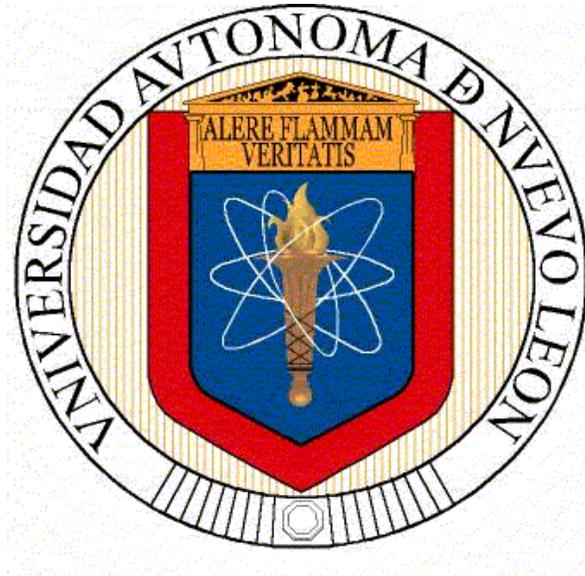


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**TESIS**

**CÁLCULO DE INVENTARIOS PARA LA RELOCALIZACIÓN DE  
PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

**POR**

**MARÍA CRISTINA PRECIADO PADILLA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO  
CON ORIENTACIÓN EN LOGÍSTICA GLOBAL**

**MARZO DE 2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**TESIS**

**CÁLCULO DE INVENTARIOS PARA LA RELOCALIZACIÓN DE  
PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

**POR**

**MARÍA CRISTINA PRECIADO PADILLA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO  
CON ORIENTACIÓN EN LOGÍSTICA GLOBAL**

**MARZO DE 2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**División de Estudios de Posgrado**

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la tesis “Cálculo de inventarios para la relocalización de proveedores en la cadena de suministro” realizada por la alumna María Cristina Preciado Padilla con número de matrícula 1149246 sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Logística Global.

**El Comité de Tesis**

---

**Dra. Edith Lucero Ozuna Espinosa**  
**Asesor**

---

**Dr. Miguel Mata Pérez**  
**Revisor**

---

**M.A. Rodolfo Garza**  
**Revisor**

---

**Dr. Simón Martínez Martínez**  
**Subdirector**  
**División de Estudios de Posgrado**

**San Nicolás de los Garza, N.L., marzo de 2015**

# DEDICATORIA

---

*A mi hija Ximena,*

*Mi motor para seguir adelante cada día.*

# AGRADECIMIENTOS

---

A Dios primeramente, por la oportunidad de seguirme desarrollando de manera profesional y personal con el curso de esta maestría.

A mi familia, amigos, compañeros de trabajo y todas las personas que directa o indirectamente me han apoyado y motivado para cursar y terminar mis estudios.

A Ximena, por todas las horas, días y fines de semana que me acompañó a hacer tareas o escribir mi tesis.

A mis compañeros de la Maestría en Logística y Cadena de Suministro por el aprendizaje compartido, experiencias y buenos momentos a lo largo de estos casi dos años y medio.

A mi asesora la Dra. Edith Lucero Ozuna Espinosa por su guía, retroalimentación y tiempo invertido en la revisión de la presente tesis.

A la facultad de FIME y a la UANL por el apoyo brindado durante todo este tiempo que me permitió cursar y terminar mis estudios de Posgrado.

Gracias

# RESUMEN

---

Maria Cristina Preciado Padilla

Candidato para el grado de Maestro en Logística y

Cadena de Suministro con orientación en Logística Global

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

**TÍTULO DE ESTUDIO:**

**CÁLCULO DE INVENTARIOS PARA LA RELOCALIZACIÓN DE  
PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 85**

**OBJETIVO Y MÉTODO DE ESTUDIO:** El objetivo del estudio se centra en la problemática de una compañía manufacturera para integrar las características de su cadena de suministro recién modificada en el cálculo de los niveles de inventarios de seguridad que se deben mantener con la finalidad de amortiguar la incertidumbre de dicha cadena, así como de definir

inventarios esperados certeros en la planta después de dichas modificaciones.

Se presentan las fórmulas matemáticas encontradas en la literatura para abordar dicha problemática y hacer los cálculos correspondientes. Estos son realizados en una hoja de cálculo tomando como base la información del plan para cada parte proporcionado por la compañía.

**CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES:** Los cálculos se realizaron para todos los materiales (materia prima) que habían sufrido de modificaciones en la cadena de suministro, y los niveles de inventario de seguridad recomendados por la metodología se fueron implementando poco a poco a cada uno de dichos materiales, trayendo consigo notables mejoras en los niveles de inventario promedio en la planta manufacturera, sin afectar los niveles de servicio previamente establecidos por la compañía.

El impacto de la aplicación de la metodología ha sido bastante bueno, ya que además de disminuir los niveles de inventario ha demostrado a los propios integrantes de la cadena, que mediante la sincronización de la misma se pueden lograr resultados favorables para todos.

# ÍNDICE GENERAL

---

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	11
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4 OBJETIVO .....	14
1.5 HIPÓTESIS.....	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 INVENTARIOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO .....	16
2.1.1 TIPOS DE INVENTARIOS .....	17
2.1.2 COSTOS ASOCIADOS A LOS INVENTARIOS .....	18
2.2 INVENTARIOS ABC .....	20
2.2.1 ANÁLISIS ABC/XYZ.....	22
2.3 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS .....	24
2.3.1 SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA.....	26
2.3.2 POLÍTICAS DE INVENTARIO .....	27
2.4 INVENTARIO DE SEGURIDAD Y NIVELES DE SERVICIO .....	29

CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES DE LA COMPAÑÍA .....	36
3.1 PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO.....	36
3.2 REESTRUCTURACIÓN DE LA CADENA .....	38
3.3 INVENTARIOS EN LA NUEVA CADENA .....	39
CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	45
4.1 IDENTIFICAR PROYECTOS DE RELOCALIZACIÓN.....	45
4.2 PLAN PARA CADA PARTE .....	46
4.3 NIVELES DE SERVICIO.....	48
4.4 INVENTARIO DE SEGURIDAD RECOMENDADO E INVENTARIO PROMEDIO ESPERADO .....	53
CAPÍTULO 5: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	55
5.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA .....	55
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	62
6.1 RESULTADOS POR PROYECTO.....	62
6.2 IMPLEMENTACIÓN.....	65

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES .....	68
7.1 INTRODUCCION .....	68
7.2 CONTRIBUCION .....	69
BIBLIOGRAFÍA .....	71
APÉNDICE A: RESULTADOS.....	74
FICHA AUTOBIOGRÁFICA.....	85

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 ESTRUCTURA DE LA TESIS

El presente trabajo de tesis se centra en el del cálculo de inventarios de seguridad después de relocalizar proveedores de materia prima dentro de la cadena de suministro de una compañía manufacturera del norte del país dedicada a la fabricación de mobiliario de oficina.

En el capítulo 1 se describirá a grandes rasgos el problema a estudiar, la justificación que se tiene para abordarlo, así como la hipótesis para resolverlo y el objetivo general de este trabajo.

En el capítulo 2, se expondrán los antecedentes teóricos que se nos servirán de base para atacar y resolver la problemática de inventarios de la compañía, recurriendo a diversas fuentes especializadas en la materia.

En el capítulo 3, se ahondará en los problemas a los que se enfrentaba la compañía durante y después de los cambios hechos en la cadena de suministro, describiendo los métodos utilizados anteriormente para la determinación de los niveles de inventarios y las desventajas de dicha situación.

Durante el capítulo 4 se explicará la metodología propuesta para atacar el problema de inventarios y los pasos que se proponen para resolverlo, con base a las fuentes presentadas en el capítulo 2.

En el capítulo 5 se aplicará la metodología descrita en el capítulo anterior para calcular los nuevos niveles de inventario después de la relocalización de los proveedores de materia prima en la cadena de suministro.

En el capítulo 6 se despliegan los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología en el caso de estudio, en función a las métricas establecidas para su medición.

Por último, en el capítulo 7 se exponen las conclusiones acerca del presente trabajo y el impacto que tuvo el proyecto en la administración de la cadena de suministro de la compañía en cuestión.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El caso de estudio se centra en una planta manufacturera, dedicada a la fabricación de mobiliario de oficina, recientemente relocalizada en Reynosa, Tamaulipas, México, inaugurada en el año 2008. La relocalización de la misma fue elegida gracias a la cercanía que tiene con la frontera con EE.UU., país donde se encuentra el principal mercado de sus productos, así como el gran beneficio económico que brinda la mano de obra calificada y de bajo costo en México.

Desde hace décadas, dicha planta estuvo localizada al norte de EE.UU. y en ella la compañía manufacturaba gran parte de sus productos. En el año 2008, se decidió transferir la producción de dicha planta de EE.UU. a una nueva planta ubicada en Reynosa, Tamaulipas. Dicho cambio trajo consigo grandes modificaciones que afectaron fuertemente la cadena de suministro de la compañía, ya que dicha planta mantenía a la mayoría de sus proveedores de materia prima localizados a sus alrededores.

Algunas de las más notables consecuencias de dichas modificaciones fue primeramente un efecto látigo que derivó en el incremento de los niveles de inventario a lo largo de la cadena de suministro: altos niveles de inventarios con proveedor, inventarios en tránsito, inventarios de seguridad, inventarios en almacenes, inventarios en planta; un incremento súbito de los costos logísticos generados al tener que trasladar las mercancías a un destino más lejano; así como la poca rastreabilidad de las materias primas durante su traslado.

La transferencia de las líneas de producción fue un trabajo de 4 años, concluyendo apenas a finales del año 2012, tiempo durante el cual, la mayoría de los esfuerzos estuvieron orientados en lograr las transferencias en tiempo para mantener la producción estable sin afectar a los clientes; sin embargo, desde tiempo antes de finalizar la transferencia de las líneas, se detectó la necesidad de implementar una estrategia que le permitiera a la compañía reducir la problemática de los inventarios y los altos costos logísticos generados a lo largo de la cadena de suministro.

Dentro de dicha estrategia, una de las acciones principales que se puso en marcha en el año 2012, fue la evaluación por parte del departamento de abastecimientos, para relocalizar proveedores de materia prima del área norte de E.E.U.U. a Reynosa, Tamaulipas o sus alrededores, con la finalidad de disminuir los inventarios en la cadena de suministro, como consecuencia de la disminución de los tiempos de entrega y la mejora en la frecuencia de las mismas, así como la reducción de los costos logísticos generados y mejora en la rastreabilidad de los materiales.

Bajo esta estrategia se comenzaron los proyectos de relocalización de proveedores, los cuales trajeron consigo visibles reducciones en los costos logísticos y mejoras en la rastreabilidad de los materiales; sin embargo, al no existir una buena coordinación entre el departamento de abastecimientos y el

departamento de materiales para determinar en conjunto los nuevos parámetros de inventarios, no se lograban ver reducciones reales y sostenidas en los niveles de inventario en la planta a pesar de las mejoras vistas en los otros aspectos logísticos.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La compañía cuenta con niveles de inventario de seguridad de materias primas muy por encima de lo esperado ya que estos han sido determinados de manera intuitiva por los planeadores, y específicamente con los proyectos de relocalización de proveedores de materia prima, no se han tomado en cuenta las modificaciones hechas a la cadena de suministro para determinar los niveles de inventario de seguridad correctos, ni los niveles de inventario totales esperados en la planta.

### **1.4 OBJETIVO**

Disminuir los niveles de inventario actuales en la cadena de suministro interna y determinar correctamente los inventarios esperados en la planta mediante el cálculo de los inventarios de seguridad para los proyectos de relocalización de proveedores de materia prima.

## **1.5 HIPÓTESIS**

Mediante el cálculo y modificación de los niveles de inventario de seguridad con los parámetros de la nueva cadena de suministro, se disminuirá el nivel de inventarios y se determinarán inventarios esperados más certeros para la compañía.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

---

En el presente capítulo abordaremos algunas consideraciones importantes de los inventarios como los son sus clasificaciones, sus costos, los efectos que causan, algunas metodologías para tener mejor control de los mismos y minimizar la incertidumbre asociada a la demanda y a los tiempos de entrega que impactan también en los niveles de inventarios en la cadena de suministro.

### **2.1 INVENTARIOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

Para la mayoría de las organizaciones en cualquier sector, el control del flujo de materiales dentro de la cadena de suministro, desde los proveedores de materia prima hasta los consumidores finales es un problema crucial. La inversión total en inventarios es enorme y el control del capital invertido en materias primas, material en proceso y productos terminados ofrece un importante potencial de mejora [1].

La necesidad de disponer de inventarios a lo largo de la cadena de suministro está dada por la dificultad de coordinar en el tiempo los requerimientos de los clientes y las necesidades de producción, con el tiempo de respuesta de los proveedores para abastecer los materiales en el plazo acordado.

En [10] se menciona que los inventarios añaden una flexibilidad a la operación, cumpliendo entre otras, con las siguientes funciones:

- Contrarrestar las fluctuaciones de la demanda.
- Contrarrestar las variaciones en el suministro efectuado por proveedores.
- Aprovechar descuentos por cantidad.
- Disminuir el costo de ordenar.
- Reducir costos de flete.
- Disminuir los costos de seguimiento a los pedidos.

### **2.1.1 TIPOS DE INVENTARIOS**

Los inventarios pueden agruparse bajo varias categorías de acuerdo a su función o su forma [9].

Según su forma:

- Inventario de materia prima (MP): Constituyen los insumos y materiales básicos que ingresan al proceso.
- Inventario de producto en proceso (PP): Son materiales en proceso de producción.
- Inventario de producto terminado (PT): Representan materiales que han pasado por los procesos productivos correspondientes y que serán destinados a su comercialización o entrega.

Según su función:

- Inventario de seguridad: es el que se mantiene para compensar los riesgos de paros no planeados de la producción o incrementos inesperados en la demanda de los clientes y los retrasos en el suministro de los proveedores.
- Inventario de desacoplamiento: es el que se requiere entre dos procesos de operaciones adyacentes cuyas tasas de producción no pueden sincronizarse; esto permite que cada proceso funciones como se planea.
- Inventario en tránsito: está constituido por materiales que avanzan en la cadena de valor.
- Inventario de ciclo: resulta cuando la cantidad de unidades compradas (o producidas) con el fin de reducir los costos por unidad de compra (o incrementar la eficiencia de la producción) es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa.
- Inventario estacional: se acumula cuando la empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante los períodos de demanda baja para satisfacer los de demanda alta.

## **2.1.2 COSTOS ASOCIADOS A LOS INVENTARIOS**

En general, mientras mayores sean los niveles de inventario, mayor será el costo de mantenerlos y esto a su vez elevará el costo total de producción. En [6] se menciona que entre algunos de los costos

relacionados con mantener inventarios a lo largo de la cadena de suministro se encuentran los siguientes:

- Costos del artículo: Se refieren al precio de compra de algún artículo que la compañía adquiera o produzca.
- Costos de colocación de pedido: son los ocasionados por un pedido de artículos. Abarcan las actividades de compra, preparación de especificaciones y documentos, órdenes de compra, seguimiento a los proveedores e inspección de pedidos cuando lleguen.
- Costos de mantenimiento: son los gastos en los que se incurre al mantener inventarios. Por ejemplo: electricidad, impuestos, pérdidas, obsolescencia, primas de seguros y costos de mano de obra.
- Costos de agotamiento o escasez: se causan cuando la compañía no puede satisfacer por completo el pedido de un cliente. La compañía pierde el margen de aportación de esa venta y puede perder ventas futuras.

El problema en cuanto a los costos de inventario es que el nivel de estos no debe ser tan alto que represente un costo extremo al tener paralizado un capital que podría invertirse de otra forma por la compañía, pero de igual manera, que no se encuentre muy por debajo de lo necesario, a tal punto que la lleve a incurrir en costos de escasez o retrasos en las entregas. El dilema radica en determinar los niveles de inventario apropiados que minimicen el costo total, y es aquí, donde la aplicación de métodos científicos para el control de inventario puede brindar una ventaja competitiva significativa.

## 2.2 INVENTARIOS ABC

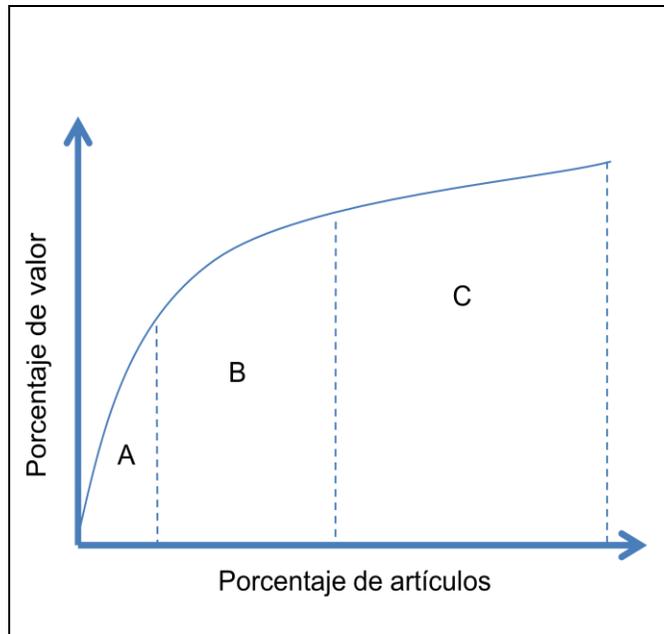
La optimización del inventario es crítica para poder mantener los costos bajo control dentro de la cadena de suministro, sin embargo, para poder aprovechar al máximo los esfuerzos de la compañía resulta útil concentrarse en los artículos de mayor valor [4].

El principio de Pareto, también conocido como la regla del 80-20, afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son los responsables de la mayor parte de dicho efecto [1].

El análisis de inventario ABC, que es comúnmente utilizado en muchas compañías, está basado en el principio de Pareto. En [4] se establece que dicho análisis agrupa los artículos por su valor, y menciona que al revisar el inventario, una empresa debería clasificar los artículos de la A a la C, basando su clasificación en las siguientes reglas

- Artículos A: son bienes cuyo valor de consumo es el más elevado. El principal 70-80 % del valor de consumo de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario totales.
- Artículos B: son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-25 % de valor de consumo generalmente representa el 30 % de los artículos de inventario totales.
- Artículos C: son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5% más bajo del valor de consumo generalmente representa el 50% de los artículos de inventario totales.

En la figura 1 se puede ver la relación entre el porcentaje de valor de consumo y el porcentaje de artículos para cada categoría del análisis ABC.



**Figura 1. Clasificación ABC**

A través de esta categorización se pueden identificar los puntos claves para tener un mejor control del inventario, haciendo las siguientes diferencias entre las tres categorías.

Artículos del grupo A:

- Requieren la mayor atención y revisión.
- Mayores esfuerzos y sacrificios en cuanto a control.

Artículos del grupo B:

- Generalmente son controlados de manera automatizada.

- Pueden emplearse las reglas de A (frecuentemente con muchas excepciones)

Artículos del grupo C:

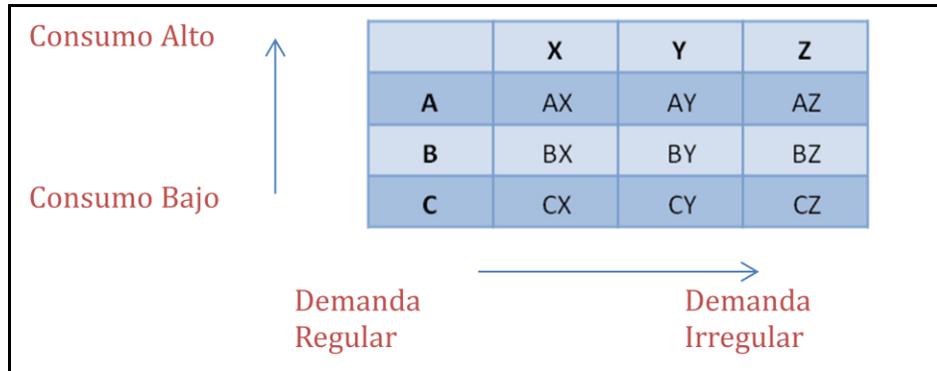
- El sistema del control debe ser tan simple como sea posible.
- Invertir poco tiempo de gestión y atención.

La composición de cada grupo debe ser analizada y perfeccionada teniendo en cuenta los factores que no se incluyen en el criterio base, por ejemplo: ventas eventuales y excepcionales, estacionalidad, productos nuevos o que se descontinúan, problemas de calidad, análisis de riesgos, entre otros.

### **2.2.1 ANÁLISIS ABC/XYZ**

Una variante del análisis ABC que se ha popularizado recientemente es el análisis ABC/XYZ. Este análisis consiste en una clasificación de los artículos según las características de la demanda y el consumo de los mismos. Los artículos con demanda elevada se consideran artículos A, los artículos de demanda media artículos B, mientras que los artículos C son de bajo consumo. A su vez, los artículos cuyos consumos son regulares entran en el grupo X, los de consumo poco regular son del grupo Y, y aquellos que se consumen de manera irregular, son considerados Z. Para esta última subclasificación, en la mayoría de los casos se utiliza como criterio único la desviación estándar de los datos [5].

En la figura 2 se pueden apreciar las relaciones entre el consumo y la demanda para las diferentes clasificaciones en el análisis ABC/XYZ.



**Figura 2. Clasificación ABC/XYZ**

Diversos estudios se han llevado a cabo poniendo en práctica el análisis ABC/XYZ con el fin de mejorar el control de inventarios y la calidad del servicio. En [5] se pueden consultar dos casos de estudio en los que la aplicación del mencionado análisis, junto con técnicas para el cálculo de inventarios de seguridad y políticas de inventario, ayudó a dos compañías a mejorar su control de inventario e indicadores de desempeño significativamente.

Uno de estos estudios aborda el caso de un distribuidor de bebidas y un distribuidor de electrodomésticos donde la metodología propuesta resultó de gran utilidad para los planificadores de materiales, ya que permitió una gestión semi automatizada de los artículos, además de reducir notoriamente el nivel de roturas o escasez de inventario.

## 2.3 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS

El propósito de un sistema de control de inventario es determinar cuándo y cuánto ordenar. Esta decisión debe estar basada en la demanda futura, en la situación del inventario y los diferentes factores de costo, mencionados anteriormente [1].

La demanda futura, puede ser determinística o probabilística. Por demanda determinística entendemos que la cantidad pedida en los diversos períodos es conocida con certidumbre. Además, la demanda en igual período de tiempo puede ser constante o variable, estas dos circunstancias son conocidas como demanda estática y demanda dinámica.

La demanda probabilística ocurre cuando la demanda de un cierto período de tiempo es incierta, pero puede ser expresada por una distribución de probabilidad. Igual que la anterior, la demanda puede ser estática o dinámica.

Cuando nos referimos a la situación del inventario, es natural pensar en el inventario físico en mano. Pero una decisión de ordenar no solo puede estar basada en el inventario en mano. Debemos de incluir también las órdenes colocadas que no han llegado y las ordenes retrasadas, que son las que han sido solicitadas pero aun no se entregan. En [1,6] se menciona que en el control de inventario, la situación del inventario es comúnmente caracterizada como la posición del inventario de la siguiente manera:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Posición del} \\ \text{inventario} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{inventario} \\ \text{en mano} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{órdenes} \\ \text{colocadas} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{órdenes} \\ \text{retrasadas} \end{array} \right) \quad (1)$$

Aun y cuando las decisiones de ordenar están basadas en la posición del inventario, los costos de mantener y de escasez de materiales dependen del nivel del inventario, que se expresa como se describe a continuación:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Nivel de} \\ \text{inventario} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{inventario} \\ \text{en mano} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{órdenes} \\ \text{retrasadas} \end{array} \right) \quad (2)$$

Además, un sistema de control de inventarios puede ser diseñado de manera que la posición del inventario sea monitoreada constantemente. Tan pronto como la posición del inventario es suficientemente baja, una orden es liberada. Esto se denomina revisión continua. La orden liberada será entregada después de un cierto tiempo de entrega, denominado  $L$  (del término *lead time* en inglés).

El tiempo de entrega es el tiempo desde la decisión de ordenar hasta que la cantidad ordenada se encuentra disponible en el almacén. No es sólo el tiempo de tránsito del proveedor externo o el tiempo de producción en caso de una orden interna. Este también incluye, por ejemplo, el tiempo de preparación de la orden, tiempo de tránsito de la orden, tiempo administrativo con el proveedor y tiempo para inspección después de recibir la orden.

Una alternativa a la revisión continua es considerar la posición del inventario solo en ciertos puntos dados de tiempo. En general, los intervalos entre esas revisiones son constantes y a este sistema de control se le llama sistema de revisión periódica, donde  $T$  es denominado período de revisión.

Ambos sistemas de control son ampliamente utilizados en las compañías según las características de los artículos, sin embargo, para efectos del presente trabajo nos enfocaremos en el sistema de revisión continua.

### 2.3.1 SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA

En un sistema de revisión continua, el tiempo entre órdenes varía pero la cantidad que se ordena es fija. En [1] se menciona que este modelo, es más apropiado para:

- Productos de alto valor
- Tamaño de orden fijo, normalmente determinado por el proveedor.
- Productos con baja demanda

La revisión continua tiene sus ventajas, especialmente cuando se quieren coordinar órdenes para diferentes productos. Además la revisión continua disminuirá la necesidad de inventario de seguridad [1].

El punto de reorden  $R$  (del inglés *reorder point*) necesita ser elegido de tal forma que exista suficiente inventario para cubrir la demanda desde que se libera una orden de tamaño  $Q$  y durante el periodo de tiempo de entrega denominado  $L$ .

En [1] se afirma que si asumimos que la demanda está normalmente distribuida, se puede considerar que la demanda esperada durante el tiempo de entrega se obtiene de la siguiente manera:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Demanda esperada durante} \\ \text{el tiempo de entrega} \end{array} \right) = (D L) \quad (3)$$

Donde:

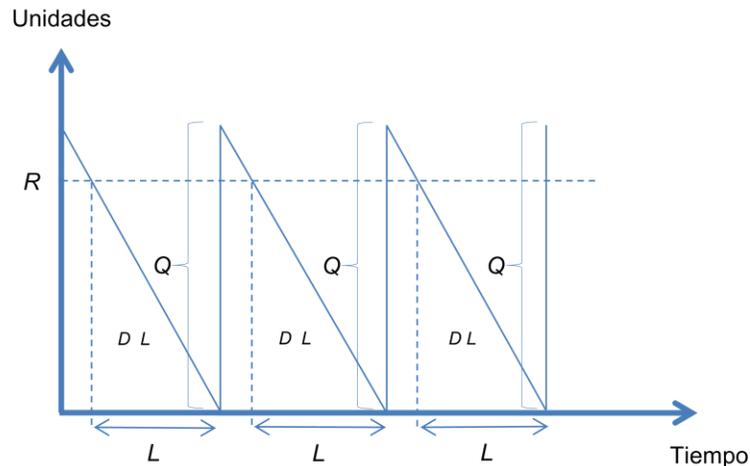
$D$  = Demanda promedio por período

$L$  = Tiempo de entrega

## 2.3.2 POLÍTICAS DE INVENTARIO

Las dos políticas para ordenar más utilizadas en conexión con el control de inventario son comúnmente conocidas como  $(R, Q)$  y  $(s, S)$  y ambas pueden ser utilizadas tanto en sistemas de revisión continua o sistemas de revisión periódica [1].

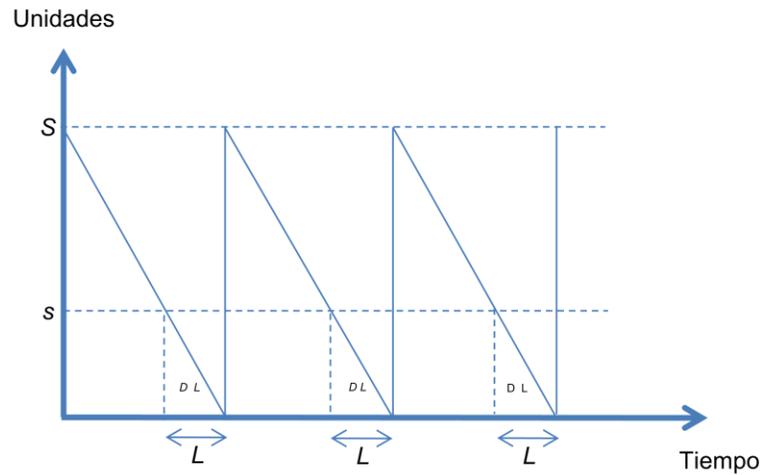
Cuando la posición del inventario declina al punto  $R$  o se encuentra por debajo de este, se ordena un lote con cantidad de tamaño  $Q$ . A esto se le conoce como política  $(R, Q)$  y se encuentra ilustrada en la figura 3. Si la posición del inventario es lo suficientemente baja, puede ser necesario pedir más de un lote para llegar por encima de  $R$ , y por lo general se ordena un múltiplo de  $Q$ . Esta política se denota  $(R, nQ)$ .



**Figura 3. Política  $(R, Q)$**

La política  $(s, S)$  es similar a una política  $(R, Q)$ . En esta política el punto de pedido se denota por  $s$ . Cuando la posición de inventario declina o al punto  $s$  o por debajo de este, se ordena la cantidad necesaria hasta llegar al nivel máximo  $S$ . La diferencia respecto a una política  $(R, Q)$  es que nunca

se ordenaran múltiplos de  $Q$ . La política  $(s, S)$  se encuentra ilustrada en la figura 4.



**Figura 4. Política  $(s, S)$**

Si siempre llegamos exactamente al punto de reorden, las dos políticas son equivalentes  $s = R$  y  $S = R + Q$ . Pero si no siempre se llega al punto exacto de reorden la equivalencia no se sostiene.

Independientemente de que política se elija, la determinación de los parámetros  $R$  y  $Q$  o  $s$  y  $S$  son asuntos que se deben de estudiar por separado y que no se abordarán en el presente trabajo ya que en la compañía bajo estudio estos parámetros ya se encuentran previamente establecidos.

## 2.4 INVENTARIO DE SEGURIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

La incertidumbre asociada a las cadenas de suministro, se presenta cuando no se puede estimar el resultado de un evento o la probabilidad de su ocurrencia. Dicho término se ha estudiado desde la descripción de la cadena misma, y cómo el conocimiento asociado al uso de tecnologías, sistemas de información y manejo de modelos matemáticos pueden ser fundamentales para su tratamiento [12].

El inventario de seguridad *SS* (del inglés *safety stock*), mencionado anteriormente, es el inventario que se mantiene en la organización con el propósito de amortiguar la incertidumbre en la demanda y en el abastecimiento de los materiales. Permite satisfacer las demandas que exceden el pronóstico en un período dado y es mantenido con el propósito de prevenir la escasez de materiales [3,13].

Stock y Lambert mencionan en [8]:

«Si un inventario de seguridad se mantiene en exceso es debido a la incertidumbre de la demanda o del tiempo de entrega. La razón es que una porción del inventario debe de ser asignada a cubrir pequeñas variaciones de la demanda y del tiempo de entrega».

En [3] se menciona que en la cadena de suministro, hay dos preguntas que se deben considerar a la hora de planear el inventario de seguridad:

- ¿Cuál es el nivel adecuado de inventario de seguridad?

- ¿Qué acciones se deben tomar para asegurar la disponibilidad del producto mientras se mantienen bajos niveles de inventarios de seguridad?

Con frecuencia, los encargados de determinar los niveles de inventario de seguridad no tienen el tiempo o la información necesaria para calcular con exactitud los niveles correctos que hay que mantener. Con cientos, o incluso miles de materiales por administrar no pueden pasar mucho tiempo teniendo en cuenta todos los factores que afectan los requerimientos de inventario de seguridad para cada material. Debido a estas circunstancias muchas empresas recurren comúnmente a métodos simples para determinar las existencias de seguridad [11].

Los métodos comunes para el establecimiento de los niveles de stock de seguridad incluyen determinarlos como  $n$  semanas de demanda, cierto % de la demanda durante el tiempo de entrega , cierto % de la cantidad de la orden , o simplemente duplicar el stock de seguridad en caso de haber algún faltante. Estos métodos simples suelen dar lugar a malas asignaciones de inventarios de seguridad que ofrecen escasa protección a costos excesivamente altos.

Según [3], para determinar niveles adecuados de inventarios de seguridad es necesario considerar los siguientes dos factores:

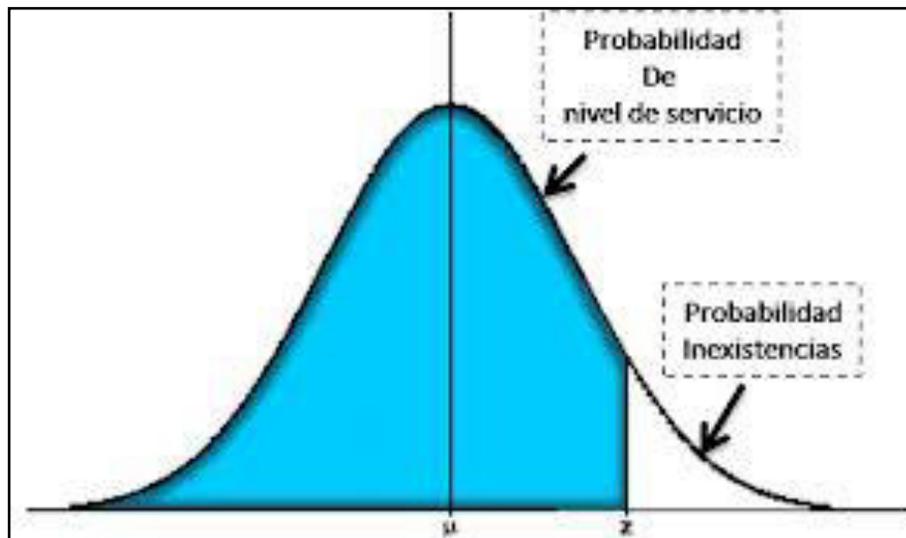
- El nivel deseado de disponibilidad del producto o nivel de servicio
- La incertidumbre en la demanda y el abastecimiento.

El nivel de servicio representa el porcentaje de ciclos de reabastecimiento donde no ocurrirá un desabasto de material.

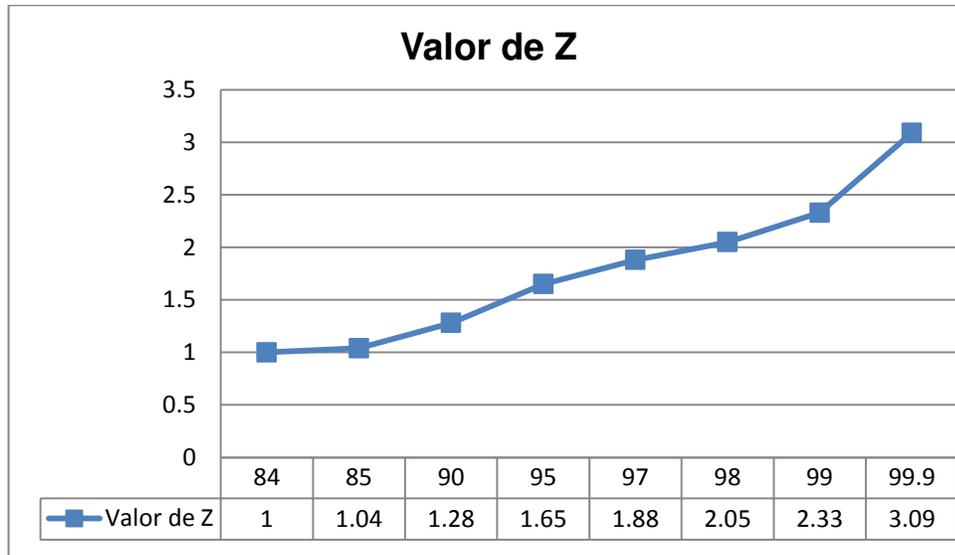
Según [1,13], cuando se determina un punto de reorden o un inventario de seguridad nos podemos basar en una restricción de servicio o en un costo de escasez o retraso. En la práctica es común especificar un nivel de servicio.

Si la demanda se encuentra distribuida normalmente, entonces los niveles de servicio se pueden tomar de la tabla de la distribución normal, relacionando el valor de  $Z$  con la probabilidad del nivel de servicio, de tal modo que si se tiene una  $Z= 1$ , el nivel de servicio será de 84.01 y la probabilidad de inexistencias de un 15.99.

En las figuras 5 y 6 se muestra la probabilidad de niveles de servicio de acuerdo a la distribución normal y cómo el valor de  $Z$  aumenta considerablemente cuando el nivel de servicio se acerca más a 100.



**Figura 5. Probabilidad de inexistencias según a la distribución normal**



**Figura 6. Valor de Z**

Por lo general la demanda tiene un componente sistemático y uno incierto. La meta de diversas metodologías para pronosticar la demanda es predecir el componente sistemático y estimar el componente incierto. La estimación del componente incierto es una medida de la incertidumbre y es usualmente estimada como la desviación estándar de la demanda [3].

$D$  = Demanda promedio por periodo

$\sigma D$  = Desviación estándar de la demanda por periodo

Lo mismo ocurre para la incertidumbre en los tiempos de entrega. Usualmente la incertidumbre es estimada como la desviación estándar del tiempo de entrega y se denota como:

$\sigma L$  = Desviación estándar del tiempo de entrega por periodo

Según [3], si se coloca una orden cuando el inventario llega a un nivel  $R$ , se tiene que el inventario de seguridad es igual al punto de reorden menos la demanda esperada durante el tiempo de entrega:

$$SS = R - DL \quad (4)$$

Si cada que se ordena se pide un tamaño  $Q$  de pedido, entonces se tiene que el inventario de ciclo es igual a:

$$\text{Inventario del ciclo} = Q/2 \quad (5)$$

Entonces el inventario promedio esperado es igual a la suma del inventario de ciclo más el inventario de seguridad:

$$\text{Inventario promedio esperado} = Q/2 + SS \quad (6)$$

Según diversos autores [3, 7], para poder determinar los inventarios de seguridad cuando existe variación en la demanda y variación en los tiempos de entrega y asumiendo que ambos son independientes y que se encuentran normalmente distribuidos, la ecuación para calcular el inventario de seguridad es la siguiente:

$$SS = Z\sqrt{L\sigma D^2 + D^2\sigma L^2} \quad (7)$$

Donde:

$Z$  = valor estándar de  $Z$

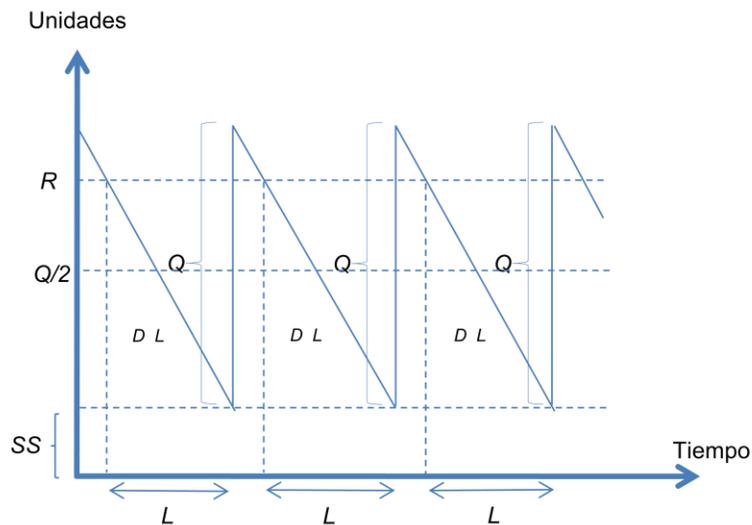
$L$  = Tiempo de entrega

$\sigma D$  = Desviación estándar de la demanda

$\sigma L$  = Desviación estándar del tiempo de entrega

$D$  = Demanda promedio por periodo

En la figura 7, se ilustra el inventario de seguridad  $SS$  y el inventario promedio esperado para un sistema de revisión continua con política  $(R, Q)$ .



**Figura 7. Inventario de seguridad e inventario promedio esperado**

Mientras más alto sea el nivel de servicio y mientras más incertidumbre exista en los tiempos de entrega y en la demanda, el inventario de seguridad también se incrementará.

Acerca del nivel de servicio, tiene que existir un balance entre la disponibilidad que la compañía esté dispuesta a ofrecer a sus clientes y el costo de llevar el inventario que le permita cumplir con dicho nivel. Según [3], la meta siempre será reducir el nivel de inventario de seguridad requerido sin afectar la disponibilidad del producto, por lo cual, los encargados de la

cadena de suministro deberán enfocar sus esfuerzos en las siguientes dos acciones claves:

- Reducir el tiempo de entrega de los proveedores. Si el tiempo de entrega se reduce el inventario de seguridad también se reduce. Sin embargo, la reducción de los tiempos de entrega en los proveedores requiere un esfuerzo enorme por parte de los proveedores, mientras las reducciones en los inventarios de seguridad ocurren con el fabricante.
- Reducir la incertidumbre de la demanda: Si la incertidumbre de la demanda es reducida, el inventario de seguridad requerido también se reduce. Estas reducciones se alcanzarán con una mejor inteligencia de mercado y el uso de métodos de pronósticos más sofisticados.

## **CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES DE LA COMPAÑÍA**

---

En el presente capítulo se aborda a detalle la problemática a la que enfrentó la compañía en la administración de inventarios en la cadena de suministro durante la transferencia de la planta productiva de E.E.U.U. a México.

### **3.1 PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

La planta bajo estudio, anteriormente ubicada en E.E.U.U., inició operaciones en los años setenta con una limitada gama de productos de mobiliario de oficina y con una cantidad igual de limitada de proveedores que le proveían la materia prima para la fabricación de sus productos.

Conforme fue creciendo en producción y evolucionando en su gama de productos, la compañía fue ayudando a crecer a algunos sus proveedores, dándoles más participación en el abastecimiento de sus materias primas, sacando ventaja de que estos se encontraban localizados cerca de sus instalaciones, además, incluyó a otros nuevos proveedores, que también se encontraban relativamente cerca de su cadena de suministro.

La concentración de proveedores para principios de los años ochenta, se ilustra de manera representativa en la figura 8, donde se puede apreciar que la mayoría de los proveedores se encontraba dentro del mismo estado en que estaba localizada la planta productiva.



**Figura. 8. Ubicación de proveedores de materia prima**

La compañía siempre manejó una política de muy pocas variaciones de materiales durante el ciclo de vida de los productos, por lo cual, para sus proveedores era relativamente cómodo trabajar con la compañía, ya que los materiales que desarrollaban, se mantenían prácticamente sin modificaciones por un largo periodo de tiempo y esto a la larga hizo que muchos proveedores que iniciaron con la compañía se mantuvieran en la cadena de suministro de la misma por décadas, hasta que se diseñó la nueva estrategia que les afectaría fuertemente.

## **3.2 REESTRUCTURACIÓN DE LA CADENA**

A principios del año 2006, la compañía anunció una estrategia para reestructurar y consolidar operaciones en Norteamérica, con la finalidad de mantener su posición en el mercado gracias a la reducción de sus costos operativos.

Dicha estrategia traería consigo, entre otras cosas, el cierre de algunas plantas productivas en E.E.U.U. y la apertura de una más que estaría ubicada estratégicamente cerca de la frontera entre México y E.E.U.U.

Para el caso de la apertura de la planta en la frontera, dicho cambio se trataba específicamente de transferir toda la producción de la planta del norte de E.E.U.U. a una nueva planta de producción que estaría ubicada en Reynosa Tamaulipas. Con tales cambios, la cadena de suministro de la compañía se vería seriamente afectada pues, la mayoría de los proveedores de la planta por reubicar, se encontraban localizados en la periferia de la misma.

Además de modificar la cadena en cuestiones de distancias, ya que ahora los proveedores tenían que enviar su material hasta México, también se incrementaron los puntos de almacenamiento por los que tenían que pasar los materiales. En la figura 9, se pueden observar los cambios que sufrió la cadena de suministro de la compañía al hacer la transferencia de la planta a México.

Las distancias necesarias para colocar las materias primas en el lugar de producción se incrementaron grandemente trayendo consigo incrementos en los costos logísticos, en los niveles de inventario en la cadena, así como

problemas de rastreabilidad que con el tiempo se fueron haciendo más grandes debido a la falta de coordinación entre las áreas involucradas.

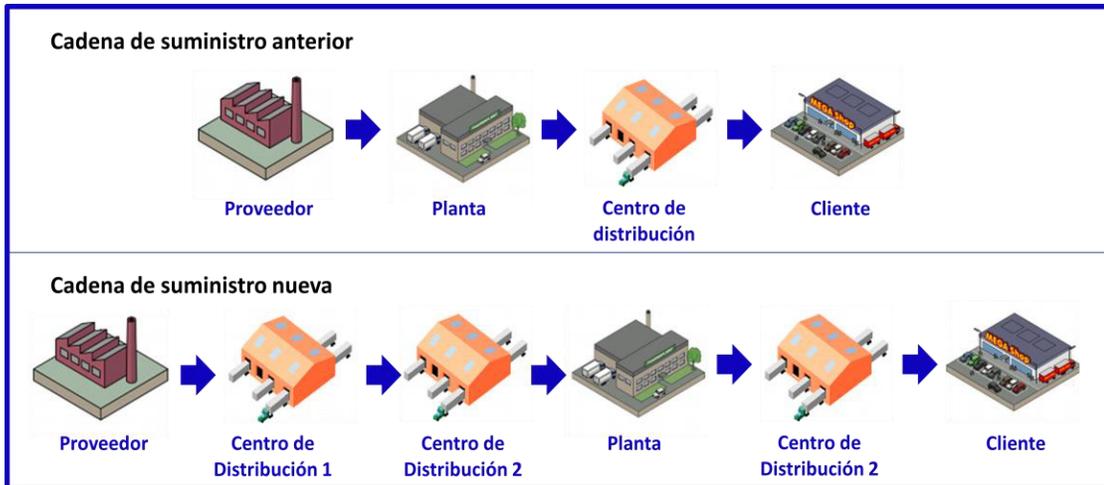


Figura 9. Cambios en la cadena de suministro

### 3.3 INVENTARIOS EN LA NUEVA CADENA

La nueva planta de producción abrió sus puertas en el año de 2008 con la transferencia de las líneas de producción de más bajo volumen. Una de las principales actividades que se llevaron a cabo para poder arrancar las líneas desde cero, fue la construcción de inventarios de seguridad para poder amortiguar la incertidumbre de la nueva cadena de suministro.

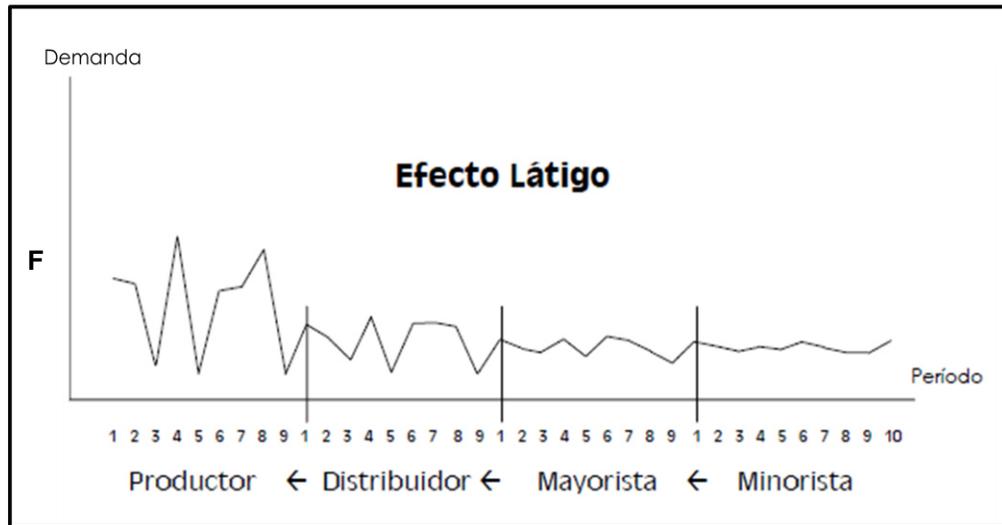
Durante el arranque de estas primeras líneas, y las que siguieron, dichos inventarios se siguieron construyendo con la finalidad de que la producción no se viera afectada por escasez de materiales. Sin embargo, durante todo el tiempo de la transferencia, dichos inventarios fueron determinados de manera intuitiva por cada una de las partes involucradas, y

a fin de protegerse y no caer en desabastos, originaron un efecto látigo en los niveles de inventarios a lo largo de la cadena.

El efecto látigo, se refiere a las oscilaciones en los inventarios a lo largo de la cadena de suministro. Mientras más oscilaciones en los inventarios, más demoras y retrasos, que a la larga generan un comportamiento que oscila entre excesos y faltas de inventario en la cadena de suministro [2,10].

Se sabe que cuando manipulamos un látigo, un pequeño movimiento de la muñeca genera un movimiento mucho mayor en la punta del látigo. Este mismo comportamiento lo encontramos en la cadena de suministro; cuando una pequeña fluctuación en la demanda genera oscilaciones de los inventarios entre los agentes que conforman la cadena de suministro y que es creciente en cada etapa de la cadena a medida que nos alejamos del mercado. En la figura 10 se muestra una representación gráfica del efecto látigo en la cadena de suministro para una cadena compuesta por un minorista, un mayorista, un distribuidor y un productor. Se puede observar que la oscilación iniciada en el minorista tiene un efecto más pronunciado mientras más se aleja de éste hasta llegar al productor.

En la compañía en cuestión, para contrarrestar dicha problemática de inventarios, a principios del año 2011, el departamento de abastecimientos inició una serie de proyectos para evaluar la relocalización de proveedores de materia prima del área norte de E.E.U.U. al área fronteriza y sus alrededores, a manera de disminuir los tiempos de entregas e incrementar la frecuencia de las mismas, con el objetivo de reducir los inventarios a lo largo de la cadena.



**Figura 10. El efecto látigo en una cadena de suministro**

Como resultado de tales evaluaciones se localizaron dos principales casos en los que se podrían relocalizar proveedores:

1. Proveedores actuales con planes de reubicación al área fronteriza.
2. Proveedores nuevos con capacidad para cumplir las expectativas de entregas y calidad.

Bajo esta clasificación se localizaron inicialmente los proveedores con planes de reubicación al área fronteriza. A continuación, en la tabla 1, se muestra una tabla de resumen con los proyectos iniciales de relocalización, lo cual se denominó fase 1.

<b>Proyecto</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Cantidad de materiales</b>
A. Plastic parts	mayo 2012	60
B. Metallic parts	agosto 2012	40
C. Packaging	octubre 2012	35

**Tabla 1. Fase 1 de proyectos de relocalización**

Después de avanzar en dichos proyectos, se continuó con la reubicación de materiales con proveedores nuevos. Dichas reubicaciones fueron planeadas y graduales y fueron implementadas durante el año 2013. En la tabla 2 presentada a continuación, se resume esta segunda fase del proyecto denominada fase 2.

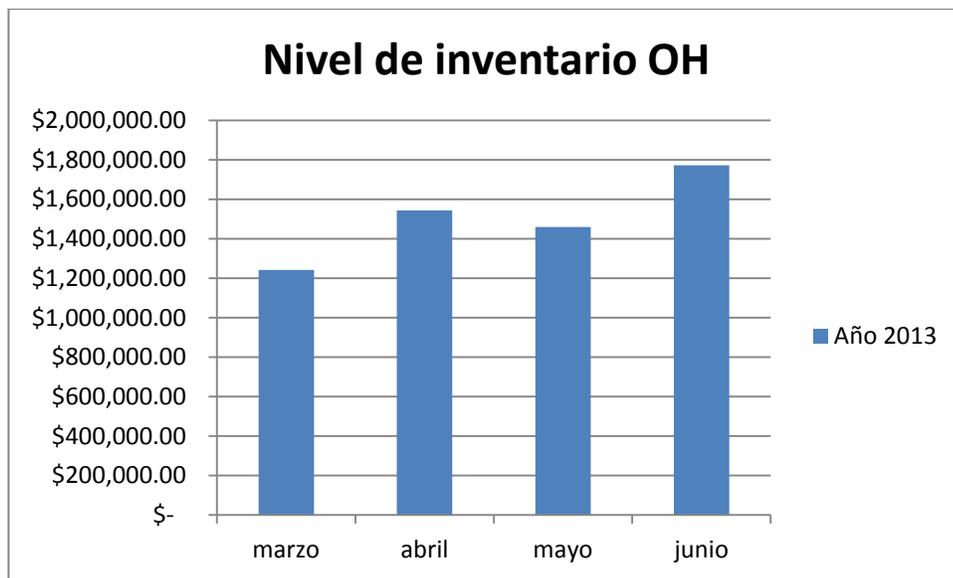
<b>Proyecto</b>	<b>Fecha de implementación</b>	<b>Cantidad de materiales</b>
D. Stampings	febrero 2013	74
E. Foams	mayo 2013	33
F. Die Casting	agosto 2013	8
G. Brackets	octubre 2013	8
H. Aluminum	noviembre 2013	10

**Tabla 2. Fase 2 de proyectos de relocalización**

Cabe destacar que dado que la mayoría de los proyectos de relocalización habían sido llevados a cabo solamente por el departamento de abastecimientos, quienes estaban a cargo de la estrategia de reducción de costos, nunca se involucró directamente al departamento de materiales, quienes son los encargados de ordenar a diario los materiales a los proveedores y de ajustar los parámetros de entregas. Esta falta de coordinación entre las partes de la cadena de suministro interna provocó que las reducciones de inventario debido a los proyectos de relocalización no

tuvieran los efectos esperados en cuanto a la reducción de niveles de inventario en la planta.

En la figura 11 mostrada a continuación se pueden observar los niveles de inventario que mantenía la planta después de concluidos más del 50% de los proyectos de relocalización de proveedores. Como se puede ver, los niveles de inventario en mano en lugar de disminuir, iban ascendiendo.



**Figura 11. Niveles de inventario en planta**

Analizando la falta de resultados significativos en las reducciones de inventarios, se detectó que los inventarios de seguridad no estaban siendo modificados aun después de hechos los cambios en la cadena de suministro, ya que se carecía de alguna metodología para determinar los niveles adecuados y dada la falta de información de los planificadores de materiales, estos simplemente no modificaban los parámetros de entregas. Los parámetros a modificar incluían tiempos de entrega de proveedor, tiempos de recibo, tiempos de seguridad, frecuencia de entregas y/o tamaños de lote.

Una vez detectadas dichas áreas de oportunidad, se decidió adoptar una metodología estándar y con base científica para hacer el cálculo de dichos inventarios para los materiales que habían sido relocalizados en la cadena de suministro. Dicha metodología se describirá en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

---

En el presente apartado se hará referencia a los diversos antecedentes presentados en el capítulo 2, para explicar la metodología con la que se abordará el problema de los inventarios en la cadena de suministro para la compañía manufacturera bajo análisis.

### **4.1 IDENTIFICAR PROYECTOS DE RELOCALIZACIÓN**

Como se ha mencionado anteriormente el objetivo del proyecto consiste en calcular los inventarios de seguridad y los inventarios esperados en la planta para los proyectos de relocalización de proveedores de materia prima; por lo cual, el primer paso para desarrollar la metodología consiste en identificar los materiales que se encuentran bajo dichos proyectos de relocalización.

A continuación se resume la tabla de los proyectos de relocalización que se considerará durante el presente trabajo con sus respectivas variaciones en los tiempos de entrega. No se considerará ninguna diferenciación para las dos diferentes fases de implementación de los proyectos de relocalización, ya que en ambas se tomará de base la

información histórica tanto de la variación de la demanda como del tiempo de entrega para realizar los cálculos correspondientes.

Proyecto	Fecha de implementación	Cantidad de materiales	Tiempo de entrega inicial	Tiempo de entrega final
A. Plastic parts	mayo 2012	60	14	5
B. Metallic parts	agosto 2012	40	8	3
C. Packaging	octubre 2012	35	12	3
D. Stampings	febrero 2013	74	12	3
E. Foam	mayo 2013	33	14	6
F. Die Casting	agosto 2013	8	24	10
G. Brackets	octubre 2013	8	16	4
H. Aluminum	noviembre 2013	10	22	8

**Tabla 3. Resumen de los proyectos de relocalización**

## 4.2 PLAN PARA CADA PARTE

Una vez identificados los materiales incluidos en los proyectos de relocalización se procedió a recolectar del sistema *ERP* (del inglés *Enterprise Resource Planning*), en este caso *SAP* (del inglés *Systems, Applications and Products*), que es el *ERP* utilizado por la compañía, el plan para cada parte.

El plan para cada parte o *PFEP*, por su terminología en inglés, *Plan For Every Part*, es un plan detallado para cada parte utilizada en un proceso de producción mostrando todo lo relevante para manejar el proceso sin errores o gasto [14].

El plan para cada parte de la compañía, incluye los siguientes parámetros relevantes para cada uno de los materiales:

1. Material

2. Proveedor
3. *SS* o inventario de seguridad
4. *PDT* o tiempo de entrega planeado de proveedor
5. *GRT* o tiempo de recibo
6. *ST* o tiempo de seguridad
7. *Q* o lote mínimo de compra
8. *P* o cantidad por pallet
9. Calendario de entregas
10. *UM* o unidad de medición
11. Costo unitario
12. *ABC* o clasificación *ABC*
13. *XYZ* o clasificación *XYZ*
14. *D* o uso promedio diario
15. *M* o uso máximo diario
16.  $\sigma D$  o desviación estándar del uso diario
17.  $\sigma TLT$  o desviación estándar del tiempo de entrega
18. Inventario *OH* (o disponible)

Los parámetros del 12 al 17 son calculados en base a los últimos tres meses de producción y los demás campos en tiempo real.

### 4.3 NIVELES DE SERVICIO

Después de obtener los parámetros actuales y los futuros de cada material, basados en los proyectos de relocalización, se procede a asignar los niveles de servicio.

En la compañía bajo análisis los niveles de servicio serán asignados de acuerdo a dos factores:

- Los indicadores ABC/XYZ
- El tiempo total de entrega

El indicador ABC clasifica la importancia del material de acuerdo al porcentaje de consumo en dólares en los últimos tres meses. Este es calculado automáticamente por el sistema *ERP, SAP*.

- A – Forman parte del 80% del consumo en dólares, típicamente 1- 5 % del total de materiales, también conocidos como *SKU* (del inglés *stock keeping unit*) en cada planta.
- B – Forman parte del siguiente 10% del consumo en dólares, típicamente 1- 5% del total de materiales o *SKU* en cada planta.
- C – Forman el último 10% del consumo en dólares, típicamente del 90 – 95% del total de materiales o *SKU* en cada planta.

El indicador XYZ clasifica como se mueve el material, en términos de que tan frecuentemente es usado en producción y que tan variable es su uso diario:

- X1 – Es usado más del 75% de los días de calendario de producción. Es de demanda estable (también conocido *smooth runner*): su desviación estándar de consumo es menos que el consumo promedio.
- X2 – Es usado más del 75% de los días de calendario de producción. Es de demanda no estable (también conocido como *spiky part*): Su desviación estándar de consumo es mayor que el consumo promedio.
- Y1 – Es usado entre el 75% y el 25% de los días de calendario de producción. Es de demanda estable: Su desviación estándar de consumo es menos que el consumo promedio.
- Y2 – Usado entre el 75% y el 25 % de los días de calendario de producción. Es de demanda no estable: Su desviación estándar de consumo es mayor que el consumo promedio.
- Z – Usado menos del 25% de los días de calendario de producción.

El tiempo de entrega *TLT* (del inglés *total lead time*) y que es equivalente a *L*, mencionado en el capítulo 2, es calculado tomando en cuenta, el tiempo de entrega planeado del proveedor, el calendario de entregas, es decir que tan frecuentemente el proveedor entrega sus órdenes; por ejemplo, si el proveedor entrega una sola vez por semana se agregan 5 días más al tiempo de entrega, si entrega dos veces por semana se agregan 2 días más; también se agregan los tiempos de inspección al recibir el material, además de los tiempos de seguridad extras, quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$TLT = PDT + CAL + GRT + ST \quad (8)$$

Donde:

TLT = Tiempo total de entrega

PDT = Tiempo de entrega planeado (de proveedor)

CAL = Calendario de entregas

GRT = Tiempo de inspección al recibir

ST = Tiempo de seguridad extra

El nivel de servicio, tal como se mencionó anteriormente, representa el porcentaje de ciclos de reabastecimiento donde no ocurrirá un desabasto de material. Dichos niveles de servicio, nos ayudan a determinar la cantidad de inventario de seguridad requerido para sobre llevar tanto la incertidumbre en la demanda, como la incertidumbre en los tiempos de entrega.

Cabe mencionar que dado que la compañía cuenta con una visibilidad de máximo 4 semanas de los requerimientos del cliente, los planificadores de materiales tienen esa misma visibilidad para los futuros requerimientos de materiales con los tiempos de entregas de proveedores que caen dentro de ese período de tiempo. Mientras más largo sea el tiempo de entrega habrá menos certidumbre en la demanda que verá el planificador. Sin embargo, para los materiales con un corto tiempo de entrega (digamos, 5 días o menos), los requerimientos futuros son muy claros. Por tal razón, los niveles de servicio para estos materiales con menores tiempos de entrega serán más bajos, sin que esto signifique que ocurrirán desabastos de material más frecuentemente. Sencillamente significa que no se necesita de más inventario de seguridad para prevenir la variación en la demanda diaria en estos materiales ya que la variación tiene muy poca incertidumbre.

El nivel de servicio en la compañía es obtenido utilizando una matriz para la clasificación ABC/XYZ como base, para después agregar un factor de tiempo de entrega basado en el tiempo total de entrega que después es representado como un valor estándar de Z según la tabla de la distribución normal. Las tablas 4 y 5 y 6 muestran las matrices utilizadas por la compañía para la determinación de los niveles de servicio que se ofrecerán para cada material.

		Nivel de servicio base				
		X1	X2	Y1	Y2	Z
A		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B		1	1.25	0.75	1	0.5
C		1.5	2	1	1.5	0.5

**Tabla 4. Niveles de servicio base**

Factor de tiempo de entrega			
0- 5	6-10	11-15	<=16
0	0.5	1	1.5

**Tabla 5. Factor de tiempo de entrega**

Dichas tablas fueron desarrolladas por los expertos en materiales de la compañía durante varias sesiones de análisis, con el fin de ser utilizadas en el cálculo de los inventarios de seguridad en las plantas y la asignación de estrategias de control para los materiales según su clasificación.

Así, el nivel de servicio es determinado como sigue:

$$\left( \begin{array}{c} \text{Nivel de servicio} \\ \text{total} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Nivel de servicio} \\ \text{base} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Factor de tiempo} \\ \text{de entrega} \end{array} \right) \quad (9)$$

Y su nivel de servicio equivalente es expresado en la siguiente tabla:

<b>Tabla de nivel de servicio equivalente</b>	
<b>Valor de Z</b>	<b>Nivel de Servicio %</b>
0	50.00%
0.25	59.87%
0.5	69.15%
0.75	77.34%
1	84.13%
1.25	89.44%
1.5	93.32%
1.75	95.99%
2	97.72%
2.25	98.78%
2.5	99.38%
2.75	99.70%
3	99.87%
3.25	99.94%
3.5	99.98%

**Tabla 6. Nivel de servicio equivalente**

#### 4.4 INVENTARIO DE SEGURIDAD RECOMENDADO E INVENTARIO PROMEDIO ESPERADO

Los inventarios de seguridad no se determinan con la intención de eliminar todos los desabastos de materiales, pero si la mayoría de ellos que están ligados a la incertidumbre de la demanda y los tiempos de entrega. En este caso, como la variación en la demanda y en los tiempos de entrega se hace presentes en el escenario de estudio y se considera que ambas variaciones son independientes y normalmente distribuidas, entonces la ecuación que se usará para hacer el cálculo del inventario de seguridad es la siguiente:

$$SS = Z\sqrt{TLT \sigma D^2 + D^2\sigma TLT^2} \quad (7)$$

Donde:

$Z$  = valor estándar de  $Z$

$TLT$  = Tiempo total de entrega

$\sigma D$  = Desviación estándar de la demanda

$\sigma TLT$  = Desviación estándar del tiempo de entrega

$D$  = Demanda promedio diaria

Dado que la compañía trabaja con una política de inventarios de revisión continua (R,Q), una vez hecho el cálculo del inventario de seguridad

se procede a hacer el cálculo del inventario promedio esperado para cada material haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Inventario promedio esperado} = Q/2 + SS \quad (6)$$

Donde:

$Q$  = Tamaño de lote

$SS$  = Inventario de seguridad

Con estos dos últimos cálculos se obtienen los nuevos niveles de inventario de seguridad e inventario promedio esperado que se deben establecer para los materiales que se están bajo algún proyecto de relocalización.

## **CAPÍTULO 5: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

---

Durante este capítulo se procederá con el cálculo de las fórmulas presentadas en el capítulo cuatro para determinar los nuevos niveles de inventario de seguridad e inventarios esperados al concluir los proyectos de relocalización.

### **5.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

La metodología completa fue aplicada a todos los materiales bajo proyectos de relocalización para fines del presente trabajo y tanto el detalle del PFEP como los resultados de los cálculos de todos ellos se pueden apreciar en el apéndice A.

Para explicar detenidamente la metodología, tomaremos como base uno de los proyectos de relocalización más importantes, el denominado Plastic parts, que es el que incluye todas las partes plásticas que anteriormente se manufacturaban en el estado de Michigan y que a partir de mayo del año 2013 son manufacturadas con un proveedor del área de McAllen, Texas.

Se eligió tomar los cinco materiales con mayor reducción de inventario dentro de este proyecto para ejemplificar el uso de la metodología. En la tabla 7, presentada a continuación se desglosa el detalle inicial de estos cinco materiales donde se puede ver el inventario de seguridad inicial con su valor correspondiente en USD, así como su inventario en mano inicial con su respectivo valor también en USD.

<b>Material</b>	<b>SS inicial</b>	<b>Valor del SS inicial</b>	<b>Inventario OH inicial</b>	<b>Valor del inventario OH inicial</b>
8972462301-6205	1472	\$ 20,769	1753	\$ 24,735
897546236	3000	\$ 9,450	5677	\$ 17,883
897743402-4140	345	\$ 9,646	650	\$ 18,174
897746201-6205	773	\$ 8,890	2764	\$ 31,786
897743401-6205	865	\$ 8,884	1530	\$ 15,713
<b>Total</b>		<b>\$ 57,639.2</b>		<b>\$ 108,290</b>

**Tabla 7. Detalle inicial del proyecto Plastic parts**

El primer paso consiste en obtener de SAP el plan para cada parte de los materiales bajo análisis, para utilizar tales datos en los próximos cálculos. En las tablas 8 y 9 se presentan los datos obtenidos.

Una vez obtenida dicha información, la misma es exportada a una hoja de cálculo para continuar con la metodología donde se calcularán el inventario de seguridad y el inventario promedio esperado para cada uno de los materiales, basados en los nuevos niveles de servicio resultado de los cambios hechos a los parámetros de entregas.

Para calcular los nuevos niveles de servicio partimos de las tablas de nivel de servicio base y factor de entregas utilizadas por la compañía y presentadas previamente en las tablas 4 y 5. En las tablas 10 y 11 presentadas a continuación se muestran los niveles de servicio iniciales y

finales para los cinco materiales bajo análisis utilizando las tablas mencionadas anteriormente.

Material	SS	PDT	GRT	ST	Q	CAL	UM
8972462301-6205	1472	14	0	0	24	0	PZ
897546236	3000	14	0	0	13	0	PZ
897743402-4140	345	14	0	0	30	0	PZ
897746201-6205	773	14	0	0	28	0	PZ
897743401-6205	865	14	0	0	15	0	PZ

Tabla 8. Campos relevantes del plan para cada parte (primera parte)

Material	Costo unitario	ABC	XYZ	D	$\sigma D$	$\sigma TLT$	Inventario OH inicial
8972462301-6205	14.11	A	Y2	92	205	0.1	1753
897546236	3.15	A	X1	1291	224	0.2	5677
897743402-4140	27.96	B	Z	38	14	0.4	650
897746201-6205	11.5	A	X1	922	109	0.2	2764
897743401-6205	10.27	A	X1	233	104	0.6	1530

Tabla 9. Campos relevantes del plan para cada parte (segunda parte)

Material	TLT	Nivel de servicio base	Factor de tiempo de entrega	Z	Nivel de servicio
8972462301-6205	14	0.5	1	1.5	93.3
897546236	14	0.5	1	1.5	93.3
897743402-4140	14	0.5	1	1.5	93.3
897746201-6205	14	0.5	1	1.5	93.3
897743401-6205	14	0.5	1	1.5	93.3

Tabla 10. Niveles de servicio iniciales

Material	TLT	Nivel de servicio base	Factor de tiempo de entrega	Z	Nivel de servicio
8972462301-6205	5	0.5	0	0.5	69.1
897546236	5	0.5	0	0.5	69.1
897743402-4140	5	0.5	0	0.5	69.1
897746201-6205	5	0.5	0	0.5	69.1
897743401-6205	5	0.5	0	0.5	69.1

**Tabla 11. Nuevos niveles de servicio**

Si tomamos como ejemplo el material 8972462301-6205, podemos ver cómo con la reducción del tiempo total de entrega (compuesto por el PDT, CAL, GRT y ST) de 14 a 5 días, el nivel de servicio también se disminuye de 93.3 a 69.1, haciendo referencia no a que se incremente más la probabilidad de inexistencias de material, sino a que el nivel de incertidumbre en el tiempo de entrega se redujo y por ende, el nivel requerido de inventario de seguridad, que está directamente ligado con el nivel de servicio, se puede reducir.

Una vez redefinidos los nuevos niveles de servicio se procede con el cálculo de los niveles de inventario de seguridad y niveles de inventario promedio esperado haciendo uso de las fórmulas 6 y 7.

$$SS = Z\sqrt{TLT \sigma D^2 + D^2\sigma TLT^2} \quad (7)$$

Tomando los valores para el material 8972462301-6205 y sustituyendo en la fórmula 7, se tiene que:

$$Z = 0.5$$

$$TLT = 5$$

$$\sigma D = 205$$

$$D = 92$$

$$\sigma TLT = 0.1$$

$$SS = 0.5\sqrt{(5)(205)^2 + (92)^2(0.1)^2} = 229$$

El inventario de seguridad recomendado después de las modificaciones a los parámetros de entregas es igual a 229 piezas, lo que resulta en una disminución de 1,243 piezas, ya que el inventario de seguridad que se tenía establecido inicialmente era de 1,472 piezas.

Después se procede con el cálculo del inventario promedio esperado:

$$\text{Inventario promedio esperado} = Q/2 + S \quad (6)$$

Si  $Q = 24$

$$\text{Inventario promedio esperado} = \frac{24}{2} + 229 = 241$$

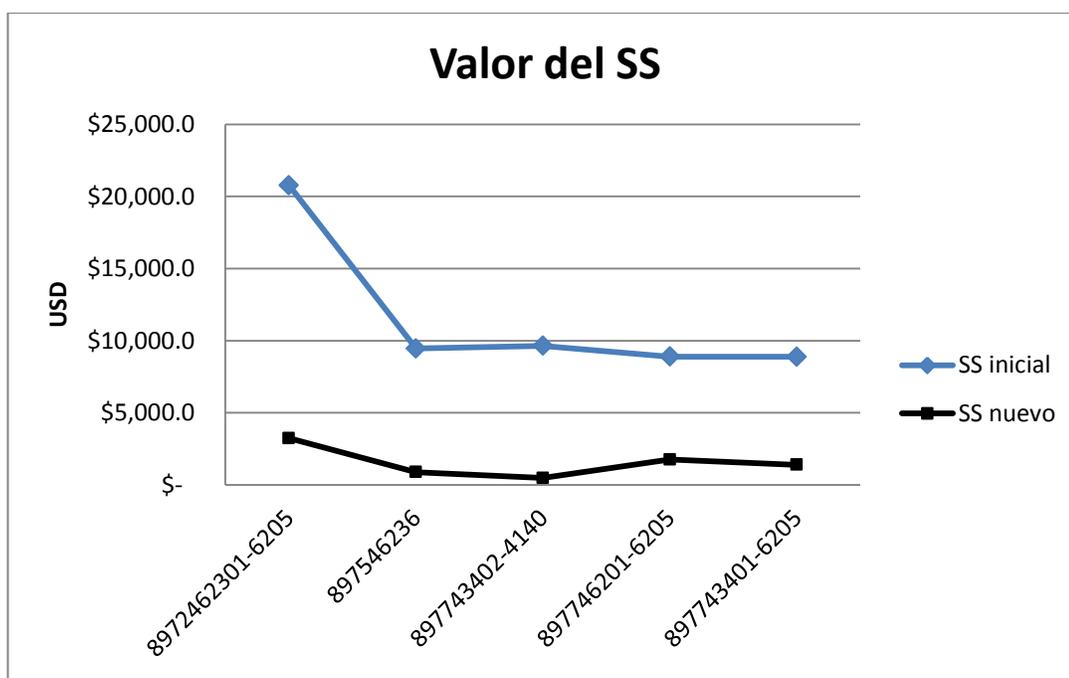
El inventario promedio esperado calculado es de 241 piezas, cuando en la realidad el inventario que se tenía en mano era de 1,753 piezas, el cual era reflejo del efecto látigo acentuado en los últimos meses en la compañía.

Como se puede ver, la aplicación de la metodología supone una reducción muy significativa tanto en los niveles de inventario de seguridad como en los de inventario promedio esperado. En la tabla 12 presentada a continuación se resumen los resultados de los cálculos de inventario de seguridad e inventario promedio esperado para los cinco materiales bajo análisis una vez calculados los costos en cada rubro.

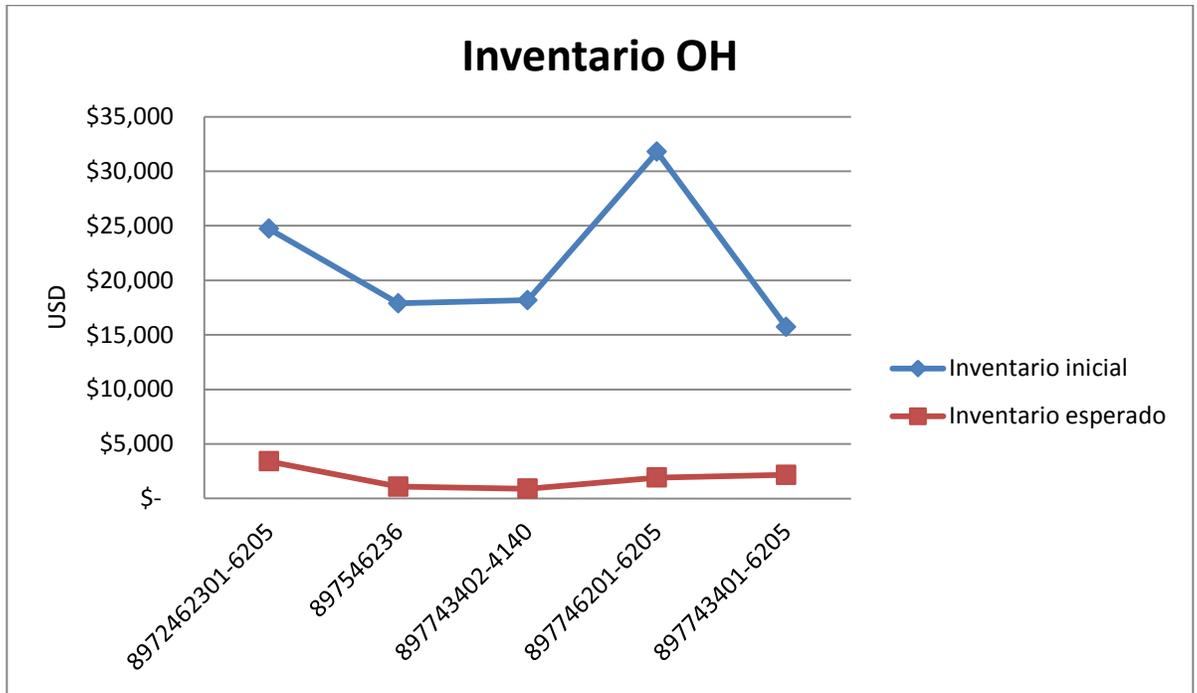
Material	SS nuevo	Valor del SS nuevo	Inventario promedio esperado	Valor del inventario promedio esperado
8972462301-6205	229	\$ 3,231	241	\$ 3,401
897546236	282	\$ 888	347	\$ 1,093
897743402-4140	17	\$ 475	32	\$ 895
897746201-6205	153	\$ 1,760	167	\$ 1,921
897743401-6205	136	\$ 1,397	211	\$ 2,167

**Tabla 12. Resultados de los cálculos de SS e inventario promedio esperado.**

En las figuras 12 y 13 se muestran gráficamente las comparaciones en términos de valor en dólares (USD), del nivel del inventario de seguridad inicial y el nuevo y el inventario en mano inicial y el inventario esperado final que se calcularon en base a la metodología propuesta.



**Figura 12. Cambios en el inventario de seguridad**



**Figura 13. Cambios en el inventario OH**

## **CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

---

En el presente apartado se analizarán los resultados obtenidos después de aplicar la metodología propuesta a todos los materiales de los diferentes proyectos de relocalización y el impacto que generaron en la cadena de suministro de la compañía.

### **6.1 RESULTADOS POR PROYECTO**

La metodología propuesta se aplicó a todos los materiales de los proyectos de relocalización y a continuación se presenta el resumen de los resultados de los cálculos de inventario de seguridad e inventario promedio esperado divididos por proyecto. El detalle de los resultados de los cálculos para todos los materiales se puede consultar en el apéndice A.

En la tabla 13 se muestran los valores iniciales y finales del inventario de seguridad y del inventario en mano inicial contra el inventario esperado final para cada proyecto, así como los totales para cada categoría.

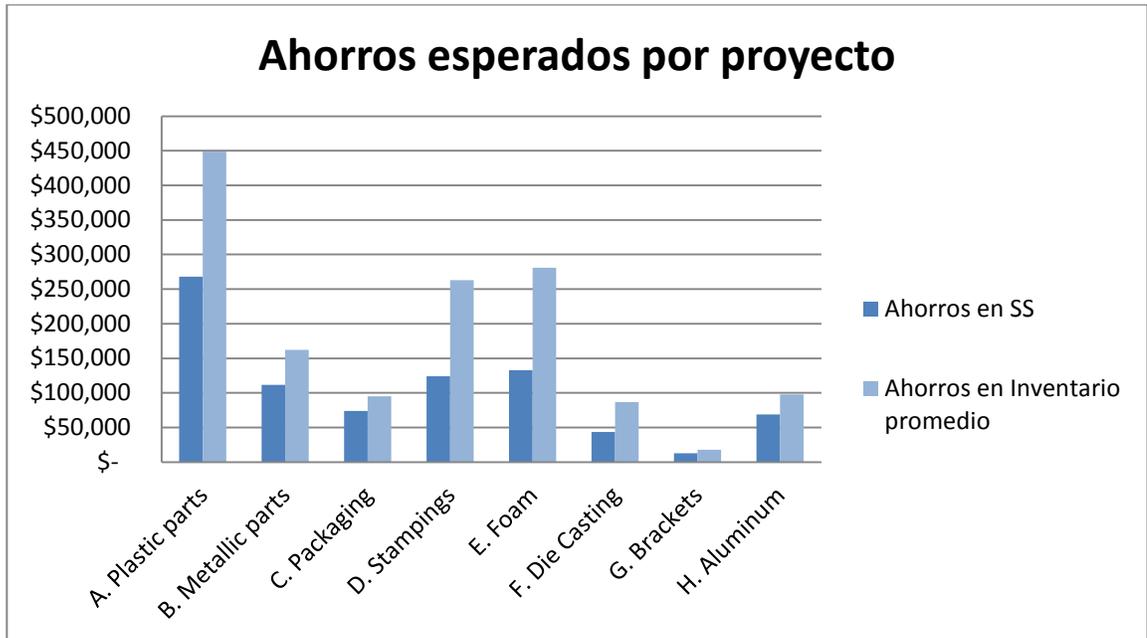
En la tabla 14 y figura 14 se muestran los ahorros potenciales por proyecto en cada una de estas categorías. Se puede observar claramente como todos los proyectos presentan la misma tendencia de reducción de ambos niveles de inventarios oscilando en reducciones desde un 60% hasta un 90% en los niveles de inventario de seguridad y los niveles de inventario esperado.

<b>Proyecto</b>	<b>Valor del SS inicial</b>	<b>Valor del inventario OH inicial</b>	<b>Valor del SS nuevo</b>	<b>Valor del inventario promedio esperado</b>
A. Plastic parts	\$ 308,056	\$ 514,428	\$ 40,116	\$ 65,673
B. Metallic parts	\$ 133,856	\$ 199,330	\$ 22,390	\$ 36,956
C. Packaging	\$ 77,854	\$ 105,453	\$ 3,900	\$ 10,384
D. Stampings	\$ 143,361	\$ 306,686	\$ 19,384	\$ 43,674
E. Foam	\$ 188,904	\$ 346,926	\$ 56,180	\$ 65,897
F. Die Casting	\$ 64,440	\$ 140,125	\$ 21,121	\$ 53,469
G. Brackets	\$ 15,596	\$ 22,343	\$ 2,855	\$ 4,741
H. Aluminum	\$ 94,995	\$ 136,757	\$ 26,388	\$ 39,029
<b>Total</b>	<b>\$ 1,027,062</b>	<b>\$ 1,772,048</b>	<b>\$ 192,333</b>	<b>\$ 319,823</b>

**Tabla 13. Valores iniciales y finales en SS e inventario promedio esperado**

<b>Proyecto</b>	<b>Ahorros en SS</b>	<b>Ahorros en Inventario promedio</b>
A. Plastic parts	\$ 267,939	\$ 448,755
B. Metallic parts	\$ 111,466	\$ 162,375
C. Packaging	\$ 73,954	\$ 95,069
D. Stampings	\$ 123,977	\$ 263,012
E. Foam	\$ 132,725	\$ 281,030
F. Die Casting	\$ 43,319	\$ 86,656
G. Brackets	\$ 12,742	\$ 17,601
H. Aluminum	\$ 68,607	\$ 97,728
<b>Grand Total</b>	<b>\$ 834,729</b>	<b>\$ 1,452,225</b>

**Tabla 14. Ahorros en SS e inventario promedio esperado**



**Figura 14. Ahorros esperados por proyecto**

Como se había mencionado anteriormente, este nivel de reducciones es tan grande debido a la presencia del efecto látigo que se venía presentando en la compañía en los últimos años y que había llevado a los planificadores de materiales a cubrir las oscilaciones de los tiempos de entrega elevando drásticamente los inventarios de seguridad, sin tener noción del impacto que esto causaba en los niveles de inventario en mano para la compañía.

Los ahorros en el inventario promedio esperado que la compañía podría alcanzar una vez implementada la metodología en todos los materiales ascienden a \$1'452,225 USD, en el cual están incluidos \$834,729 USD de ahorros en inventario de seguridad.

## 6.2 IMPLEMENTACIÓN

Una vez que se concluyeron los cálculos de ambos niveles de inventario para todos los materiales, los planificadores se dieron a la tarea de hacer cambios graduales en los inventarios de seguridad reduciéndolos poco a poco hasta llegar al nivel recomendado por la metodología. Esto a su vez se reflejaría en la reducción del inventario promedio esperado.

En las figuras 15 y 16 que se presentan a continuación se muestran los cambios que se han dado en los niveles de inventario de seguridad e inventarios promedios esperados en la planta después de dichos cambios. Se llevaron a cabo dos revisiones, una en octubre del 2013 y otra en febrero de 2014. Como se puede apreciar, para la revisión de octubre ya se veían reducciones significativas y para el mes de febrero estas fueron aun mayores en todos los proyectos.

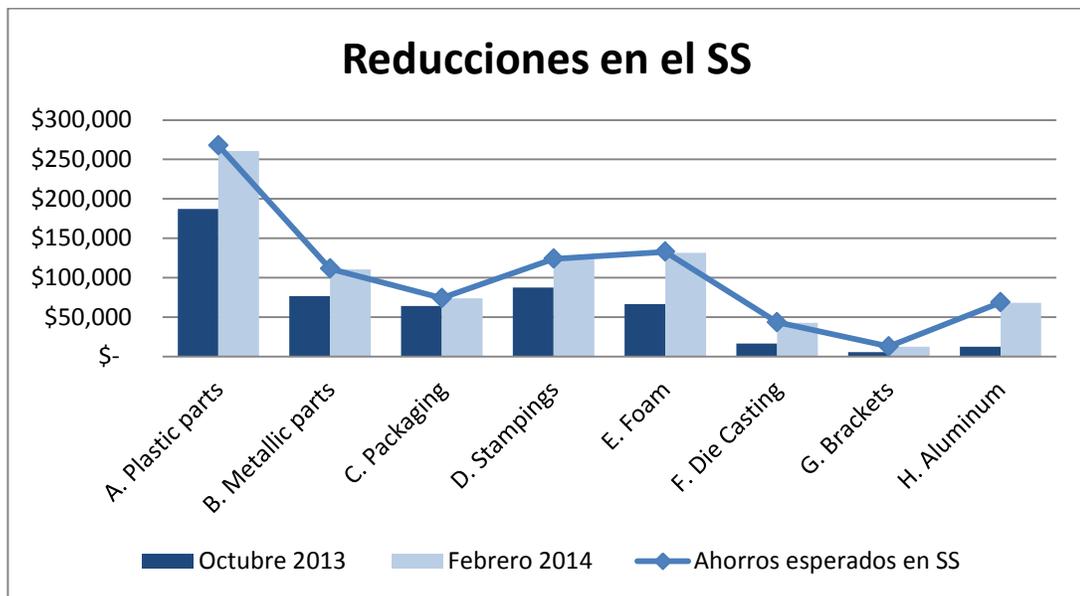
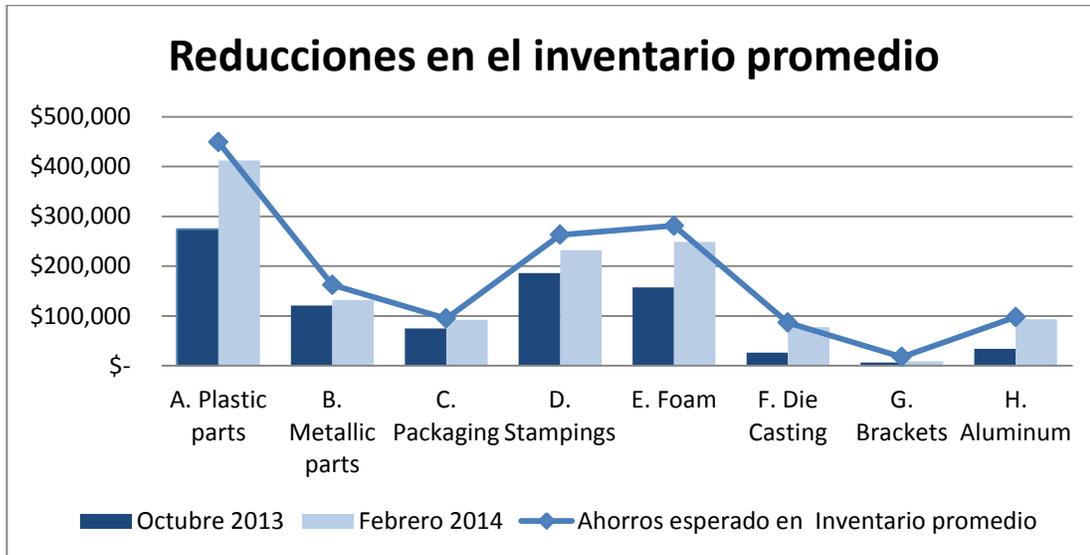


Figura 15. Reducciones en el valor del SS



**Figura 16. Reducciones en el valor del inventario de seguridad**

De iniciar con un inventario de seguridad de \$1,027,062 USD para el mes de octubre ya se había logrado una reducción de \$516,105 USD y para febrero de 2014 de \$823,534 USD lo cual representa el 62% y el 98% respectivamente del total de los ahorros esperados.

En cuanto a inventario promedio esperado, se inició con un inventario en planta de \$ 1'772,048 USD. Para el mes de octubre la reducción era de \$ 882,257 USD y para el mes de febrero ya era de \$ 1'298,050 USD, lo cual representan el 60% y 90% respectivamente de los ahorros esperados y una reducción final del 73 % del inventario promedio.

Si bien al inicio fue complicado convencer a los planificadores del uso de la metodología; dado que de entrada implicaba grandes reducciones de los inventarios de seguridad de los cuales no se sentían confiados, a lo largo de este tiempo se han convencido de que el uso de esta base matemática les ofrece un resultado muy certero en cuanto al nivel de inventario que

deben mantener sin afectar los niveles de servicio y contribuyendo a la mejor distribución de los recursos económicos de la compañía.

En la tabla 15 se puede ver el resumen de las reducciones de inventario agrupadas por proyecto y totales una vez concluido el cálculo y ajuste de todos los materiales a los parámetros indicados por la metodología.

Se han estado monitoreando las ocurrencias de escasez de materiales durante todo el tiempo de implementación y no se ha llegado a presentar ninguna que tenga que ver con las reducciones de los niveles de inventario de seguridad hasta el momento.

<b>Proyecto</b>	<b>Ahorro en SS</b>	<b>Ahorro real en inventario esperado</b>
A. Plastic parts	\$ 260,705	\$ 412,479
B. Metallic parts	\$ 110,630	\$ 131,558
C. Packaging	\$ 73,914	\$ 92,507
D. Stampings	\$ 123,123	\$ 232,364
E. Foam	\$ 131,622	\$ 248,759
F. Die Casting	\$ 42,736	\$ 77,311
G. Brackets	\$ 12,557	\$ 9,371
H. Aluminum	\$ 68,246	\$ 93,703
<b>Total</b>	<b>\$ 823,534</b>	<b>\$ 1,298,051</b>

**Tabla 15. Ahorros al final del proyecto**

# CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

---

## 7.1 INTRODUCCION

La incertidumbre en la cadena de suministro por lo general proviene de la demanda o de los tiempos de entrega y puede presentarse en todos los niveles de la cadena. Es responsabilidad del encargado de la misma el implementar acciones que permitan disminuir en alguna medida dicha incertidumbre o variación que afecta de manera negativa el desempeño de todo el sistema y en especial en el área de inventarios, donde nos da una gran oportunidad de mejora.

Durante este trabajo se abordó el caso de una compañía manufacturera que después de haber pasado por cambios que incrementaron en gran medida la incertidumbre en su cadena de suministro, sobre todo en los tiempos de entrega, decidió implementar acciones para tratar de disminuir esa variación, reubicando proveedores cerca de su fuente de consumo.

La estrategia resultó traer grandes ahorros en costos logísticos, sin embargo, al no integrar a todos los eslabones de la cadena en dichos cambios, la disminución esperada en los niveles de inventario no se veía reflejada, por el contrario, un efecto látigo se acentuaba y no permitía ver mejoras en dicho rubro.

## 7.2 CONCLUSIONES

El presente expuso una metodología matemática para el cálculo de los niveles de inventarios de seguridad tomando en cuenta las variaciones históricas y las recientes modificaciones hechas a la cadena en cuanto a los parámetros de entregas de los nuevos proveedores. Además, propuso recalcular los inventarios promedios esperados en base al nuevo cálculo de inventario de seguridad, de tal manera que las previsiones en cuanto a valor del inventario fueran más certeras para la compañía.

La metodología se comenzó a aplicar gradualmente trayendo consigo reducciones significativas tanto en los niveles de inventario de seguridad, como en el nivel del inventario esperado sin comprometer de ninguna manera los niveles de servicio en la compañía. Al término del proyecto se logró reducir un 73% el nivel de inventario promedio de los materiales en cuestión.

Las reducciones hechas hasta el momento, han impactado de manera positiva en los números de la compañía, reduciendo en general el efecto látigo que se venía arrastrando en los últimos años y propiciando una mejor sincronización en la cadena de suministro.

El siguiente paso consiste en implementar de una manera formal y estructurada la revisión de los cálculos de inventarios de seguridad de manera periódica a fin de que si hay cambios significativos en la demanda, en los tiempos de entrega o en los tamaños de lote, esta información sea actualizada y los inventarios de seguridad sean recalculados a manera que siga cumpliendo con el nivel de servicio deseado al más bajo costo.

Como se puede observar en este trabajo, la sincronización de la cadena de suministro, mediante el correcto uso y administración de la información, combinados con algunas metodologías matemáticas previamente comprobadas, puede impactar significativamente de una manera positiva a las compañías y brindarles ventajas competitivas ante sus competidores.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] AXSATER, Sven, «Cost and concepts», *Inventory Control*, 2ª edición, Springer Science + Business Media, LLC, Nueva York, NY, USA, 2006, ISBN-10: 0-387-33250-2.
- [2] BALLOU, Ronald H., *Logística: Administración de la cadena de suministro*, 5a. ed., Pearson, México, 2004.
- [3] CHOPRA, Sunil, MEINDL, Peter, «Managing uncertainty in the supply chain: Safety inventory», *Supply Chain Management: Strategy, Planning & Operations*, 3ª ed., Pearson, Nueva Jersey, 2007.
- [4] COLLINGON, Joffrey, VERMOREL, Joannes, «Análisis ABC (Inventario)», en *Lokad* [en línea], febrero 2012, [consulta: 25/10/2013]. Disponible en: <[http://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](http://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario))>
- [5] ERRASTI, Ander, CHACKELSON, Claudia, *Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios mediante estudios de caso*, Departamento de Organización Industrial, Universidad de Navarra, España, 2010. ISSN 1510-7450
- [6] HILLIER, G., LIEBERMAN, J., « Inventory management», *Introduction to Operations Research*, 9th edition, McGraw-Hill, New York, 2010

- [7] KING, Peter L., «Crack the code», en *APICS News* [en línea], 2013, [consulta: 06/06/2013], disponible en: <<http://www.apics.org/news-landing-page/2011/09/12/crack-the-code>>
- [8] LAMBERT, Douglas M., STOCK, James, «Inventory management», *Strategic Logistic Management*, 4ª ed., Mc Graw Hill, Boston, USA, 2000, ISBN10: 0256136874.
- [9] RADFORD R., NOORI H., *Production and Operations Management: Total Quality and Responsiveness*, McGraw Hill Education, Enero 1995 ISBN-10: 0071135286.
- [10] RAMON, Julián Martín, BENÍTEZ, Andino, *El efecto látigo (bullwhip) en las cadenas de suministro y la dependencia de los agentes que las integran*, Universidad Pontificia Comillas, España, 2006.
- [11] REISTAD, Angela, SANDVIG, J. Christopher, «Safety Stock Decision Support Tool», *Production & Inventory Management Journal*, Otoño 2000: 8. *Academic OneFile*. Web [en línea], [consulta: 5/ 10/ 2013]. Disponible en: <<http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA76699821&v=2.1&u=uanl1&it=r&p=AONE&sw=w&asid=7c93251182d9f7ae681e70bea280ab3a>>
- [12] SERNA, Martín Darío, ADARME Jaimes, ZAPATA CORTES, Julián Andrés, *Logística con indicadores bajo incertidumbre, caso aplicado al sector panificador*, Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea], junio 2010, [consulta: 26 /10/ 2013]. ISSN 0124-8170. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91114807007>>

- [13] TAHA, Hamdy, « Modelos probabilísticos de inventarios» *Investigación de operaciones*, 7ª ed., Pearson Educacion, México, 2004, ISBN: 970-26-0498-2.
- [14] Tecnológico de Monterrey, «Lean Lexicon », *Centro de Calidad y Manufactura Lean*, [en línea], 2012, [consulta en 21/ 10/ 13]. Disponible en: <<http://lean.mty.itesm.mx/resumenes/Leanlexicon.pdf>>

# APÉNDICE A: RESULTADOS

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma D$	$\sigma TLT$	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventario OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventario OH final	Valor del inventario OH final
897746201-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	28	\$ 11.50	922	109	0.2	93.3	773	\$ 8,890	2764	\$ 31,786	5	69.1	153	\$ 1,760	195	\$ 2,243
8972462301-6205	A. Plastic parts	A	Y2	14	24	\$ 14.11	92	205	0.1	93.3	1472	\$ 20,770	1753	\$ 24,735	5	69.1	229	\$ 3,231	287	\$ 4,050
897743402-4140	A. Plastic parts	B	Z	14	30	\$ 27.96	38	14	0.4	93.3	345	\$ 9,646	650	\$ 18,174	5	69.1	17	\$ 475	34	\$ 951
897546236	A. Plastic parts	A	X1	14	130	\$ 3.15	1291	224	0.2	93.3	3000	\$ 9,450	5677	\$ 17,883	5	69.1	282	\$ 888	362	\$ 1,140
897743401-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	150	\$ 10.27	233	104	0.6	93.3	865	\$ 8,884	1530	\$ 15,713	5	69.1	136	\$ 1,397	254	\$ 2,609
8972465001	A. Plastic parts	A	Z	14	125	\$ 1.88	258	668	0.7	93.3	5320	\$ 10,002	6590	\$ 12,389	5	69.1	752	\$ 1,414	125	\$ 235
897743402-4799	A. Plastic parts	A	Z	14	30	\$ 28.04	55	34	0.5	93.3	247	\$ 6,926	525	\$ 14,721	5	69.1	50	\$ 1,402	100	\$ 2,804
897249000-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	40	\$ 9.48	74	66	0.6	93.3	744	\$ 7,053	1296	\$ 12,286	5	69.1	100	\$ 948	50	\$ 474
897346507-6249	A. Plastic parts	A	X1	14	96	\$ 10.47	226	108	0.4	93.3	700	\$ 7,329	1239	\$ 12,972	5	69.1	120	\$ 1,256	120	\$ 1,256
897546237-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	240	\$ 2.03	1251	245	0.2	93.3	3000	\$ 6,090	6530	\$ 13,256	5	69.1	300	\$ 609	844	\$ 1,713
897541600-6295	A. Plastic parts	B	X2	14	128	\$ 33.13	6	7	0.9	98.78	177	\$ 5,864	432	\$ 14,312	5	89.44	20	\$ 663	107	\$ 3,545
897346507-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	96	\$ 9.24	476	141	0.4	93.3	1023	\$ 9,453	2017	\$ 18,637	5	69.1	180	\$ 1,663	965	\$ 8,917
897546504-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	364	\$ 8.69	257	117	0.8	93.3	988	\$ 8,586	1764	\$ 15,329	5	69.1	200	\$ 1,738	665	\$ 5,779
897549003-6332	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 10.92	16	29	0.6	97.7	754	\$ 8,234	975	\$ 10,647	5	84.1	70	\$ 764	122	\$ 1,332
897249000-6337	A. Plastic parts	B	Y2	14	40	\$ 11.78	12	22	0.5	97.7	532	\$ 6,267	876	\$ 10,319	5	84.1	60	\$ 707	93	\$ 1,096
897549003-6338	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 10.94	13	17	0.5	97.7	432	\$ 4,726	865	\$ 9,463	5	84.1	40	\$ 438	70	\$ 766
897549003-6336	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 10.44	20	37	0.5	97.7	644	\$ 6,723	976	\$ 10,189	5	84.1	80	\$ 835	152	\$ 1,587
897541600-6249	A. Plastic parts	A	X1	14	128	\$ 34.13	12	7	0.9	93.3	211	\$ 7,201	426	\$ 14,539	5	69.1	40	\$ 1,365	179	\$ 6,109

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	σD	σTLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servic io final	SS final	Valor de SS final	Invent ario OH final	Valor del inventari o OH final
897249000-6059	A. Plastic parts	B	X2	14	40	\$ 10.87	18	21	0.5	98.78	543	\$ 5,902	887	\$ 9,642	5	89.44	60	\$ 652	132	\$ 1,435
897549003-6009	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 9.88	9	18	0.5	97.7	676	\$ 6,679	873	\$ 8,625	5	84.1	50	\$ 494	73	\$ 721
897549003-6337	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 10.78	7	14	0.5	97.7	465	\$ 5,013	756	\$ 8,150	5	84.1	34	\$ 367	39	\$ 420
897549003-6335	A. Plastic parts	B	X2	14	34	\$ 10.92	19	30	0.5	98.78	567	\$ 6,192	879	\$ 9,599	5	89.44	80	\$ 874	175	\$ 1,911
897246500	A. Plastic parts	A	X1	14	150	\$ 1.88	560	106	0.4	93.3	1532	\$ 2,880	4322	\$ 8,125	5	69.1	200	\$ 376	259	\$ 487
8972462301-6249	A. Plastic parts	B	Z	14	0	\$ 15.75	10	46	0.8	93.3	532	\$ 8,379	654	\$ 10,301	5	69.1	60	\$ 945	176	\$ 2,772
897249000-6009	A. Plastic parts	A	X2	14	40	\$ 10.76	55	56	0.5	93.3	532	\$ 5,724	864	\$ 9,297	5	69.1	80	\$ 861	186	\$ 2,001
897343400	A. Plastic parts	A	X1	14	200	\$ 4.32	389	91	0.2	93.3	828	\$ 3,577	1960	\$ 8,467	5	69.1	100	\$ 432	303	\$ 1,309
897346217	A. Plastic parts	A	X1	14	24	\$ 1.47	1195	233	0.1	93.3	2500	\$ 3,675	6523	\$ 9,589	5	69.1	263	\$ 387	1927	\$ 2,833
897249000-6259	A. Plastic parts	B	X2	14	40	\$ 9.74	19	39	0.6	98.78	522	\$ 5,084	864	\$ 8,415	5	89.44	110	\$ 1,071	175	\$ 1,705
897546504-6249	A. Plastic parts	A	X1	14	364	\$ 8.81	125	101	0.8	93.3	876	\$ 7,718	1346	\$ 11,858	5	69.1	150	\$ 1,322	593	\$ 5,224
897549003-6259	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 9.21	9	17	0.5	97.7	657	\$ 6,051	786	\$ 7,239	5	84.1	46	\$ 424	103	\$ 949
897345310-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	82	\$ 4.91	93	58	0.5	93.3	825	\$ 4,051	1349	\$ 6,624	5	69.1	70	\$ 344	95	\$ 466
897549003-6205	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 8.78	18	26	0.5	97.7	567	\$ 4,978	857	\$ 7,524	5	84.1	60	\$ 527	188	\$ 1,651
897549003-6249	A. Plastic parts	B	Y2	14	34	\$ 9.47	12	17	0.5	97.7	644	\$ 6,099	697	\$ 6,601	5	84.1	38	\$ 360	89	\$ 843
897345311-6205	A. Plastic parts	B	X2	14	36	\$ 8.49	25	32	0.5	98.78	600	\$ 5,094	800	\$ 6,792	5	89.44	100	\$ 849	182	\$ 1,545
897548208	A. Plastic parts	B	Z	14	0	\$ 3.44	56	152	0.3	93.3	1560	\$ 5,366	1509	\$ 5,191	5	69.1	170	\$ 585	0	\$ -
897246297-6205	A. Plastic parts	B	X2	14	25	\$ 13.05	18	18	0.2	98.78	353	\$ 4,607	497	\$ 6,486	5	89.44	51	\$ 666	100	\$ 1,305
897249004-6337	A. Plastic parts	B	Y2	14	30	\$ 6.45	17	38	0.2	97.7	546	\$ 3,522	876	\$ 5,650	5	84.1	85	\$ 548	109	\$ 703
897249004-6059	A. Plastic parts	B	X1	14	60	\$ 5.54	41	37	0.2	97.7	675	\$ 3,740	1045	\$ 5,789	5	84.1	120	\$ 665	155	\$ 859
897743402-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	30	\$ 16.71	111	45	0.5	93.3	390	\$ 6,517	678	\$ 11,329	5	69.1	180	\$ 3,008	394	\$ 6,584
897249004-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	60	\$ 4.84	54	33	0.2	97.7	742	\$ 3,591	1023	\$ 4,951	5	84.1	100	\$ 484	51	\$ 247

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	σD	σTLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
897249004-6259	A. Plastic parts	B	X2	14	60	\$ 5.17	27	42	0.2	98.78	656	\$ 3,392	852	\$ 4,405	5	89.44	90	\$ 465	123	\$ 636
897249004-6009	A. Plastic parts	A	X1	14	60	\$ 5.30	93	59	0.2	93.3	432	\$ 2,290	785	\$ 4,161	5	69.1	70	\$ 371	101	\$ 535
897249000-6249	A. Plastic parts	A	X1	14	40	\$ 10.36	38	30	0.5	93.3	392	\$ 4,061	654	\$ 6,775	5	69.1	55	\$ 570	326	\$ 3,377
897249004-6249	A. Plastic parts	B	X1	14	60	\$ 5.06	54	40	0.2	97.7	532	\$ 2,692	764	\$ 3,866	5	84.1	90	\$ 455	114	\$ 577
897249004-6335	A. Plastic parts	B	X2	14	60	\$ 6.55	17	28	0.2	98.78	436	\$ 2,856	654	\$ 4,284	5	89.44	80	\$ 524	176	\$ 1,153
897343320	A. Plastic parts	B	X1	14	176	\$ 2.84	111	76	0.2	97.7	786	\$ 2,232	1203	\$ 3,417	5	84.1	200	\$ 568	145	\$ 412
897546201-6205	A. Plastic parts	A	X1	14	50	\$ 1.45	1149	295	0.5	93.3	2000	\$ 2,900	2520	\$ 3,654	5	69.1	500	\$ 725	596	\$ 864
897549003-6059	A. Plastic parts	B	X2	14	34	\$ 9.81	22	26	0.5	98.78	453	\$ 4,444	348	\$ 3,414	5	89.44	80	\$ 785	76	\$ 746
897743403-6205	A. Plastic parts	A	X2	14	48	\$ 7.40	49	51	0.6	93.3	364	\$ 2,694	479	\$ 3,545	5	69.1	250	\$ 1,850	132	\$ 977
897345320-6205	A. Plastic parts	B	Y2	14	82	\$ 7.10	5	14	0.5	97.7	267	\$ 1,896	550	\$ 3,905	5	84.1	70	\$ 497	193	\$ 1,370
897343330-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	146	\$ 1.83	103	77	0.6	97.7	890	\$ 1,629	1230	\$ 2,251	5	84.1	200	\$ 366	71	\$ 130
897545302-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	74	\$ 3.03	65	54	0.5	97.7	542	\$ 1,642	723	\$ 2,191	5	84.1	120	\$ 364	273	\$ 827
897545307	A. Plastic parts	B	X2	14	75	\$ 2.43	59	62	0.5	98.78	657	\$ 1,597	879	\$ 2,136	5	89.44	200	\$ 486	330	\$ 802
897343403-6009	A. Plastic parts	B	X1	14	128	\$ 2.45	89	40	0.2	97.7	482	\$ 1,181	790	\$ 1,936	5	84.1	100	\$ 245	313	\$ 767
897247521	A. Plastic parts	A	X1	14	184	\$ 1.42	298	58	0.2	93.3	457	\$ 649	1280	\$ 1,818	5	69.1	100	\$ 142	559	\$ 794
897743400-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	160	\$ 2.30	139	56	0.2	97.7	657	\$ 1,511	996	\$ 2,291	5	84.1	130	\$ 299	558	\$ 1,283
897545300-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	96	\$ 2.17	53	36	0.5	97.7	443	\$ 961	887	\$ 1,925	5	84.1	90	\$ 195	461	\$ 1,000
897343403-6205	A. Plastic parts	B	X1	14	128	\$ 2.18	134	56	0.2	97.7	600	\$ 1,308	830	\$ 1,809	5	84.1	150	\$ 327	410	\$ 894
897346225	A. Plastic parts	B	X1	14	300	\$ 0.14	1348	265	0.6	97.7	3000	\$ 420	7292	\$ 1,021	5	84.1	1200	\$ 168	2973	\$ 416
897343403-6249	A. Plastic parts	A	X1	14	128	\$ 2.25	145	55	0.2	93.3	521	\$ 1,172	903	\$ 2,032	5	69.1	70	\$ 158	807	\$ 1,816
895046600-6205	B. Metallic parts	C	Z	8	30	\$ 25.24	53	342	0	84.1	1366	\$ 34,478	1204	\$ 30,389	3	69.1	300	\$ 7,572	325	\$ 8,203
895046600	B. Metallic parts	A	X1	8	30	\$ 25.24	71	69	0	84.1	800	\$ 20,192	920	\$ 23,221	3	69.1	80	\$ 2,019	176	\$ 4,442

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	σD	σTLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
944646200	B. Metallic parts	A	Z	8	720	\$ 4.64	0	400	1.4	84.1	3474	\$ 16,119	4772	\$ 22,142	3	69.1	350	\$ 1,624	735	\$ 3,410
895046601	B. Metallic parts	A	Y2	8	90	\$ 19.06	43	54	0	84.1	653	\$ 12,446	976	\$ 18,603	3	69.1	50	\$ 953	179	\$ 3,412
892546216	B. Metallic parts	A	X1	8	48	\$ 3.62	1164	299	1	84.1	3000	\$ 10,860	5432	\$ 19,664	3	69.1	500	\$ 1,810	2026	\$ 7,334
895046600-6053	B. Metallic parts	C	Z	8	30	\$ 19.85	1	3	0	84.1	50	\$ 993	308	\$ 6,114	3	69.1	5	\$ 99	12	\$ 238
442A4401	B. Metallic parts	A	X1	8	1080	\$ 2.76	255	51	0	84.1	1080	\$ 2,981	3530	\$ 9,743	3	69.1	50	\$ 138	1692	\$ 4,670
893048201	B. Metallic parts	B	Y2	8	6000	\$ 0.15	2226	3284	0	93.3	22932	\$ 3,440	29764	\$ 4,465	3	84.1	5700	\$ 855	0	\$ -
876500116	B. Metallic parts	B	X1	8	100	\$ 5.03	49	35	0.9	93.3	767	\$ 3,858	1209	\$ 6,081	3	84.1	80	\$ 402	458	\$ 2,304
892546220-6205	B. Metallic parts	A	X1	8	1575	\$ 0.45	1183	326	1.3	84.1	4000	\$ 1,800	7765	\$ 3,494	3	69.1	800	\$ 360	450	\$ 203
895046601-6053	B. Metallic parts	C	Z	8	90	\$ 13.87	0	1	0	84.1	100	\$ 1,387	254	\$ 3,523	3	69.1	1	\$ 14	40	\$ 555
895047539-6205	B. Metallic parts	A	X1	8	360	\$ 5.81	147	65	1.5	84.1	700	\$ 4,067	1261	\$ 7,326	3	69.1	120	\$ 697	769	\$ 4,468
895246200	B. Metallic parts	B	X1	8	200	\$ 0.34	1365	327	1	93.3	3330	\$ 1,132	7769	\$ 2,641	3	84.1	1500	\$ 510	1948	\$ 662
892146298	B. Metallic parts	B	X1	8	400	\$ 0.22	1365	325	1	93.3	4660	\$ 1,025	7690	\$ 1,692	3	84.1	1500	\$ 330	1669	\$ 367
891048200	B. Metallic parts	B	X1	8	260	\$ 0.23	1129	293	1.3	93.3	3852	\$ 886	6580	\$ 1,513	3	84.1	1600	\$ 368	1203	\$ 277
892646200	B. Metallic parts	B	X1	8	200	\$ 0.17	1374	320	1	93.3	5000	\$ 850	8330	\$ 1,416	3	84.1	1500	\$ 255	1299	\$ 221
872547535	B. Metallic parts	B	X1	8	400	\$ 0.18	940	808	1.1	93.3	5000	\$ 900	11384	\$ 2,049	3	84.1	2000	\$ 360	5200	\$ 936
895047539-6250	B. Metallic parts	B	Y2	8	24	\$ 9.24	11	14	1.1	93.3	120	\$ 1,109	256	\$ 2,365	3	84.1	30	\$ 277	136	\$ 1,257
892148202-6205	B. Metallic parts	B	X1	8	50	\$ 0.19	1126	289	1.4	93.3	4101	\$ 779	5809	\$ 1,104	3	84.1	1700	\$ 323	1488	\$ 283
893548200-6205	B. Metallic parts	B	X1	8	60	\$ 0.21	1126	292	1.3	93.3	3849	\$ 808	6059	\$ 1,272	3	84.1	1600	\$ 336	2358	\$ 495
892148201-6205	B. Metallic parts	B	X1	8	50	\$ 0.19	1129	292	1.3	93.3	3861	\$ 734	6753	\$ 1,283	3	84.1	1500	\$ 285	2676	\$ 508
875045309	B. Metallic parts	B	X1	8	96	\$ 1.22	98	71	0	93.3	600	\$ 732	1006	\$ 1,227	3	84.1	120	\$ 146	396	\$ 483
442H0402	B. Metallic parts	C	Z	8	60	\$ 2.61	2	6	0	84.1	360	\$ 940	650	\$ 1,697	3	69.1	5	\$ 13	374	\$ 976
892149900	B. Metallic parts	C	X1	8	5000	\$ 0.16	93	55	0	97.7	500	\$ 80	6426	\$ 1,028	3	93.3	150	\$ 24	2124	\$ 340

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	σD	σTLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servic io final	SS final	Valor de SS final	Invent ario OH final	Valor del inventari o OH final
892146225	B. Metallic parts	B	X1	8	300	\$ 0.09	2709	794	1.4	93.3	8800	\$ 792	13500	\$ 1,215	3	84.1	4000	\$ 360	6416	\$ 577
892146259	B. Metallic parts	B	X1	8	2640	\$ 0.14	1157	288	1.4	93.3	3724	\$ 521	8360	\$ 1,170	3	84.1	1700	\$ 238	3929	\$ 550
892146260	B. Metallic parts	B	X1	8	2640	\$ 0.14	1154	289	1.4	93.3	3776	\$ 529	9829	\$ 1,376	3	84.1	1800	\$ 252	5451	\$ 763
893100017	B. Metallic parts	B	Y2	8	750	\$ 0.16	726	909	1.1	93.3	6000	\$ 960	12000	\$ 1,920	3	84.1	1800	\$ 288	8250	\$ 1,320
892548206-6205	B. Metallic parts	B	X1	8	200	\$ 0.13	1130	294	1.3	93.3	3861	\$ 502	5445	\$ 708	3	84.1	1600	\$ 208	1129	\$ 147
892546210	B. Metallic parts	B	X1	8	500	\$ 0.13	1379	333	1.4	93.3	4532	\$ 589	6684	\$ 869	3	84.1	2200	\$ 286	2512	\$ 327
895047549-6205	B. Metallic parts	B	X2	8	240	\$ 5.98	15	18	1.1	95.99	240	\$ 1,435	456	\$ 2,727	3	89.44	100	\$ 598	378	\$ 2,260
876500115	B. Metallic parts	B	X1	8	100	\$ 5.03	49	35	0.9	93.3	300	\$ 1,509	506	\$ 2,545	3	84.1	80	\$ 402	433	\$ 2,178
873045351	B. Metallic parts	B	X1	8	36	\$ 1.16	135	66	0	93.3	475	\$ 551	838	\$ 972	3	84.1	125	\$ 145	613	\$ 711
873043310-6205	B. Metallic parts	C	Z	8	350	\$ 4.50	0	1	1.6	84.1	25	\$ 113	436	\$ 1,962	3	69.1	4	\$ 18	393	\$ 1,769
895047549-6256	B. Metallic parts	C	Z	8	24	\$ 7.42	20	0	1.1	84.1	65	\$ 482	96	\$ 712	3	69.1	11	\$ 82	96	\$ 712
895047539-6256	B. Metallic parts	C	Z	8	24	\$ 6.48	20	0	1.1	84.1	96	\$ 622	96	\$ 622	3	69.1	11	\$ 71	96	\$ 622
442H0401	B. Metallic parts	C	Z	8	60	\$ 2.61	2	6	0	84.1	360	\$ 940	366	\$ 955	3	69.1	5	\$ 13	374	\$ 976
892314550	B. Metallic parts	C	Z	8	2000	\$ 0.28	4	27	1.4	84.1	200	\$ 56	11107	\$ 3,110	3	69.1	25	\$ 7	11341	\$ 3,175
892149901	B. Metallic parts	C	X1	8	10000	\$ 0.12	31	18	0	97.7	500	\$ 60	12157	\$ 1,459	3	93.3	50	\$ 6	15003	\$ 1,800
893149005	B. Metallic parts	B	X1	8	0	\$ 0.16	1903	1133	1	93.3	10000	\$ 1,600	18466	\$ 2,955	3	84.1	3000	\$ 480	24000	\$ 3,840
927000075	C. Packaging	B	Z	12	1	\$ 12.39	19	66	0.3	93.3	642	\$ 7,954	769	\$ 9,528	3	69.1	60	\$ 743	71	\$ 880
920107462	C. Packaging	C	Z	12	75	\$ 10.11	0	1	0.3	93.3	375	\$ 3,791	765	\$ 7,734	3	69.1	2	\$ 20	69	\$ 698
920107458	C. Packaging	B	Y1	12	125	\$ 10.92	17	17	0.3	95.99	342	\$ 3,735	652	\$ 7,120	3	77.34	22	\$ 240	60	\$ 655
920107452	C. Packaging	B	X1	12	125	\$ 8.83	20	17	0.3	97.7	625	\$ 5,519	810	\$ 7,152	3	84.1	30	\$ 265	111	\$ 980
920107494	C. Packaging	C	Y2	12	1	\$ 9.31	3	6	0.1	99.38	535	\$ 4,981	542	\$ 5,046	3	93.3	18	\$ 168	25	\$ 233
920107405	C. Packaging	A	X1	12	40	\$ 6.67	96	69	0.5	93.3	644	\$ 4,295	673	\$ 4,489	3	69.1	64	\$ 427	0	\$ -
920107449	C. Packaging	C	Z	12	75	\$ 10.31	1	5	0.3	93.3	375	\$ 3,866	466	\$ 4,804	3	69.1	5	\$ 52	50	\$ 516
920107493	C. Packaging	C	Y2	12	1	\$ 9.93	2	5	0.1	99.38	397	\$ 3,942	432	\$ 4,290	3	93.3	15	\$ 149	25	\$ 248

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma D$	$\sigma TLT$	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
920107629	C. Packaging	C	Y2	12	125	\$ 9.52	6	7	0.3	99.38	246	\$ 2,342	432	\$ 4,113	3	93.3	18	\$ 171	15	\$ 143
926000021	C. Packaging	C	Z	12	125	\$ 7.69	6	16	0.1	93.3	424	\$ 3,261	539	\$ 4,145	3	69.1	14	\$ 108	50	\$ 385
920107687	C. Packaging	C	Z	12	100	\$ 9.24	30	0	0.3	93.3	232	\$ 2,144	433	\$ 4,001	3	69.1	5	\$ 46	53	\$ 490
920107486	C. Packaging	C	Y2	12	1	\$ 7.34	2	3	0.1	99.38	432	\$ 3,171	454	\$ 3,332	3	93.3	8	\$ 59	20	\$ 147
920107619	C. Packaging	C	Z	12	50	\$ 7.79	77	0	0.1	93.3	250	\$ 1,948	429	\$ 3,342	3	69.1	4	\$ 31	47	\$ 366
920107498	C. Packaging	C	Y2	12	1	\$ 10.95	4	5	0.3	99.38	130	\$ 1,424	254	\$ 2,781	3	93.3	15	\$ 164	17	\$ 186
920107469	C. Packaging	C	Z	12	1	\$ 10.16	0	13	0.4	93.3	353	\$ 3,586	320	\$ 3,251	3	69.1	1	\$ 10	77	\$ 782
920107626	C. Packaging	C	Z	12	25	\$ 10.54	1	12	0.1	93.3	125	\$ 1,318	335	\$ 3,531	3	69.1	10	\$ 105	101	\$ 1,065
920107491	C. Packaging	C	Z	12	1	\$ 7.13	2	5	0.1	93.3	234	\$ 1,668	348	\$ 2,481	3	69.1	4	\$ 29	3	\$ 21
920107455	C. Packaging	C	Y2	12	75	\$ 5.91	18	18	0.3	99.38	375	\$ 2,216	452	\$ 2,671	3	93.3	45	\$ 266	60	\$ 355
920107456	C. Packaging	B	Y1	12	15	\$ 7.40	17	17	0.3	95.99	234	\$ 1,732	348	\$ 2,575	3	77.34	22	\$ 163	35	\$ 259
920107492	C. Packaging	C	Z	12	1	\$ 8.30	1	2	0.1	93.3	242	\$ 2,009	245	\$ 2,034	3	69.1	2	\$ 17	10	\$ 83
929100132	C. Packaging	C	Z	12	50	\$ 8.53	1	3	0.2	93.3	250	\$ 2,133	253	\$ 2,158	3	69.1	4	\$ 34	25	\$ 213
920107682	C. Packaging	C	Z	12	100	\$ 5.76	1	2	0.3	93.3	234	\$ 1,348	300	\$ 1,728	3	69.1	2	\$ 12	56	\$ 323
920107642	C. Packaging	C	Z	12	250	\$ 6.29	1	3	0.3	93.3	98	\$ 616	267	\$ 1,679	3	69.1	3	\$ 19	44	\$ 277
920107111	C. Packaging	C	Z	12	65	\$ 6.35	3	11	0.4	93.3	230	\$ 1,461	234	\$ 1,486	3	69.1	10	\$ 64	49	\$ 311
920107461	C. Packaging	C	Y2	12	25	\$ 6.92	4	6	0.3	99.38	125	\$ 865	166	\$ 1,149	3	93.3	16	\$ 111	8	\$ 55
920107620	C. Packaging	C	Z	12	25	\$ 9.61	1	4	0.1	93.3	125	\$ 1,201	144	\$ 1,384	3	69.1	5	\$ 48	32	\$ 308
920107618	C. Packaging	C	Z	12	50	\$ 7.83	1	8	0.1	93.3	250	\$ 1,958	229	\$ 1,793	3	69.1	8	\$ 63	127	\$ 994
920107487	C. Packaging	C	Y2	12	20	\$ 7.27	3	6	0.1	99.38	100	\$ 727	129	\$ 938	3	93.3	16	\$ 116	31	\$ 225
920107484	C. Packaging	C	Z	12	20	\$ 5.50	1	5	0.1	93.3	100	\$ 550	134	\$ 737	3	69.1	4	\$ 22	10	\$ 55
929100151	C. Packaging	C	Z	12	10	\$ 7.47	32	0	0.5	93.3	50	\$ 374	123	\$ 919	3	69.1	8	\$ 60	34	\$ 254
920107490	C. Packaging	C	Y2	12	1	\$ 7.43	1	3	0.1	99.38	56	\$ 416	74	\$ 550	3	93.3	8	\$ 59	5	\$ 37
920107495	C. Packaging	C	Z	12	1	\$ 6.87	1	3	0.1	93.3	64	\$ 440	75	\$ 515	3	69.1	3	\$ 21	5	\$ 34
927000073	C. Packaging	C	Z	12	10	\$ 7.80	22	0	0.1	93.3	50	\$ 390	98	\$ 764	3	69.1	1	\$ 8	50	\$ 390
920107460	C. Packaging	C	Y2	12	5	\$ 7.66	3	3	0.3	99.38	43	\$ 329	64	\$ 490	3	93.3	8	\$ 61	31	\$ 237
920107471	C. Packaging	C	Z	12	1	\$ 10.45	3	0	0.4	93.3	14	\$ 146	71	\$ 742	3	69.1	1	\$ 10	71	\$ 742
4620041	D. Stampings	A	X1	12	250	\$ 1.53	2466	717	0.5	93.3	8000	\$ 12,240	16655	\$ 25,482	3	69.1	875	\$ 1,339	2730	\$ 4,177

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma$ D	$\sigma$ TLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
46200461	D. Stampings	A	X1	12	120	\$ 1.80	2425	465	0.6	93.3	5650	\$ 10,170	12830	\$ 23,094	3	69.1	800	\$ 1,440	4680	\$ 8,424
4820003	D. Stampings	A	X1	12	350	\$ 0.60	5647	1452	0.6	93.3	14000	\$ 8,400	25440	\$ 15,264	3	69.1	2200	\$ 1,320	7111	\$ 4,267
4620100	D. Stampings	A	X1	12	125	\$ 2.13	1357	347	0.6	93.3	2875	\$ 6,124	5542	\$ 11,804	3	69.1	550	\$ 1,172	391	\$ 833
4620048	D. Stampings	A	X1	12	200	\$ 1.29	1283	185	0.6	93.3	2700	\$ 3,483	7625	\$ 9,836	3	69.1	500	\$ 645	890	\$ 1,148
442E1501-9180	D. Stampings	B	Z	12	500	\$ 0.95	315	726	0.6	93.3	6432	\$ 6,110	8763	\$ 8,325	3	69.1	700	\$ 665	0	\$ -
4560029	D. Stampings	A	X1	12	2500	\$ 0.61	1486	831	0.6	93.3	7500	\$ 4,575	16542	\$ 10,091	3	69.1	850	\$ 519	3135	\$ 1,912
4562010	D. Stampings	A	X1	12	375	\$ 1.26	598	391	0.6	93.3	4220	\$ 5,317	7652	\$ 9,642	3	69.1	400	\$ 504	1245	\$ 1,569
4820001	D. Stampings	A	X1	12	80	\$ 1.52	1167	293	0.5	93.3	3000	\$ 4,560	6765	\$ 10,283	3	69.1	400	\$ 608	1455	\$ 2,212
4620055	D. Stampings	A	X1	12	200	\$ 1.44	1263	180	0.5	93.3	2570	\$ 3,701	6544	\$ 9,423	3	69.1	500	\$ 720	980	\$ 1,411
4560010	D. Stampings	A	X1	12	76	\$ 1.66	1243	236	0.6	93.3	3520	\$ 5,843	7365	\$ 12,226	3	69.1	425	\$ 706	2545	\$ 4,225
4628025	D. Stampings	A	X1	12	600	\$ 0.72	2739	723	0.5	93.3	6000	\$ 4,320	12390	\$ 8,921	3	69.1	1000	\$ 720	2439	\$ 1,756
4820000	D. Stampings	A	X1	12	100	\$ 1.72	1167	293	0.5	93.3	2000	\$ 3,440	5524	\$ 9,501	3	69.1	400	\$ 688	1519	\$ 2,613
4560022	D. Stampings	A	X1	12	3000	\$ 0.37	3046	762	0.6	93.3	10000	\$ 3,700	19765	\$ 7,313	3	69.1	1200	\$ 444	4305	\$ 1,593
4530005	D. Stampings	B	X1	12	150	\$ 1.72	143	86	0.6	97.7	2340	\$ 4,025	3726	\$ 6,409	3	84.1	180	\$ 310	426	\$ 733
4580045	D. Stampings	C	Z	12	500	\$ 0.33	21	87	0.6	93.3	996	\$ 329	17343	\$ 5,723	3	69.1	80	\$ 26	361	\$ 119
43400011	D. Stampings	A	X1	12	100	\$ 2.58	403	41	0.6	93.3	742	\$ 1,914	2554	\$ 6,589	3	69.1	126	\$ 325	400	\$ 1,032
4330010	D. Stampings	B	X1	12	187	\$ 2.15	107	71	0.6	97.7	1320	\$ 2,838	2816	\$ 6,054	3	84.1	140	\$ 301	278	\$ 598
4578010	D. Stampings	B	X1	12	50	\$ 3.36	102	95	0.6	97.7	1320	\$ 4,435	1654	\$ 5,557	3	84.1	180	\$ 605	312	\$ 1,048
46200471	D. Stampings	A	X1	12	400	\$ 0.97	1355	57	0.6	93.3	3200	\$ 3,104	6542	\$ 6,346	3	69.1	500	\$ 485	2030	\$ 1,969
4530019	D. Stampings	B	X1	12	1000	\$ 1.14	145	87	0.6	97.7	2200	\$ 2,508	4535	\$ 5,170	3	84.1	174	\$ 198	705	\$ 804
4570015	D. Stampings	B	X1	12	125	\$ 1.61	105	100	0.6	97.7	1540	\$ 2,479	2876	\$ 4,630	3	84.1	200	\$ 322	176	\$ 283
4560030	D. Stampings	A	X1	12	3000	\$ 0.35	1635	895	0.6	93.3	9000	\$ 3,150	15472	\$ 5,415	3	69.1	930	\$ 326	3754	\$ 1,314
46200491	D. Stampings	A	X1	12	325	\$ 0.98	1330	115	0.5	93.3	2540	\$ 2,489	4654	\$ 4,561	3	69.1	400	\$ 392	1345	\$ 1,318
4535249	D. Stampings	B	X1	12	250	\$ 1.50	105	46	0.6	97.7	1000	\$ 1,500	2564	\$ 3,846	3	84.1	102	\$ 153	520	\$ 780
4620061	D. Stampings	A	X1	12	1000	\$ 0.44	1371	363	0.6	93.3	4000	\$ 1,760	6652	\$ 2,927	3	69.1	520	\$ 229	95	\$ 42
4572020	D. Stampings	C	Z	12	400	\$ 0.72	229	0	3.5	93.3	1855	\$ 1,336	3942	\$ 2,838	3	69.1	400	\$ 288	443	\$ 319
4211003	D. Stampings	B	X1	12	2500	\$ 0.30	311	11	0.6	97.7	1750	\$ 525	8763	\$ 2,629	3	84.1	200	\$ 60	662	\$ 199
4582100	D. Stampings	A	X1	12	250	\$ 1.10	321	142	0.6	93.3	1500	\$ 1,650	2884	\$ 3,172	3	69.1	160	\$ 176	700	\$ 770

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma D$	$\sigma TLT$	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
4560000	D. Stampings	A	X1	12	126	\$ 1.37	1663	189	0.5	93.3	2200	\$ 3,014	4771	\$ 6,536	3	69.1	447	\$ 612	3275	\$ 4,487
4580003	D. Stampings	C	Z	12	150	\$ 2.07	21	59	0.6	93.3	880	\$ 1,822	1128	\$ 2,335	3	69.1	51	\$ 106	145	\$ 300
45600301	D. Stampings	C	Z	12	3000	\$ 0.35	1300	0	0.5	93.3	2200	\$ 770	8436	\$ 2,953	3	69.1	350	\$ 123	3000	\$ 1,050
4538005-9180	D. Stampings	C	Y2	12	1000	\$ 0.98	12	30	0.6	99.38	864	\$ 847	2876	\$ 2,818	3	93.3	80	\$ 78	965	\$ 946
4560031	D. Stampings	C	Z	12	125	\$ 1.08	35	77	0.6	93.3	676	\$ 730	1884	\$ 2,035	3	69.1	68	\$ 73	197	\$ 213
4570021	D. Stampings	C	X2	12	1500	\$ 0.26	108	114	0.6	99.87	3660	\$ 952	7325	\$ 1,905	3	97.7	420	\$ 109	649	\$ 169
45800251	D. Stampings	C	Z	12	3000	\$ 0.27	1939	0	0.5	93.3	3500	\$ 945	8827	\$ 2,383	3	69.1	500	\$ 135	3000	\$ 810
4530650-9100	D. Stampings	C	X2	12	1700	\$ 0.56	29	33	0.6	99.87	1275	\$ 714	3838	\$ 2,149	3	97.7	120	\$ 67	1284	\$ 719
809849013	D. Stampings	A	X1	12	1600	\$ 0.35	1220	255	0.6	93.3	3100	\$ 1,085	6435	\$ 2,252	3	69.1	427	\$ 149	2524	\$ 883
45352521	D. Stampings	B	X1	12	1000	\$ 0.48	207	81	0.6	97.7	2100	\$ 1,008	3543	\$ 1,701	3	84.1	200	\$ 96	782	\$ 375
4620064	D. Stampings	B	X1	12	350	\$ 0.28	1320	280	0.6	97.7	4000	\$ 1,120	6543	\$ 1,832	3	84.1	1000	\$ 280	2255	\$ 631
4535254-9120	D. Stampings	C	X1	12	5000	\$ 0.24	108	59	0.6	99.38	1400	\$ 336	5339	\$ 1,281	3	93.3	182	\$ 44	617	\$ 148
43400021	D. Stampings	B	X1	12	1200	\$ 0.32	409	75	0.6	97.7	1854	\$ 593	3530	\$ 1,130	3	84.1	280	\$ 90	298	\$ 95
4530134	D. Stampings	C	X1	12	1500	\$ 0.54	135	27	0.6	99.38	643	\$ 347	2299	\$ 1,241	3	93.3	140	\$ 76	450	\$ 243
4530044	D. Stampings	C	X1	12	1500	\$ 0.54	135	26	0.6	99.38	653	\$ 353	2182	\$ 1,178	3	93.3	39	\$ 21	423	\$ 228
4570011	D. Stampings	C	X1	12	700	\$ 0.52	102	95	0.6	99.38	1432	\$ 745	2623	\$ 1,364	3	93.3	270	\$ 140	819	\$ 426
4620056	D. Stampings	B	X1	12	3200	\$ 0.26	1217	311	0.6	97.7	3500	\$ 910	7281	\$ 1,893	3	84.1	900	\$ 234	3774	\$ 981
4535253-9120	D. Stampings	C	X1	12	5000	\$ 0.24	107	59	0.6	99.38	1400	\$ 336	7751	\$ 1,860	3	93.3	181	\$ 43	4035	\$ 968
4532002	D. Stampings	C	X1	12	1000	\$ 0.59	27	23	0.6	99.38	865	\$ 510	2436	\$ 1,437	3	93.3	70	\$ 41	942	\$ 556
4620005	D. Stampings	B	X1	12	1200	\$ 0.14	1379	333	0.6	97.7	4000	\$ 560	8656	\$ 1,212	3	84.1	1009	\$ 141	2603	\$ 364
4560021	D. Stampings	B	X1	12	6000	\$ 0.14	2489	475	0.6	97.7	6000	\$ 840	13507	\$ 1,891	3	84.1	1800	\$ 252	7512	\$ 1,052
4540005	D. Stampings	C	X1	12	3000	\$ 0.37	106	97	0.6	99.38	2277	\$ 842	5433	\$ 2,010	3	93.3	270	\$ 100	3191	\$ 1,181
4560026	D. Stampings	C	Z	12	150	\$ 0.96	4	19	3.5	93.3	464	\$ 445	874	\$ 839	3	69.1	18	\$ 17	37	\$ 36
4574000	D. Stampings	C	Z	12	100	\$ 3.87	1	2	0.4	93.3	54	\$ 209	236	\$ 913	3	69.1	2	\$ 8	32	\$ 124
4628026	D. Stampings	B	X1	12	10000	\$ 0.10	2838	2743	0.6	97.7	6274	\$ 627	15210	\$ 1,521	3	84.1	5000	\$ 500	7349	\$ 735
4564025	D. Stampings	C	Z	12	125	\$ 1.22	36	98	0.6	93.3	800	\$ 976	1239	\$ 1,512	3	69.1	90	\$ 110	678	\$ 827
4532001	D. Stampings	C	X1	12	800	\$ 0.30	39	36	0.6	99.38	1300	\$ 390	2726	\$ 818	3	93.3	100	\$ 30	505	\$ 152
4620035-9120	D. Stampings	B	X1	12	3600	\$ 0.19	1296	288	0.6	97.7	4266	\$ 811	7632	\$ 1,450	3	84.1	924	\$ 176	4246	\$ 807

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma$ D	$\sigma$ TLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventar io OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventar io OH final	Valor del inventario OH final
4560020	D. Stampings	A	X1	12	900	\$ 0.52	1664	134	0.6	93.3	2750	\$ 1,430	4756	\$ 2,473	3	69.1	513	\$ 267	3656	\$ 1,901
4530140	D. Stampings	C	X1	12	1600	\$ 0.16	287	133	0.6	99.38	2200	\$ 352	4562	\$ 730	3	93.3	450	\$ 72	1384	\$ 221
4530040	D. Stampings	C	X1	12	1350	\$ 0.59	135	27	0.6	99.38	643	\$ 379	1778	\$ 1,049	3	93.3	150	\$ 89	1138	\$ 671
4568008	D. Stampings	C	Z	12	1250	\$ 0.80	2	9	0.4	93.3	154	\$ 123	1172	\$ 938	3	69.1	8	\$ 6	718	\$ 574
4530041	D. Stampings	C	X1	12	360	\$ 0.72	8	6	0.6	99.38	154	\$ 111	655	\$ 472	3	93.3	17	\$ 12	207	\$ 149
4530039	D. Stampings	C	X1	12	1350	\$ 0.59	135	27	0.6	99.38	800	\$ 472	2016	\$ 1,189	3	93.3	150	\$ 89	1484	\$ 876
4530042	D. Stampings	C	X1	12	360	\$ 0.72	8	6	0.6	99.38	132	\$ 95	565	\$ 407	3	93.3	17	\$ 12	171	\$ 123
4560023	D. Stampings	C	Z	12	600	\$ 0.41	4	19	3.5	93.3	421	\$ 173	1283	\$ 526	3	69.1	18	\$ 7	720	\$ 295
4582050	D. Stampings	C	X1	12	250	\$ 0.21	57	34	0.6	99.38	765	\$ 161	1433	\$ 301	3	93.3	100	\$ 21	362	\$ 76
4580025	D. Stampings	C	Z	12	3000	\$ 0.27	21	82	0.6	93.3	900	\$ 243	3635	\$ 981	3	69.1	80	\$ 22	3037	\$ 820
4542255	D. Stampings	C	X1	12	1200	\$ 0.17	40	38	0.6	99.38	670	\$ 114	1563	\$ 266	3	93.3	100	\$ 17	675	\$ 115
4580005	D. Stampings	C	Z	12	600	\$ 0.52	10	40	0.6	93.3	540	\$ 281	876	\$ 456	3	69.1	35	\$ 18	591	\$ 307
4530132	D. Stampings	C	X1	12	2000	\$ 0.25	105	46	0.6	99.38	865	\$ 216	2230	\$ 558	3	93.3	152	\$ 38	1678	\$ 420
4580024	D. Stampings	C	Z	12	500	\$ 0.63	9	37	0.6	93.3	279	\$ 176	535	\$ 337	3	69.1	33	\$ 21	498	\$ 314
05400B01	D. Stampings	C	Z	12	0	\$ 2.06	0	1	1.1	93.3	20	\$ 41	55	\$ 113	3	69.1	1	\$ 2	47	\$ 97
05401B01	D. Stampings	C	Z	12	0	\$ 1.48	0	1	1.1	93.3	20	\$ 30	46	\$ 68	3	69.1	1	\$ 1	40	\$ 59
4530130	D. Stampings	C	X1	12	600	\$ 0.46	8	6	0.6	99.38	223	\$ 103	653	\$ 300	3	93.3	18	\$ 8	721	\$ 332
465D4201	E. Foam	A	X1	14	36	\$ 11.36	206	112	0.8	93.3	1400	\$ 15,904	1542	\$ 17,517	6	84.1	330	\$ 3,749	38	\$ 432
894146241	E. Foam	A	X1	14	50	\$ 7.27	1151	285	0.6	93.3	2254	\$ 16,387	4362	\$ 31,712	6	84.1	982	\$ 7,139	2110	\$ 15,340
881548011	E. Foam	B	Y2	14	56	\$ 20.80	9	17	0.6	97.7	230	\$ 4,784	772	\$ 16,058	6	93.3	63	\$ 1,310	80	\$ 1,664
893846207	E. Foam	A	X1	14	64	\$ 4.08	1162	294	0.6	93.3	2800	\$ 11,424	5662	\$ 23,101	6	84.1	1000	\$ 4,080	2153	\$ 8,784
442B2701	E. Foam	A	X1	14	32	\$ 8.42	139	88	0.6	93.3	1200	\$ 10,104	1886	\$ 15,880	6	84.1	231	\$ 1,945	206	\$ 1,735
893846504	E. Foam	A	X1	14	78	\$ 5.27	702	19	0.6	93.3	880	\$ 4,638	2934	\$ 15,462	6	84.1	450	\$ 2,372	314	\$ 1,655
896648205	E. Foam	A	X1	14	50	\$ 8.06	1129	293	0.6	93.3	2340	\$ 18,860	4463	\$ 35,972	6	84.1	987	\$ 7,955	2775	\$ 22,367
897343401	E. Foam	A	X1	14	50	\$ 3.80	389	92	0.6	93.3	1457	\$ 5,537	3929	\$ 14,930	6	84.1	350	\$ 1,330	1013	\$ 3,849
894643305	E. Foam	A	X1	14	96	\$ 3.78	111	76	0.8	93.3	1400	\$ 5,292	2997	\$ 11,329	6	84.1	220	\$ 832	118	\$ 446
894343310	E. Foam	A	X1	14	150	\$ 8.91	105	75	0.6	93.3	805	\$ 7,173	1293	\$ 11,521	6	84.1	194	\$ 1,729	210	\$ 1,871
893849005	E. Foam	A	X1	14	36	\$ 8.41	432	39	0.6	93.3	866	\$ 7,283	1865	\$ 15,685	6	84.1	276	\$ 2,321	787	\$ 6,619

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma D$	$\sigma TLT$	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventario OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventario OH final	Valor del inventario OH final
880548201	E. Foam	A	X1	14	66	\$ 4.72	985	224	0.5	93.3	1764	\$ 8,326	3764	\$ 17,766	6	84.1	750	\$ 3,540	1873	\$ 8,841
893849003	E. Foam	B	Z	14	36	\$ 21.65	54	0	0.8	93.3	149	\$ 3,226	438	\$ 9,483	6	84.1	50	\$ 1,083	29	\$ 628
893848201	E. Foam	A	Z	14	40	\$ 9.29	85	0	0.6	93.3	300	\$ 2,787	883	\$ 8,203	6	84.1	60	\$ 557	0	\$ -
894245309	E. Foam	B	X1	14	64	\$ 3.62	75	57	0.8	97.7	1400	\$ 5,068	2445	\$ 8,851	6	93.3	230	\$ 833	252	\$ 912
894543300	E. Foam	A	X1	14	98	\$ 3.64	111	76	0.8	93.3	1400	\$ 5,096	2264	\$ 8,241	6	84.1	220	\$ 801	241	\$ 877
894245317	E. Foam	B	X2	14	35	\$ 10.86	37	41	0.6	98.78	509	\$ 5,528	664	\$ 7,211	6	95.99	180	\$ 1,955	43	\$ 467
893846505	E. Foam	A	X1	14	120	\$ 2.59	147	83	0.6	93.3	1400	\$ 3,626	2624	\$ 6,796	6	84.1	230	\$ 596	272	\$ 704
897545309	E. Foam	B	X2	14	32	\$ 9.38	24	33	0.8	98.78	496	\$ 4,652	662	\$ 6,210	6	95.99	150	\$ 1,407	64	\$ 600
894245329	E. Foam	B	Y2	14	20	\$ 7.35	7	20	2.1	97.7	426	\$ 3,131	766	\$ 5,630	6	93.3	80	\$ 588	33	\$ 243
884646600	E. Foam	A	X1	14	48	\$ 6.48	182	45	0.6	93.3	467	\$ 3,026	887	\$ 5,748	6	84.1	155	\$ 1,004	132	\$ 855
897545308	E. Foam	B	X2	14	44	\$ 7.69	23	26	0.6	98.78	459	\$ 3,530	672	\$ 5,168	6	95.99	120	\$ 923	110	\$ 846
881548000	E. Foam	A	X1	14	72	\$ 6.67	45	31	0.6	93.3	453	\$ 3,022	776	\$ 5,176	6	84.1	80	\$ 534	151	\$ 1,007
881548007	E. Foam	B	Y2	14	72	\$ 12.90	13	22	0.8	97.7	432	\$ 5,573	422	\$ 5,444	6	93.3	82	\$ 1,058	126	\$ 1,625
908648201	E. Foam	B	X2	14	50	\$ 6.69	26	39	1.2	98.78	500	\$ 3,345	665	\$ 4,449	6	95.99	180	\$ 1,204	168	\$ 1,124
908646502	E. Foam	B	Y2	14	200	\$ 6.29	15	41	1.2	97.7	400	\$ 2,516	873	\$ 5,491	6	93.3	160	\$ 1,006	372	\$ 2,340
884546600	E. Foam	B	X2	14	48	\$ 6.87	15	28	0.6	98.78	400	\$ 2,748	662	\$ 4,548	6	95.99	120	\$ 824	204	\$ 1,401
897249008	E. Foam	A	X1	14	200	\$ 5.57	85	55	0.6	93.3	650	\$ 3,621	993	\$ 5,531	6	84.1	144	\$ 802	448	\$ 2,495
880542801	E. Foam	A	X1	14	50	\$ 4.64	137	19	0.6	93.3	430	\$ 1,995	887	\$ 4,116	6	84.1	100	\$ 464	317	\$ 1,471
907400103	E. Foam	B	X1	14	60	\$ 9.18	20	19	0.8	97.7	330	\$ 3,029	435	\$ 3,993	6	93.3	80	\$ 734	149	\$ 1,368
906948200	E. Foam	B	X2	14	250	\$ 6.38	26	39	0.8	98.78	500	\$ 3,190	772	\$ 4,925	6	95.99	180	\$ 1,148	475	\$ 3,031
881548009	E. Foam	B	Y2	14	72	\$ 12.94	9	21	0.6	97.7	238	\$ 3,080	254	\$ 3,287	6	93.3	78	\$ 1,009	134	\$ 1,734
897346293	E. Foam	B	X1	14	29	\$ 5.62	21	19	0.8	97.7	250	\$ 1,405	266	\$ 1,495	6	93.3	80	\$ 450	149	\$ 837
895146501-6205	F. Die Casting	A	X1	24	3000	\$ 8.31	614	213	1.9	97.7	4000	\$ 33,240	6654	\$ 55,295	10	84.1	1400	\$ 11,634	4442	\$ 36,913
895143401	F. Die Casting	A	Y1	24	1100	\$ 10.63	56	49	1.9	97.7	764	\$ 8,121	2173	\$ 23,099	10	84.1	190	\$ 2,020	536	\$ 5,698
890346600-6205	F. Die Casting	A	X1	24	975	\$ 9.43	176	45	1.8	97.7	775	\$ 7,308	2646	\$ 24,952	10	84.1	350	\$ 3,301	822	\$ 7,751
895143400-6205	F. Die Casting	A	X1	24	32	\$ 8.72	311	75	0.6	97.7	1200	\$ 10,464	2188	\$ 19,079	10	84.1	300	\$ 2,616	622	\$ 5,424
895143401-6205	F. Die Casting	B	X1	24	990	\$ 10.74	16	16	1.8	99.38	250	\$ 2,685	994	\$ 10,676	10	93.3	90	\$ 967	243	\$ 2,610
897347400	F. Die Casting	C	Y2	24	500	\$ 8.14	9	12	2.1	99.87	200	\$ 1,628	545	\$ 4,436	10	97.7	90	\$ 733	161	\$ 1,311

Material	Proyecto	ABC	XYZ	TLT	Q	Costo unitario	D	$\sigma$ D	$\sigma$ TLT	Nivel servicio	SS inicial	Valor del SS inicial	Inventario OH inicial	Valor del inventario OH inicial	TLT final	Nivel servicio final	SS final	Valor de SS final	Inventario OH final	Valor del inventario OH final
897247461	F. Die Casting	C	Y2	24	520	\$ 2.09	9	12	2.1	99.87	200	\$ 418	563	\$ 1,177	10	97.7	90	\$ 188	561	\$ 1,172
897247460	F. Die Casting	C	Y2	24	600	\$ 2.74	9	11	2.1	99.87	210	\$ 575	515	\$ 1,411	10	97.7	90	\$ 247	706	\$ 1,934
811164R-6010	G. Brackets	C	Z	16	40	\$ 4.90	87	0	1.7	97.7	400	\$ 1,960	623	\$ 3,053	4	69.1	80	\$ 392	64	\$ 314
811164L-6010	G. Brackets	C	Z	16	40	\$ 5.39	87	0	1.7	97.7	350	\$ 1,887	472	\$ 2,544	4	69.1	80	\$ 431	25	\$ 135
895049901	G. Brackets	C	Y2	16	40	\$ 5.12	14	19	1	99.87	300	\$ 1,536	445	\$ 2,278	4	93.3	60	\$ 307	94	\$ 481
895049903	G. Brackets	C	Y2	16	48	\$ 3.62	10	15	1.3	99.87	200	\$ 724	332	\$ 1,202	4	93.3	55	\$ 199	23	\$ 83
781694L	G. Brackets	B	X1	16	54	\$ 3.43	51	33	2.5	99.38	702	\$ 2,408	691	\$ 2,370	4	84.1	150	\$ 515	505	\$ 1,732
710435L1	G. Brackets	A	X1	16	144	\$ 7.79	53	36	0.7	97.7	300	\$ 2,337	757	\$ 5,897	4	69.1	43	\$ 335	678	\$ 5,282
781694R	G. Brackets	B	X1	16	54	\$ 3.43	51	33	2.5	99.38	702	\$ 2,408	676	\$ 2,319	4	84.1	160	\$ 549	522	\$ 1,790
710435R1	G. Brackets	A	X1	16	144	\$ 7.79	50	35	0.7	97.7	300	\$ 2,337	344	\$ 2,680	4	69.1	40	\$ 312	405	\$ 3,155
803046280	H. Aluminum	A	X2	22	24	\$ 30.73	17	21	0.8	97.7	230	\$ 7,068	633	\$ 19,452	8	84.1	67	\$ 2,059	77	\$ 2,366
442C9201-8046	H. Aluminum	A	X2	22	96	\$ 22.57	51	58	0.5	97.7	645	\$ 14,558	866	\$ 19,546	8	84.1	166	\$ 3,747	165	\$ 3,724
710423-8046	H. Aluminum	C	Z	22	56	\$ 21.43	130	0	2.4	97.7	644	\$ 13,801	1024	\$ 21,944	8	84.1	312	\$ 6,686	374	\$ 8,015
803146200	H. Aluminum	A	X2	22	48	\$ 29.64	20	24	0.3	97.7	300	\$ 8,892	543	\$ 16,095	8	84.1	68	\$ 2,016	78	\$ 2,312
442C9201	H. Aluminum	C	Z	22	96	\$ 20.54	125	0	0.4	97.7	320	\$ 6,573	664	\$ 13,639	8	84.1	50	\$ 1,027	214	\$ 4,396
803246500	H. Aluminum	A	Y2	22	192	\$ 20.91	25	33	0.8	97.7	420	\$ 8,782	567	\$ 11,856	8	84.1	102	\$ 2,133	144	\$ 3,011
803246600-8046	H. Aluminum	B	X2	22	320	\$ 19.27	17	25	1.8	99.7	430	\$ 8,286	576	\$ 11,100	8	95.99	135	\$ 2,601	231	\$ 4,451
803248200	H. Aluminum	A	X2	22	80	\$ 25.60	16	27	0.7	97.7	320	\$ 8,192	263	\$ 6,733	8	84.1	77	\$ 1,971	86	\$ 2,202
803246500-8046	H. Aluminum	A	X1	22	168	\$ 25.21	62	59	0.8	97.7	700	\$ 17,647	535	\$ 13,487	8	84.1	176	\$ 4,437	423	\$ 10,664
802149908	H. Aluminum	C	Z	22	50	\$ 11.96	1	2	2.9	97.7	100	\$ 1,196	243	\$ 2,906	8	84.1	6	\$ 72	160	\$ 1,914
<b>TOTALES</b>												<b>\$ 1,027,062</b>		<b>\$ 1,772,048</b>		<b>\$203,528</b>		<b>\$ 473,998</b>		

# FICHA AUTOBIOGRÁFICA

---

Maria Cristina Preciado Padilla

Candidato para el grado de Maestro en Logística y Cadena de Suministro

con orientación en Logística Global

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

## **CÁLCULO DE INVENTARIOS PARA LA RELOCALIZACIÓN DE PROVEEDORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO**

Nacida en la ciudad de Monterrey Nuevo León, hija de padres regiomontanos, Victor Preciado Mejía y Martha Alicia Padilla Ibarra. Egresada de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León con el título de Ingeniero Industrial y Administrador en el año 2006.. Mi experiencia profesional está centrada en el área de abastecimientos, logística y control de inventarios.