

# Diseño del modelo de gestión de la cadena de suministro: En Una Empresa De Industria Marítima en Colombia

Héctor Figueroa Porto<sup>1</sup>  
Luis Guillermo Garcés Henao<sup>2</sup>

## Resumen

Debido a los grandes cambios y desafíos que enfrenta la industria astillera en la actualidad, se hace necesario establecer e implementar estrategias de planeación y gestión de la cadena de suministro que garanticen procesos más efectivos. El objetivo principal del presente artículo se enfoca en el proceso de abastecimiento de arena para sandblasting en la empresa Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), por lo cual, se diseñará el modelo de gestión para dicho proceso, como estrategia para mantener los niveles óptimos de inventario, de tal manera que se logre el aumento de la productividad, la competitividad de la empresa y la satisfacción de los clientes.

## Palabras Claves

Modelo de Gestión Logística, Suministro, Cadena Logística, Industria Marítima

## Abstract

Due to the major changes and challenges facing the shipbuilding industry today, it is necessary to establish and implement supply chain planning and management strategies that ensure more effective processes. The main objective of this article is focused on the sandblasting supply process in the company Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), therefore, the management model for this process will be designed as a strategy to maintain optimal inventory levels, so as to achieve increased productivity, competitiveness of the company and customer satisfaction.

## Keywords

Logistics Management Model, Supply, Logistics Chain, Maritime Industry

Fecha de recepción: 2 de Octubre de 2018, Fecha de evaluación: 9 de Noviembre de 2018, Fecha de aceptación: 7 Marzo de 2019

1. El presente artículo es producto del programa de maestría en gestión logística de la facultad de administración marítima de la Escuela Naval Almirante Padilla - ENAP

2. Magister en gestión logística. Ingeniera electrónica. Correo electrónico: rhtico8@hotmail.com

3. Magister en gestión logística. Especialista en gestión Logística. Especialista en Mercadeo. Economista. Correo electrónico: lggarcesh@enap.edu.co

## Introducción

La gestión de la cadena de suministro como parte fundamental en el desempeño y eficiencia de un sistema de abastecimiento, se ha convertido en un tema objeto de estudio para los investigadores y las empresas, ya que la efectiva gestión de la misma asegura el éxito de todas las actividades desarrolladas en la organización (Sarmiento, 2018), de igual modo entender cada una de sus etapas facilita la búsqueda de soluciones a los problemas en cualquiera de los niveles de las organizaciones; sus estudios e investigaciones busca aportar y proponer alternativas y estrategias, que contribuyan al mejoramiento, optimización y alto desempeño de toda la cadena de suministro. Existe una necesidad apremiante de planeación y control adecuado de los procesos y materiales, incluyendo el abastecimiento, almacenamiento, e inventario, para lograr que el proceso productivo se haga costo efectivo. (Dwivedi & Crisp, 2003). La logística es considerada en la actualidad como uno de los procesos que genera ventajas competitivas a las empresas disminuyendo costos, tiempo, en la medida en que ayuda en la mejora del servicio y calidad de productos (Balza-Franco, Cardona y Henríquez, 2017)

De una adecuada gestión de cadena de suministros desde el momento en que se solicita al proveedor hasta la entrega al cliente final, y según sea el manejo y el control de estas operaciones, se garantiza de alguna manera el éxito de la gestión de abastecimiento de materiales. Los gobiernos, las empresas, las comunidades enteras tienen dentro de sus planes estratégicos la gestión de logística como parte fundamental de su desarrollo. Los dinosaurios en su tiempo murieron porque no se adaptaron al cambio de la superficie de la tierra, las organizaciones si hoy también no lo hacen también mueren. (Del Río Cortina et al., 2009)

Para poder planear y ejecutar proyectos exitosos, la buena administración de los recursos es una labor esencial para cumplir con los tiempos de entrega, los estándares de calidad y el alcance pactado con las partes interesadas. Las buenas prácticas en la planeación y ejecución de proyectos y estándares como el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) (Guide, 2000) proporcionan guías para poder gestionar cada una

de las restricciones que afectan el desempeño de una organización o que bien administradas pueden ser un elemento diferenciador ante la competencia.

La cadena de suministro de las empresas del sector de Astilleros, dentro de su gestión integral, se encuentra dentro de un contexto de incertidumbre debido a las características de los servicios que éstas ofrecen, es por esto que se hace fundamental tener en cuenta el manejo, inventario y el flujo de materiales como procesos determinantes del éxito de la cadena de suministro.

Para ofrecer a los clientes servicios de alta calidad, en el tiempo requerido a mejores precios, y que a su vez le permitan a la empresa ser competitivos dentro del mercado global, se hace necesario implementar una adecuada gestión de materiales dentro de la cadena de suministro, lo cual contribuirá a mantener su posicionamiento, permitiendo la disminución de barreras comerciales, requiriendo de las organizaciones una unión de esfuerzos y nuevos planes basados en competencia, lo que los acercaría a incrementar su apertura en nuevos mercados.

Un problema particular de la gestión de materiales y de inventarios, por lo tanto, la administración y control de inventarios son puntos fundamentales y estratégicos dentro de la cadena de suministros. El nivel de inventario debe ser suficiente para satisfacer la demanda y evitar que los procesos entren en ocio, de esta misma manera se debe procurar que el nivel de existencias no sea excesivo para evitar dinero congelado en el sistema y gastos de operación por mantenimiento y almacenamiento.

Uno de los elementos fundamentales para la industria marítima es la arena Sandblasting, este sistema consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con sandblast es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. De acuerdo con el grado de limpieza requerido y especificado por el cliente para la aplicación del revestimiento, se identifica el tipo de sandblasting que se aplicará a la superficie, y a su

vez se considera los elementos críticos que deben ser tenidos en cuenta para la planeación y gestión del equipo y el personal. (COLUMBEC, 2017)

En ese orden de ideas es posible preguntar ¿Cuál es el modelo de gestión de la cadena de suministro que permitirá mejorar el proceso de abastecimiento de arena de sandblasting y mantener los niveles óptimos de inventario, de tal manera que se logre el aumento de la productividad, la competitividad de la empresa y la satisfacción de los clientes?

### Referentes teóricos

La administración y control de inventarios es clave fundamental dentro de la cadena de suministros. El nivel de inventario debe ser suficiente para satisfacer la demanda y evitar que los procesos entren en ocio, de esta misma manera se debe procurar que el nivel de existencias no sea excesivo para evitar dinero congelado en el sistema y gastos de operación por mantenimiento y almacenamiento.

Con la Teoría de Restricciones (TOC) se busca lograr la sincronización de proveedor y cliente final para optimizar las variables de inventario, por lo tanto, se debe tener en cuenta la determinación de la cantidad del pedido, el tiempo de aprovisionamiento, el punto de reorden y reaprovisionamiento de inventario.

### La teoría de la restricción

La teoría de las restricciones aparece por primera vez en el ambiente empresarial en la década de los 70's cuando el físico Israelí Eliyahu Goldratt comenzó a estudiar los problemas de la logística en los sistemas de producción, Goldratt no tenía antecedentes en la solución de problemas en el ambiente de los negocios, pero uso métodos para solución de problemas que aprendió en su estudio de la Física.

Goldratt creó un método completamente nuevo, aunque sus nociones del funcionamiento de los métodos existentes eran nulos, estaba intrigado de por qué estas metodologías no tenían un sistema de producción con un funcionamiento con sentido lógico. Su método fue muy exitoso y las

empresas empezaron a interesarse poco a poco. Goldratt en persona comenzó a diseminar su nueva metodología y a comienzo de los 80's lanzo su obra titulada "LA META", libro en forma de novela que cuenta la historia de un empresario llamado Alex Rogo en su afán de salvar la empresa en que labora de un cierre definitivo, haciendo uso de la teoría de restricciones. En esta novela aparece por primera vez lo que los expertos de TOC llaman la escuela de las Pocas Causales, donde pocas causas son las responsables de la mayoría de los problemas de una organización.

TOC es una metodología de mejora continua que enfoca sus esfuerzos en atacar las restricciones del sistema, estas restricciones limitan el flujo de proceso a la velocidad del elemento con menos capacidad. Las restricciones existen en cualquier entorno empresarial sin éstas las ganancias de las organizaciones serían ilimitadas; éstas pueden presentarse como máquinas, personas, políticas y la restricción más común, el mercado. Por esta razón una organización debe definir con claridad su objetivo, el cual es ganar dinero ahora y en el futuro.

La Teoría de Restricciones de Eliyahu Goldratt parte de que en todas las organizaciones existe al menos una "restricción crítica", si no, existiría una producción infinita de productos y, por ende, de utilidades para la organización.

La TOC busca encontrar las restricciones o cuellos de botella, atacarlos, llevarlos a su máxima capacidad, hasta eliminar la limitación, y continuar con el proceso de mejora continua, hasta hacer más efectivo el sistema.

Para poder llevar el proceso de mejora continua en el entorno de la organización, es necesario tener en cuenta los 5 pasos propuestos en la TOC para identificar el problema y buscar las alternativas de mejora, a continuación, se describirán los 5 pasos a ejecutar:

#### 1. Identificar la restricción del sistema:

Todo sistema tiene una restricción la cual debe ser encontrada para ser atacada.

#### 2. Explotar la restricción al máximo de su capacidad:

La restricción es el único recurso del sistema que no puede estar ocioso. El

tiempo perdido en la restricción es tiempo perdido en todo el sistema.

**3. Subordinar los demás recursos a la capacidad de la restricción:** El flujo del sistema debe ir acorde con la capacidad de la restricción, el tiempo ocioso en un recurso no descriptivo, es insignificante para el sistema.

**4. Aumentar la capacidad de la restricción:** Si ya se ha explotado la restricción al máximo de su capacidad esta debe ser elevada, si esto se logra, se elevará la capacidad de todo el sistema.

**5. Volver al primer paso:** Cuando se ha explotado la restricción al máximo, esta se traslada a otro punto. Entonces todos los esfuerzos deben dirigirse a identificar y gestionar eficazmente la nueva limitación.

### La Logística y la Teoría de Restricciones

La gestión por restricciones es una importante estrategia competitiva que busca el logro de los objetivos estratégicos de toda organización; orientada a la planeación, ejecución, evaluación y control de un sistema, basándose en que el valor para el cliente no sólo se agrega en una o dos actividades, sino en todas y cada una de las actividades implicadas a través de la cadena de suministros, como un todo integrado por partes interdependientes, y no como un sistema complejo cuyas partes actúan por si solas independientemente.

Para poder lograr una mejora en el sistema, primero se debe establecer una meta y para poder definir una meta esta debe ser medida y controlada, para esto TOC tiene como base tres medidores basados en la generación de dinero para hoy y el futuro, estos medidores son (Corbett Thomas, 2001):

- Truput (T): Velocidad con la que el sistema genera dinero, en otras palabras, todo el dinero que entra a la empresa menos el dinero que se le debe pagar a los proveedores.
- Inventario (I): Es todo el dinero que se invierte en elementos que el sistema pretende vender. Este se encuentra dado en inventario de productos como son: materia prima,

productos en proceso y terminados. También contiene todo el dinero que el sistema invierte en comprar elementos que pretende vender como: maquinaria, edificaciones, computadores entre otros.

- Gastos de Operación (GO): Todo el dinero que el sistema gasta en convertir el inventario en Truput. Entre estos se encuentran mano de obra, servicios públicos, arrendamientos, etc.

### Administración De Amortiguadores

La administración de amortiguadores está diseñada para asegurar la entrega a tiempo de órdenes de materia prima, focalizándose en hacer el mejor uso de los RRC (Recursos Restrictivos de Capacidad). La planeación de amortiguadores requiere un control eficaz debido a las desviaciones que pueden presentarse en el proceso, estas desviaciones son consecuencia de fluctuaciones estadísticas y acontecimientos aleatorios que pueden existir en la cadena de suministro.

El amortiguador hace las veces de un indicador, se divide en tres partes iguales, (Schragenheim et al., 2009) cada una con un color que representa un estado de consumo ya sea de tiempo o de existencias: el verde, el amarillo y el rojo. También existen dos zonas más en el amortiguador, cada una con un color correspondiente usadas como indicadoras de exceso.

El tamaño del amortiguador no se define durante la administración de amortiguadores, esto debe hacerse durante la planeación de materia prima. Durante la administración de amortiguadores el monitoreo de las ordenes debe ir acorde al color en que se encuentre, como se definió en la tabla de arriba, los colores principales son el verde, amarillo y rojo. El color verde se podría considerar como una zona de confort donde la orden no se encuentra en ningún tipo de peligro, el color amarillo es la zona de revisión y observación en donde se deben tomar medidas preventivas, y es solo cuando una orden entra en el color rojo, cuando la gerencia de amortiguadores debe colocar la orden dentro del almacén inmediatamente.

Por ejemplo: Existe una orden de materiales que tiene un amortiguador de 15 días, el amortiguador se dividirá en 3 partes iguales, cada zona de 5

días. Los primeros 5 días la orden se encontraría en zona verde, aquí consideramos que esta orden podrá ser completada sin ningún tipo de problemas, generalmente este caso no es frecuente pero cuando todas las cosas salen bien podría suceder que se completaría una orden dentro de la zona verde. Dentro de los días 10 y 6 la orden entra en la zona amarilla y es aquí donde la orden debe ser monitoreada con cautela. Los últimos 5 días, los días del 5 al 1 la orden se encuentra en la zona roja, zona de alerta, la orden aún puede ser completada, pero se deben tomar medidas para que el proceso dependiente de la materia prima no entre en estado ocioso, que es el objetivo de la gerencia de amortiguadores.

Durante la administración de amortiguadores, se debe tener en cuenta que la mayoría de las ordenes deben ser completadas en la zona amarilla, de lo contrario, si la mayoría estuviesen en zona verde o zona roja, se estarían incurriendo en faltantes o excesos respectivamente, por lo tanto, se hace necesario estimar un valor razonable del amortiguador, dentro de los parámetros de la metodología de reaprovisionamiento.

### Estado del Amortiguador

El amortiguador es una herramienta que en su función de indicador es muy sensible a los cambios que se presentan durante el proceso y cuenta con la propiedad de avisar oportunamente si se está agotando o hay exceso de materia prima, y esto lo logra sin poner en peligro el estado activo de la restricción.

El nivel de reaprovisionamiento del amortiguador también debe ser controlado, el amortiguador es dinámico, se comporta dependiendo de la fluctuación de la demanda.

Si del total de las penetraciones monitoreadas durante determinado tiempo en más del 10% el amortiguador estuvo en rojo, el nivel de reaprovisionamiento se aumenta una zona completa (Una tercera parte del tamaño del amortiguador. Ejemplo: Si el tamaño del amortiguador es de 900 bolsas de arena, se debe aumentar a 1200 bolsas de arena). Para esto también se debe hacer un análisis exhaustivo del proceso, con el fin de identificar si existe alguna perturbación que hace que el amortiguador se penetre de esta manera o

definitivamente se debe hacer un aumento en el tamaño del banco de trabajo.

El caso contrario sucede cuando el amortiguador no se penetró en rojo más del 5% del total de penetraciones monitoreadas dentro de determinado tiempo. En este caso se debe disminuir el amortiguador una zona completa.

### Amortiguador de Tiempo

El amortiguador de tiempo es usado para evitar que un pedido sea entregado tarde, se usa como una herramienta para programar los pedidos que han llegado a la planta.

El amortiguador de un pedido cuenta con un tamaño lo mismo que el de existencia y se usa de la misma manera, pero este en vez de usar unidades o materia prima, usa unidades de tiempo: horas, días, semanas, etc.

El amortiguador es el lead time actual de un pedido, con la implementación del diseño el proceso de mejora continua mostrará en futuro el lead time real de acuerdo con su capacidad, logrando la reducción en el tiempo de respuesta del proveedor. Esto indicará el tiempo necesario para la elaboración del pedido y poder planear la liberación de acuerdo con la fecha deseada y al amortiguador, programando el reaprovisionamiento para los pedidos que se necesitan.

### Metodología

Teniendo en cuenta el objetivo del proyecto enfocado a dar solución a la problemática y a las necesidades identificadas durante el proceso de abastecimiento de arena de sandblasting, y partiendo de un diagnóstico preciso de los requerimientos actuales de la empresa, la metodología de investigación más apropiada y que se utilizará para el desarrollo de dicho proyecto es la de tipo proyectiva, este tipo de investigación consiste en encontrar la solución a los problemas prácticos, se ocupa de cómo deberían ser las cosas para alcanzar los fines y funcionar adecuadamente.

Para el inicio de este artículo, se tuvo en cuenta la situación actual del proceso de aprovisionamiento de la arena para sandblasting en la em-

presa COTECMAR, a partir de esta exploración y análisis crítico, se identificaron los 5 elementos fundamentales de la cadena de suministro para dicho proceso, los elementos identificados fueron: Proceso de compras, extracción de arena, transporte de arena, almacenamiento de la arena y proceso de sandblasting. Para los cuales se propondrá la solución con un enfoque estratégico a través de las herramientas aplicativas de la teoría de las restricciones – TOC. Así mismo se han propuesto los objetivos de la investigación, estableciendo una relación directa con estos 5 elementos.

Luego de haber realizado el análisis detallado de la cadena de abastecimiento, se han establecido los objetivos que nos llevarán a la solución de las posibles falencias encontradas en los procesos de la cadena de abastecimiento alineados con los objetivos, la formulación estratégica y el planteamiento metodológico.

En cuanto el método de investigación, el presente artículo tendrá en cuenta la situación actual de la empresa, por lo tanto, es un conocimiento directo a través de la experiencia y los hechos históricos de la empresa, por lo tanto, se define como un método de investigación de tipo hipotético - deductivo.

Por su parte, la recolección de datos para llevar a cabo este proyecto será a través de fuentes primarias, cuya fuente destacada es la Entrevista, y a partir de ésta se pretende recopilar la información descriptiva y numérica, necesarias para continuar con la investigación, se entrevistará al personal directo de cada uno de los procesos importantes y vitales de la cadena de abastecimiento, lo cual nos garantizará una información confiable y certera.

Durante el desarrollo de esta investigación, parte de la información que se requiere será recolectada a partir de la observación directa que se les realizará cada uno de los procesos fundamentales que se llevan a cabo durante el aprovisionamiento de arena para sandblasting, como lo son: Revisión documenta, proceso de compras, extracción de arena, transporte de arena, almacenamiento de la arena y realización del sandblasting.

## Resultados

La logística como parte fundamental en las organizaciones hasta el día de hoy, presenta un gran desafío e inquietud, y cuestiona el siguiente interrogante: ¿Cómo tener la mayor disponibilidad posible o nivel óptimo de servicio, con el mínimo inventario?

A pesar de los avances en materia de herramientas y estrategias empresariales que permiten optimizar los procesos internos y externos de las empresas a lo largo de la cadena de abastecimiento, también es cierto que aún existen preocupaciones por el nivel de no disponibilidad o “agotados”, convirtiéndose en uno de los indicadores que siguen enfocando la atención de no sólo para el área logística, sino de la gerencia general, ya que para todos es evidente que cada uno de las partes implicadas son parte fundamental para toda la cadena de abastecimiento.

En general, las redes de distribución implican la utilización de muchos recursos, principalmente el transporte, el espacio y el dinero. Estas redes tienden a ser complejas, y constantemente son atacadas por acontecimientos aleatorios, lo que comúnmente conocemos como (La ley de Murphy). Por lo tanto, el enfoque de la Teoría de Restricciones propone minimizar el impacto de la variabilidad en el entorno logístico para proteger el desempeño global de la cadena de suministros. (Schrageheim et al., 2009).

La gerencia dinámica de amortiguadores (GDA o DBM por sus siglas en inglés de Dynamic Buffer Management) reconoce la existencia de la variabilidad y tiene en cuenta que los recursos de las empresas se deben aprovechar de la mejor manera posible, así que alinea toda la cadena de suministro para utilizar los recursos, sin desperdiciar su capacidad y con la mínima inversión. Esto se ve reflejado en la reducción de inventarios y el aumento de la disponibilidad de manera simultánea.

Aunque suena sencillo, la aplicación de GDA requiere un cambio en la forma de planear la demanda, de medir el sistema y de administrar la gestión de los diferentes actores de la cadena de abastecimiento, y esto requiere una evaluación y entendimiento sistémico de la empresa, antes

de hacer algún cambio en la forma de operar actualmente (“Logística y la Teoría de Restricciones – TOC”).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente plasmado, el enfoque del presente artículo plantea el análisis y el diseño de la red de distribución del proceso de aprovisionamiento de arena de sandblasting, y crear las propuestas a cada uno de sus elementos que hacen parte de ésta, basado en la Teoría de Restricciones y la gerencia de amortiguadores.

### **Colocación estratégica de los amortiguadores en la cadena de suministro**

El diseño del proyecto para mejorar el proceso de distribución de arena de sandblasting está basado en el uso de amortiguadores en puntos estratégicos de la cadena de suministro, cuyos amortiguadores servirán para manejar los puntos críticos que afectan los niveles de inventario de arena.

Es importante sincronizar mejor la llegada la arena, existen 2 opciones: la primera es colocar todo el buffer en COTECMAR, y la segunda sería colocar el Buffer solamente al proveedor; donde COTECMAR le establezca y exija una cantidad específica o nivel óptimo, de acuerdo al lead time del mismo, lo que permitirá tener todas las condiciones para que la operación de sandblasting no sufra por falta de abastecimiento de arena; buscando reducir la variabilidad del proceso y cumplir con la disponibilidad; todo esto debido a que el proveedor no está satisfaciendo adecuadamente todas las necesidades actuales de COTECMAR.

Actualmente, COTECMAR no cuenta con un plan de programación establecido o estandarizado que le permita conocer al proveedor con anticipación las cantidades requeridas de arena. Adicional a esto, el proveedor no cuenta con un sistema adecuado de programación de la producción e inventarios, que le permita responder a COTECMAR la entrega del pedido en tiempos y cantidades requeridas.

Por lo tanto, se propone que el proveedor tenga un inventario construido con las especificaciones y las condiciones requeridas por COTECMAR, independientemente de que el proyecto

varíe las cantidades solicitadas. Lo que conlleva a establecer un inventario en ambas partes: Cliente (COTECMAR) – Proveedor (Asoman), para que en el caso de cualquier fluctuación existan 2 buffer que amortigüen la variabilidad de la demanda. Por ejemplo, en el caso del proveedor, se propondría un Buffer más grande que permita atender los pedidos del cliente en tiempos óptimos; otra alternativa sería buscar un proveedor que sea confiable, que tenga las condiciones administrativas, logísticas, financieras y tecnológicas adecuadas para cumplir con los requerimientos de COTECMAR, teniendo en cuenta que el actual no las está satisfaciendo adecuadamente.

### **Definición del tamaño de los amortiguadores**

Los amortiguadores están determinados por la cantidad requerida de materiales e insumos de producción y capacidad de respuesta de los proveedores, de esta forma se pueden establecer amortiguadores de acuerdo a la necesidad real. Los amortiguadores permiten la sincronización de las compras sin presentar faltantes o excesos, obteniendo mayor aprovechamiento de los recursos.

Para realizar el programa de compras se definen los amortiguadores de unidades por material o insumo permitiendo identificar un indicador de la situación del inventario de materiales e insumos con relación a la capacidad de respuestas de los proveedores y la capacidad de procesamientos de la planta de ese material en el tiempo en que tarda reaprovisionarse.

Los amortiguadores son dinámicos y esto depende de la velocidad de respuesta del proveedor, los cuales teniendo un mejor tiempo de respuesta influirán en la disminución del tamaño del amortiguador, de lo contrario si demora en reabastecer la planta, se aumentaría el tamaño del amortiguador, y esto con el fin de no tener faltantes de material.

Otro aspecto importante se refiere cuando los proveedores tienen un tiempo de respuesta inmediata, de un día o relativamente pequeño se coloca un amortiguador que pueda abastecer una semana para evitar compras diarias.

Existen 4 factores para definir el tamaño de un amortiguador.

- Lead time del proveedor.
- Consumo.
- Variabilidad del lead time del proveedor.
- Variabilidad en el consumo.

A mayor lead time, mayor amortiguador, y a mayor consumo, mayor amortiguador.

Establecer el tamaño del amortiguador es un proceso que comienza con entender la cadena de suministro y los factores que afectan su rendimiento. Todo proceso dentro de una cadena de suministro es afectado por muchas variables tanto internas al proceso, como externas, por ejemplo: el clima, el tráfico, la disponibilidad de materia prima, la disponibilidad de transporte, etc. Cuales quiera que sean estas variables se pueden enmarcar dentro de las siguientes características de la cadena de suministro para el abastecimiento de arena de sandblasting:

- El punto de consumo de arena está alejado de los puntos de suministro.
- El tiempo de espera del proceso de sandblasting es mucho menor que el tiempo de reaprovisionamiento.

Estas características proporcionan las pautas para entender y establecer las variables que influyen en el establecimiento del nivel de reaprovisionamiento de nuestro amortiguador.

Es obvio que la cantidad de inventario a mantener debe ser proporcional al consumo, pero el consumo no es el único factor, el tiempo de reaprovisionamiento es tan importante como el nivel de consumo de arena, cuanto más largo es el tiempo de reaprovisionamiento, más inventario hay que mantener, por lo tanto, se deben mantener niveles de inventario acorde con el consumo dentro del tiempo de reaprovisionamiento.

Los elementos que componen el tiempo de reaprovisionamiento son:

- Lead time de la orden, tiempo que se tarda en colocar una orden de compra al proveedor.

- Lead time de producción, tiempo que tarda el proveedor en planear la orden + el tiempo que tarda la orden en cola a ser procesada + el tiempo de producción.
- Lead time de transporte, tiempo que toma transferir los productos desde el proveedor al punto de consumo.

Se deben mantener niveles de inventario acorde con el consumo dentro del tiempo de reaprovisionamiento, Pero tanto el consumo como el tiempo de reaprovisionamiento están sujetos a fluctuaciones. Dichas fluctuaciones impactan la variabilidad en el consumo, el tiempo de reaprovisionamiento y los niveles de inventario.

Para contrarrestar esta variabilidad el amortiguador se establece con el máximo consumo dentro del tiempo de reaprovisionamiento sumándole un factor de incertidumbre en el tiempo de reaprovisionamiento.

### **Lead time de reaprovisionamiento**

La velocidad de respuesta de ASOMAN después de haber sido colocada una orden de compra, varía entre 1 y 7 días dependiendo de las condiciones climáticas o la consecución del servicio de transporte. Para establecer el lead time de reaprovisionamiento se promediarán los días entre 1 y 7, obteniendo un lead time promedio de 4 días, teniendo en cuenta que no se usan tiempos exactos, sino tiempos gruesos.

### **Nivel de reaprovisionamiento o tamaño del amortiguador**

El nivel de reaprovisionamiento se obtiene de la multiplicación del consumo promedio diario por el lead time promedio más un factor de incertidumbre para contrarrestar la variabilidad en el transporte y las condiciones climáticas. Este nivel de incertidumbre no tiene un valor preciso, se determina dependiendo del tipo de servicio o el nivel de respuesta que se quiera prestar, se puede interpretar como la “paranoia de la administración del amortiguador”, lo que quiere decir que entre mayor es la paranoia, mayor es el factor de incertidumbre. Este factor se expresa como el porcentaje del nivel de reaprovisionamiento promedio por el lead time promedio.

## El punto de reorden

El punto de reorden tiene como finalidad evitar que se liberen órdenes de compra en lapsos de tiempo muy corto, es usado para no hacer pedidos cada vez que el amortiguador sea penetrado, esto quiere decir que, si el amortiguador se penetra 500 bultos, no se deberían pedir estos 500 bultos inmediatamente, sino establecer un punto de reorden óptimo teniendo en cuenta, la capacidad del transporte, costos de envío y fletes, y para este estudio el establecido es de 1.380 bultos, equivalente a la capacidad total de una mula cargada.

## Mecanismo de ajuste estacional

Existe un acontecimiento aleatorio que influye en el nivel de reaprovisionamiento del amortiguador, este acontecimiento se conoce como: Estacionalidad.

La estacionalidad implica un crecimiento, una gran variabilidad y un aumento significativo en relación a las otras épocas del año, en el caso de este estudio, una estacionalidad puede ser ocasionada por los cambios climáticos que se presentan por efectos propios de la naturaleza, como ejemplo se pueden mencionar, las lluvias que ocasionan un aumento en el caudal del río y afectan el proceso de extracción de arena, factor que afecta directamente a la operación del proveedor, así mismo la llegada de proyectos grandes se asume como otro factor de estacionalidad, el cual afecta directamente a COTECMAR, ya que la cantidad de arena requerida aumenta considerablemente y exceden el alcance de los niveles de los proyectos programados y pronosticados durante el año.

Por lo cual, esta situación exige al amortiguador un tratamiento especial que permita abastecer de manera óptima los requerimientos de arena del cliente; el nivel de incertidumbre aumentará al tratar de suplir la demanda de arena solicitada. De igual manera el proveedor deberá adaptar sus procesos para suplir el aumento de la misma.

Cuando se tenga programada la llegada de un proyecto que requiera mayores cantidades de arena que las cantidades normales, se activa un plan especial con el proveedor, informándole inmediatamente a éste, el requerimiento de extracción de arena, y aumentar los buffers colocados en COTECMAR y en el cliente, debido al incremento

de las cantidades de bultos de arena a necesitar, luego, cuando finalice el proyecto especial, volver a los niveles normales de amortiguación, siempre enfocados a que cuando existe estacionalidad, se debe evitar el desabastecimiento del material, mejorando el proceso de compras, para no incurrir en agotados y altos costos en la compra de los materiales por la variabilidad de los proyectos.

La propuesta de administrar el inventario de arena por medio de amortiguadores depende de establecer políticas que deben ser cumplidas por ambas partes.

ASOMAN es el único y actual proveedor de COTECMAR, por lo cual se hace necesario establecer políticas de reaprovisionamiento acorde a las necesidades del cliente para poder mejorar el proceso de reaprovisionamiento actual que se lleva a cabo en la empresa. Las políticas propuestas establecidas son las siguientes:

1. El proveedor siempre debe mantener el nivel de inventario establecido en el amortiguador, esto quiere decir que el proceso de recolección de arena debe aumentar su capacidad cada vez que sea necesario para llenar el amortiguador o llevarlo al nivel deseado.
2. La arena debe ser almacenada por bultos, después del proceso de recolección y secado, de esta manera tener un stock que permita dar respuestas a las órdenes de compra de COTECMAR.
3. El transporte debe ser suministrado por ASOMAN y acorde a las necesidades de COTECMAR, cada vez que una orden sea recibida el proveedor debe contar con mulas disponibles para poder despachar la arena una vez sea solicitada.
4. COTECMAR debe establecer nuevos proveedores para contrarrestar cualquier variabilidad o atrasos por parte del proveedor actual.

El cumplimiento de estas políticas supone disminuir el lead time de reaprovisionamiento de arena a COTECMAR y aumentar la velocidad de res-

puesta por parte de ASOMAN, la cual con una gerencia adecuada de amortiguadores permitirá tiempos de respuestas más óptimos y procesos más efectivos para mutuo beneficio

## Conclusiones

Después de analizar todas las variables que intervienen en la cadena de abastecimiento de arena de sandblasting para COTECMAR, y buscando una alianza estratégica entre las partes, se llega a la conclusión que el proveedor, en este caso ASOMAN, debe considerar y llevar a cabo grandes inversiones en infraestructura física y tecnológica, y mayor organización administrativa y logística, con el fin de reforzar el pie de fuerza actual que le permita poder alcanzar la capacidad requerida para reaprovisionar oportunamente la demanda de COTECMAR.

Por lo que se propone un acople cliente – proveedor, que permita explotar y desarrollar al máximo las capacidades del proveedor, elevarle la capacidad de producción y cambiarle el modelo de abastecimiento que actualmente viene implementando, por lo que se propuso en el modelo de gestión de la cadena de suministros de arena para el proceso de sandblasting la colocación de 2 amortiguadores, ubicados en COTECMAR y en ASOMAN como puntos estratégicos de colocación, que permitan una sincronización entre ambos, teniendo en cuenta que si se coloca solamente en COTECMAR tendríamos una bodega muy grande de almacenamiento que quizá en algunos momentos pueda tener capacidad ociosa de acuerdo a la dinámica de los proyectos.

Cuando existen agotados de arena frecuentemente en el sistema, de acuerdo con la herramienta TOC se puede definir que se ha entrado en las zonas de franjas roja o negra, y mantener constantemente el inventario en este nivel, evidencia que existe un grave problema de proveeduría, ya que no está dando alcance a lo que el cliente necesita, y si esto se prolonga o perpetua en el tiempo traduce a que la empresa se está enfrentando ante un proveedor deficiente, el cual no está logrando las capacidades necesarias para dar cumplimiento a la demanda.

Para que exista un agotado hay 2 opciones: La primera es que quien es responsable de solicitar el pedido, no lo esté solicitando en el tiempo adecuado, y la segunda, es que el proveedor no entregue en los tiempos pactados, independientemente de los imprevistos que se puedan presentar.

Parte de la responsabilidad de agotados se atribuye al proveedor ASOMAN, quien no ha implementado un sistema diferente al que hasta ahora ha venido utilizando para abastecer la demanda de sus clientes, por lo tanto, se propone al proveedor implementar un modelo diferente al actual, cuya finalidad sería tener la suficiente capacidad para suplir la demanda y atender las solicitudes de pedidos de COTECMAR y las demás empresas que tienen como cliente.

Se concluye, además, que la dinámica de las actividades desempeñadas por el proveedor es muy informal, teniendo en cuenta que aun llevan a cabo sus procesos productivos de manera artesanal, sin hacer uso de la tecnología para dichos procesos, como su proceso de extracción de arena, así mismo sucede con la protección personal de los trabajadores, la manera como está basado su sistema de reaprovisionamiento y la infraestructura física, tecnológica y logística que utiliza, por lo que si se consiguen varios proveedores en esta misma condición, solo se lograría repartir la deficiencia, y no sería lo ideal, más bien se propone conseguir un proveedor estratégico e incluso mejorar las condiciones del proveedor actual.

Como propuesta al proveedor se plantea una alternativa activa y dinámica, en donde apenas el buffer de ellos se penetre, continúen extrayendo arena inmediatamente, sin tener que esperar llegar al límite de la penetración para proceder a realizarlo. De esta manera les permita responder de manera más rápida y oportuna a todas las solicitudes de pedido realizadas por COTECMAR con el fin de disminuir el lead time actual, de tal manera que no se incurran en faltantes.

Una de las variables críticas de esta operación es el transporte, teniendo en cuenta que las fluctuaciones ocurridas influirán directamente en los niveles de inventario y en el tiempo de reacción de la empresa ante trabajos de emergencias. Después de haberse realizado la visita a la empresa

proveedora se pudo determinar directamente que el problema pasó a ser logístico, porque, aunque se tenga un transporte por oportunidad, el proveedor debe tener un sistema de transporte implementado, como compromiso y organización de la empresa para responder a los clientes; por lo cual se propone un cambio logístico en el manejo de la consecución del transporte, teniendo en cuenta que como proveedor este problema no se puede transferir al cliente y mucho menos afectar los tiempos de respuesta a éstos.

Se visualiza a un proveedor con falencias administrativas y logísticas que le hace falta adoptar mejores prácticas a sus operaciones; pero no por estas deficiencias debe restringir la disponibilidad de arena a un problema logístico y no tomar acciones de mejora, al contrario, debe optar por mecanismos más eficientes que le permitan atender al cliente de manera ágil, y responder a sus solicitudes una vez éste haya solicitado el pedido, por lo tanto de acuerdo con los valores mensuales y semanales de la demanda de arena de sandblasting, y teniendo en cuenta la capacidad de carga de una mula, se proponen que por lo menos ASOMAN disponga de 3 mulas semanales para enviarlas a Cartagena, y así mantener niveles de inventario óptimos con COTECMAR, evitando incurrir en faltantes.

Cuanto a COTECMAR, de acuerdo a la revisión de las políticas y acuerdos actuales con los proveedores, se determina la necesidad de crear alianzas estratégicas con el proveedor que permitan un empalme que conduzca a generar relaciones de reciprocidad que sean beneficiosas para

ambas partes, lo que conllevaría a mantener una disponibilidad del 100% de las solicitudes de arena; y dado el caso, en que no se logren desarrollar alianzas estratégicas, se propondría buscar y tener proveedores alternos, para poder suplir la demanda que necesite la empresa, por lo que se debe contar con una base de datos de proveedores muy amplia.

Se pudo determinar claramente que en los años analizados se incurrió constantemente en agotados, confirmando una vez más el supuesto de que existe un problema con el proveedor, por lo que se propuso colocar los amortiguadores estratégicamente en COTECMAR y en ASOMAN, y así mismo realizar los ajustes respectivos al tamaño de los amortiguadores en el momento en que existan estacionalidades o proyectos que demanden altas cantidades de arena. El tamaño de los amortiguadores se ajusta de tal manera que se pueda mantener la mayor disponibilidad posible o nivel óptimo de inventario, pero, si por alguna razón aún se persiste en agotados, el proveedor responde y no logra establecerlo en los niveles permitidos, entonces claramente se puede concluir que es un problema directamente del proveedor. Mientras que, en el caso contrario, sí se logra la respuesta esperada por parte del proveedor, entonces se podría concluir que el ajuste fue el adecuado. Entre tanto el proveedor mejore su capacidad de respuesta ante las necesidades de COTECMAR, se acercaría más al proveedor ideal que necesita la empresa para no incurrir en agotados y manejar los niveles de inventarios óptimos.

## Referencias bibliográficas

- Balza Franco, V., Cardona Arbeláez, D., & Henríquez Fuentes, G. (2017). Innovación en los procesos logísticos: Retos locales frente al desarrollo global. Universidad Libre.
- Columbec. (2017). Información general sobre el proceso de Sandblasting y la preparación de superficies. Retrieved March 31, 2018, from <http://www.columbec.com/informacion-general-sandblasting-y-preparacion-superficies>
- Corbett Thomas. (2001). Contabilidad del Truput. (EDICIONES). Bogotá - Colombia.
- COTECMAR. (2016). Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR). Retrieved March 30, 2018, from <http://www.COTECMAR.com/>

- Del Río Cortina, J., Velasco Alma Rocio, I., Mendoza Jimenez, W., Pérez Narváez, K., Castilla Puello, C., Orozco Barrera, A., & Herrera Ballesteros, W. (2009). Una Perspectiva De La Logística Desde La Academia. Cartagena de Indias.
- Eliyahu, G. (1995). No fue la suerte. (S. . de C. . Compañía Editorial Continental, Ed.) (Primera ed). México, D.F.
- Goldratt Eliyahu M. & Cox Jeff. (1996). LA META (Ediciones, Vol. 2). Monterrey México.
- Goldratt, E. M., & Goldratt, A. (2003). TOC Insights into Distribution and Supply Chain. Goldratt's Marketing Group.
- Guide, P. (2000). Management Body of Knowledge Guide ) Project Management Body of Knowledge A Guide to the Project Management Body of Knowledge.
- Sarmiento, L. M. D. (2018). Gestión estratégica de proveedores para fortalecer el proceso de compras en la línea de negocios de reparación y mantenimiento de embarcaciones en COTECMAR. Revista científica anfibios, 1(2), 44-52.
- Schragenheim, E., Dettmer, W., & Patterson, W. (2009). Supply Chain Management at Warp Speed. Quality Progress (Vol. 43). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420073362>