trae beneficios los cuales no solo se definen a lo económico

- **Mejoramiento de la Imagen de la empresa:** Gracias al gran auge que ha tenido la implementación de la logística verde, la implementación de estas prácticas, influyen fuertemente en la imagen corporativa, lo cual otorga un valor añadido tanto a la imagen corporativa de esa empresa como a los productos y servicios que ofrecen⁶.
- **Reducción de Costos:** La implementación de las buenas prácticas ambientales trae para las compañías beneficios económicos, ya que ayuda a optimizar los recursos (Agua, energía, combustible, materia Primas), lo cual se puede ver reflejado con el pasar del tiempo, además el ahorro en cuanto a sanciones, restauraciones a daños del medio ambiente, etc.
- **Contribución a la Reducción del impacto ambiental:** La aplicación de la Logística verde además de contribuir al estado de ganancias y pérdidas y de traer benéficos internos, contribuyen al mejoramiento del medio ambiente y de la sociedad.

1.2. Los plásticos

Plástico, más que simplemente un material, es una palabra que agrupa y define una gran variedad de sustancias diferenciadas entre sí por su estructura y propiedades

⁶ FRANCESCO GAROFANO, Ventajas de la logística ecológica. Disponible en Web: <http://blog.arnesalogistica.com/index.php/2011/02/ventajas-de-la-logistica-ecologica/>. Revisado el 5 de Julio de 2014.

específicas. El plástico es tan maleable que en la actualidad sustituye otros materiales en distintas aplicaciones donde tradicionalmente el plástico no encajaba.

El origen de los plásticos es a partir de procesos químicos con la mezcla de diferentes materias primas donde la principal es el petróleo y se clasifican como polímeros cuya estructura contiene carbono e hidrogeno.

1.2.1. Resina plástica PVC y sus principales aplicaciones

La resina es la materia prima principal para la fabricación de plásticos y hay diferentes tipos de acuerdo con la estructura y el uso del plástico a obtener. Para efectos de este trabajo, principalmente se hace referencia a la resina de Cloruro de Vinilo, más conocida como PVC.

El PVC es el termoplástico más versátil (característica en la cual el material se ablanda con calor y se endurece con frío). Sus componentes son carbono, hidrogeno y cloro y dependiendo de los aditivos adicionales, el PVC puede ser totalmente rígido o flexible, de cualquier color y adquirir cualquier forma o textura requerida.

Dentro de sus múltiples aplicaciones, el PVC es utilizado en primera instancia para la fabricación de tubería y accesorios para conducción de fluidos, principalmente agua y otro tipo de materiales para la construcción hasta productos tan variados como las tarjetas bancarias, juguetes y suelas para calzado.

1.3. Los plásticos en Colombia

1.3.1. Situación ambiental

Como se ha mencionado, la industria a la que pertenece la empresa bajo estudio, es una industria con un impacto bajo en la afectación del medio ambiente, debido a diversos factores tales como la no utilización en el proceso de combustibles fósiles (que como es bien sabido su uso es altamente impactante en el medio ambiente) y en general un consumo regulado de energía y agua así como un bajo nivel de generación

de residuos y los que se generan, son de fácil manejo, reciclaje, recuperación y/o reutilización.

Sobre el manejo de los residuos, en Colombia a partir de 1997 se ha venido reglamentando este aspecto mediante la Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos mediante la cual se ordena legalmente a la separación desde el origen de los diferentes tipos de residuos industriales y su clasificación de acuerdo a la posibilidad de recuperación o reciclaje.

Sin embargo, a pesar que el sector de plásticos no genera residuos altamente contaminantes, al haber tantos usos, la clasificación de los residuos no es tan sencilla por lo que se han impulsado diferentes campañas para las empresas de la industria con el fin de capacitar en el manejo de sus residuos. De esto ha sido parte activamente ACOPLASTICOS que es la agremiación de los plásticos en Colombia y de la cual hace parte PAVCO.

1.3.2. Marco legal

Como todos los sectores de la industria Colombiana, las empresas pertenecientes al sector de los plásticos están regidas por tres supremas que son La Constitución Nacional, las leyes del Congreso y decretos y reglamentaciones específicas.

En Colombia el Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible es el ente a cargo de regular la conservación del medio ambiente de la misma forma se encarga de definir las políticas ambientales.

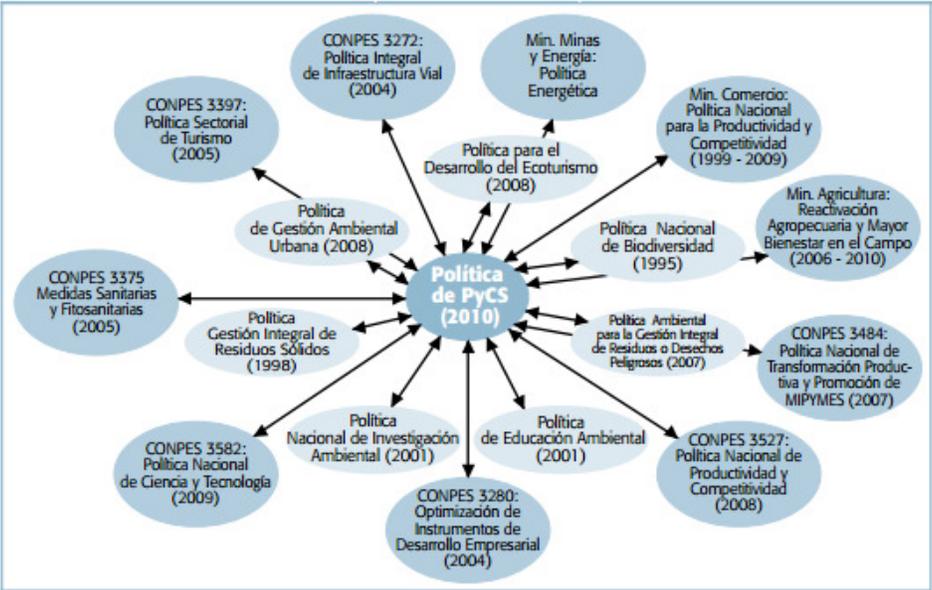
La política Nacional de Producción y consumo está enmarcada a ser una guía para contribuir a la reducción de la contaminación del medio ambiente, influyendo sobre actores que de una u otra manera hacen parte de este proceso (ver gráfica 2).

Es importante resaltar la interacción que tiene la política de producción y consumo sostenible con las demás políticas ambientales y sectoriales.

De la misma forma las guías ambientales que para este caso es la del sector Plásticos, en el cual el ministerio de Medio ambiente y la Asociación Colombiana de Industrias

Plásticas – Acoplásticos, elaboraron con el fin promover las buenas prácticas para el manejo de las materias plásticas desde el proceso de transformación, hasta la disposición final de los residuos.

Gráfica 2: Articulación entre la política de producción y consumo sostenible con las demás políticas ambientales y sectoriales.



Fuente: política nacional de producción y consumo, 2010

1.3.3. Sistemas de gestión ambiental

Los sistemas de gestión son una serie de prácticas y criterios agrupados orientados a estandarizar la forma de hacer las cosas obteniendo los mejores resultados. Puntualmente, los sistemas de gestión ambiental están establecidos dentro del marco del modelo ISO 14001 que al igual que todos los modelos de sistemas de gestión, está compuesto de cuatro etapas, planear, hacer, verificar y ejecutar.

Para PAVCO durante su trayectoria en el mercado siempre ha sido de vital importancia la certificación y aplicación de estos sistemas que le permitan asegurar sus procesos y procedimientos tanto productivos como de personal. Y es por esta razón, que actualmente cuenta con las certificaciones ISO 14001, 9001 y OSHAS 18000.

1.4. Proceso productivo de moldeo por inyección

Existen diferentes procesos mediante los cuales se transforma una materia prima (polímero) en un producto terminado como la extrusión que es el que corresponde a la fabricación de tuberías y el de moldeo por inyección que es base de este trabajo y por medio del cual se fabrican los accesorios.

El proceso tiene básicamente tres partes fundamentales. La primera es en la cual el polímero se lleva a su estado elasto-plástico mediante aumento de temperatura con el fin de obtener la forma deseada; en la segunda fase el polímero se hace fluir con presión en un molde o cavidad con la forma o figura establecida; y finalmente con enfriamiento del polímero ya formado se busca fijarlo.

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semi continuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi cristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.⁷

La máquina en la que se lleva a cabo el proceso se conoce como inyectora que consta de una serie de partes que son: unidad de inyección, unidad de moldeo, unidad de control y unidad de potencia.

Existen tres tipos de inyectoras, hidráulica, eléctrica (que por sus características es principalmente usada en la industria farmacéutica ya que genera menos ruido, no presenta inconvenientes de proceso como fugas, etc. y es beneficiosa en términos de ahorro de energía) e híbrida que como su nombre lo indica combina los dos sistemas en una sola máquina.

⁷ WIKIPEDIA, Moldeo por inyección [en línea]. Disponible en WEB: http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n Revisada el 31 de Mayo de 2014



Foto tomada de <http://www.haitianmexico.com.mx/Haitian%20Mars%20Series.pdf> . Revisada el 31 de Mayo de 2014.

CAPITULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

2. MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. - PAVCO

2.1. Antecedentes de la empresa

PAVCO nació en 1962 con la producción y comercialización de baldosas de vinilo, cinco años más tarde introdujo al mercado las tuberías y accesorios en PVC. En la actualidad, Pavco ofrece soluciones integrales en el manejo y control de fluidos para los sectores: construcción, infraestructura, comunicaciones y agrícola. En 1982 de nuevo fue pionera en tecnología con los geosintéticos para obras viales, de infraestructura, ambientales y civiles. La actividad comercial es apoyada por una amplia red de Mayoristas y Centros de Distribución en todo el país, con plantas de producción en Bogotá, Barranquilla y Zona Franca Guachené (Cauca).

Actualmente hace parte del conglomerado Mexichem, principal productor de tuberías en América Latina, con el respaldo de más de 50 años de trayectoria y 27 de cotizar en la Bolsa Mexicana de Valores. Es un grupo con más de 75 empresas en América, Europa y Asia.

El Grupo Mexichem decidió integrar algunas de sus operaciones en Colombia para reforzar su posición de liderazgo en el mercado internacional y fortalecer la imagen corporativa e identidad cultural para ser identificados como una empresa global, por esto PAVCO SA desde ese momento cambió su nombre por el de MEXICHEM COLOMBIA SAS.

La marca PAVCO, es la marca líder de Colombia en ofrecer soluciones integrales en el manejo y control de fluidos para los sectores de construcción, infraestructura, comunicaciones y agrícola, con el 52% de participación en el mercado local.

Realiza exportaciones de sistemas de tuberías, accesorios y nuevos productos plásticos a más de 20 países en el mundo y 32 clientes y cuenta con la certificación

BASC (Business Alliance for Secure Commerce), entidad de la cual también es miembro.

En Colombia, Mexichem tiene las tres plantas mencionadas anteriormente. La principal es la ubicada en Bogotá (objeto de estudio); en la cual están ubicadas a su vez cinco plantas para un proceso específico. Una de estas es la Planta de Tubería (extrusión) donde se fabrican todas las diferentes líneas de tuberías con las que cuenta la empresa en su portafolio. La segunda planta es la de Conexiones (inyección), en esta planta se lleva a cabo el proceso de fabricación de los accesorios inyectados que maneja PAVCO. La Planta de Procesos Especiales, es denominada de esta manera ya que en esta se realiza la producción de materiales especiales, por ejemplo fabricación manual (accesorios que inician su proceso en inyección pero finalizan mediante proceso manual tales como las curvas para conducción eléctrica) y rotomoldeo (proceso de moldeo por rotación a altas temperaturas para fabricar productos como tanques de recolección de agua potable). La cuarta planta es la de Fabricación de Soldadura y Limpiador para PVC en la cual se producen y envasan estos productos como complemento para la instalación de redes en PVC. La última planta pertenece a una división de negocio adicional de MEXICHEM COLOMBIA llamada GEOSISTEMAS. Los productos de esta división son de una línea diferente a la manejada en las otras 4 plantas. Es un proceso de tejido de PVC y algunos de los productos son Geotextiles para refuerzo de vías, Geomallas para pavimentación y repavimentación, entre otros. Adicionalmente, hay una Planta de Mezclas, recientemente construida, donde se elaboran las mezclas de compuestos de manera automática para la producción de los diferentes materiales.

En el ámbito social, a través de la Fundación PAVCO, la compañía también ha contribuido a mejorar el nivel de vida de las comunidades donde opera y su gestión en responsabilidad social empresarial, le permitió en el 2009 adherirse a Pacto Global y alinear sus estrategias y operaciones con diez principios universalmente aceptados en cuatro áreas temáticas: derechos humanos, estándares laborales, medio ambiente y anti-corrupción.

Hoy en día, PAVCO cuenta con la certificación en los sistemas de gestión ambiental ISO 14001, de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001. Las líneas de Tubosistemas y Geosintéticos operan bajo el sistema de gestión de calidad NTC-ISO 9001 versión 2000 y en el 2006, Tubosistemas recibió la certificación RETIE “Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas” que cubre tres procesos básicos de manufactura: extrusión, inyección y curvas.

2.2. Planta Bogotá.

Procesos y productos

La planta de producción principal de Mexichem está ubicada en el barrio el Perdomo en Bogotá (zona industrial a la salida al Municipio de Soacha). La planta cuenta con un área de 174.000 M2 lineales y una capacidad de producción de 7.000 toneladas mensuales.

En esta planta se llevan a cabo los procesos de extrusión e inyección. Mediante la extrusión se fabrican las tuberías de las diferentes líneas de productos que maneja la empresa dependiendo el uso (conducción de agua potable fría o caliente o conducción de aguas residuales) y por medio de Inyección se fabrican los accesorios/conexiones dependiendo la misma división que la tubería por línea de productos. Adicionalmente se llevan a cabo procesos de rotomoldeo, procesos especiales (fabricación manual) y producción de soldadura y limpiador entre otros.

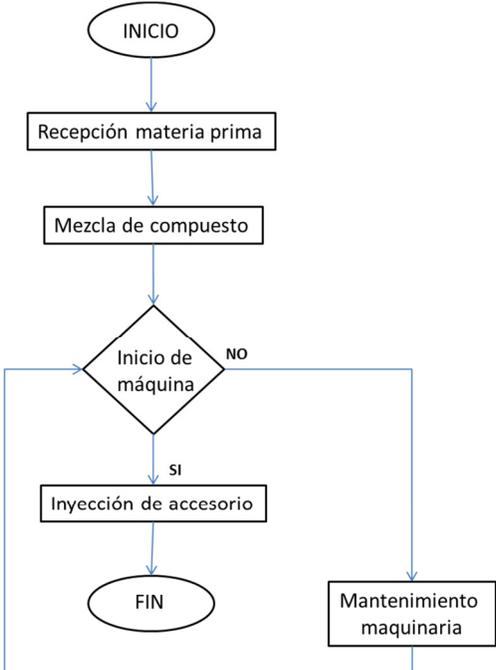
Los procesos mencionados se interrelacionan unos con otros pero en este informe se analizará únicamente el Proceso de Inyección de accesorios.

Gráfica 3: Procesos productivos MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. – PAVCO



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Gráfica 4: Proceso Inyección MEXICHEM COLOMBIA S.A.S. – PAVCO



Fuente: Elaboración propia, 2014.

2.3. Diagnóstico de Mexichem Colombia S.A.S. – PAVCO

En este capítulo se determinará el estado actual de la compañía en el manejo del proceso productivo de Inyección en relación con los principios de logística verde.

2.3.1. Impactos ambientales durante el proceso y medidas de manejo

Para empezar, es de tener en cuenta que de acuerdo con la Guía Ambiental del Sector Plásticos, la industria de transformación de plásticos no es considerada como contaminante en gran medida, debido a que el impacto depende en su mayor parte de la identificación y control adecuado de éstos, es decir, las empresas pertenecientes a este sector tienen la responsabilidad de identificar si los riesgos pueden provenir del proceso de transformación como tal o de las especificaciones de los materiales a procesar.

En la siguiente tabla se detallan los parámetros a evaluar teniendo en cuenta que son los procesos de mayor impacto en la compañía así como susceptibles de aplicación de principios de la logística verde:

- Manejo de materias primas
- Mezcla de compuesto y transformación
- Manejo de residuos de producción
- Mantenimiento de maquinaria y equipo
- Actividades varias de la operación

Tabla 1: Diagnóstico MEXICHEM COLOMBIA SAS – PAVCO:

Parámetro	Aspecto Ambiental (procedimiento)	Impacto ambiental	Medida implementada	Valoración impacto (bajo, medio, alto)
Manejo de materias	Alimentación de silos	Emisión de material	Uso de mangas para retención	Bajo

Parámetro	Aspecto Ambiental (procedimiento)	Impacto ambiental	Medida implementada	Valoración impacto (bajo, medio, alto)
primas		particulado Afectación salud personal planta	de finos y sistema de captación de polvos	
Mezcla de compuestos y transformación	Proceso de mezcla y alimentación de máquinas	Desperdicio de material y recurso eléctrico e hídrico.	Control de peso de material. Clasificación y recuperación de desperdicios.	Medio
Manejo de Residuos de producción	Clasificación de residuos.	Mala clasificación de los desechos.	Evaluación de desechos de acuerdo a su potencial de reincorporación al proceso	Alto
Mantenimiento de maquinaria y equipo	Control de nivel de aceite y prevención de fugas.	Daños que ocasionen contaminación de ambiente o del agua.	Revisiones periódicas programadas para las maquinas	Medio
Actividades varias de la operación.	Mezcla de compuestos, cargue y descargue de producto, movimientos de mercancía.	Contaminación auditiva y de olores (moderados)	Insonorización de algunos puntos de la fábrica. Adquisición de montacargas de última tecnología. Suministro de todos los elementos de protección	Medio

Parámetro	Aspecto Ambiental (procedimiento)	Impacto ambiental	Medida implementada	Valoración impacto (bajo, medio, alto)
			personal (EPP) Reubicación de máquinas en zonas más distantes a los límites fabrica – comunidad.	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Como se mencionó anteriormente, a pesar que el sector de transformación de plásticos, en el cual opera PAVCO, no es altamente riesgoso para el medio ambiente ni la sociedad; en la compañía se llevan a cabo la mayor parte de actividades que permitan un funcionamiento logísticamente efectivo en términos de optimización de recursos, costos y relación con los actores influyentes (gobierno y sociedad principalmente).

Parámetro 1: Manejo de materia prima

Actualmente el impacto de este proceso en la compañía es Bajo debido a que con las medidas tomadas como la inversión en equipos y sistemas especiales que le permitan la manipulación de la materia prima principal que es la Resina de PVC, los cuales se aplican desde la recepción y ubicación en silos hasta su dosificación al momento de realizar las mezclas de producción y de la misma manera para los diferentes aditivos que se usan para cada proceso. Con esto se han logrado reducir las afectaciones a la salud del personal en planta, así como la contaminación del ambiente al interior del complejo industrial. De igual forma, hay un menor desperdicio de materia prima lo cual representa un ahorro en costos, con la ha invertido.

Entre Enero y Agosto de 2014 se ha manejado un promedio de 600 toneladas mensuales de resina únicamente en la planta de Inyección y este año se proyecta

cerrar con 7.200 toneladas, cifra que aumentará en un 14% ya que en el 2013 se usó un total de 6.200 toneladas de resina.

La resina de PVC es adquirida localmente a un proveedor que tiene su planta de producción ubicada en Cartagena. La presentación del producto es polvo y llega empacado en Big – Bags de 860 Kilos cada uno los cuales son vaciados mediante un mecanismo de aspirado hacia los silos. Posterior al vaciado, estos Big Bags se devuelven al proveedor el cual los reutiliza para nuevos despachos.

El procedimiento para el retorno de los Big Bag es inmediato ya que el proveedor envía vehículos completos que en oportunidades son de su propiedad, así que estos mismos se llevan los empaques.

Parámetro 2: Mezcla de compuestos y transformación

Para este proceso, el impacto actual es Medio debido a que durante los diferentes procesos de mezcla y posterior producción, hay pérdida y/o desperdicio de recursos eléctricos y de agua que pueden ser controlados con la implementación de programas de reducción de consumo y racionalización y reutilización del agua del proceso.

En el caso de la energía, las plantas permanecen encendidas las veinticuatro horas del día durante los siete días de la semana (24/7) pero se han instalado algunos mecanismos de ahorro a las máquinas y demás aparatos electrónicos. Adicionalmente, hay una medida para el consumo de energía que está dada como Kilovatio/hora por tonelada producida la cual actualmente está en un nivel de 1.300 kWh/hora. Para los años 2013 y 2012 esta medida estaba en 1.600 kWh/hora. Con un valor promedio de \$ 200 / kWh, esta disminución representó además de un avance en términos de logística ambiental, un ahorro económico de alrededor de \$ 408'000.000.

Para el manejo del agua del proceso, en la planta de inyección hay dos circuitos. El primer circuito esta acondicionado para el enfriamiento de los moldes y circula entre dos tanques uno que calienta el agua y otro que posteriormente la enfría, este circuito es cerrado por lo que no hay perdida de agua, el 100% del agua es reutilizado en el proceso. El segundo circuito es para el enfriamiento de las máquinas inyectoras, ya que

estas al realizar trabajo hidráulico con aceite tienen un calentamiento normal, posterior al proceso de enfriamiento el agua va a una torre de enfriamiento donde por proceso natural se evapora aproximadamente 0,5 M3 de agua por toneladas producida.

En cuanto a la mezcla de compuestos, es un proceso que actualmente se realiza manual (personal encargado). Sin embargo, se manejan básculas especiales y procedimientos que aseguran que las mezclas son exactas y administradas de la manera más eficiente posible para evitar cualquier desperdicio de material, alteración de la fórmula del producto y/o contaminación del medio ambiente.

Parámetro 3: Manejo de residuos de producción

Este proceso tiene un impacto alto ya que al iniciar la producción de una maquina aproximadamente se desperdician 20 Kilos de material debido al proceso de estabilización que tiene la máquina mientras se logra cumplir con las especificaciones técnicas del producto.

Una de las actividades de mayor impacto en la operación es el manejo de los residuos sólidos. A pesar que las plantas tienen un funcionamiento 24/7, por motivos de fuerza mayor como políticas de sindicato, por ejemplo, las maquinas se deben parar y al realizar el arranque, siempre hay un porcentaje de desperdicio de material como consecuencia de ajuste de la máquina y estabilización del proceso. Este desperdicio se denomina *scrap de proceso* y se recolecta para posteriormente mediante un proceso de molienda el producto se pulveriza y se reintegra a la producción de productos puntuales. Este procedimiento garantiza que el porcentaje de residuo de material sea mínimo y si por el contrario se aprovecha generando ingresos, ya que a pesar que la perdida es poca por máquina (20 Kilos), actualmente en la planta de inyección se cuenta con 63 inyectoras así que estaríamos hablando de un promedio de 1.260 Kilos en total. Sin embargo, este valor varía dependiendo los programas de producción ya que una maquina con alta demanda puede permanecer un largo tiempo sin detener funcionamiento como algunas otras pueden parar e iniciar nuevamente con mayor frecuencia.

Otro tipo de *scrap* que se genera es el *scrap de producto terminado PT*, este corresponde a los productos que luego de ser fabricados y sometidos a las pruebas de calidad, no cumplen con los requerimientos técnicos y deben ser molidos. Este material se traslada posterior a su revisión al área de molienda y luego de ser molido, se empaca en Big Bags que son almacenados en este mismo espacio a la espera de la definición de reincorporación al proceso de fabricación de un producto en el cual sea viable utilizarlo.

También hay *scrap* de productos que por baja rotación de inventario pierden sus condiciones de presentación. En este caso, el material se almacena físicamente en las bodegas de Producto Terminado y en el sistema se ubica en un almacén específico que se denomina Almacén de Producto Deteriorado (ALPD) con el fin de identificar que este producto no está apto para despacho y no se debe contar con este.

Sobre lo anterior, cabe resaltar que los productos que fabrica o compra la compañía, tubería y accesorios de PVC, tienen una alta duración y no pierden sus condiciones técnicas con facilidad pero si se ve afectada su presentación por un almacenamiento prolongado y/o traslados permanentes.

Parámetro 4: Mantenimiento de maquinaria y equipo

Actualmente el impacto es medio debido a que si se realizan mantenimientos a la maquinaria pero en gran medida son de tipo correctivo, es decir, que únicamente se realizan en el momento en que la maquina por algún motivo deja de funcionar o empieza a fallar con respecto a su rendimiento o especificaciones de producto. Adicionalmente, hay varias máquinas antiguas que requieren de constantes ajustes para evitar problemas como desperdicio de aceite, mayor consumo de energía y mayor proporción de desperdicio, que a pesar de ser reutilizado, no es el objetivo del negocio ni de los parámetros de la aplicación de una logística inversa. En este momento hay una pérdida de producción de alrededor de 500 KG mensuales. Por lo que en este

punto es viable considerar programas de devolución al proveedor para adquisición de maquinaria más nueva y moderna.

El impedimento para no realizar mantenimientos preventivos, es que generalmente la demanda es muy alta y detener las maquinas es más costoso por el arranque. Sin embargo, se considera que es una práctica más sana y con beneficios en costos ya que al llevar la maquina al límite, esta se deberá parar del todo por un periodo indeterminado en el cual estará dejando de producir y por ende demorando el retorno de la inversión o generación de utilidad.

En términos de mantenimientos preventivos, ya que las inyectoras que hay en el proceso son de tipo hidráulico, en este momento se hacen controles periódicos de los niveles de aceite especialmente de las máquinas de mayor antigüedad, con el fin de evitar que estos se presenten y de presentarse, los operarios de las plantas cuentan con procedimientos establecidos para el manejo del derrame de tal manera que se evite contaminación de fuentes de agua u otros tipos de contaminación ambiental.

2.3.2. Fuerzas promotoras de la logística inversa en Mexichem.

Como fue mencionado, existen algunas fuerzas que impulsan a las empresas a incluir principios de logística verde en sus procesos claves para generar diferentes tipos de beneficios en los resultados de su operación. Básicamente los principales y que se pueden observar en Mexichem Colombia son la Fuerza económica y la Fuerza de responsabilidad y buen relacionamiento.

- **Fuerza económica.**

Podría considerarse como la principal fuerza que incentiva el uso de Logística inversa ya que su aplicación impacta directamente en la reducción de costos fijos y variables de la operación, disminución de afectaciones a la salud de los empleados (menos incapacidades, etc.) y como resultado un aumento en la utilidad final de la compañía.

- **Fuerza de responsabilidad y buen relacionamiento.**

Este aspecto hace referencia a la responsabilidad legal y social que tiene la compañía con las entidades reguladoras de Gobierno en general y propias del sector, así como con la sociedad y áreas de influencia.

La compañía por su carácter industrial tiene implícitas actividades que deben estar enmarcadas en las políticas establecidas para este tipo de empresas y así mismo, debe tener una conciencia social elevada para evitar daños a la comunidad e incluso beneficiarla en diferentes aspectos.

2.4. Procesos y subprocesos principales en donde se aplica la logística inversa/donde se puede aplicar

A continuación identificamos los procesos en los cuales esta empresa aplica la logística verde:

SUBPROCESO	ACTIVIDAD	APLICA LOGISTICA VERDE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Manejo de materias primas	Alimentación de silos por medio de mangas para retención de finos y sistema de captación de polvos	X		Se logra apreciar la aplicación de la logística verde en este proceso ya que con la implementación de las mangas se está disminuyendo el desperdicio de la Materia Prima, de la misma forma las mangas contribuyen a que se minimice la contaminación del aire.
Mezcla de compuestos y transformación	Proceso de mezcla y alimentación de máquinas con controles de consumos y transformación.	X		Las maquinas con controles de consumo ayuda con la optimización del uso del material de tal forma que solo se utiliza el material en las medidas requeridas sin desperdiciar el mismo.
Manejo de Residuos de la operación	Clasificación y evaluación de residuos.	X		Reutilización al proceso de los residuos sólidos correspondientes del arranque de la máquina. Optimización de los recursos.

SUBPROCESO	ACTIVIDAD	APLICA LOGISTICA VERDE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Mantenimiento de maquinaria y equipo	Mantenimiento preventivo de Maquinaria y equipo	X		Con el mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos, en el cual se controla el nivel de aceite y se previenen las fugas, contribuyen a que minimice el consumo de energía de las mismas
Reducción de Consumo Eléctrico y reutilización del agua		X		Pavco cuenta con Programas de reducción de consumo eléctrico y reutilización del agua con el fin de optimizar el uso de los recursos.
Clasificación y Evaluación de Residuos	Campañas de Reciclaje	X		Pavco Implementa en sus procesos productivos y administrativos campañas de clasificación de residuos, incentivando a todo el personal a promover estas campañas en toda la compañía.

En términos globales y como se puede ver en la tabla anterior, la empresa posee una implementación de logística verde en las actividades implicadas en el proceso de inyección

CAPITULO 3

ALTERNATIVAS, SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES

3. RELACIÓN PROCESOS / SUBPROCESOS Y RECOMENDACIONES

Complementario al capítulo anterior, es importante poder identificar qué procesos y subprocesos, que son conexos a los analizados, tienen o no un mayor o menor grado de implementación de logística verde, de forma general; los resultados se presentan a continuación:

	PROCESO	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO
PROCESO 1	EXTRUSIÓN	La extrusión es el proceso continuo mediante el cual se plastifica, transporta y dosifica la masa de polímero fundido a través de una boquilla o molde, donde toma la forma del producto final. ⁸	Tubería de conducción de agua potable fría o caliente o conducción de aguas residuales
PROCESO 2	ROTOMOLDEO	El moldeo rotacional o rotomoldeo es un proceso donde un molde hueco se llena con resina líquida o en polvo y es rotado en dos direcciones en una cámara caliente, hasta que la resina cubre la superficie del molde y se solidifica formando una pieza. ⁸	Tanques de recolección de agua potable
PROCESO 3	INYECCIÓN	Analizado	
PROCESO 4	PROCESOS ESPECIALES	Proceso Manual en el cual se unen las piezas resultantes del proceso de Inyección y se finaliza la producción de accesorios que vienen del proceso de extrusión	Accesorios con componente de fabricación manual
PROCESO 5	SOLDADURA	Proceso de mezcla líquida de diferentes materias primas y químicos	Soldadura y limpiador para PVC

Fuente: Elaboración propia, 2014.

⁸ Guías Ambientales Sector plástico, ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial, 2004

Dentro de los procesos de producción manejados por la compañía, procesos especiales es un proceso consecuente del proceso de Inyección y de extrusión, ya que después de realizar la fabricación de piezas mediante el proceso de inyección o extrusión, se procede a realizar un ensamble manual de las mismas o a formar figuras a partir de tubos mediante el uso de calor.

Después de realizar el análisis, actualmente los procesos de extrusión (1) e inyección (3) tienen los mismos programas y actividades de implementación de Logística verde y están siendo aplicados en alto grado. Sin embargo, se identificaron algunas debilidades que pueden ser mejoradas o modificadas para obtener mejores resultados.

En los procesos de Rotomoldeo (2) y Procesos Especiales (4), el grado de implementación actual es medio ya que hay varios aspectos en los cuales aún no se han implementado medidas pero que si se pueden aplicar principios de logística inversa teniendo en cuenta que también existe proceso de entrada, transformación y salida de materiales.

Para el caso del Proceso de fabricación de Soldadura (5), es un proceso con alto impacto ambiental y de salud ocupacional, así como de manejo de materiales, por lo que tiene una implementación alta de logística verde pero aun así es susceptible de mejoras o actualización en los procedimientos.

PROCESO	GRADO DE IMPLEMENTACION DE LOGISTICA VERDE	NUMERO DE ALTERNATIVAS PARA IMPLEMENTAR (*)
PROCESO 1	ALTO	ALTO
PROCESO 2	MEDIO	ALTO
PROCESO 3	ALTO	ALTO
PROCESO 4	MEDIO	ALTO
PROCESO 5	ALTO	ALTO

(*): En el apartado 4.1 a continuación se describen algunas de estas alternativas de forma general.

3.1. Recomendaciones generales para los procesos y subprocesos priorizados

- Mantenimiento preventivo a las máquinas para disminuir costos de detener la operación indeterminadamente, riesgo de daño definitivo del equipo o de gastos por piezas que se deban reponer.
- Renovación de la maquinaria. Máquinas de mayor tecnología y con mayor capacidad que aumenten el rendimiento productivo, disminuyan gastos de operación como consumo de agua y energía y desperdicio de material. Para este cambio se podrían considerar negociaciones con el proveedor de canje de máquinas, es decir, devolver al proveedor la maquinaria antigua para adquirir nuevas.
- Evaluación y sustitución de algunos materiales que sean menos contaminantes, con mayor porcentaje de aprovechamiento para la reutilización, manejo menos complicado para desechar; también se puede buscar que partes de envases y empaques que contienen materias primas e insumos puedan ser devueltos a los proveedores para reenvase.
- Establecer Políticas más estrictas para el manejo y recuperación de los desechos y recursos del proceso productivo, incluyendo indicadores y metas sobre dichos indicadores, que permitan hacer seguimiento y monitoreo de los alcances.
- Diseñar una estrategia para la devolución y/o sustitución de los empaques, cajas de cartón, de los accesorios de PVC, ya que estos en la mayoría de los casos simplemente se usan para transportar el producto al cliente y este los desecha para exhibir el producto en stands propios.
- Realizar campañas de concientización al personal sobre los manejos de los recursos y residuos.

CONCLUSIONES

- La aplicación de logística inversa en las empresas, implica diferentes cambios y a todo nivel, comenzando desde la actitud de conciencia del personal de la importancia de una logística eficiente y en los procesos, comenzando desde la investigación y desarrollo, en el diseño del producto y de soluciones para el cliente (redes, proyectos, etc.), todo en pro de maximizar la posibilidad de recuperación y reutilización en el proceso productivo y reducir los impactos ambientales y económicos
- PAVCO se ha esforzado en implementar en sus procesos la logística verde de tal forma que ha contribuido al mejoramiento de los procesos productivos de la misma forma a la optimización de los recursos tales como materias primas, energía, agua, minimizando de la misma forma los desperdicios. Sin embargo, la compañía debe determinar planes de acción más agresivos para mejorar su posición frente a la aplicación de logística inversa.
- Se evidenció un alto grado de interés en la compañía respecto a la implementación de actividades de logística inversa en los diferentes procesos productivos, siendo el proceso de inyección uno de los más importantes y con considerables acciones y programas relevantes en este aspecto.
- A pesar de los programas y diferentes procedimientos establecidos para un manejo integral de logística verde, la empresa tiene posibilidad de seguir buscando métodos y planteando alternativas para maximizar las ventajas de la logística verde en los diferentes subprocesos que se llevan a cabo.
- Se recomienda realizar planes de acción para desarrollar y mejorar aquellos aspectos que actualmente no tienen implementación de logística verde en sus procesos o actividades que fueron evaluadas como de medio y alto impacto en la operación.
- De la misma forma, definir tiempos para llevar a cabo estos planes de acción y revisarlos con diagnósticos periódicos que permitan evidenciar avances, mejoras y posibles nuevos aspectos susceptibles de implementación de logística verde.

BIBLIOGRAFIA

- DÉCIMA SESIÓN. Ingeniería Logística. Disponible en WEB: <https://cursos.aiu.edu/Diplomados/Branding%20MARCAS/Distribucion%20y%20Logistica/Leccion%2010/WORD/Logistica%20LII%20215-32%20sesion10.pdf>.
- FRANCESCO GAROFANO, Ventajas de la logística ecológica. Disponible en Web: <http://blog.armesalogistica.com/index.php/2011/02/ventajas-de-la-logistica-ecologica/>.
- GARCIA OLIVARES, ARNULFO ARTURO. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. Disponible en Web: <http://es.scribd.com/doc/60730183/LOGISTICA-INVERSA>.
- GUIAS AMBIENTALES, Sector Plásticos. Bogotá, Colombia. Julio de 2014. ISBN 958 - 97393 - 4 - 2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política nacional de producción y consumo.
- WIKIPEDIA, Moldeo por inyección. [consultado en línea el 24 de Mayo, 2014]. Disponible en Web: http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n