



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería
en Tecnología de la Madera.

Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera.

Optimización de un modelo de inventario para una
empresa maderera del Estado de Michoacán

TESIS

Que para obtener el grado de:

Maestra en Ciencias y Tecnología de la Madera

Presenta:

F. M. Meztli Neyda Cruz Dávila

Director de Tesis:

Dr. Francisco Javier Castro Sánchez

Febrero 2019.

Morelia, Mich.

**Optimización de un modelo de inventario
para una empresa maderera del Estado de
Michoacán**

F. M. Meztli Neyda Cruz Dávila

A mi padre, quien me enseñó a poner mis ideales antes que a mí misma.

A mi madre, quien me enseñó que con la cabeza en alto nunca se mira atrás.

Primeramente agradezco a los revisores cuya disposición permitió la conclusión de esta tesis: M. C. Roberto Calderón Muñoz, M. C. Marco Antonio Herrera Ferreyra, Dr. David Raya González y Dr. Odon José García

Un especial agradecimiento a los hombres que no tuvieron miedo de compartir su conocimiento conmigo: Hector Manuel Sosa Villanueva, José de Jesús Garnica y Martín Parra Alcaraz.

Gracias a todos los amigos y conocidos que tuvieron palabras de ánimo y aprobación.

Un agradecimiento transatlántico a mi hermana cuyo paso tiende a saltar.

Finalmente, no hay cómo agradecer a Isaac Bravo Aguilar, quien soporta mis expresiones de estrés con un apoyo incondicional.

Índice general

1	Introducción	10
	Pregunta de Investigación	17
2	Antecedentes	18
2.0.1	Benchmarking	19
2.0.2	Indicadores del sector forestal	20
2.1	Beneficios de los modelos de simulación	22
2.2	Tipos de inventario	24
2.2.1	Factores del inventario	25
2.3	Demanda	27
2.3.1	Métodos de pronóstico de la demanda	27
	Objetivos	30
	Hipótesis	31
3	Materiales y Métodos	32
3.1	Análisis Cualitativo	36
3.1.1	Clasificación ABC	38
3.1.2	Análisis de la Demanda	40

3.2	Análisis Cuantitativo	42
3.2.1	Métodos de pronóstico de la demanda	42
3.2.2	Modelo de la Cantidad Económica de Pedido (CEP)	45
3.2.3	Modelo (Q, r)	49
4	Resultados	55
4.1	La Empresa	55
4.2	Clasificación ABC	60
4.3	Análisis de la Demanda	63
4.4	El Modelo	67
4.5	Análisis y discusión	72
5	Conclusiones y recomendaciones	77
	Acrónimos	83
	Índice alfabético	84
	Bibliografía	86
A	Instrumento de Indagación	93
B	Resultados del modelo	97
C	Cuestionario Benchmarking	102

Índice de figuras

2.1	Ubicación de Michoacán de Ocampo.	21
2.2	Modelos de gestión de inventarios según la demanda.	28
3.1	Etapas de investigación, tipos y factores de inventario.	33
3.2	Etapas de investigación, tipos y factores de inventario.	34
3.3	Enfoque del diagnóstico de inventario.	37
3.4	Modelo de Investigación.	54
4.1	Imagen de los servicios de la empresa.	57
4.2	Diagrama de flujo del manejo de los pedidos.	58
4.3	Clasificación ABC de inversión vs utilidad.	60
4.4	Demanda de los productos MDF de clasificación A.	64
4.5	Demanda de los productos Vigas y Gualdras de clasificación A.	65
4.6	Demanda pronosticada vs demanda anterior de Triplay Pino Chileno	67

Índice de cuadros

2.1	Ahorro de empresas al aplicar investigación de operaciones.	24
2.2	Aplicación de modelos de pronóstico.	29
3.1	Intereses del análisis FODA.	36
3.2	Separación de los almacenes de acuerdo a los tipos de inventario.	38
3.3	Hoja de registro para realizar la clasificación ABC.	40
3.4	Especificaciones requeridas de la demanda.	41
3.5	Rubros del costo por ordenar.	46
3.6	Rubros del costo de compra.	47
3.7	Rubros del costo de almacenaje.	48
3.8	Especificaciones requeridas del inventario.	50
3.9	Rubros del costo del faltante.	51
4.1	Estratificación de las MiPyMES en México.	56
4.2	Cantidad de artículos en la Clasificación A.	61
4.3	Variables Holt-Winter de Triplay Pino Chileno.	66
4.4	Pronóstico bimestral de la demanda de Triplay Pino Chileno.	66
4.5	Variables CEP de Triplay Pino Chileno.	69
4.6	Variables (Q,r) de Triplay Pino Chileno.	71
4.7	Costo Anual Total.	72

4.8	Separación de los almacenes de acuerdo a los tipos de inventario.	74
4.9	Ficha técnica para hacer la separación de los proveedores.	75
5.1	Recomendaciones del análisis FODA.	80

Resumen

Optimización de un modelo de inventario para una empresa maderera del Estado de Michoacán

Investigación centrada en la aplicación de un modelo matemático de inventario con demanda probabilística de revisión continua en una empresa de venta de madera en la capital de Michoacán. El modelo propuesto aplicable a la empresa es el modelo (Q, r) , el cual utiliza la Q del modelo CEP determinada a través del pronóstico de demanda por el método de Holt-Winter, a partir de haber seleccionado los artículos de la clasificación ABC. Los resultados arrojan una serie de recomendaciones a las políticas de gestión de inventarios, junto con la necesaria separación en almacenes, así como la continuidad en la capacitación del personal. En relación a los resultados numéricos, al aplicarse el modelo en uno de los artículos clasificación A, pudo observarse una mejor determinación de los parámetros para realizar los pedidos. Como muestra de la posibilidad de mejora económica general en la empresa, se determinó una ganancia de más de 3 millones si se aplicara el modelo comparando la Tasa de Rentabilidad Financiera. Se enfatiza la importancia que tiene la implementación del modelo matemático para la mejora del ciclo forestal y la competitividad de las empresas en el estado.

Palabras clave: inventario, revisión continua, demanda probabilística, empresa maderera, competitividad.

Abstract

Optimization of an inventory model for a selling wood company in Michoacan state.

Research focused on the application of a mathematical inventory model with probabilistic demand for continuous review in a company selling wood in the capital of Michoacán. The proposed model applicable to the company is the model (Q, r) , which uses the Q of the CEP model determined through the demand forecast by the Holt-Winter method, from the selected articles of the ABC classification. The results show a series of recommendations to the inventory management policies, together with the necessary separation in warehouses, as well as the continuity in personnel training. In relation to the numerical results, when the model was applied in one of the articles classification A, a better determination of the parameters to carry out the orders could be observed. As a sample of the possibility of general economic improvement in the company, a profit of more than 3 million was determined if the model were applied by comparing the Financial Profitability Rate. Emphasis is placed on the importance of the implementation of the mathematical model for the improvement of the forest cycle and the competitiveness of companies in the state.

Keywords: inventory, continuous review, probabilistic demand, logging company, competitiveness.

Capítulo 1

Introducción

Las empresas, sea cual fuere su giro, tienden a establecer estrategias que les permita mantenerse y desarrollarse en el ámbito de la competitividad con sus respectivos márgenes de utilidad. En tal sentido existen estudios que orientan a que las empresas sean más innovadoras, mediante la búsqueda de oportunidades, no sólo en los mercados, sino en los procesos, en la organización y específicamente en los productos, Aragón, Rubio, Serna, y Chablé (2010) [3] hacen referencia a que las estrategias que deben de utilizar las industrias para ser más competitivas a través de la innovación, éstas son mejores si se utilizan de forma explorativa, es decir, cuando las empresas “buscan oportunidades de mercado mediante procesos de innovación, actúan rápidamente ante las *tendencias emergentes*, suelen propiciar cambios en el sector y disponen de tecnologías flexibles”.

La competitividad depende de la relación entre el valor y la cantidad del producto ofrecido y los insumos necesarios (productividad) para obtenerlo, y además la productividad de los otros oferentes del mercado. Es la capacidad que tiene una empresa o país de obtener rentabilidad en el mercado en relación a sus competidores de acuerdo al Diccionario de Administración de Empresas [55].

En México la Secretaría de Economía de México en el 2011 (Cano Olivos, Orue

Carrasco, Martínez Flores, Mayett Moreno y López Nava, 2015) [8] hace aportaciones para que las empresas no pierdan de vista la necesidad de mejorar y desarrollarse de acuerdo a su giro y ámbito de trabajo. Para tal efecto propone un *modelo de gestión logística* con 16 capacidades: estrategia y desempeño de la organización, servicio al cliente, gestión de procesos, administración de la demanda, abastecimiento y compras, procesamiento de órdenes de clientes, operación del almacén, administración del inventario, transporte, logística inversa, seguridad en el transporte de mercancías, procesos de importación/exportación, capacidad financiera, conciencia ambiental, sistemas de información y gestión de datos, organización, personal y competencias.

Bajo esta consideración que aporta la Secretaría de Economía, se tiene también la contribución de la Subsecretaría de Industria y Comercio que, con el Esquema de Desarrollo de la Logística en México (2010) [45] proporciona, por medio de objetivos de alcance del diagnóstico, la implementación, y mejora continua, una certificación de calidad a las empresas que implementen su gestión logística.

El INEGI (2009) [23] clasifica a las empresas como micro, cuando son de 0 a 10 empleados, para las empresas de *servicio* se considera pequeña de 11 a 50 personas, mediana la empresa de 51 a 100 empleados y grande de 101 en adelante, en cambio, para una *empresa manufacturera o de industria* la empresa pequeña es la misma cantidad pero la mediana consta de 51 a 250 empleados y grande de 251 o más, finalmente las empresas de *comercio* se clasifican en pequeña cuando tiene de 11 a 30 personas, mediana de 31 a 100 y grande de 101 empleados en adelante (cuadro 4.1).

La optimización de la gestión de inventarios, sujeta a los modelos matemáticos descritos por la Investigación de Operaciones, marca una gran diferencia en su implementación entre las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), ya que es eventual encontrar empresas pequeñas que apliquen modelos de inventarios, siendo más factible su implementación en las *empresas medianas*. Hillier y Lieberman (2010) [22] aclaran

que “los modelos de inventario ayudan a responder la pregunta de cuándo colocar una orden de pedido, cuántos artículos ordenar en cada pedido, y el tiempo en el que se debe hacer ese pedido con anticipación”. King (2011) [28] afirma que el manejo del inventario busca cumplir dos *metas principales*: otorgar el nivel de servicio deseado por el cliente y realizarlo a un costo mínimo.

La Secretaría de Economía (2010) [45] sugiere en su Esquema de Desarrollo Logístico para las industrias y comercios que la *investigación de operaciones*, también llamada administración científica (science management), ciencia de la administración o administración de las operaciones, se encuentra entre las acciones con menos dificultad de implementación con respecto al tiempo, costo y número de áreas. También supone prioridad media y alta, cuyas aplicaciones generarán un impacto relevante en los indicadores de servicio.

Para tal objetivo se toman como referencia las fases usuales de un *estudio de investigación de operaciones* contempla como fases principales: la definición del problema de interés y recolección de datos relevantes, la formulación de un *modelo matemático* que represente el problema, el desarrollo de un procedimiento basado en computadora para derivar una solución para el problema a partir del modelo, la prueba del modelo y mejoramiento de acuerdo con las necesidades, la preparación para la aplicación del modelo prescrito por la administración y la implementación (Hillier y Lieberman, 2010) [22].

El uso de modelos de simulación ha cambiado drásticamente la planeación y la administración de los recursos maderables. La toma de decisiones se apoya fuertemente en ellos y en la actualidad una administración exitosa se concibe íntimamente ligada al uso de modelos (Vargas, Cano y Ríos, 2004) [9]. La industria de la producción maderera está aún por convertirse en una operación industrializada con software a cargo de cada proceso, el mayor problema en este momento es la implementación de una operación

de inventario fiable y fácil de manejar, lo cual hace importante el objetivo de encontrar un modelo que ayude a la optimización de los procesos.

La competencia internacional de recursos maderables permite que la importación de recursos sea mayor que la exportación, en EE UU los costos de producción de troza en aserradero son de aproximadamente la mitad que lo que cuesta producirla en México, esto debido a la longitud y obtención de hectáreas destinadas a la *producción forestal sostenible*, por lo cual se debe de crear aún más oportunidades para que los ejidos aprovechen la tierra, sugiere la CONAFOR [12].

Es importante mencionar que el desarrollo del sector forestal se encuentra enmarcado por diversas leyes, normas y reglamentos dentro de los cuales cabe mencionar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) [29] publicada en el Diario de la Federación; que en su artículo 32, especifica que son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico:

“El fomento al desarrollo constante y diversificado de la industria forestal, de los servicios y comercios relacionados con este sector, creando *condiciones favorables* para la inversión de grandes, medianas, pequeñas y microempresas, a fin de asegurar una oferta creciente de productos para el consumo interno y el mercado exterior” (p 40).

En el 2013 se reportaron 37'820 millones de pesos para el PIB forestal. Por cada dos dólares que se adquirirían con exportación, se gastaban en importación 7 dólares, dejando a México con una balanza comercial de fuga de recursos por un millón de dólares; por otro lado se observa que los metros cúbicos de importación son 10 veces más que los que se exportan, aunque hay que enfatizar que se nos compra a mejor precio, según datos de la FAOSTAT (FAO, 2005) [18]. En México, específicamente en el sector forestal, se tienen indicadores que resaltan la importancia de atender el sector para hacerlo más competitivo. Algunos de estos son los indicadores de la economía forestal

en México (2013) que muestran que alrededor del 88 % de producción maderable son pertenecientes al Aserrió, mientras que el mercado es dominado con un porcentaje similar, por la producción de Pino, seguido en menor medida por el Encino (10 %), el Oyamel (3.4 %) y posteriormente las especies tropicales (7.8 %), datos del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013 de la SEMARNAT [43].

Detrás de estos números existe una serie de eslabones que se encuentran estrechamente relacionados desde lo que son los bosques, los propietarios de los recursos forestales, las industrias y dependencias de gobierno inherentes al sector educativo y de investigación, a los mercados y la sociedad en general. Un estudio que comparte el “Instituto Mexicano para la Competitividad” en su índice de competitividad estatal (2016) [24], propone que para mejorar y desarrollar el sector forestal los estados deben, entre otras cosas crear infraestructura inteligente, aumentar el empleo formal a través de facilitar la creación de empresas y fomentar su crecimiento, *más y mejores empresas* crearán más y mejores empleos formales.

En cuanto al aprovechamiento e industria forestal en México el “Programa Estratégico Forestal 2025” (CONAFOR, 2001) [13] enuncia que algunas de las fortalezas y debilidades en cuestión del aprovechamiento e industria forestal: se engloban en: crecientes recursos forestales (estratégicos y de calidad), mano de obra accesible, técnicas y tecnología adaptables, junto con expansión y competencia de la industria. Dicho estudio menciona como una de sus fortalezas el *“precio razonable de la energía utilizada en los procesos de transformación”* lo cual hace alusión a minimizar los recursos utilizados o economizar, acción de la cual aún se puede sacar provecho como pretende esta investigación.

Al respecto es importante considerar que la obtención de madera en el país se hace mayoritariamente a partir de aserraderos pequeños y distribuidos por la república. Las plantaciones forestales suponen menos del 20 % del recurso nacional, y por lo tanto no

existen suficientes industrias que produzcan los derivados de la madera que se necesitan, por lo cual esta demanda se alcanza con madera de importación (SEMARNAT, 2013) [43].

El ciclo forestal puede ser planteado de diversas maneras, en tal sentido, puede decirse que en lo general se hacen planteamientos que inician con la semilla, continúan con lo que es la plantación y manejo del bosque, para continuar con lo que es la extracción, transformación industrial y el atender las demandas de mercado con bienes de consumo intermedio y final. En dicho ciclo se contempla que las empresas no aplican propiamente lo que se denomina control de inventarios, a lo mucho lo que se efectúa es un registro y control de documentos para cumplir los términos legales con las entradas y salidas de productos de madera. Las empresas al dedicarse a la comercialización de madera van desde lo que es el mercado informal hasta lo que es la comercialización de productos sustentado en registros y controles mediante la aplicación de modelos de inventario, siendo las madererías quienes por sus características de mediana empresa generan un proceso de optimización de recursos mediante el control de inventarios, “Programa Estratégico Forestal 2025” (CONAFOR, 2001) [13] (SEMARNAT, 2013) [43], FAOSTAT (FAO, 2005) [18].

El presente proyecto de investigación tiene una orientación tecnológica del conocimiento matemático en modelación de inventarios, dado por la Investigación de Operaciones y aplicado a una de las empresas madereras en Michoacán más importantes. En dicha modelación de inventarios es valorado tanto los pedidos como la cantidad de productos y la importancia de la variable tiempo. Especialmente se hace un análisis en el control de inventarios con información de campo generada en la empresa, que sustente una propuesta que permita optimizar su modelo y tener condiciones para hacerla más competitiva en el sector industrial, empresarial y maderero. Izar, J. M. (2012) [26] reconoce a la investigación de operaciones como un tema muy popular debido a “su

importancia para mejorar el proceso de toma de decisiones en los problemas técnicos, económicos y administrativos de las empresas e instituciones”.

“Las empresas buscan tomar decisiones que les produzcan beneficios económicos y no económicos, y normalmente, estas decisiones se encuentran restringidas de forma muy compleja y por ello deben basarse en herramientas que faciliten este proceso como lo es la investigación de operaciones, la cual les ha generado un importante impacto que se ha convertido en ganancias (o ahorros) multimillonarias en los diversos ramos industriales” (Bermúdez-Colina, p. 87) [4].

Pregunta de Investigación

Por lo cual la siguiente surge como pregunta de Investigación:

¿Cómo afectan los factores determinantes de un modelo matemático de inventarios con demanda probabilística de revisión continua en la eficiencia de la gestión de inventario de una empresa maderera?

- ¿Cuáles son los aspectos limitantes de las políticas de gestión para la buena implementación?
- ¿Cómo influye la gestión del inventario en la mejora de la competitividad?
- ¿Qué mejora supone el análisis de la demanda con respecto al manejo del inventario?
- ¿Es el proceso de compra-venta el que determina la efectividad del manejo de inventario?
- ¿Está en el almacenado y revisión la problemática mayor de la gestión correcta de inventarios?
- ¿De qué manera se puede lograr la optimización para el modelo propuesto?
- ¿Es el uso de la capacidad tecnológica delimitante para el correcto control de inventario?

Capítulo 2

Antecedentes

El objetivo principal en la gestión de inventarios es tener disponibilidad de productos al menor costo posible y en el momento en el que se requiere. Administrar adecuadamente los inventarios permite lograr los objetivos no sólo para mejorar indicadores financieros y operativos de las empresas sino para dar un mejor servicio al cliente y anticiparse a los cambios en el mercado. Típicamente entre el 20 % y 40 % del capital de trabajo de una empresa de consumo se utiliza para cubrir las necesidades de inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado (vea la sección 2.2). Una gestión eficiente en los niveles de inventario incrementa la productividad y el nivel de servicio al cliente hasta en un 25 %. La clave es contar con datos en tiempo real y con la habilidad de predecir la demanda para poder tomar decisiones estratégicas anticipadamente a los cambios en la demanda y costos (USAID, 2014) [48].

Las principales presiones que enfrentan las empresas para el manejo de inventarios se deben a varios problemas relacionados con (USAID, 2014) [48]:

- El incremento significativo en los niveles de inventario causado principalmente por los inventarios de seguridad.
- El incremento en los riesgos por escasez de existencia en inventario.

- Las pérdidas en ventas ocasionadas por falta de productos en inventario y una deficiente tasa de reemplazos.
- Las presiones por atender mercados globales enfrentándose a mejores tiempos de entrega.

El *Inventario* (existencias o stock) *de Seguridad* o safety stock, es el inventario que se mantiene para prevenir faltas de inventario, la cual se da por factores como una demanda fluctuante del cliente, un fallo del pronóstico o variabilidad en los tiempos de espera de la materia prima o la manufactura (King, 2011) [28]. Los inventarios de seguridad se adquieren para hacer frente a los riesgos en los precios de materia prima, obsolescencias debido a una mala planeación en la demanda o para anticiparse a sus competidores (USAID, 2014) [48].

2.0.1 Benchmarking

Actualmente las mejores empresas en su ámbito utilizan herramientas globales para mejorar su competitividad, una de ellas es el *Benchmarking*, definida aquí en tres acepciones: Técnica que engloba la recopilación de información o la investigación de procesos, de acuerdo al Diccionario Empresarial [53]. El proceso que consiste en la medición y comparación de las operaciones o los procesos internos de la organización con los del mejor representante de su clase, proveniente del interior o exterior de la industria, según el glosario de términos sobre gestión empresarial [54]. O como “el proceso continuo de medición de productos, servicios y prácticas frente a los de competidores más fuertes o empresas reconocidas como líderes de la industria” según Wheelen y Hunger (2007) [51] “implica aprender abiertamente cómo otros hacen algo mejor que nuestra propia empresa de tal manera que ésta no sólo pueda imitar, sino quizá incluso mejorar sus técnicas actuales”.

El proceso de benchmarking implica usualmente los siguientes pasos, según Wheelen y Hunger (2007) [51]:

1. Identificar el área o proceso que se desea examinar. Debe ser una actividad que tenga potencial para determinar la ventaja competitiva de una unidad de negocio.
2. Encontrar medidas de desempeño y producción del área o proceso y realizar mediciones.
3. Seleccionar una serie accesible de competidores y las mejores empresas en su clase con las cuales compararse. Con frecuencia, éstas son empresas que están en industrias completamente diferentes, pero que realizan actividades similares.
4. Calcular las diferencias entre las mediciones de rendimiento de la empresa y las de las mejores empresas en su clase y determinar por qué existen esas diferencias.
5. Desarrollar programas tácticos para cerrar las brechas de rendimiento.
6. Implementar los programas y después comparar las nuevas mediciones resultantes con las de las mejores empresas en su clase.

2.0.2 Indicadores del sector forestal

Dentro de la producción nacional, el estado de Michoacán de Ocampo (figura 2.1) se posiciona en el número 3 en importancia (Pino y Encino). Michoacán supone un 8 % de la producción, representando su mayor aporte en escuadría, celulósicos y resinas según el Anuario Estadístico de la Producción Forestal de la SEMARNAT 2013 [43].

El Índice de Competitividad Forestal Estatal 2014 del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) [25] clasifica a Michoacán con un nivel de competitividad medio-bajo.

El subíndice peor evaluado de Michoacán es en *permanencia de bosques* (lugar 28), lo anterior es producto de su alta degradación de terrenos forestales y alto peligro de



Figura 2.1: Ubicación de Michoacán de Ocampo. Recuperado de <http://programacontactoconlacreacion.blogspot.com/2014/12/ante-la-inoperancia-del-gobierno.html>

pérdida por: incendios, deslizamientos e inundaciones, además la entidad tiene un alto uso de leña en hogares.

En cuanto a *s sofisticación* de la producción Michoacán se encuentra en la posición 23 pese a ser el décimo estado con mayor productividad por empleado y empresa, así como el cuarto en precios de producción no maderable. Entre sus áreas de oportunidad están los pocos créditos privados y la baja infraestructura bancaria. En *condición sociopolítica de los bosques*, la entidad se ubica en la posición 17 por la poca disponibilidad de población para trabajar el bosque, así como la alta corrupción.

El mejor desempeño de la entidad es en *potencial de aprovechamiento* de los bosques, donde se ubica en la onceava posición. Es el cuarto estado con mayor potencial en zonas prioritarias para el desarrollo forestal comunitario y en productividad potencial de sus bosques y selvas. Además, es el sexto estado con mayor existencia forestal.

2.1 Beneficios de los modelos de simulación

Pizani (2009) [35] hace un estudio sobre programación de la producción que permite a los aserraderos maximizar la rentabilidad de toda su operación, incluyendo el aprovechamiento de sus instalaciones. Hace énfasis en generar un fuerte grado de integración entre la planificación y la programación de la producción.

Rossetti (2013) [40] propone la aplicación del Método Min-Max de Gestión de Inventario, el cual se focaliza en cada ítem individual, garantizando un excelente control del inventario asociado a través de un monitoreo continuo. Por sus características resulta en *costos del sistema de inventario reducidos*. Además, posee la ventaja que la cantidad a ordenar es constante, *facilitando el procesamiento de las órdenes de pedido de producción*. Sin embargo, se desconoce el momento en que se emite una orden, lo cual trae inconvenientes administrativos y de gestión.

El trabajo de Álvarez y Cabrera (2005) [2] con su Modelo de Nivel de Servicio demostró que su método es de gran utilidad para soportar fallas potenciales de pronóstico de demanda cuando se requiere proveer un nivel alto de servicio, incluso sin utilizar paquetería computacional especializada, concluyen en la importancia de establecer las similitudes entre distintas áreas de trabajo, para capitalizar en técnicas de solución, apuntando en favor del *trabajo interdisciplinario*.

Cano Olivos *et al.* (2015) [8] presentan el diseño de un modelo de gestión logística para PyMEs (Pequeñas y Medianas Empresas), factible para mejorar el desempeño

logístico de la cadena de suministro. Concluyen que las empresas que tienen un buen desempeño logístico y ventaja competitiva son las que proporcionan un *nivel de servicio superior a sus clientes*, aunque es desafiante integrar las combinaciones de recursos, habilidades y sistemas requeridos para lograr una logística adecuada, pero si esto se alcanza, difícilmente los competidores duplicarán tal desempeño integrado.

Milena y Rossetti (2012) [41] enuncian como consecuencias cualitativas de la implementación de un sistema de inventarios de suministros a la *disminución de horas-hombre del personal, combustible, gastos de oficina*, entre otros. Todo esto tomando en cuenta que la revisión de los datos debe de ser actualizada periódicamente para que la política propuesta resulte efectiva.

Gutiérrez-González, Hurtado-Ortiz, Panteleeva y González-Navarrete (2013) [19] aplicaron un modelo de inventario para fabricación con una política (R,S) de revisión periódica, obteniendo “que el costo total mínimo de inventario se encuentra con un nivel de servicio de aproximadamente 90 %”, además como beneficio se obtuvo “la *disminución de multas y penalizaciones* por incumplimiento en fecha de entrega de equipos”.

Las variables de productividad según Heizer, Render, y de Lara Choy (2004) [21] son *mano de obra*, contribuyendo en el 10 % del incremento anual, *capital* que contribuye con alrededor de un 38 % y *administración* cuya contribución supone el 52 % del incremento anual.

Hillier y Lieberman (2010) [22] hacen una recopilación de las aplicaciones más recientes de la investigación de operaciones en grandes empresas como se muestra en el cuadro siguiente (2.1), donde se ha logrado un ahorro considerable:

Optimizar los costos de manejo de inventario es eficiente como lo han demostrado Pineda y Ortiz (2010) [34] quienes presentan las mejoras al implementar su modelo en 27.69 % de ahorro, una reducción en los costos de 8.5 %, disminución de los costos en

Cuadro 2.1: Ahorro de empresas al aplicar investigación de operaciones.

Compañía	Area de aplicación	Ahorros
Swift & Company	Mejora del desempeño en ventas y manufactura	\$12 millones
Samsung Electronics	Reducción de tiempos de manufactura y niveles de inventario	\$200 millones
Pacific Lumber Company	Gestión de ecosistemas forestales a largo plazo	\$398 millones
Sears	Rutas y programación de vehículos para servicio y entregas a domicilio	\$42 millones
General Motors	Mejora de la eficiencia de líneas de producción	\$90 millones
Deere & Company	Administración de inventarios a lo largo de una cadena de suministros	\$1000 millones

Fuente: Hillier y Lieberman, 2010, p. 4, [22].

pedidos en un cuarto, y los costos de producción decrementaron en 20.67 %, lo que se representa por cada peso invertido se obtiene 1.9 pesos de ganancia.

Con los modelos implementados por Vidal-Holguín, Londoño-Ortega y Contreras-Rengifo (2004) [50] se logró reducir el inventario total en promedio en un 10 %, a pesar del incremento en el número de detallistas de un 62 %, mejorando el nivel de servicio real al cliente, el cual se ha mantenido alrededor del 98 %; se logró reducir el promedio del inventario pagado a proveedores en un 57 % y el promedio de la rotación neta en días de inventario pagado en un 55 %, creando una situación de estabilidad de los modelos de control.

2.2 Tipos de inventario

Los tipos de inventarios se pueden clasificar en diversas clasificaciones, se considera el inventario de acuerdo a su procedencia en: *importados* (fabricada y proveniente del exterior del país) y *nacionales* (elaborada y adquirida dentro del país). Claramente

también se clasifica de acuerdo a la naturaleza y rotación del inventario, es decir de la forma como está compuesto el inventario físicamente por el *tipo de producto* (Durán, 2012) [14], pero en casos de empresas grandes esto forma sólo un criterio básico.

En concordancia con el método matemático usado, la clasificación según el aspecto funcional separa el inventario en 1) *Materias primas* o *componentes*: material no terminado utilizado como punto de partida para minimizar el proceso de producción. 2) Trabajo o *productos en proceso*: Productos que están sin terminar y 3) Bienes o *productos terminados*: productos que están listos para la venta, envío o consumidor final (Ravindran, 2008). Esta clasificación apoya la clasificación del almacén en insumos, servicios y productos, que se ahondará en la sección 3.1.

Tipos de inventario que dependen del motivo por el cual se mantiene el inventario en una empresa son: 1) *Precautelativo*: material o productos terminados como medida de prevención por un incremento de la demanda. 2) *Transaccional u operativo*: mercancía operable que dispone la empresa para funcionar y generar recursos y ganancias. 3) *Especulativo*: material o productos terminados retenidos para obtener mayores ganancias debido a la variación de los precios que presentan los productos destinados a la venta, u oferta (Durán, 2012) [14]. Cuando su clasificación depende de la durabilidad del inventario, es *perecedero* cuando la mercancía tiene fecha de vencimiento, y *no perecedero* cuando la mercancía no se vence, notemos la estrecha relación entre éstos y el inventario de seguridad descrito anteriormente a esta sección.

2.2.1 Factores del inventario

Ríos, Martínez, Polomo, Cáceres y Díaz (2008) [39] enfatizan la importancia de diagnosticar antes de tomar la decisión de aplicar o no ciertos valores a las variables matemáticas, esta evaluación permite estimar la relación riesgo-beneficio de cada modelo a partir de los factores que hombres y mujeres estudiosos de la investigación en ope-

raciones nos facilitaron. Los factores o variables a considerar para que la gestión de inventario permita mayor eficiencia, efectividad y optimización de las unidades, así como mayor competitividad y sobrevivencia de las organizaciones se expanden más allá que los parámetros económicos como los costos, como se verá a continuación.

El reabasto del almacén puede ser de entrega instantánea, o abasto uniforme, cuando no se depende de una empresa externa. También se debe considerar si hay varios puntos de almacenamiento (abastecimiento múltiple), en esta investigación haremos mención a los almacenes de insumos, servicios, productos e indirectos (sección 3.1). Además se debe separar cuando el sistema de inventario comprende más de un solo artículo.

Para los factores referentes al ciclo para ordenar o solicitar un pedido Sánchez Ramos (2004) [42] define el tipo de sistema de inventarios por revisión como: 1) *revisión periódica*: cuando los pedidos se hacen en intervalos de tiempo iguales, el tiempo para adquirir un nuevo pedido, suele coincidir con el inicio de cada intervalo de tiempo. 2) *revisión continua*: el nivel de inventario al cual debe colocarse un nuevo pedido (*punto de reorden*) suele ser especificado como punto para un nuevo pedido. Durán (2012) [14] complementa mencionando que es cuando el intervalo se actualiza continuamente y al llegar a un límite inferior estipulado se coloca un nuevo pedido (sistema de dos depósitos).

Otro factor a considerar para la modelación de inventario son las demoras en la entrega, es decir, el tiempo que se tarda entre la colocación de un pedido y la entrega del inventario solicitado (Durán, 2012) [14]. Al *tiempo de espera* de la entrega también se le llama lead time, y al tiempo total de entrega se le llama performance cycle (King, 2011) [28]. El tiempo de espera es el tiempo en que se coloca una orden de reabastecimiento hasta la entrega o recepción de los bienes junto con el tiempo de papeleo y tiempo de demora por proveedor. Puede ser probabilístico o determinístico como se verá a continuación con el caso de la demanda.

2.3 Demanda

Los autores Chase, Jacobs y Aquilano (2009) [10] aclaran la diferencia entre demanda *independiente* y *dependiente*: la demanda dependiente es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios, surge cuando la necesidad de cualquier pieza es un resultado directo de la necesidad de otra, casi siempre una pieza de nivel superior del que forma parte, mientras que la demanda independiente son los productos que se venden sin depender de la compra de otro producto, es decir las demandas de varias piezas no están relacionadas entre sí.

La demanda influye directamente en el modelo utilizado, Durán (2012) [14] caracteriza la demanda como *determinista o estática* cuando se conoce con certeza la cantidad de artículos en cada periodo económico (figura 2.2), o como *probabilística o estocástica* cuando la cantidad de artículos que se requieren para un periodo económico no se conoce con certeza, se aproxima entonces a la realidad mediante una función de probabilidad.

2.3.1 Métodos de pronóstico de la demanda

Un adecuado *pronóstico o predicción* de la demanda es indispensable para planear los niveles de inventario que requiere la empresa evitando excesos o incluso inexistencias que impidan atender la demanda y generen altos costos de gestión (USAID) [48]. Los pronósticos de demanda se clasifican en tres:

- *Métodos cualitativos*: método subjetivo basado en las expectativas de los que los consumidores. Ésta herramienta incorpora estrategias de medición cuantitativa, análisis de tiempos de vida históricos de productos similares y análisis de mercado.
- *Series de tiempo*: esta técnica utiliza dos tipos de pronóstico uno basado en la frecuencia de compra del producto y el segundo evalúa la cantidad de producto adquirido en un periodo, éstos se empatan para poder pronosticar la cantidad

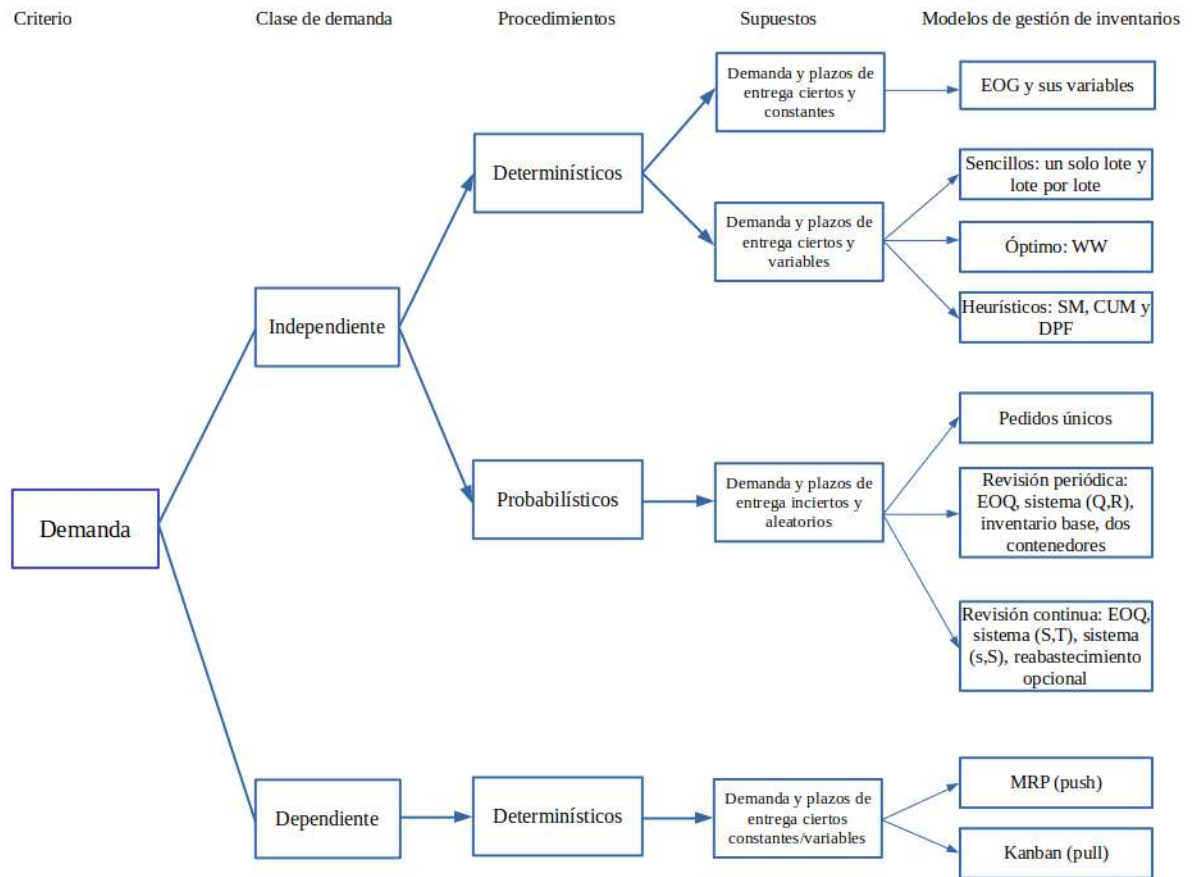


Figura 2.2: Modelos de gestión de inventarios según la demanda. Fuente: Bustos y Chacón (2012) [7].

demandada por producto y el tiempo en que se requiere su disponibilidad en inventario.

- *Método causal*: esta técnica asume que existen acontecimientos que afectan las ventas de los productos como vacaciones o eventos atípicos que pueden provocar picos de demanda o incluso desaceleración en las compras.

Se pueden seleccionar los métodos siguientes:

- *Métodos estáticos* de análisis de tendencias y descomposición para patrones que no cambian con el tiempo.

- *Métodos dinámicos de promedio móvil*: métodos de suavizamiento exponencial simple y doble y método de Winter. Para patrones que cambian en el tiempo y sus estimados son determinados por los valores más cercanos. (figura 2.2)

Se pueden usar los dos métodos combinados, es decir se puede utilizar un método para modelar un componente y otro para modelar otros componentes, pero una desventaja de combinar métodos es que los intervalos de confianza de los pronósticos no son válidos (Reyes, 2007) [38].

Cuadro 2.2: Aplicación de modelos de pronóstico.

Método de pronóstico	Aplicación
Promedio móvil	Sin tendencia ni estacionalidad
Suavización exponencial simple	Sin tendencia ni estacionalidad
Modelo de Holt (aditivo)	Tendencia pero no estacionalidad
Modelo de Winter (multiplicativo)	Tendencia y estacionalidad

Fuente: Chopra, 2007, p. 202, [11].

El estudio del estado del arte de Valencia Cárdenas (2015) [49] nos deja en claro la importancia de seguir elaborando estudios en gestión de inventarios.

“En general se encuentra un amplio uso de modelos y técnicas que buscan pronosticar la demanda aleatoria para incorporarlas en una planeación óptima de inventarios, pero no muchas en el ámbito multivariado de manera que incorporen procesos estocásticos o de dependencia con el pasado, y que a su vez, involucren la optimización de inventarios” (p.188).

Objetivos

Con base en el Esquema de Desarrollo de la Logística en México (2010) [45] esta tesis se centra en los tres objetivos propuestos de diagnóstico, implementación y mejora continua para proponer los objetivos de investigación, siguiendo las fases usuales de un estudio de investigación de operaciones de Hillier y Lieberman (2010) [22]:

Objetivo general

Evaluar los factores que hacen eficiente el sistema de inventarios en una empresa maderera utilizando un modelo matemático de inventarios con demanda probabilística de revisión continua.

Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones de operatividad que tiene el sistema de control de inventario vigente.
 - Definir el problema de interés a partir de la situación actual y las posibilidades de la empresa.
 - Recolectar datos significativos y secuenciales relevantes tanto internos como externos.
- Analizar de la propuesta del modelo de inventario en relación con las condiciones del control de inventario vigentes.
 - Identificación o formulación de un modelo matemático que represente el problema.

- Análisis cualitativo del inventario y la demanda.
 - Análisis cuantitativo del inventario y la demanda a través de modelos matemáticos.
 - Discriminar entre las acciones implementadas más relevantes para la eficiencia.
- Examinar los factores que optimizan el modelo de inventario propuesto.
 - Formular la política óptima de gestión a aplicar para el correcto funcionamiento del inventario.
 - Establecer el uso específico del software para la aplicación funcional del modelo.
 - Sugerir un método para mejorar continuamente en la implementación de la política óptima de acuerdo al tiempo y comportamiento de la demanda.

Hipótesis

A través de factores guiados a implementar un modelo matemático con demanda probabilística de revisión continua es posible eficientar la productividad en la gestión de inventarios de una empresa maderera.

Capítulo 3

Materiales y Métodos

Esta investigación se hace en el nivel de *aplicación* de los modelos matemáticos de inventario. La investigación realizada se propone de tipo *estudio de caso*. Se usará un modelo matemático con el objetivo de ser usado como modelo normativo para la empresa. El estudio comprende tanto una investigación cuantitativa como una cualitativa ya que resuelve las preguntas del cómo y del porqué se necesita hacer control de inventarios en la empresa a partir de la tangibilidad de las cifras duras y de todo lo que va más allá de éstas. El diseño se fundamenta en la teoría de modelo de inventario (Q, r) descrito en las figuras 3.1 y 3.2.

Un lenguaje de modelado, además de formular con eficiencia un modelo, facilita (Vargas, Cano y Ríos, 2004) [9]:

1. Las tareas de administración del modelo, inclusive el acceso a los datos.
2. La modificación del modelo cuando se desee.
3. El análisis de las soluciones.

Eppen (2000) [16] ayuda a entender lo que se desea de un *modelo de simulación*, el cual está definido como una serie de operaciones lógicas y matemáticas que dan

una medida de la efectividad de un conjunto particular de valores de los parámetros y decisiones.

La administración científica de inventarios comprende los siguientes pasos según Hillier y Lieberman (2010) [22]:

1. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventarios.
2. Elaborar una política óptima de inventarios a partir de ese modelo.
3. Utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener registros de los niveles del inventario.
4. Utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer.

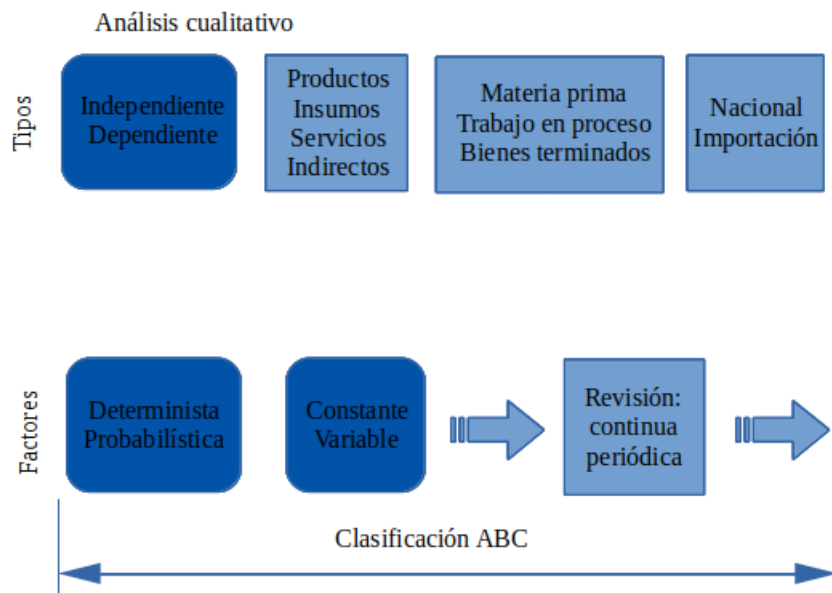


Figura 3.1: Etapas de investigación, tipos y factores de inventario. Elaboración propia.

La siguiente es la propuesta de etapas a realizar para la metodología de investigación; se debe tomar a consideración el hecho de que varios pasos están interrelacionados

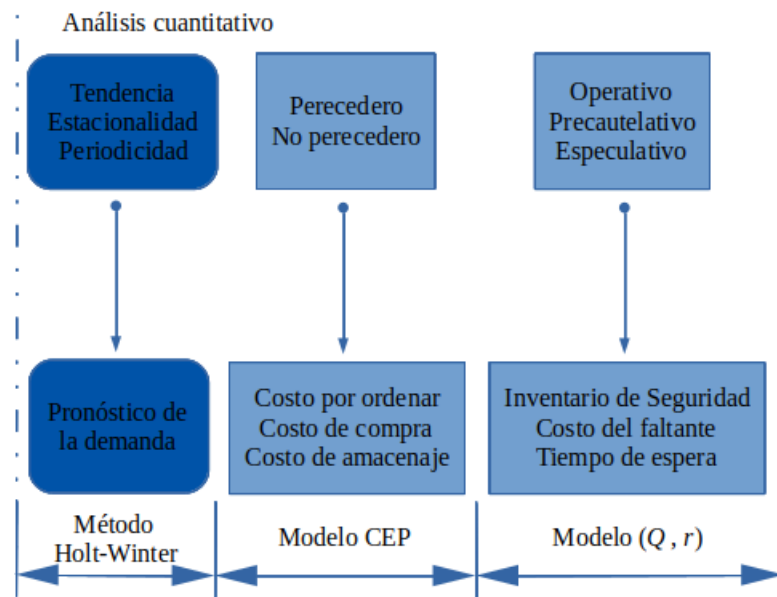


Figura 3.2: Etapas de investigación, tipos y factores de inventario. Elaboración propia.

debido a que el análisis cualitativo da lugar en ciertos casos al análisis cuantitativo; esta relación entre inventario y demanda se puede observar en las figuras 3.1 y 3.2, donde los rectángulos describen los valores de inventario, mientras que las figuras de esquina redondeada los elementos de la demanda.

- **Situación y posibilidades:** Fallas externas al modelo a mejorar de acuerdo al tamaño y ubicación de la empresa en tanto a exportación e importación, procesos sustentables, regulaciones e incentivos, así como las ventas totales.
- **Políticas de gestión:** Se determinan los almacenes de servicio, insumos, indirectos o productos; se determinan las cualidades del software y las políticas de acceso a datos; jurisdicciones y tipos de productos, descuentos por compras al mayoreo, proveedores con convenios de fletes y paquetes, tipos de ventas, y envíos.
- **Análisis cualitativo de la demanda:** Si es dependiente o independiente, Determinación de la demanda determinista o probabilística (constante o variable)

con el C_v , por lo tanto se determina el método a usar para el pronóstico de la demanda.

- **Análisis cualitativo del inventario:** Si es de procedencia nacional o importada, si se trata de materias primas, trabajo en proceso o bienes terminados (trabajando a partir de los almacenes), posteriormente la Clasificación ABC.
- **Pronóstico de la demanda:** El pronóstico de la demanda supone el análisis cuantitativo de la demanda por medio del método de Holt-Winter se establece a partir de la componente permanente, la tendencia inicial y el factor estacional multiplicativo, junto con las variables α , demanda con tendencia (β), estacionalidad (γ) o periodicidad determinadas por el tipo de producto. α , β y γ , para establecer el pronóstico de la demanda anual.
- **Aplicar el modelo de inventario CEP:** Se analiza la manera en que se piden las órdenes de los productos, y su problemática de almacenaje, se determinan así los costos de orden, del pedido y el porcentaje de almacenaje y con ello la Cantidad Económica de Pedido (CEP).
- **Aplicar el modelo de inventario (Q, r) :** Se deben cuidar aquí las políticas de revisión del inventario, la función de probabilidad del tiempo de espera y el costo del faltante; si hay inventario precautelativo, transaccional o especulativo, y con ello el valor del inventario de seguridad.
- **Establecer los factores determinantes:** Evidenciar los factores importantes para el correcto funcionamiento de la gestión de inventario a través del modelo matemático analizado. Proponer una política de acción para mejorar el manejo del control de inventarios (FODA, cuadro 3.1, a partir del cuestionario Benchmarking: Apéndice C).
- **Establecer los puntos para mejorar la competitividad:** Optimizar las va-

riables independientes que sean posibles acorde a las posibilidades de la empresa y delimitar las acciones a tomar en la implementación de un control de inventarios más eficiente con el objetivo de establecer a la empresa como estratégicamente competitiva y con oportunidades de innovación.

Cuadro 3.1: Intereses del análisis FODA.

	Interno	Externo
Positivo	<i>Fortalezas</i>	<i>Oportunidades</i>
Negativo	<i>Debilidades</i>	<i>Amenazas</i>

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Análisis Cualitativo

Los intereses de una empresa en las posibilidades de mejora económica son amplios: estudios de mercado, recursos humanos, administración financiera, contabilidad, el marco legal vigente, mercadotecnia, la calidad del producto y las posibilidades de exportación, actualmente la Secretaria de Economía [52] a través del Instituto Nacional del Emprendedor provee de guías que son útiles para las MiPyMEs para realizar este análisis y cumplir con las 16 capacidades de su modelo de gestión logística propuesto en el 2011.

Las mismas políticas internas de la empresa determinan cómo se procede a aplicar el modelo. El estudio de la empresa comprende algunos análisis de demanda que son esenciales para comprender la administración actual de inventario (figura 3.3).

Una empresa grande depende de un sistema de datos en forma de software, el cual es escogido para las necesidades de ésta. Al obtener todos los datos generales de la empresa se puede sugerir que se cambien algunos procedimientos: como al ingresar la base de datos del inventario, cambios en el manejo del propio software, adecuaciones y mejoras; tales sugerencias se encuentran en los siguientes capítulos.



Figura 3.3: Enfoque del diagnóstico de inventario (USAID) [48]

Los modelos de inventario se separan en tres tipos principales: materias primas, trabajo en proceso y bienes terminados los cuales se han explicado en el capítulo de Antecedentes (capítulo 2), apoyando entonces la separación en almacenes (cuadro 3.2).

Los inventarios deben además ser clasificados por su papel en la línea de producción para ser ingresados como productos separados, y con las apropiada división en almacenes de servicios, insumos, independientes y productos, según Durán (2012) [14] el tipo de inventariado depende del tipo de empresa de la que se trate:

Cuadro 3.2: Separación de los almacenes de acuerdo a los tipos de inventario.

<i>Servicios:</i> Inventario en proceso, inventario de materia prima, etc.	<i>Insumos:</i> Inventario de materia prima, inventario de componentes
<i>Indirectos</i>	<i>Productos:</i> Inventario de productos terminados

Fuente: Elaboración propia.

“El inventario en una empresa *manufacturera* está conformado por la materia prima, insumos o productos en proceso necesarios para la fabricación y posterior comercialización en productos terminados. En las empresas *comerciales* está compuesto por el conjunto de mercancía y artículos terminados destinados para la venta. En lo que respecta a las empresas de *servicio*, el inventario está integrado por todo el suministro necesario para su funcionamiento y prestación de servicio.” (p. 58)

IT Academy [56] define al inventario de *indirectos* o “centro de costos” como el término asociado a la subdivisión de la empresa a los fines de imputar los costos en que se incurre a cada uno de sus sectores o actividades desarrolladas. Los aquí llamados *Indirectos* no son estudiados por las investigaciones operativas de control de inventarios de artículos de demanda independiente, aunque otros métodos pueden ser utilizados para estudiarlo, como el JIT o llamado Kanban.

3.1.1 Clasificación ABC

Una de las principales técnicas para la administración del inventario es el Método de Clasificación ABC, o criterio de Pareto, éste se apoya en gran parte por la definición de las variables respecto del objetivo de uso del inventario.

“La gestión de inventarios debe adaptarse al tipo de producto y su rotación

en almacén. La regla 80-20 de Pareto ayuda a las empresas a categorizarlos y priorizarlos para mejorar su gestión. Algunas empresas segmentan su inventario de acuerdo a sus días de rotación para determinar la cantidad de inventario de seguridad que se requiere, esta política es conocida como análisis ABC que se basa en el volumen de ventas que genera cada tipo de producto. Otra manera de priorizar es a través de la rentabilidad, es decir el margen, y del retorno marginal sobre la inversión en inventario.” (USAID, 2014, p. 12) [48]

Usualmente esta clasificación se lleva a cabo sólo con los valores del costo del artículo, sin considerar las utilidades de la venta, pero Parada (2009) [31] considera ambos casos para el estudio de la clasificación ABC. Para esta investigación son separados en cada uno de los porcentajes con base en las utilidades sobre la venta, es decir ganancia de la venta menos el costo de los artículos comprados en cada año.

En términos generales se clasifica el inventario por la forma como se establece el precio de un inventario, se separa en grupos: A) de mayor valor, donde se mantienen pocas cantidades, B) de valor medio, de cantidad media; y finalmente en C) de valor bajo, donde hay una gran cantidad (Durán, 2012) [14].

Los artículos tipo A son los que representan el valor monetario mayor, con un control de inventarios complejo, representan de 60 % a 80 % de las ganancias y agrupa del 10 % al 20 % de los artículos. Los artículos tipo B son de valor monetario intermedio, se les da un control de inventarios simple con un efecto económico de entre 15 % y 30 % y representan del 20 % al 30 % de los artículos totales. Los artículos tipo C son de valor monetario mínimo, sin control de inventarios, son la mayoría de los artículos del 50 % al 70 %, son aquellos que casi no generan ganancia, de entre un 5 % y 15 % (Adaptado de Parada, 2009 e Izar-Landeta, 2012) [31] [26].

El material de registro utilizado es un cuestionario en tabulación como sigue, orde-

nando los artículos por su utilidad (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3: Hoja de registro para realizar la clasificación ABC.

Artículo	Venta anual	Costo	Utilidad	Artículos dependientes	Clasificación
					A
					B
					C

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Análisis de la Demanda

El control de Inventarios está basado en cómo se puede predecir la diferencia de la demanda con la oferta de los pedidos de interés (Álvarez y Cabrera, 2005) [2]. El modelo que se analiza primeramente es el modelo simple de inventario, evaluando si el modelo termina siendo mejor aproximación un modelo estocástico o uno determinístico (remítase al cuadro 3.4), para así proceder a la aplicación de un método de optimización de los procesos de logística y así obtener un rendimiento máximo en las utilidades dadas de la empresa. Es sólo hasta este punto que se puede especificar el modelo matemático más conveniente a utilizar.

“Los inventarios probabilísticos con demanda independiente se caracterizan por la suposición de que sólo se conoce la probabilidad de distribución de la demanda durante el tiempo de producción, pero no la demanda actual durante ese periodo, por lo que, cuando se establece el punto de pedido, existe la posibilidad de que el inventario se agote y tener que enfrentar un costo por faltante y por último la demanda del producto no se relaciona con la demanda de otros productos”. (Rios, et. al., 2008, p. 252) [39]

La demanda se establece a partir de los parámetros más determinantes: temporalidad, situación política, económica y sustentable. Se investiga también cómo afecta el precio del dólar y el petróleo en la demanda, así como el ambiente político actual. Para obtener datos más fiables dependiendo de la demanda cada bloque de artículos se separa conforme a la temporalidad, la cual repercutirá directamente en los costos y tiempos. La demanda es analizada desde sus distintas temporalidades: estacional, con o sin periodicidad, o con tendencia (perpetua, irregular, de término, cíclica u otras). Se determina cuándo entran en lista los nuevos precios del nuevo año fiscal y las afectaciones sufridas debido a las estaciones climáticas. Las políticas de ventas también deben de ser estudiadas, la demanda es determinada en cuestión a cuáles son los meses más y menos ocupados para hacer los pedidos.

Cuadro 3.4: Especificaciones requeridas de la demanda.

Almacén: Productos		Clasificación: A	
Producto: _____			
Clave: _____			
Demanda:	☐ independiente	☐ dependiente	
☐ determinista	Demanda bimestral promedio:		☐ nivel:
☐ probabilística	☐ constante		☐ estacionalidad:
Cv:	☐ variable		☐ tendencia:
			☐ periodicidad:
Anual pronosticada:			

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de variación (C_V) mide la dispersión de los datos alrededor de la media. Por lo general, los valores altos de C_V indican una alta incertidumbre en el uso de la media como una aproximación del consumo mensual. Para la demanda determinística, $C_V = 0$, dado que la desviación estándar asociada es cero (Taha, 2012) [46].

Para determinar si se utilizará un modelo de inventario con demanda determinista o probabilística se calcula el coeficiente de variabilidad dado por: $C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$, donde σ es la desviación estándar de la demanda y $\bar{x}$ su media.

Se determina en consecuencia según los siguientes lineamientos para arreglar esta estimación de la varianza:

- Demanda determinística estática: Si la demanda mensual promedio es de manera aproximada constante y C_V es menor a 20 %.
- Demanda determinística dinámica: Si la demanda mensual promedio varía y C_V es menor a 20 %.
- Demanda probabilística estacionaria: Si C_V es mayor a 20 % pero la demanda mensual promedio es aproximadamente constante.
- Demanda probabilística no estacionaria: Si C_V es mayor a 20 % y la demanda mensual promedio varían apreciablemente mes a mes.

3.2 Análisis Cuantitativo

3.2.1 Métodos de pronóstico de la demanda

Posterior al cálculo de C_V es calculada la esperanza de la demanda bimestral (μ) y la desviación estándar de la demanda (σ) y finalmente el nivel tolerable de error (α), el cual se considera como la relación de la cantidad de veces en que es tolerable que la demanda supere a la oferta (existencias) entre el total de veces cuantificado.

El modelo más sencillo se basa en la distribución normal y en un análisis con un intervalo normal de confianza. Para un cálculo básico del pronóstico de la demanda se puede calcular la demanda anual con: $D = \mu 6$. El punto de reorden, el cual es el nivel de inventario en que se coloca la orden de pedido $r = \mu + z_\alpha \sigma$. Finalmente el stock de

seguridad se calcula con: $ss = z_\alpha \sigma$. Este método sin embargo no se utilizará para el modelo (Q, r) .

Se usará un método dinámico de promedio móvil conocido como suavizamiento exponencial corregido para tendencia y estacionalidad. En el modelo multiplicativo de Holt-Winter la serie tiene una tendencia, al menos localmente, y un patrón estacional creciente (Chopra y Meindl, 2007) [11]. El efecto multiplicativo se presenta cuando el patrón estacional en los datos depende del tamaño de los datos, es decir, cuando la magnitud del patrón estacional se incrementa conforme los valores aumentan y decrece cuando los valores de los datos disminuyen (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009) [10].

El método descompone los datos en sus partes componentes y los extiende al futuro para pronosticar. En la práctica, los valores de α y β se encuentran con prueba y error utilizando las medidas de error de pronóstico del método de suavizamiento exponencial simple, éstos métodos modelan demanda futura en una serie que normalmente son fáciles de ver en una serie de tiempo. Este método de suavización exponencial con ajuste a la tendencia requiere de dos constantes de suavización: alfa (α) y beta (β). Su valor puede estar entre 0 y 1, pero a nivel práctico varía entre 0.05 y 0.50.

Los criterios para definir los valores de las constantes son similares al método de suavización simple. Para alfa dependerá de la importancia que se otorga a datos recientes (α más elevada) o a datos más antiguos (α más baja). El beta funciona análogamente: un β elevado responde con más velocidad a los cambios en la tendencia, mientras que un β inferior tiende a suavizar la tendencia actual, dando menos peso a los datos recientes.

- La constante de nivel α provee la ponderación del pronóstico de que la media de la demanda se incremente en el próximo año.
- La constante de tendencia β describe la posibilidad de que el pronóstico de tendencia aumente posteriormente.
- La constante de estacionalidad γ se determina como la probabilidad de que haya

un escaño estacional en la demanda del año siguiente.

Se basará en los siguientes valores iniciales:

Componente permanente:

$$a_0 = \bar{X} \quad (3.1)$$

Tendencia inicial:

$$b_0 = \frac{\bar{X}_n - \bar{X}_{n-1}}{T} \quad (3.2)$$

Factor estacional multiplicativo:

$$F_{t-T} = \frac{x_t}{\bar{X}_n} \quad (3.3)$$

Donde:

n : es el número de años registrados

T : número de periodos en que se divide la demanda.

$\bar{X}$: Demanda promedio de los años estudiados.

$\bar{X}_n$: Demanda promedio del año n .

x_t : Demanda del periodo t .

Se calculan entonces las variables de decisión que darán los valores esperados para la venta en el siguiente año, con las siguientes ecuaciones de alisado:

El nivel en el tiempo t :

$$a_t = \alpha \frac{x_t}{F_{t-T}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.4)$$

La tendencia en el tiempo t :

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3.5)$$

La componente estacional en el tiempo t :

$$F_t = \gamma\left(\frac{x_t}{a_t}\right) + (1 - \gamma)F_{t-T} \quad (3.6)$$

Finalmente el pronóstico de la demanda para los periodos subsecuentes donde k es el periodo estacional:

$$x_{t+k} = (a_t + kb_t)F_{t+k-T} \quad (3.7)$$

3.2.2 Modelo de la Cantidad Económica de Pedido (CEP)

Los modelos son hechos usualmente a partir de calcular el costo total del inventario como la suma de los cuatro costos: costo de compra, costo de preparación, costo de retención y costo por escasez (Taha, 2012) [46].

La aplicación del modelo CEP (EOQ por sus siglas en inglés) se hace suponiendo que es una buena aproximación a la cantidad de pedido óptima, independientemente si la demanda es determinística o probabilística.

Las suposiciones que se toman en cuenta son:

- La demanda es constante y conocida.
- El tiempo de adelanto es cero, esto significa que el pedido se recibe cuando se solicita.
- Cada pedido se hace al momento en el que las existencias llegan a cero, es decir el punto de renovación de pedidos es cero.

- La cantidad de mercancías pedidas al proveedor es constante.
- No hay agotamientos de mercancía.
- El costo de las mercancías es constante con el tiempo.

Las variables del modelo adaptadas de Nahmias (2007) [30], Hilliert y Lieberman (2010) [22], Taha (2012) [46], Chase, Jacobs y Aquilano (2009) [10], Chopra y Meindl (2007) [11], Milena y Rossetti (2012) [41], Izar-Landeta, (2012) [26] y Eppen, *et al.* (2000) [16], Render y Heizer (1996) [36] inician con la demanda anual (D), que ya fue calculada con el método Holt-Winter, y los siguientes tres costos.

El *costo por ordenar* (C_o) es dividido en costos variables *incurrido con base en las unidades* y los costos fijos únicamente de preparación del pedido, independientes de éste; nótese que no es el costo de mantenimiento del departamento de compras y es en función directa del personal implicado. Agrupan los costes del personal que maneja los pedidos: *generación y recepción*: costo administrativo de ordenar, costo de trabajo de preparación, (costos de generación y de recepción) al secretariado, gastos de contabilidad y papelería. Para este estudio se consideran los rubros delimitados en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5: Rubros del costo por ordenar (C_o).

		\$
Generación	Secretariado, contabilidad, cargadores.	
Recepción	Secretariado, contabilidad, cargadores.	
Estufado	Personal, equipo y maquinaria, energía.	
Flete	Manejo del vendedor.	
Total:		

Fuente: Elaboración propia.

El *costo de compra unitario* (C_c) se determina a partir del costo de materia prima y la cantidad de artículos (cuadro 3.6), siendo los rubros *dependientes del tamaño del*

pedido. Para calcular el costo de compra unitario del pedido se obtiene el costo del artículo unitario, verificando que la cantidad deseada se pida en unidades, o en su caso, la cantidad de artículos unitarios por paquete, por lo cual también se debe de ver si existe un descuento por cantidad pedida, además del flete y el costo de mano de obra por la descarga.

Cuadro 3.6: Rubros del costo de compra (C_c).

		\$
Precio de compra	Unidades del pedido:	
Preparación	Manejo de recepción y despacho: Personal, equipo y maquinaria, energía	
Descuentos por cantidad	Condiciones:	
Flete	Manejo del Vendedor	
Total:		

Fuente: Elaboración propia.

El *costo de almacenaje* (C_a) representa los costos asociados con el almacenamiento del inventario hasta que se vende o se usa, en general se expresa como un *porcentaje del valor del inventario promedio*, aquí determinado como un porcentaje del costo de compra del pedido. Para calcular el costo de almacenaje se analizan cuatro costos generales descritos en el cuadro 3.7, rubros que se describen a continuación. El *costo de oportunidad de una inversión alternativa*: este costo se puede dividir a su vez en costo de operación del almacén, costo del edificio, y costo del capital inmovilizado, es decir, de esos artículos que no se han vendido y se acumulan en el inventario. Determinado también por el *costo de administrar el almacenaje* el gasto del almacén con respecto de la renta y servicios, junto con los impuestos y el seguro, *costo de manejo de materiales* y mano de obra que se requiera para el mantenimiento en el almacén. Existe también la posibilidad de incluir en general un *costo de obsolescencias*, que agrupe las mermas, robos, roturas, estropicios, deterioros o hurtos.

Cuadro 3.7: Rubros del costo de almacenaje (C_a).

		%
Costo de oportunidad de una inversión alternativa (costo de capital)	Costo de operación del almacén, costo del edificio, y costo del capital inmovilizado. Tasa de interés (tasa interna de rendimiento, rendimiento de los activos, tasa límite). Seguros de inventarios, préstamos, impuestos.	
Costo de manejo	Materiales y maniobras (mano de obra), equipo y maquinaria, energía.	
Costo de suministrar el almacenaje	Alquiler, Servicios públicos, seguros. Espacio ocupado:	
Obsolescencia: no perecedero ○ perecedero ○	Mermas, robos, roturas, estropicios, desperdicios, deterioros, obsolescencia o hurtos	
Total:		

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto los valores óptimos que se obtienen son:

- La cantidad económica de pedido (CEP):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_c C_a}} \quad (3.8)$$

- El Costo Anual Total del inventario:

$$C_T = C_c \frac{D}{Q} + C_a \frac{Q}{2} \quad (3.9)$$

Este método es un modelo de revisión periódica, que en ocasiones es suficiente para hacer los pedidos, en su caso el número óptimo de pedidos anuales se obtendría con $N^* = \frac{D}{Q^*}$ y la razón anual del ciclo de tiempo para cada pedido sería $t^* = \frac{Q^*}{D}$. Pero para el uso del Modelo (Q, r) , no es necesario más que Q^* para comenzar las iteraciones que llevarán a obtener el valor de r .

3.2.3 Modelo (Q, r)

También llamado política de tamaño de lote punto de reorden (reorder-point lot-size policy) este modelo se utiliza en los casos en que se desea hacer una revisión continua de inventario, es decir en el que se pide una cantidad Q cuando el inventario alcanza el punto de reorden r . Observe en las ecuaciones siguientes que Q y r no se calculan simultáneamente, sino que se considera Q independiente de r (Rios et al., 2008) [39].

El modelo (Q, r) , es un caso especial del modelo (R, r) donde $R = r + Q$, se deben tomar las siguientes suposiciones (Hadley, 1963) [20]:

- El costo unitario del artículo es una constante independiente de Q .
- El costo del pedido pendiente es C_f por unidad atrasada.
- Nunca hay más de una orden pedida.
- El costo de operar el sistema de procesamiento de información es independiente de Q y r .

Para este modelo se agregarán como variables (cuadro 3.8) primero el **tiempo de espera** (T_e) de la entrega, éste es el tiempo en que se coloca una orden de reabastecimiento hasta la entrega o recepción de los bienes (descrito en la sección 2.2.1). De éste se calculan directamente dos valores: μ : la media de las ventas durante el tiempo de espera, y σ : la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.

- μ : la demanda media de las ventas durante el tiempo de espera = $\frac{D}{T_{erazon}}$.
- σ : la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera = $\frac{\sigma_D}{\sqrt{T_{erazon}}}$.

Donde $T_{erazon} = \frac{350}{T_e}$ por 350 días hábiles, es decir, la periodicidad del tiempo de espera y σ_D la desviación estándar anual.

El último costo del modelo se describe aquí adaptado de Hilliert y Lieberman (2010) [22], Taha (2012) [46], Chase, Jacobs y Aquilano (2009) [10], Izar-Landeta, (2012) [26]

Cuadro 3.8: Especificaciones requeridas del inventario.

Inventario:		
Procedencia:	Revisión	Inventario de seguridad:
☐ nacional	☐ continua	☐ operativo:
☐ importada	☐ periódica	☐ precautelativo:
	Tiempo de espera:	☐ especulativo:

Fuente: Elaboración propia.

y Eppen, *et al.* (2000) [16].

El *costo del faltante* (C_f) son los costos de penalización debidos al retraso referentes al exceso de demanda que no puede ser satisfecha ya sea por faltantes en existencia, (agotamiento o desabasto). Esto tiene una repercusión directa en el inventario por la acumulación del producto que puede suponer una venta posterior (se acumula) y suponer costos contables o se pierde por vencimiento (perder por completo). El costo del faltante (C_f) es el efecto de la política de pedidos respecto a los costos de penalización debidos al retraso referentes al exceso de demanda que no puede ser satisfecha ya sea por faltantes en existencia, agotamiento o desabasto (cuadro 3.9). Esto tiene una repercusión directa en el inventario por la acumulación del producto que puede suponer una venta posterior (se acumula) y suponer costos contables o se pierde por vencimiento (perder por completo).

El *punto de reorden* (r) es el nivel de inventario en el que se hace la nueva orden de pedido (véase revisión continua y periódica en la sección 2.2.1). Éste es determinado a través del modelo de la siguiente manera.

Para calcular el punto de reorden (r) del lote i que minimiza el costo total, se realiza

Cuadro 3.9: Rubros del costo del faltante (C_f).

		\$
Retroactivo	Acumulación (se pospone) Costo del faltante o retraso y costos del pedido y contabilidad.	
Pérdida del pedido	Penalización por cancelación. Clientes perdidos.	
Total:		

Fuente: Elaboración propia.

una iteración con las siguientes fórmulas:

$$H(r_i) = \frac{Q_i C_a C_c}{DC_e + Q_i C_a C_c} \quad (3.10)$$

Esta ecuación es la función acumulativa $\Phi(z_{r_i})$ de donde se obtiene r_i usando las tablas de distribución normal, con el cual se calcula entonces el valor de la función del número esperado de ventas perdidas en el periodo i . Adicionalmente es importante mencionar que $\phi(z_r)$ es la distribución normal de la demanda en el tiempo de espera. Recordemos aquí que la notación z_r se utiliza para denotar el cambio de variable para una distribución normal con media 0 y desviación estándar 1: $z_r = \frac{r-\mu}{\sigma}$.

Se calcula el número esperado de penalidades por periodo:

$$\bar{\eta}(r_i) = (\mu - r_i)\Phi(z_{r_i}) + \sigma\phi(z_{r_i}) \quad (3.11)$$

Posteriormente el siguiente Q_{i+1} a comparar con el anterior:

$$Q_{i+1} = \sqrt{\frac{2D(C_o + C_f\bar{\eta}(r_i))}{C_a C_c}} \quad (3.12)$$

Finalmente obtenidos los valores óptimos $Q = Q_n$, $r = r_n$, se compara el punto

de reorden con el inventario de seguridad sólo para verificar que concuerden con lo solicitado.

El *inventario de seguridad* es el inventario que se mantiene para prevenir faltas de inventario (éste fue definido a inicios del capítulo 2). Es importante recordar que el inventario de seguridad es determinado con el stock mínimo y máximo que la empresa establece gracias a sus productos precautelativos (con motivo de un cambio en la demanda), operativos o transaccionales (de operación) y especulativos (con motivo de un cambio en la oferta).

Al analizar los inventarios son de tipo precautelativo, operativo o especulativo (Durán, 2012) [14] repercutiendo directamente en el cálculo del inventario de seguridad, este dato se agrega al cálculo hecho de las unidades pedidas. Una sugerencia para esto la presentan Render, Stair y Hanna (2012) [37] en su capítulo de Modelos de control de Inventarios.

Tradicionalmente optimizar un modelo se logra utilizando un *programa lineal*, modelo determinístico formado por ecuaciones lineales, y que contiene una sola medida de desempeño (función objetivo) por optimizar, sujeta a satisfacer un conjunto dado de restricciones (Eppen, 2000) [16]. En matemáticas financieras y ciencia de la administración o mejor conocida como investigación de operaciones se comprende *optimizar* como maximizar o minimizar una función objetivo, la cual está dada calculando el costo total a optimizar la función siguiente, siendo los sumandos el costo de preparación, el costo de retención y el costo de escasez respectivamente (Taha, 2012) [46].

$$C_T = \frac{D}{Q}C_o + C_aC_c \left[\frac{Q}{2} + r - \mu \right] + \left(C_aC_c + \frac{C_fD}{Q} \right) \bar{\eta}(r) \quad (3.13)$$

El modelo matemático de programación lineal está compuesto por cuatro elementos que forman una representación matemática de la realidad que puede resolverse utilizan-

do las técnicas usuales: los parámetros o datos del problema (los cuales se conocen con certeza), las variables de decisión, la función objetivo a ser optimizada y las restricciones (Vargas, Cano y Ríos, 2004) [9].

Sin embargo en esta tesis para evaluar la medida de la efectividad de nuestro conjunto particular de valores, parámetros (figura 3.4) y decisiones, se propone utilizar el Modelo Financiero para la Micro y Pequeña Empresa, programado en una hoja de cálculo dinámica realizada por el Dr. en Ciencias Oscar Hugo Pedraza Rendón [32]. A través de la obtención de los factores de optimización a analizar dadas las variables cuantitativas obtenidas a partir del cuestionario de competitividad benchmarking (Apéndice C). El análisis culmina con la aplicación de los datos cualitativos, el enfoque de diagnóstico de inventario de USAID, conjuntándose en un análisis FODA de las posibilidades de acción de la empresa, y de la determinación de las medidas a tomar.

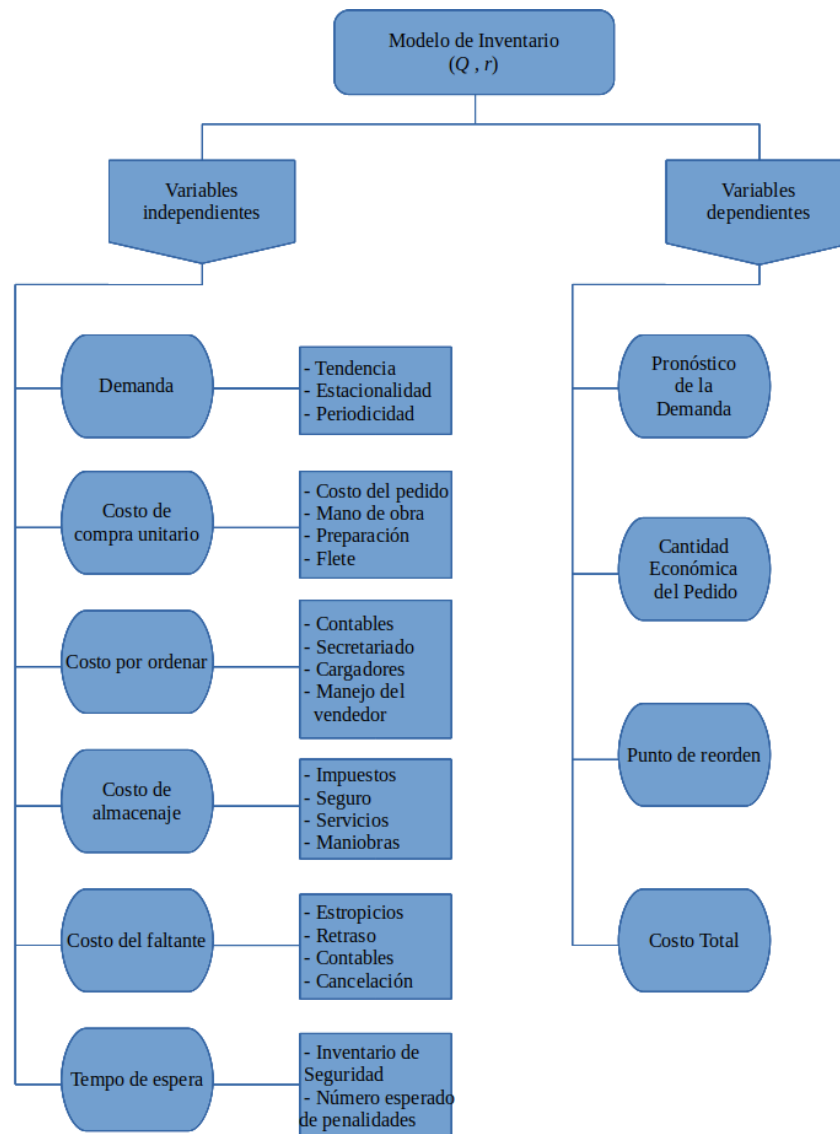


Figura 3.4: Modelo de Investigación. Elaboración propia.

Capítulo 4

Resultados

4.1 La Empresa

La empresa se clasifica como una empresa manufacturera (industria) y de servicios, representa la más exitosa empresa de venta de madera en sus diversas presentaciones en el estado de Michoacán y es competitiva dentro del ámbito estatal y nacional. Actualmente pocas empresas pueden superar el alcance de ésta, que ya tiene sucursales en otros estados del país además de las ya localizadas en Michoacán: en las ciudades de Querétaro, León y Monterrey. La sucursal ubicada en Morelia se clasifica como un tipo de industria mediana, ya que cuenta con alrededor de 90 empleados, según la clasificación de las MiPyMES del INEGI (cuadro 4.1). La maderería está distribuida en un aproximado de 8430 m² de superficie (figura 4.1).

La maderería ofrece actualmente servicios diversos en su sucursal en la ciudad de Morelia: incluye servicios de venta de madera, ferretería, fabricación (muebles, gabinetes, cocinas y puertas), y cuenta con su propia estufa de secado y una sección donde el cliente puede pedir cortes específicos para lo que requiere construir, todo en la misma locación.

Cuadro 4.1: Estratificación de las MiPyMES en México.

<i>Tamaño</i>	<i>Sector</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Monto de ventas anuales (mdp)</i>	<i>Tope máximo combinado*</i>
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$ 4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 31 hasta 50	Desde \$4 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde \$100 hasta \$250	235
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100 hasta \$250	250

* Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) x 10 % + (Ventas Anuales) x 90 %.
Fuente: DOF 23-12-2011.

El servicio de *fabricación de muebles* se compone de Puertas, Cocinas, Cubiertas, Gabinetes y fabricación de muebles. El servicio de *venta de madera* contiene las líneas de inventarios de Maderas finas, Triplay, y sus artículos derivados en el caso de las líneas Madera y madera industrial, Cimbra, Vigas y Gualdras, junto con Conglomerados: MDF, Duela, Laminado, Aglomerados y Melaminas. La *ferretería* que vende a sus clientes herramientas desde clavos y tornillos hasta mesas de trabajo específicas para cortes de madera, hornos y tarjas, agregamos a esta clasificación las Cubiertas ya que es un producto que se vende por pedido, es decir, no cuenta con inventario operativo.

Su tienda incluye también tanto muebles producidos en otras empresas como los producidos en esa misma ubicación. Para los clientes mayoritarios, tales como los aserraderos, la empresa proporciona el servicio de secado en su estufa industrial con 60 mil pies de capacidad, pero el uso de esta estufa es mayoritariamente para toda la madera que llega en estado verde de parte de los proveedores.

La empresa maderera se surte de proveedores nacionales en su mayoría, pero también cuenta con muchos proveedores internacionales por lo cual anteriormente manejaba dos empresas legales. Para los artículos que son de importación la empresa ya ha salvado la

situación de aduana, al permitir que otra se haga cargo, salvando así mayores *tiempos de espera*.

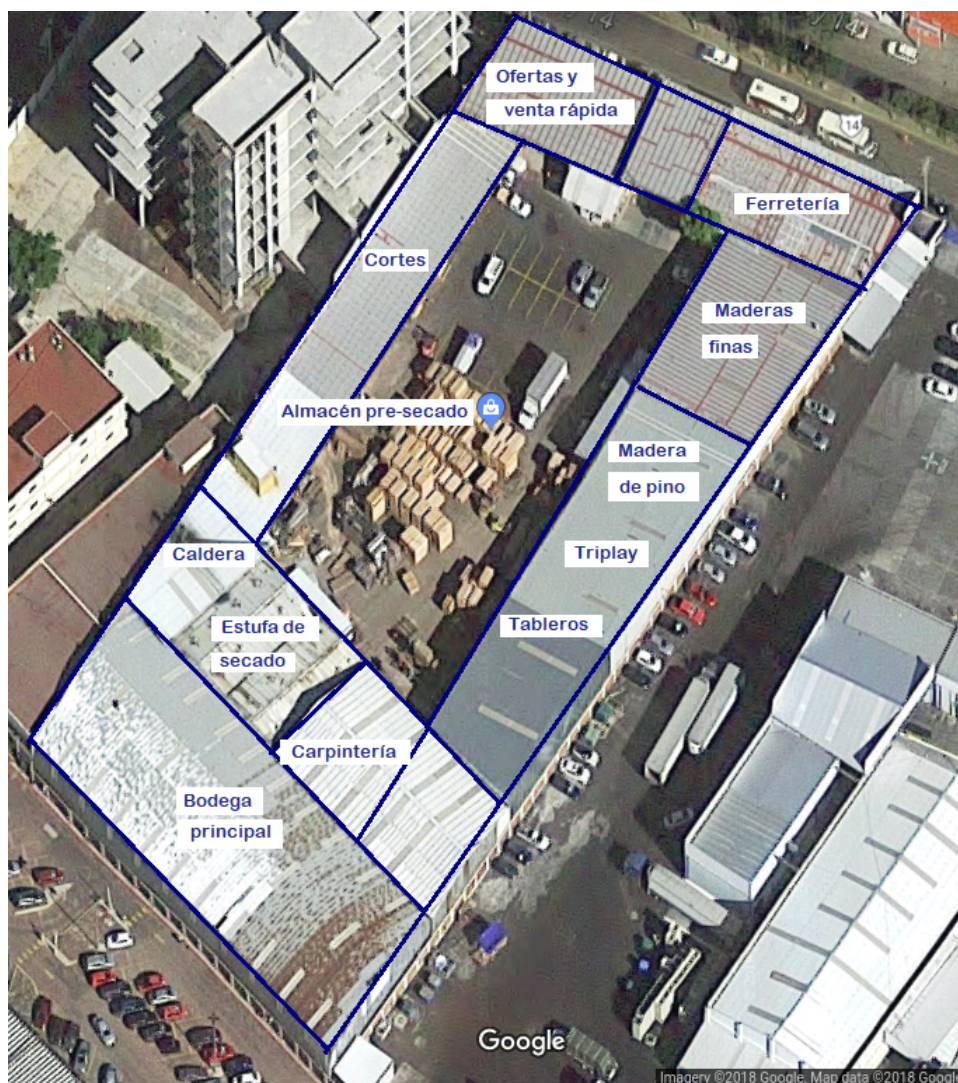


Figura 4.1: Imagen de los servicios de la empresa. Google Maps 2018 Recuperado el 27 de Agosto de 2018.

La informalidad en el sector forestal es una realidad, la empresa compra madera de varios proveedores, pero básicamente sólo de los proveedores internacionales se puede obtener las certificaciones de calidad, dentro de México, algunos cuentan con sus respectivos permisos, pero de otros es imposible rastrear incluso el origen del producto.

Aún más crítico, no todos los proveedores emiten facturas para la compra del servicio, ya que como se ha comentado en Introducción, la mayoría de los aserraderos en México son informales.

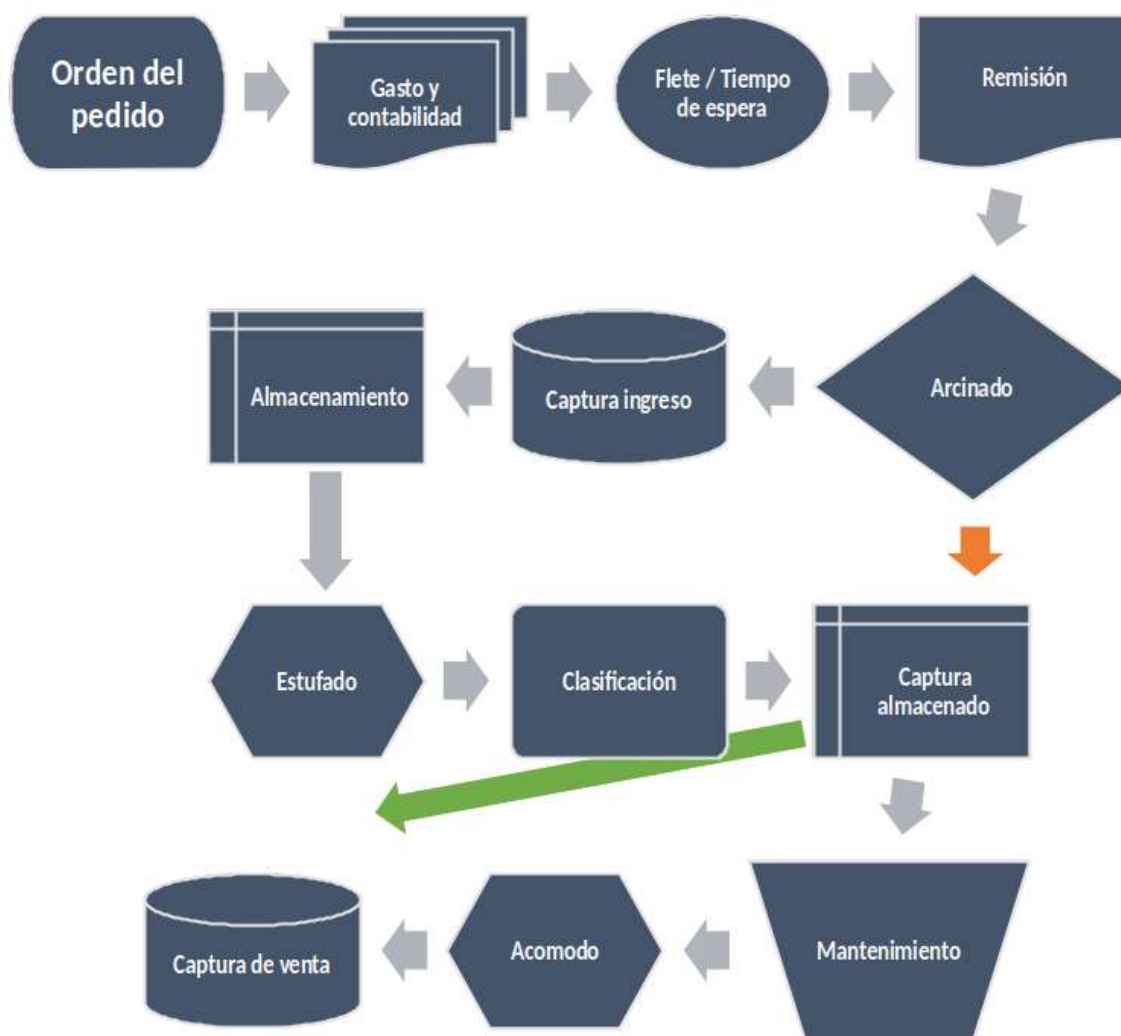


Figura 4.2: Diagrama de flujo del manejo de los pedidos. Elaboración propia.

La clasificación con la cual llega la madera de los proveedores, a veces no satisface las especificaciones, y en pocas ocasiones sí se puede subir de clasificación del arsinado: se clasifica en madera de primera (segunda y mejor), segunda, tercera o como madera de construcción. Sólo las primeras 3 clasificaciones son estufadas para secar la madera

para obtener la calidad máxima, para los materiales que llegan incluso con más defectos de los previstos se clasifica como madera de construcción y se vende a destajo (mayoritariamente esta madera es de pino). Debido a ésta política de la empresa se puede observar que algunos de los artículos dependientes son éstos que se clasifican en otro nivel después de haber sido entregados.

En cuestión de los pedidos, la empresa emite una orden de pedido de parte del encargado de área, y es pasado a contabilidad, quien realiza el gasto y al recibir el pedido se encuentran entre 1 y 4 cargadores para descargar la mercancía. Después de ser clasificada, secada y posteriormente almacenada si no se tiene un comprador, en el caso de tenerlo, la madera es almacenada temporalmente en el sitio de carga hasta que es recibida por el comprador. En este proceso se emite por parte de los cargadores una orden de almacenamiento y hay una captura del almacenado en el sistema SAE Aspel. El producto tiene que ser mantenido mientras se encuentra en inventario, se reacomoda según el caso, y finalmente cuando la venta, se hace una captura en el sistema. Como usted puede observar en todo este proceso mostrado en el diagrama de la figura 4.2, sólo hay dos documentos a verificar (una captura de almacenado y una de venta).

Los resultados arrojados confirman que la empresa tiene las características para que el modelo (Q, r) se aplique, dado que uno de los problemas de mayor importancia es el tiempo de espera de los productos ordenados. De los pedidos internacionales es importante mencionar que se espera un tiempo de un mes hasta 3 meses para la recepción del pedido.

Aunque la empresa no separa en los 4 almacenes de servicios, insumos, indirectos y productos, el software utilizado enumera en líneas los distintos tipos de productos, los cuales van desde la 100 hasta la 720, siendo en total 75 líneas, algunas de las cuales ya han sido descontinuadas, o tienen pocos productos que se siguen vendiendo. Se denotarán las líneas de ahora en adelante con una L anterior.

Los datos numéricos se obtuvieron de un software llamado SAE Aspel, el cual contiene todas las ventas de artículos hechas desde 2013, aún así es notorio que no se ingresaron hasta el 2014 la totalidad de los artículos que existían en la empresa, por lo cual el inventario es fiable sólo desde el 2015.

4.2 Clasificación ABC

La clasificación ABC es la conclusión palpable del análisis cualitativo del inventario, ya que al determinar si es de procedencia nacional o importada, o la clasificación en artículos dependientes o independientes (por lo tanto la demanda) y la clasificación de los almacenes (dependiente de si se trata de materias primas, trabajo en proceso o bienes terminados) se obtendrá una mejor idea de la importancia de cada producto.

Se recopiló información de las ventas en los últimos 4 años para obtener como clasificación A a los artículos que suponen más ganancia anual. Se han dejado de lado los inventarios de Servicios e Insumos para el análisis del manejo de inventario.

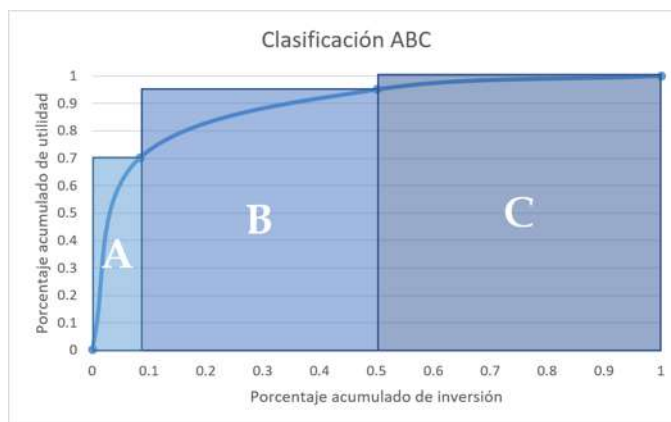


Figura 4.3: Clasificación ABC de inversión vs utilidad. Elaboración propia.

La lista de los artículos que son clasificados como A se escogieron no como los de mayor precio, sino se obtuvieron inicialmente del análisis del año 2016 de acuerdo a la

cantidad de los artículos, como los de mayor venta y de una ganancia sobre la venta de alrededor de 10 mil pesos anuales, proporcionado por el software puesto que suponen una ganancia de más del 70 % de las ganancias totales anuales según los resultados. Los artículos clasificación B se proponen los que aparecen en el software como las Ventas y Utilidades de 2013 a 2017, y los artículos clasificación C, se agrupan como todos los demás.

Se analizó el total de inventarios presentados por el software consistente de alrededor de 9484 artículos. Con éste análisis se obtuvieron 800 artículos para la clasificación A. Los artículos clasificados como A son un 8.4 % de los artículos totales representando un aproximado de 70 % de las ganancias (figura 4.3).

Cuadro 4.2: Cantidad de artículos en la Clasificación A.

<i>Bloque</i>	<i>Descripción</i>	<i>Total</i>	<i>A</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Tipo de Inventario</i>
1	Madera de pino	520	439	85 %	Productos terminados
2	Triplay	149	115	77 %	
3	Maderas finas	110	74	67 %	
4	Tableros	473	67	34 %	
5	Madera para industria	567	24	4.2 %	
6	Fabricación de muebles	985	45	4.6 %	Productos en proceso
7	Ferretería	6505	38	0.6 %	Productos terminados

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados mostraron que de los servicios con los que cuenta la maderería, el más productivo sigue siendo el de venta de madera: de pino y sus dependientes, de triplay y maderas finas seguido de los tableros; el segundo servicio que genera ganancia es el de fabricación: puertas, cocinas, gabinetes y muebles y por último el de ferretería.

La proporción de artículos que se encuentran en las líneas descritas anteriormente (cuadro 4.2), en comparación con el total de artículos existentes nos proporciona la primera evidencia de que es necesario hacer cambios, como mínimo, en la plantilla de

artículos.

Los bloques propuestos son definidos así a partir de la separación de los tipos de productos:

1. Madera de pino (L305 y L306)
2. Triplay (L314 y L315)
3. Maderas finas (L307)
4. Tableros
 - MDF (L309)
 - Duela (L312)
 - Laminado (L304)
 - Aglomerados (L301)
 - Melaminas (L310)
5. Madera para industria
 - Cimbra (L303)
 - Vigas y Gualdras (L316)
6. Fabricación de muebles
 - Cocinas (L366)
 - Puertas (L100, L102, L300 y L313)
 - Carpintería (L311)
 - Cubiertas (L302)
7. Ferretería

Para cambios a la misma empresa, se sugiere observar el porqué de la poca eficiencia en la venta en la cantidad de artículos de los bloques: tableros, madera para industria

y ferretería, por lo cual se recomienda una reducción en la cantidad de artículos del inventario en esas líneas. En cambio para los bloques: madera de pino, triplay y maderas finas debería hacerse un estudio de mercado y observar las posibilidades de más inversión. Para el estudio de la *ferretería* se podrían entonces investigar los artículos de más ganancia (obtenidos a partir de la clasificación ABC) que corresponden a las líneas Hornos y Tarjas, Maquinaria, Tubos, PVC, Adhesivos, Preservadores, Pijas, Bisagras, Cerraduras, entre otros. Otro análisis dentro de los artículos clasificación A es el cálculo del inventario faltante para que los mismos artículos lleguen a la misma ganancia el año siguiente.

4.3 Análisis de la Demanda

La parte del análisis cualitativo de la demanda se refiere a si es dependiente o independiente, a la determinación de si la demanda es determinista o probabilística con el C_v , y a valorar si la demanda bimestral promedio es constante o variable.

Los precios de los productos cambian no sólo conforme la situación actual del precio del petróleo, del dólar, o la cercanía con las elecciones; además, la demanda de cada tipo de producto también se modifica mes con mes. Gracias a la observación y comprensión del funcionamiento de la empresa la información sobre la demanda estacional el pronóstico de la demanda se obtiene fácilmente separando por bimestres, teniendo así los 6 periodos al año para analizar:

1. Enero y Febrero: Asignación de nuevos precios al inicio del nuevo año fiscal. De Enero a Mayo es cuando se incrementa la oferta de madera nacional y en general las ventas repuntan desde finales del año anterior.
2. Marzo y Abril: Mayor oferta de la madera nacional, hay un decremento en las ventas generales.

3. Mayo y Junio: Pedidos previniendo el cierre de aserraderos en el bimestre 5.
4. Julio y Agosto: Incremento del precio de la madera importada (figura 4.4), menor oferta de madera de construcción y además su mayor demanda (figura 4.5).
5. Septiembre y Octubre: Cierre de aserraderos, prácticamente no se recibe madera. Los productos de madera decrementan su oferta en los meses desde Julio hasta Octubre.
6. Noviembre y Diciembre: Inicio de temporada, se hace el listado nuevo de precios. Debido a la temporada de lluvias los aserraderos cierran desde Agosto hasta Noviembre.

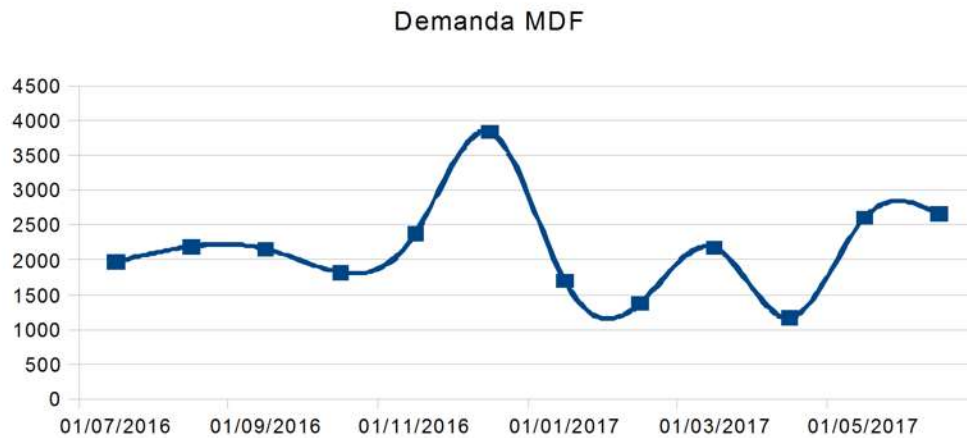


Figura 4.4: Demanda de los productos MDF de clasificación A. Elaboración propia.

La gran mayoría de los artículos de clasificación A resultaron ser de demanda probabilística puesto que los C_v fueron mayores a 0.2. Aunado a toda la información obtenida el camino nos lleva a utilizar, como establece Chase, (2009) [10] un método dinámico de promedio móvil para el pronóstico de la demanda.

Puesto que los intereses de la maderería se centran en madera de pino, triplay de pino y tableros en general, así como en madera de construcción, se obtuvo información



Figura 4.5: Demanda de los productos vigas y gualdras de clasificación A. Elaboración propia.

de éstos bloques, pero el análisis numérico sólo se facilitó con Triplay de Pino Chileno para hacer la ejemplificación, los cuadros del 4.3 al 4.6 conjuntan los datos obtenidos al hacer el análisis con el método propuesto con este artículo en particular.

La incidencia de la estacionalidad y temporalidad en la demanda bimestral repercutirá directamente en los costos y tiempos. Además de ser independiente, el Triplay Pino Chileno, es de demanda probabilística.

El método dinámico de pronóstico de la demanda Holt-Winter supone el análisis cuantitativo de la demanda por medio de establecer a partir de la componente permanente, la tendencia inicial y el factor estacional multiplicativo, junto con las variables α , demanda con tendencia (β), estacionalidad (γ) o periodicidad determinadas por el tipo de producto, una aproximación de, en este caso, la demanda del año siguiente.

Por heurística de los trabajadores, usando el conocimiento empírico del personal de mayor antigüedad de la empresa, se determinó que se espera que los artículos sigan la misma demanda en incremento y que la estacionalidad sea relevante bimestralmente ya que es muy probable que se mantenga y que la línea de tendencia en las ventas se

considera que sigue a la alza. Por lo cual los parámetros se ingresaron todos como 0.95 para α , β , y γ (cuadro 4.3), puesto que son las posibilidades de que la media, la tendencia y la estacionalidad cambien, respectivamente.

Cuadro 4.3: Variables Holt-Winter de Triplay Pino Chileno.

α	Constante de nivel	0.95	
β	Constante de tendencia	0.95	
γ	Constante de estacionalidad	0.95	
X	Componente permanente	68.83	paquetes
b_0	Tendencia inicial	0.46	
D	Demanda anual pronosticada	1332	paquetes

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un pronóstico de la demanda bimestral (figura 4.6) con un cálculo iniciando en junio, y no en enero, como se podría pensar (cuadro 4.4). En total nos proporciona el método multiplicativo de Holt-Winter una aproximación de pronóstico anual de 1332 artículos, piezas de Triplay Chileno. De acuerdo a la tabla la empresa debería entonces, suponiendo una ausencia de producto de julio a octubre, ordenar en junio 687.2 paquetes menos los existentes del producto, para cubrir la demanda en esos meses.

Cuadro 4.4: Pronóstico bimestral de la demanda de Triplay Pino Chileno.

Bim 4	Bim 5	Bim 6	Bim 1	Bim 2	Bim 3
165.2	522	151.16	141.1	233.4	112.64

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.6: Demanda pronosticada (azul) vs demanda anterior (rojo) de Triplay Pino Chileno. Elaboración propia.

4.4 El Modelo

Para aplicar el modelo de inventario CEP se analiza la manera en que se piden las órdenes de los productos, su problemática de almacenaje, así se determinan los costos de orden, del pedido y el porcentaje de almacenaje, con ello la Cantidad Económica de Pedido (CEP) utilizada para el método (Q, r) .

El costo por ordenar (C_o) es los costos fijos únicamente de preparación del pedido, independientes de éste. Por lo cual para este estudio se consideró en primer lugar el costo hora hombre en que toma preparar la orden del pedido, hasta su recepción y manejo por la compra. Para calcular el costo por ordenar un pedido se agregarán los costos de los cuatro rubros más significativos, cada uno contando las horas hombre trabajadas (se calculó el costo hora-hombre como de \$19.74).

Los dos primeros agrupan los costes del personal que maneja los pedidos: *generación* y *recepción*: costo administrativo de ordenar, costo de trabajo de preparación, (costos de generación y de recepción) al secretariado, gastos de contabilidad y papelería Entre todos ellos, se pueden considerar 6 personas que manejan el pedido, con un aproximado

de 2 horas de trabajo y el uso de 1 hora de teléfono.

Los segundos dos representan los gastos mayores en el manejo de los materiales para su venta: *estufado* costos de manejo de la maquinaria, suministro, procesamiento de las órdenes y finalmente costos requeridos por el vendedor, como los *fletes obligados*, es decir, fletes que no sean dependientes de la cantidad del pedido. En nuestro ejemplo de Triplay Chileno, no hubo éstos costos, puesto que el triplay ya viene procesado y el flete se considera dentro del pedido (cuadro 4.5).

El costo de compra unitario del pedido (C_c) se determina a partir de la cantidad de artículos, donde los rubros son *dependientes de la cantidad del pedido*. Aquí se consideraron los costos ya con IVA resaltando que la compra se hace en metros cuadrados y la venta se realiza por pieza.

No se ha registrado cuánto es realmente el costo del flete para el proveedor dependientes de la cantidad del pedido solicitado, (camiones o descuentos), ni cómo se manejan los descuentos por compras al mayoreo, aunque se dijo que "no había fletes" para este artículo en particular.

El costo de almacenaje (C_a) representa los costos asociados con el almacenamiento del inventario hasta que se vende o se usa, se expresa como un *porcentaje del valor del inventario promedio*, aquí determinado como un porcentaje del costo de compra del pedido. Para calcular el inventario promedio se hace dividiendo la cantidad de artículos pedidos, entre el tiempo entre pedidos. Aunque no existe un nivel de inventarios promedio cuantificado, la cantidad media de unidades almacenadas para triplay chileno se determina como alrededor de 204 piezas y el espacio ocupado es equivalente a 3 metros cuadrados. Además el costo de suministrar el almacenaje, está dado por el uso diario de los dos montacargas y 2 cargadores.

Las unidades almacenadas recurren en gasto cuando ocupan espacio regularmente, se puede determinar el espacio que ocupan y considerarlo por metro cuadrado (costo

por almacenamiento en un metro cuadrado \$87.55).

Aquí es primeramente importante el porcentaje de artículos perecederos que durante el almacenado resultaron inservibles para la venta, aunque la madera es un recurso que puede durar décadas, su aprovechamiento, tratamiento y almacenamiento supone un porcentaje de estropicios, en el ejemplo surgió un número alto de 8 %. En el caso de esta empresa, se hizo un cálculo de mermas, el cual se estima entre 7 % y 15 % debido a la mala administración de las existencias.

Cuadro 4.5: Variables CEP de Triplay Pino Chileno.

C_o	Costo por ordenar	240	M.N.
C_c	Costo de compra unitario	554	M.N.
C_a	Costo de almacenaje	8	%
Q^*	Cantidad Económica de Pedido	120	paquetes

Fuente: Elaboración propia.

Otra parte del análisis cuantitativo del inventario es aplicar el modelo de inventario (Q, r) , aquí se deben cuidar las políticas de revisión del inventario, los valores del inventario de seguridad, el tiempo de espera y el costo del faltante. Es importante recordar que para este modelo se utiliza la revisión continua, pero para fines prácticos se coloca en la hoja de registro (Cuadro 3.8) para tener un antecedente del artículo investigado, en caso de que sea de revisión periódica determinada por la empresa:

De acuerdo al planteamiento de la implementación del modelo (Q, r) se debe verificar cómo es la función de probabilidad del tiempo de demora, en el caso de este estudio se considera una función de distribución normal, pero se sugiere en conclusiones hacerlo sistematizado. Así como el flete, el tiempo de espera usualmente es repercusión directa del manejo del vendedor, por lo cual puede ser conveniente cambiar de proveedor si la eficiencia en los pedidos es incierta.

El tiempo de espera de la entrega es el tiempo en que se coloca una orden de

reabastecimiento hasta la entrega o recepción de los bienes (descrito en la sección 2.2.1), para la empresa se toman 15 días para el inventario nacional (cuadro 4.6).

En este estudio se determina el uso de un costo de faltantes (C_f) dependiendo de si hay falta de existencias en artículos, cancelaciones de pedidos, clientes perdidos por faltantes de inventario, operaciones extras que requieren más horas hombre, pero principalmente considerando los supuestos, lo que es más importante saber es cuántas veces en promedio ocurren estas situaciones.

La empresa maneja pedidos por adelantado, y su política determina que no se pierda ningún cliente ya que si presenta queja sobre el producto, se le ofrece incluso un descuento. La única implicación de los pedidos por adelantado, o posponer un pedido, es el costo de mano de obra de la gerencia, que en ocasiones tiene que hacer su pedido sin haber previsto la compra esperada.

Sin embargo, para el inventario que sí se maneja con la posibilidad de pedir por adelantado (venta diferida) o posponer la entrega si se ha acabado el inventario, también puede repercutir en más costos de manejo, de secretariado, es decir en el costo del faltante.

El cálculo promedio de compras por cliente no se tiene, aunque de ciertos clientes se tienen datos, como por ejemplo lo que compra el gobierno del estado (alrededor de 50 mil anuales), hasta las grandes constructoras que fácilmente compran medio millón en productos al año.

Por lo tanto ya tenemos todas las variables a considerar para la obtención de nuestro ejemplo numérico con Triplay de Pino Chileno, con ello se concluye el análisis cuantitativo del modelo matemático, una única cosa sería necesaria para ingresar a la nueva cantidad económica de pedido (Q), el inventario de seguridad.

Para el inventario de seguridad la empresa casi no guarda inventarios de tipo precautelativo (Durán, 2012) [14], ya que puede darse el lujo de hacer los pedidos mayoritarios

Cuadro 4.6: Variables (Q,r) de Triplay Pino Chileno.

T_e	Tiempo de espera	15	días
σ_D	Desviación estándar	13.58	paquetes
C_f	Costo del faltante	2.27	M.N.
$\eta(r)$	Número esperado de penalidades	10.23	veces
Q	Cantidad del pedido	126	paquetes
r	Punto de reorden	59.91	paquetes

Fuente: Elaboración propia.

con un tiempo de espera corto, y sólo se consideran en caso de que la demanda no pueda ser cubierta por periodos de cierre de aserraderos.

Lo que se encuentra en exhibición es el inventario operativo. La empresa maneja ciertas líneas como la de cubiertas por pedido, es decir, se paga por adelantado el material, y se espera que el proveedor envíe el pedido dentro de los siguientes 15 días hábiles en éste caso, pero debido a que éste método de venta no contiene inventario más que el que se tenga de muestra, no pertenece a una aplicación del modelo a utilizar.

El inventario especulativo se considera a priori al final de año y cuando los proveedores de aserraderos e internacionales hacen ajuste de precios, los artículos que deben ser especulativos son los que tardan más de un mes en ser entregados, y artículos que cambien su precio súbitamente. En cambio no hay nada de inventarios que se guarden con un objetivo ante el incremento o decremento de la demanda (precautelativo).

Para el análisis, nuestro ejemplo numérico nos proporciona bajo el método multiplicativo de Holt-Winter una aproximación de pronóstico anual de 1332 artículos (pieza), monto el cual se utilizó para obtener una cantidad económica de pedido de 120 piezas cada 31 días, ajustando este resultado al modelo (Q, r) resultó al agregar el costo de faltante la cantidad pedida de 125.8 piezas con un punto de reorden de 59.91 piezas considerando un número de penalidades de 10.23 por pedido. El costo total de la operación

de pedido se reasumirá en los costos del cuadro 4.7.

Cuadro 4.7: Costo Anual Total.

Total	=	Compra	Preparación	Retención	Escasez
743915.27		737658.13	2542	3017	699

Fuente: Elaboración propia.

Estos números denotan el gasto que se está haciendo con las órdenes de pedido, en costos de preparación, retención y escasez (Taha, 2012) [46], los cuales representan un 0.8 % del costo total de compra del producto. Ésta cantidad se puede reducir en gran proporción automatizando los sistemas computacionales, adquiriendo tecnología innovadora para el transporte del material, creando una línea de producción, y en general aplicando todas las observaciones que se presentan posteriormente.

Los resultados del análisis financiero sobre la empresa apoyan la teoría de que se debe de mejorar el control de inventarios, dada la corrida financiera elaborada con el programa de Pedraza (2008) [32], se obtuvo que mejorando los procesos y minimizando los costos tan sólo un 10 % la tasa de rentabilidad financiera aumenta casi 20 puntos porcentuales. Los resultados se pueden observar en el Apéndice B, siendo esa mejora del 3.21 % equivalente a unas ganancias plausibles de \$ 3'398'350 M. N.

4.5 Análisis y discusión

El modelo nunca será suficiente para el correcto funcionamiento y óptimo uso de los recursos económicos y espacios; mientras que la empresa no esté sujeta a un control sistematizado de su abastecimiento, procesos y producción, no podrá ser competitiva; por lo cual debe priorizar la implementación de procesos estandarizados y metódicos, de acuerdo a los resultados del modelo. Mucho antes de que una optimización real

sea lograda, se necesitan implementar varios puntos. Éstos puntos se abordarán en las siguientes páginas.

Para mayo 2017, mes en el que se inició la toma de datos para el presente estudio, se contrató a un nuevo encargado de almacén, al cual se le entregó la tarea de reorganizar el inventario de manera que se pudiera contabilizar con mayor facilidad lo que hay en existencia, esto debido a que la organización que la maderería había usado hasta el momento era ineficiente. Sin embargo, a pesar de la necesidad de una mejor administración de inventario, sucedió en esta ocasión, como en otras varias, que al empleado no se le permitió terminar con sus labores de organización, desde ese entonces hasta la fecha han sido contratados y despedidos otros 3 encargados de inventario, por lo cual se puede decir tajantemente que no existe una continuidad en la mejora de la gestión del inventario.

La bodega no está ordenada ni limpia, muchos materiales se guardan sobre tierra, los materiales se dañan por la maquinaria, y no se tiene control sobre quién accede a las áreas, , incluso existe inventario que llevaba ahí hasta 4 años sin venderse, por lo cual dificultaba el acomodo de los nuevos materiales que la maderería adquiría.

La primera recomendación es unificar en un solo departamento las administraciones de Inventario y Almacén. Se debe mejorar la obtención de datos con organización del inventario dentro del software, donde se incluyen los almacenes que se deben tomar por separado, que son indirectos, servicios, productos e insumos (cuadro 4.8).

Eficientar la obtención de los datos está limitada por el momento al servidor mismo de la empresa, y de la velocidad de la computadora: Es necesario adecuar el software para que se puedan obtener datos editables del sistema de un año entero, ya que la capacidad de cómputo se encuentra superada, es decir, procurar la obtención de archivos con la que se pueda trabajar en excel, y buscar que se facilite estudiar los artículos no sólo anualmente, sino mensualmente, para poder obtener la demanda mensual de un

Cuadro 4.8: Separación de los almacenes de acuerdo a los tipos de inventario.

<i>Servicios:</i> (L308) Fabricación de cocinas (L366), fabricación de puertas (L100, L102, L300 y L313), fabricación de muebles (L311), corte a medida	<i>Insumos:</i> Productos para venta directa, componentes de fabricación
<i>Indirectos:</i> Estantería (L350), Maquinaria, Vehículos, Montacargas	<i>Productos:</i> Productos en venta y productos terminados

Fuente: Elaboración propia.

producto, ya que muestra sólo los valores diarios de la venta.

Al ingresar la base de datos del inventario el sistema requiere que las piezas de madera se cuenten por unidad, pero por el manejo que se le ha dado, al hacer la venta se ingresan los “pies tabla” que se calculan en unas ocasiones, en otras los metros cúbicos e incluso metros lineales. No hace promedio en todos los costos, el costo del artículo se muestra como el último costo pagado al proveedor. Por lo tanto se deben ingresar en el sistema las unidades y cantidades que sean correspondientes a las del artículo en venta.

Posteriormente se debe separar los artículos que provienen de un solo pedido dependientes del artículo principal, puesto que se introducen las compras de los productos en paquetes que en realidad deben de ser ingresados como productos unitarios separados. Además se debe de separar además en el actual software: los artículos o líneas descontinuadas.

Finalmente cuando se sabe qué productos son de procedencia nacional y cuáles son traídos del extranjero, y cuando se agrupan de acuerdo al proveedor los artículos dependientes de otros artículos, se puede fijar la política de descuento por cantidad y fletes, así como el tiempo de espera debido a ese paquete de artículos. Se convierten en una ficha técnica (cuadro 4.9) qué productos son de procedencia nacional y cuáles son

traídos del extranjero, qué paquetes incluyen qué artículos dependientes, así como el tiempo de espera debido a ese paquete de artículos, y la política de fletes y descuentos. Ésto da un panorama general que permite conocer el manejo de la empresa con sus proveedores con un fácil acceso.

Cuadro 4.9: Ficha técnica para hacer la separación de los proveedores.

Procedencia	Proveedor	Artículo	Artículos de- pendientes	Descuento por cantidad	Flete	Tiempo de espera
Nacional						
Internacional						

Fuente: Elaboración propia.

De manera mucho más general, la gerencia debe implementar manuales hechos primeramente por los mismos empleados, para tener una visión de cómo se maneja la empresa y poder hacer cambios, como por ejemplo: Manual para simplificar la recepción de los pedidos, tanto en el conteo como en el ingreso a la base de datos. Manual para permitir entrada y salida de materiales de almacén. Manual para las responsabilidades y permisos de los empleados. Manual para el ingreso de códigos al sistema, y la definición de líneas y almacenes.

La problemática en cuestión del modelo matemático de inventariado se encuentra en varios puntos del proceso, los más importantes siendo mencionados ya en el capítulo de conclusiones, entre las consideraciones a tomar, una es la resolución a las siguientes cuestiones implementando hojas de registro:

- Cuantificación del nivel de inventario promedio a través de la diferencia entre pedidos y ventas.
- Cuantificación de los mínimos y máximos costos de la operación: compra, pedido, almacenaje, y faltante.

- Ingreso de los artículos con proveedor y pedido, así como el tiempo de entrega del proveedor en cada pedido hecho para así determinar con más precisión el comportamiento del tiempo de espera.
- Se puede fijar la política de descuento por cantidad y fletes cuando se agrupan de acuerdo al proveedor los artículos considerándose dependientes de otros artículos.
- Establecimiento de los niveles deseados de inventario mínimo y máximo, así como un supuesto de punto de reorden (momento cuando ordenar un pedido).
- Ingreso del costo individual del artículo comprado y no los costos totales del pedido.
- Conteo de los clientes que rechazan la compra o regresan el producto.
- Establecimiento de una política determinación del costo para el cálculo del modelo (último o promedio).

En cambio, una vez hechas las mejoras para la obtención de datos fiables y separados los distintos almacenes, se lograría con el modelo mejorar la eficiencia al pedir los artículos, y consecuentemente, un mejor control de los procesos implicados.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

Tal y como Gras, Dutrénit y Vera-Cruz (2017) [15] mencionan, así como se debe informar a los investigadores y a las empresas de las necesidades sociales identificadas, también se debe establecer un vínculo proactivo entre los agentes productores de conocimiento y las empresas, de esta manera se logran mejores precios y productos.

Esta tesis profundiza en concientización y sensibilización de la problemática organizacional identificada a partir del análisis de la empresa con el objetivo de la eficiencia del modelo matemático. La implementación se propone a través de las mejoras en la gestión tanto de la empresa como de sus mismos departamentos y jurisdicciones habiendo analizado las cuestiones implícitas al modelo.

El enfoque de diagnóstico del inventario proporcionado por USAID (2014) [48] nos da los primeros aspectos a mejorar en la empresa, se debe alinear la oferta de los productos con los niveles de demanda, se debe revisar la estrategia de inventario adaptada a los materiales, junto con los niveles de rotación, cuantificar el nivel de inventario que se debe de reducir, en cambio se puede holgar el cuidado de las situaciones de falta de inventario o las entregas de productos al consumidor, puesto que esos aspectos son bien manejados por la empresa, como se ha observado, el modelo conjunta todos estos

factores y se ha realizado un análisis eficiente para conocer los puntos más importantes de error.

El problema de organización logístico, espacial y temporal es latente, la empresa no sólo sufre pérdidas por la entrada del material, ubicación de los artículos, clasificación deficiente y del registro, sino que el problema es analizado por las personas a cargo sin ellas tener el control de todo lo que sucede en la empresa y mucho menos con cada artículo, las decisiones se toman a criterio de la experiencia de cada administrador sin ayuda de un modelo.

Aún cuando la administración trabaja exhaustivamente por el bien de la empresa, todo el personal siempre está ocupado y la eficiencia en sus actividades es alta, es necesario crear un departamento empresarial que adapte tanto las tecnologías disponibles, como las que por mucho tiempo han sido olvidadas.

Bonales-Valencia y Vieyra-Avilés (2013) [6] nos conceden una aproximación de la teoría de los Stakeholders resaltando la importancia de una participación bilateral entre los agentes de injerencia en los intereses de una empresa, tanto internos como externos, recordando que el ambiente es una influencia en la autonomía de la gestión, por ello es de suma importancia agregar a las propuestas e ideas de los mismos empleados, ya que éstas pueden tener un impacto de valor a largo plazo, fungiendo como un reto que también debe superar la administración.

Según los mismos empleados, se reconoce un ejercicio ineficiente en cuanto al control de inventarios, se admite la incapacidad administrativa para mejorar las circunstancias, primeramente el hecho de que el personal esté rotando con tanta frecuencia no es conveniente para la línea continua de trabajo, esto conlleva la implementación de una capacitación para los nuevos integrantes de la empresa, así como una buena guía para lograr objetivos comunes, como lo pueden ser manuales de trabajo, hojas de registro o fichas técnicas, como se mencionó en el apartado de Análisis y discusión (sección 4.5).

Se debe contratar gente con experiencia, y tener un método para obtener las referencias fiables, y como punto principal, el encargado de área es el que necesita hacer la entrevista y procurar una continuidad.

La innovación de las empresas es crucial para una buena competitividad en el mercado, como observamos gracias a Aragón, et al. (2010) [3], en este aspecto a la empresa le hace falta contar con software eficiente y aparatos electrónicos útiles como escáner de códigos de barra, ya que esto repercute directamente en optimizar los tiempos de acción.

Las mejoras en la empresa deberían incluir los manejos de las distintas áreas, el manejo de los formatos oficiales, los empleados calificados para entrada y salida de almacén y manejo de otras áreas, se deben de definir bien quién tiene acceso a qué electrónicamente, para poner los candados correspondientes. Deben homologar cómo se deben de escribir los movimientos en inventario, recabación de las firmas e implementar cartas responsivas.

Centrándose en las principales causas del fracaso de las PYMES mexicanas (Almazán-Morales, Méndez-Salvatorio y Lee-Kim, 2013) [1], las cuales son la incompetencia o falta de experiencia, la negligencia, la falta de controles adecuados, la falta de capital suficiente y la falta de una identificación correcta del riesgo, se formularon estrategias desde el análisis FODA (cuadro 5.1).

Las posibilidades de mejora en competitividad se han establecido con un análisis FODA de la empresa en cuestión con base en cuestionario del sistema de evaluación de indicadores de competitividad Benchmarking (SE, 2010) [44], con respecto a la ubicación, tiempos de producción, oportunidades de inversión en colaboraciones, sociedades, adquisición de otros negocios y posibles ideas de inversión de los directivos.

La empresa al cumplir con sus objetivos ofreciendo una variedad de productos consigue un reconocimiento a nivel estatal, el cual, al menos está asegurado por un par de

Cuadro 5.1: Recomendaciones del análisis FODA.

	Negativo	Positivo
Interno	Debilidades	Fortalezas
	Porcentaje alto de mermas. No hay conteo de inventario de seguridad. Mala administración del software. Acomodo de inventario irregular. Falta de manuales, hojas de registro y fichas técnicas aplicables. Falta de delegación de responsabilidades.	Productos y servicios especializados. Empleados conscientes y comprometidos. Servicios varios. Pocas pérdidas de ventas. Amplia experiencia con los artículos y su manejo. Posibilidad de uso de maquinaria y vehículos.
Externo	Amenazas	Oportunidades
	Situación ilegal de proveedores. No hay procesos innovadores. Rotación del personal. Capacitación y referencias del personal inexistentes. No se aplican procedimientos generales aplicados en otras empresas.	Gran capacidad de almacenaje. Experiencia con importación. Gran cantidad de ventas. Implementación de la separación de almacenes. Implementación de mejores políticas de gestión. Apertura a programas de gobierno. Situación aduanal salvada.

Fuente: Elaboración propia.

años más, sin embargo, sin procesos ni software innovadores como es tendencia para las empresas sobresalientes, esto fácilmente puede cambiar. Vite-Pérez y Tapia-Tovar (2006) [47] nos recuerdan que en el ámbito regional michoacano, no es suficiente con hacer exportaciones o importaciones, ya que “existen limitaciones para solucionar problemas locales y regionales debido a la desarticulación productiva local”. Por lo cual no hay que dejar de lado el estar al pendiente de los programas sociales disponibles, e ir adaptando posteriormente los nuevos estudios a la par, para no desperdiciar ninguna oportunidad de crecimiento.

Tomando en cuenta la capacidad y conocimiento de compra del mercado local y

estatal, una de las estrategias de marketing propuestas por Bonales-Valencia, Cortés-Hernández y Gíl-Lafuente (2015) [5], se pueden implementar aún diversas acciones para mostrar al mercado las distintas posibilidades de compra de productos útiles para el hogar o construcción y atraer más clientes, como se ha mencionado en la sección 4.2.

Las ampliaciones realizadas durante los años se convirtieron ahora en sectores necesarios para la empresa para competir como el servicio de venta de productos especializados y la situación de la empresa en sus ámbitos internos y externos de acción le permiten alcanzar un mercado amplio de consumo en madera para distintas funciones, pero sólo seguirá siendo competitiva mientras comprenda su alcance de mercado y la optimización de sus políticas internas.

Escuelas y gobierno deben concientizar a la población del conocimiento técnico que existe y es aplicable a la industria, tal y como lo abordan Dutrénit, Gras, y Vera-Cruz (2017) [15], en su enfoque hacia la innovación; lamentablemente no sólo es una realidad en esta empresa, sino en la mayoría del sector empresarial, la falta de implementación de los conocimientos especializados en temas como el inventario; las empresas deben ser más conscientes de la importancia de la formación específica en los temas científicos que conlleva un negocio.

La administración de inventario se posiciona entonces como de suma importancia cuando de su análisis se sugieren los métodos para alcanzar metas de optimización y ahorro de recursos económicos y humanos. Con la obtención de todos los datos generales se ha sugerido en consecuencia que se cambien algunos procedimientos y políticas y se espera que los desperfectos sean cubiertos por las acciones a tomar por parte de la empresa.

Esta investigación ha dejado en claro la importancia para la gestión de inventario usando el modelo propuesto tanto de la administración eficiente ubicando los productos y sus mermas, como que los procesos de almacenaje sean rápidos minimizando los

pasos y la mano de obra, la cual podría ser utilizada en otros sectores de la empresa, ya que supone el manejo de espacio de almacenaje y un tiempo de distribución de la mano de obra, además de la correcta aplicación de la formulación y sistematización de un modelo matemático en un software facilita no usar recursos humanos en tareas de conteo y contabilidad.

El modelo hace eficiente y poderosa la contabilización de los elementos perdidos debido a la mala planificación y facilita la clarificación de los factores que hacen que empresas como esta, con mucho potencial, logren la competitividad en su mayor expresión.

Acrónimos

- CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.
- FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.
- ICoFE: Índice de Competitividad Forestal Estatal.
- IMCO: Instituto Mexicano para la Competitividad.
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- PIB: Producto Interno Bruto.
- PyMES: Pequeñas y Medianas Empresas.
- SE: Secretaría de Economía.
- SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- USAID: United States Agency for International Development.

Índice alfabético

Almacén

indirectos, 26, 34, 37, 38, 73

insumos, 25, 26, 34, 37, 38, 60, 73

productos, 25, 26, 34, 37, 38, 73

servicios, 25, 26, 34, 37, 38, 60, 73

Benchmarking, 19, 20, 35, 53, 79

Clasificación ABC, 35, 38–40, 60, 63, 81

competitividad, 10, 13–15, 17, 19, 20,

23, 26, 35, 53, 55, 72, 79, 81, 82

costos de inventario, 26, 40, 45–47, 50,

67–71

Demanda, 11, 15, 22, 27, 36, 42, 45, 46,

49–52, 60, 63, 71, 74, 77

dependiente, 27, 41, 59

determinista, 27

independiente, 27, 40

probabilística, 27, 29

Inventario

especulativo, 25, 52, 71

operativo, 25, 52, 56, 71

precautelativo, 25, 52, 70, 71

Inventario de seguridad, 18, 19, 25, 35,

39, 43, 52, 69, 70

Investigación de Operaciones, 11, 12,

15, 16, 23, 25, 30, 33, 38, 52

productividad, 10, 18, 21–23

Pronóstico de la demanda, 27, 35, 42

estacionalidad, 29, 41, 43–45, 63,

65, 66

tendencia, 28, 29, 41, 43–45, 65, 66

Revisión

continua, 26, 35, 49, 50, 69

periódica, 23, 26, 48

punto de reorden, 26, 42, 49, 50

software, 12, 31, 34, 36, 59–61, 73, 74,

79, 80, 82

tiempo de espera, 19, 26, 49, 51, 57, 70

Bibliografía

- [1] Almazán-Morales, J. L., Méndez-Salvatorio, A. y Lee-Kim, H. S. (2013). Balanced Score Card (BSC): ¿Una herramienta innovativa para las PYMES mexicanas?. *INCEPTUM Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 8(15), 85-109.
- [2] Alvarez-Herrera C.A. y Cabrera-Ríos M. (2005). *Un enfoque de inventarios para planear capacidad en redes de telecomunicaciones*.
- [3] Aragón, A., Rubio, A., Serna, A. y Chablé, J. (2010). Estrategia y competitividad empresarial: Un estudio en las MiPyMES de Tabasco. *Investigación y Ciencia*, 47, 4-12.
- [4] Bermúdez Colina, Y. (2011). Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta. Ingeniería Industrial. *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(7), 85-104.
- [5] Bonales-Valencia, J., Cortés-Hernández, A. y Gíl-Lafuente, J. (2015). *Modelo Estratégico de City Marketing*. México : Editorial AGSA.
- [6] Bonales-Valencia, J. y Vieyra-Avilés, V. H. (2013). La teoría de los stakeholders en el poder judicial del estado de Michoacán. *INCEPTUM Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 8(15), 213-228.

- [7] Bustos-Flores, C. E. y Chacón-Parra, G. B. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente: Un estudio en Venezuela. *Contaduría y Administración*, 57 (3), 239-258.
- [8] Cano Olivos, P., Orue Carrasco, F., Martínez Flores, J. L., Mayett Moreno, Y., y López Nava, G. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y administración*, 60(1), 181-203.
- [9] Cano-Robles, I., Vargas-Suárez, L. y Ríos-Mercado, R. (2004). Aplicación de la programación lineal en el sector forestal. *Ingenierías*, 7(24).
- [10] Chase, R. B., Jacobs, F. R., y Aquilano, N. J. (2009). Administración y Pronóstico de la demanda. En *Administración de operaciones, producción y cadenas de suministros* (pp. 466 - 513). México: McGraw-Hill
- [11] Chopra, S. y Meindl, P. (2007). Demand Forecasting in a Supply Chain. En *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation* (pp. 187 - 217). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- [12] CONAFOR. Competitividad y acceso a mercados de EFC en México.
- [13] Comisión Nacional Forestal. (2001). Programa Estratégico Forestal para México 2025.
- [14] Durán, Y. (2012). Administración de Inventario: Elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, 11(1), 55-78.
- [15] Dutrénit, G., Gras, N., y Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. En M. Gómez y J. C. Rodríguez (Eds.), *El proceso de modelado en economía y ciencias de la gestión* (pp. 57 - 100). México : UMSNH.

- [16] Eppen, G. D., Gould, F. J., Schmidt, C. P., Moore, J. H., & Weatherford, L. R. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia de la administración*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- [17] Estrada, S., & Heijs, J. (2005). Comportamiento innovador y competitividad: factores explicativos de la conducta exportadora en México. El caso de Guanajuato. *Problemas del desarrollo*, 36(143), 113-143.
- [18] <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- [19] Gutiérrez-González, E., Hurtado-Ortiz, M. F., Panteleeva, O. V. y González-Navarrete, C. (2013). Aplicación de un modelo de inventario con revisión periódica para la fabricación de transformadores de distribución. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14(4), 537-551.
- [20] Hadley, G. y Whitin, T. M. (1963). Analysis of inventory systems. Prentice Hall: N. J.
- [21] Heizer, J. and Render, B. and de Lara Choy, M.I.P. (2004). *Principios de administración de operaciones*. Pearson Education.
- [22] Hilliert, F. S. y Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México : Mc Graw Hill.
- [23] INEGI. (2009) Micro, Pequeña, Mediana y Gran empresa. Censos Económicos 2009.
- [24] Instituto Mexicano para Competitividad. (2016). Índice de competitividad. Un puente entre dos méxicos. <http://imco.org.mx/competitividad/indice-de-competitividad-estatal-2016/>

- [25] Instituto Mexicano para la Competividad A. C. Reforestamos México A. C. (2014). Índice de Competividad Forestal Estatal.
- [26] Izar-Landeta, J. M. (2012). *Investigación de Operaciones*. México: Trillas.
- [27] Izar-Landeta, J. M., Ynzunza-Cortés, C. B., Castillo-Ramírez, A., y Hernández-Molinar, R. (2016). Estudio comparativo del impacto de la media y varianza del tiempo de entrega y de la demanda en el costo del inventario. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 17(3), 371-381.
- [28] King, P. I. (2011). Crack the code: Understanding safety stock and mastering its equations. *APICS Magazine*, 33-36.
- [29] Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) Diario de la Federación. México.
- [30] Nahmias S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. Mc Graw Hill.
- [31] Parada, O. (2009). Enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de Inventarios. *Cuad. Adm*, 22(38), 169-187. Bogotá, Colombia.
- [32] Pedraza Rendón, O. H. (2008). Modelo Financiero para la Micro y Pequeña Empresa. UMSNH. InInEE. México.
- [33] Pérez, F. y Torres, F. (2014). Modelos de inventarios con productos perecederos: revisión de literatura. *Ingeniería*, 19(2), 9-40.
- [34] Pineda-Aruachán, L. M. y Ortiz-Caro, M. A. (2010). *Optimización del esquema de inventarios para una empresa de producción de fieltro para sombreros, caso Columbus & CÍA. S. A.* Pontificia Universidad Javeriana. Tesis
- [35] Pizani, E. (2009). *Programación de la Producción en un aserradero: Comparación entre un modelo matemático y una heurística*. Tesis. Chile.

- [36] Render, B. y Heizer, J. (1996). Administración de Operaciones. México : Pearson Educación.
- [37] Render, B., Stair, Hanna. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. México : Pearson Educación
- [38] Reyes, P. (2007). Metodología de análisis con Series de tiempo.
- [39] Ríos, F., Martínez, A., Palomo, T., Cáceres, S. Díaz, M. (2008). Inventarios probabilísticos con demanda independiente de revisión continua, modelos con nuevos pedidos. *Ciencia Ergo Sum*, 15(3), 251-258. Universidad Autónoma del Estado de México : México
- [40] Rossetti, G, y Arcusin, L. (2013). *Optimización del sistema de inventario en una empresa comercializadora de helados*. Argentina.
- [41] Rossetti, G. y Milena, L. (2012). Optimización del sistema de inventario en una empresa productora de fármacos. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 4(8), 163-187.
- [42] Sanchez Ramos, J. (2004). *Logística Modelos Deterministas*. Pontífica Universidad católica de Valparaiso.
- [43] SEMARNAT. (2013). Anuario Estadístico de la Producción Forestal.
- [44] Sistema de evaluación de Indicadores de competitividad BENCHMARKING: Cuestionario. Secretaría de Economía. México
- [45] Subsecretaría de Industria y Comercio. (2010). Esquema de Desarrollo de la Logística en México.
- [46] Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones*. Novena edición. Mexico. Pearson.

- [47] Tapia-Tovar, G. y Vite-Pérez, M. A. (2006). Globalización y desarrollo local en el Estado de Michoacán. En V. A. Acevedo-Valerio, J. C. L. Navarro-Chávez y J. I. Aguirre-Ochoa (Eds.), *Desarrollo, Territorio y Gestión Pública Regional*. (pp. 145-160). México : UMSNH.
- [48] USAID. (2014). Estudio de indicadores del desempeño logístico de las cadenas de suministro en México. USAID
- [49] Valencia-Cárdenas, M., Díaz-Serna, F. J. y Correa-Morales, J. C. (2015). Planeación de inventarios con demanda dinámica: Una revisión del estado del arte. *Dyna*, 82(190), 183-191. Universidad Nacional de Colombia: Medellín, Colombia.
- [50] Vidal-Holguín, C. J., Londoño-Ortega, J. C. y Contreras-Rengifo, F. (2004). Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. *Ingeniería y Competitividad*. 6(1), 35-52.
- [51] Wheelen, T. y Hunger, J. D. (2007). *Administración Estratégica y Política de Negocios. Conceptos y casos*. Pearson Prentice Hall
- [52] <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/>
- [53] Diccionario Empresarial. Recopilado de <http://www.sage.es/recursos-de-negocio/diccionario-empresarial>
- [54] Glosario de términos sobre gestión empresarial. Recuperado de: <https://renatamarciniak.wordpress.com/glosario-de-terminos-sobre-gestion-empresarial>
- [55] Diccionario de Administración de Empresas. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/diccionario-administracion-empresas/>

- [56] <http://www.cvsoft.com/glosario-sap/sap-mm/centro-de-costo-982.html>

Apéndice A

Instrumento de Indagación

- Gerencial: ¿Cuál es el manejo de los almacenes de inventario y cuáles son las políticas de compras?
- ¿Qué porcentaje de tu semana laboral se dedica a hacer pedidos y de cuántos artículos distintos?
- ¿Qué artículos de la clasificación A son los que representan la mayor ganancia?
- ¿Cuáles son los artículos que más problemas tienen debido al inventario?

Además de éstas preguntas generales se harán las preguntas correspondientes al diagnóstico de inventario propuestas por USAID, y las preguntas del cuestionario benchmarking (Apéndice C) que son relevantes para el estudio de control de inventario.

El uso de esta hoja de registro está determinado por las definiciones y clasificaciones tanto del inventario como de la demanda, se utiliza para llenar los datos más relevantes para el cálculo de los costos adhiriendo todos los detalles a considerar, el objetivo es dejar registro de cómo se obtuvieron los datos para un posterior análisis y la comprensión correcta de la optimización a lograr.

Filtro del Artículo. Primeramente los artículos a analizar son los de siguiente tipo:

APÉNDICE A. INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN

- Es de venta directa (no pasa por un proceso).
- Cuenta con inventario físico (no es un artículo que se ordena por pedido).
- El artículo no está descontinuado ni tiene inexistencias temporales de varios meses.
- La demanda es independiente.
- La revisión del inventario para hacer los pedidos no se hace en intervalos de tiempo iguales (no obligatorios).

Almacén: Productos

Clasificación: A

Producto: _____

Clave: _____

Demanda: ☐ independiente ☐ dependiente

☐ determinista	Demanda bimestral promedio:	☐ nivel:
☐ probabilística	☐ constante	☐ estacionalidad:
Cv:	☐ variable	☐ tendencia:
		☐ periodicidad:

Anual pronosticada:

APÉNDICE A. INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN

Inventario:

Procedencia:	Revisión	Inventario de seguridad:
☐ nacional	☐ continua	☐ operativo:
☐ importada	☐ periódica	☐ precautelativo:
	Tiempo de espera:	☐ especulativo:

Costo por ordenar (C_o)

Rubros independientes de la cantidad del pedido:

		\$
Generación	Secretariado, contabilidad, cargadores.	
Recepción	Secretariado, contabilidad, cargadores.	
Estufado	Personal, equipo y maquinaria, energía.	
Flete	Manejo del vendedor.	
Total:		

Costo de compra (C_c)

Rubros dependientes de la cantidad del pedido:

		\$
Precio de compra	Unidades del pedido:	
Preparación	Manejo de recepción y despacho: Personal, equipo y maquinaria, energía	
Descuentos por cantidad	Condiciones:	
Flete	Manejo del Vendedor	
Total:		

APÉNDICE A. INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN

Costo de almacenaje (C_a)

Rubros en porcentaje del costo de compra del pedido:

		%
Costo de oportunidad de una inversión alternativa (costo de capital)	Costo de operación del almacén, costo del edificio, y costo del capital inmovilizado. Tasa de interés (tasa interna de rendimiento, rendimiento de los activos, tasa límite). Seguros de inventarios, préstamos, impuestos.	
Costo de manejo	Materiales y maniobras (mano de obra), equipo y maquinaria, energía.	
Costo de suministrar el almacenaje	Alquiler, Servicios públicos, seguros. Espacio ocupado:	
Obsolescencia: no perecedero $\bigcirc$ perecedero $\bigcirc$	Mermas, robos, roturas, estropicios, desperdicios, deterioros, obsolescencia o hurtos	
Total:		

Costo del faltante (C_f)

Política de pedidos:

		\$
Retroactivo	Acumulación (se pospone) Costo del faltante o retraso y costos del pedido y contabilidad.	
Pérdida del pedido	Penalización por cancelación. Clientes perdidos.	
Total:		

Apéndice B

Resultados del modelo

La hoja de registro separa el pronóstico de demanda (en la parte baja de la página), del modelo de la Cantidad Económica del Pedido corresponde la segunda página en la parte de arriba, mientras que los resultados de los costos y la iteración del modelo (Q,r) se encuentra en la segunda página en la parte del centro.

En las siguientes páginas están las TIR con el gasto realizado por las maniobras de inventario, y luego el TIR con el ahorro propuesto con el modelo.

Almacén:	Productos	Clasificación:	A	Artículo:	TRIPLAY PINO CHILENO BC 19mm 4x8	Clave:	TPCBC194X8
----------	-----------	----------------	---	-----------	----------------------------------	--------	------------

Inventario:

Procedencia:

Demanda:

2015

2016

[illegible]

Línea de tendencia general

$$f(x) = 0.46x + 47.41$$

$\bar{x}$	σ	CV
54.5	66.99	1.23

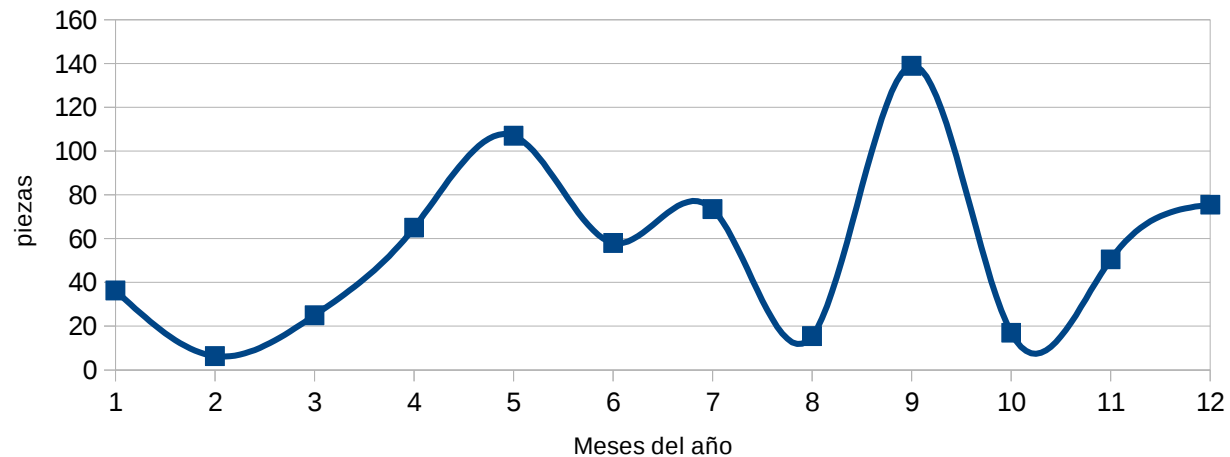
Promedio demanda 15-17

54.5
Promedio de demanda 15-16
32

Promedio de demanda 16-17
68.83

ao=	68.83
bo=	0.46
alpha=	0.95
beta=	0.95
gama=	0.95

Demanda suponiendo estacionalidad de Triplay Chileno



Periodos:																		1		2		3		4		5		6		1		2		3	
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
10	0	37	51	249	78	73	3	0	0	21	130	15	11	4	24	25	78	74	28	278	34	80	21												
	5		44		163.5		38		0		75.5		13		14		51.5		51		156		50.5												
			Ft-T=				0.7		0		1.39		0.24		0.26		0.94		0.94		2.86		0.93												
			at=		68.83		92.64		115		137		157		177		195		212		229.1		245												
			bt=				1.63		2.68		3.62		4.46		5.2		5.86		6.45		6.96		7.4												
			Ft=																0.27		0.79		0.24												
			xt=																																

Hoja de cálculo para el Análisis de la Cantidad Económica de Pedido

Método CEP

Precio de venta: \$ 461.136

D= 1332
Co= 240
Cc= 554
% Ca= 0.08

CEP
Q= 120

2017

2018

7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
30	8	7	66	37	18																		
54	0	27	54	10	0																		

Hoja de cálculo para el Análisis de revisión continua

Método (Q,r)

Tiempo de espera (Te):
15 días

Demanda en el Te: 54.74
Desv. Estándar en el Te: 13.58
Cf= 2.27

PHI(zr)= 0.64 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65
r= 59.53 59.92 59.91 59.91 59.91 59.91 59.91
phi(zr)= 1 1 1 1 1 1 1
nu(r)= 10.53 10.22 10.23 10.23 10.23 10.23 10.23
Qi= 120.1 126 126 126 126 126 126

Inventario de Seguridad: 0
Min:
Max:
* operativo: 0
* precautelativo: 0
* especulativo: 0

Costos de: Compra: 737658.13 Preparación: 2541.52 Retención: 3016.56 Escasez: 699.05 Costo total: 743915.27

4	5	6	1	2	3	4	5	6															
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
84	8	34	120	47	18																		
	46		77		32.5																		
	0.84		1.41		0.6																		
	259.9		274		287.7		301		313		324		335		345.9		356						
	7.78		8.1		8.37		8.6		8.78		8.92		9.03		9.1		9.14						
	0.21		0.34		0.14																		

Pronóstico de la demanda: 82.6 82.6 261 261 78.58 78.58 70.55 70.55 117 117 56.32 56.32

Demanda anual total pronosticada:

1332

Flujos Netos de Efectivo y Tasa de Rentabilidad Financiera

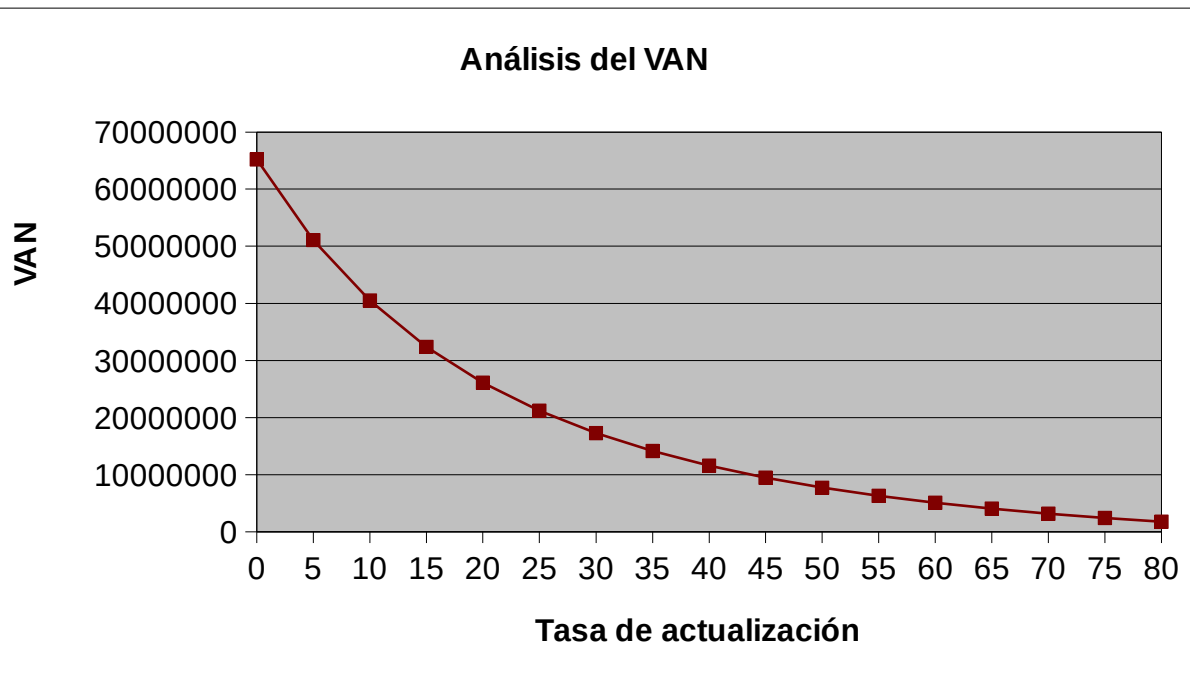
Año	Inversión	Utilidad neta	Deprec y amort	Pago de créd	F. N.E
0	-\$ 15,566,273				-\$ 15,566,273
1		\$ 17,252,001	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 18,452,137
2		\$ 11,851,365	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,051,501
3		\$ 11,851,365	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,051,501
4		\$ 11,851,365	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,051,501
5		\$ 11,851,365	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,051,501
6	\$ 10,107,576				\$ 10,107,576

TASA DE RENTABILIDAD FINANCIERA (T.I.R) = 99.52%

VALOR ACTUAL NETO (VAN) = \$65,199,442

Rendimiento mínimo aceptable para calcular el Valor Actual Neto =

Análisis del VAN	
Costo del capital	
Tasa	VAN
0	65,199,442
5	51,072,178
10	40,476,650
15	32,391,627
20	26,126,034
25	21,202,413
30	17,284,579
35	14,131,666
40	11,568,327
45	9,465,017
50	7,724,720
55	6,273,864
60	5,056,003
65	4,027,355
70	3,153,624
75	2,407,688
80	1,767,911



Flujos Netos de Efectivo y Tasa de Rentabilidad Financiera

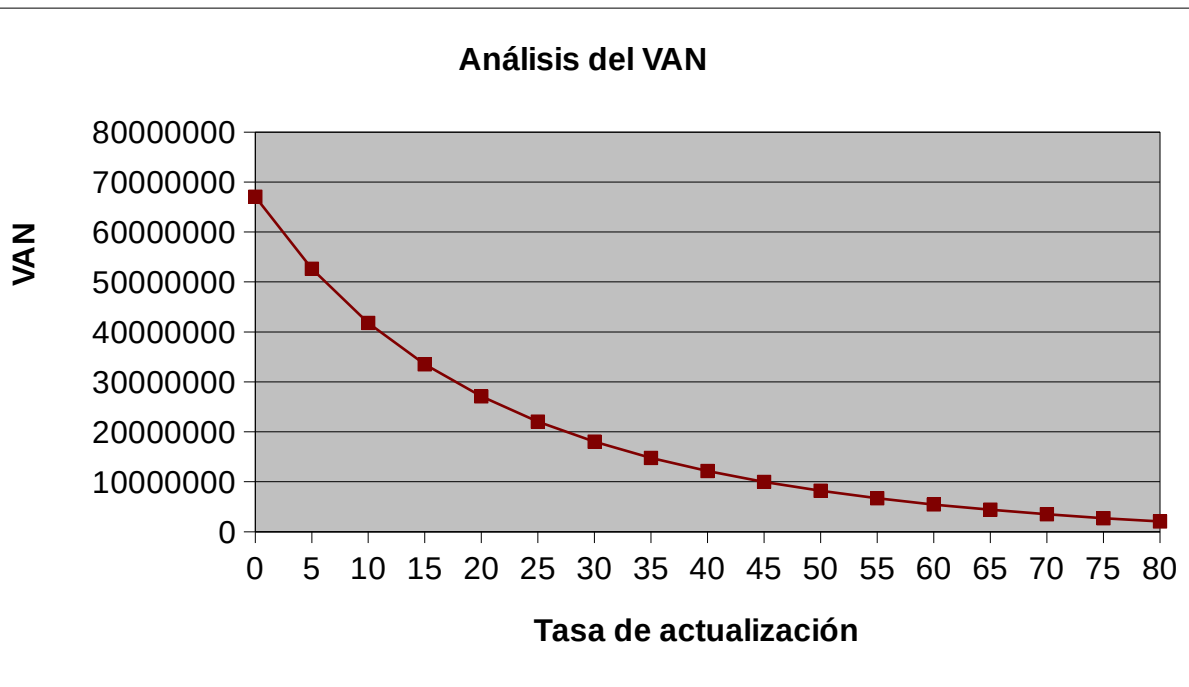
Año	Inversión	Utilidad neta	Deprec y amort	Pago de créd	F. N.E
0	-\$ 15,516,868				-\$ 15,516,868
1		\$ 17,696,645	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 18,896,781
2		\$ 12,193,278	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,393,414
3		\$ 12,193,278	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,393,414
4		\$ 12,193,278	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,393,414
5		\$ 12,193,278	\$ 1,200,136	\$ -	\$ 13,393,414
6	\$ 10,107,576				\$ 10,107,576

TASA DE RENTABILIDAD FINANCIERA (T.I.R) = 102.73%

VALOR ACTUAL NETO (VAN) = \$67,061,145

Rendimiento mínimo aceptable para calcular el Valor Actual Neto =

Análisis del VAN	
Costo del capital	
Tasa	VAN
0	67,061,145
5	52,622,225
10	41,784,757
15	33,508,916
20	27,090,653
25	22,043,285
30	18,023,950
35	14,786,878
40	12,153,065
45	9,990,204
50	8,199,165
55	6,704,740
60	5,449,204
65	4,387,764
70	3,485,319
75	2,714,098
80	2,051,939



Apéndice C

Cuestionario Benchmarking

El cuestionario engloba la mayoría de las 16 capacidades del modelo de gestión logística propuesto por la SE, aunque falla en integrar los aspectos referentes al transporte y la innovación que supone una logística inversa. En cambio las 16 capacidades no incluyen los campos llamados aquí calidad e investigación y desarrollo. Las partes más importantes del Benchmarking con respecto al modelo de inventario propuesto son las primeras cinco, más consistentemente en producción y logística, sin embargo, se propuso sólo obtener un extracto consistente a éste análisis del modelo (Q , r).

Este extracto es obtenido con los siguientes numerales, para el aspecto general del análisis de la empresa: la pregunta 5 sobre el diseño de la producción, el número 13 sobre prácticas de operación, el 15 sobre tasas de inversión, el 16 sobre ventas y gastos, el 17 sobre logística, el 19 sobre tiempos de atención, el 29 sobre tecnologías de gestión, el 37 sobre políticas hacia los clientes y el 40 sobre reincidencia de los clientes.

En un aspecto más específico relacionado al modelo de inventario clasificarían los incisos 18 sobre tiempos de producción, 21 sobre adherencia del inventario, 23 sobre horas máquina, 24 y 25 sobre manejo de proveedores, 25 sobre software, 32 sobre calidad del producto, 38 sobre rechazo de productos y 39 sobre eficiencia en la entrega.



Sistema de evaluación de indicadores de competitividad BENCHMARKING

Cuestionario

1. INFORMACIÓN GENERAL

1. Señale la entidad federativa y el municipio donde se encuentra ubicada su planta.

Estado: _____

Municipio: _____

a. Código Postal: _____

b. Indique el número de empleados formales que laboran en su empresa: _____

c. Por favor, indique la fuente por medio de la cual se enteró de este sistema: _____

2. Complete la siguiente información relativa al producto principal (más representativo) de su planta:

a. Nombre: _____

b. Precio promedio unitario: _____

- ☐ Menos de 10 pesos
☐ De 11 a 100 pesos
☐ De 101 a 1,000 pesos
☐ De 1,001 a 10,000 pesos
☐ Más de 10,000 pesos

3. Anote el subsector, rama y clase de la actividad económica de su giro principal:

4. ¿Hace cuantos años inició operaciones su planta?

- ☐ Menos de 5 años
☐ 5 a 10 años
☐ 11 a 20 años
☐ Más de 20 años

5. Aproximadamente ¿qué porcentaje de su producción (unidades) se realiza considerando las siguientes modalidades de colocación de productos?

Basada en sus propios pronósticos de demanda	_____	%
Realizada bajo pedido específico	_____	%
Diseño y construcción bajo pedido específico	_____	%
Total	100	%

6. Si consideró la segunda opción como respuesta de la pregunta 5, determine que proporción de su producción se deriva de actividades de ensamblaje (juntar, vincular o conectar partes y componentes) o de manufactura:

Ensamblaje	_____	%
Manufactura	_____	%
Total	100	%

7. Durante el año pasado ¿cómo se distribuyeron sus ventas? (Entiéndase a los mayoristas/distribuidores como aquellas personas físicas o morales que se encargan de la comercialización de sus productos en grandes volúmenes, pero no mantienen relación de dependencia accionaria con su planta, o no forman parte del mismo grupo o conglomerado al que usted puede pertenecer. Los consumidores finales e institucionales son aquellos clientes usuarios finales del producto, que no realizan transformación importante en ellos ni los comercian)

Consumidores finales e institucionales	_____	%
Otros fabricantes	_____	%
Mayoristas/Distribuidores	_____	%
Total	100	%

8. Señale donde colocó principalmente sus ventas netas en los últimos dos años. Considere al menos el 80% de sus ventas netas:

Aguascalientes	_____ %	Hidalgo	_____ %	Sinaloa	_____ %
Baja California	_____ %	Jalisco	_____ %	Sonora	_____ %
Baja California Sur	_____ %	Estado de México	_____ %	Tabasco	_____ %
Campeche	_____ %	Michoacán	_____ %	Tamaulipas	_____ %
Coahuila	_____ %	Morelos	_____ %	Tlaxcala	_____ %
Colima	_____ %	Nayarit	_____ %	Veracruz	_____ %
Chiapas	_____ %	Nuevo León	_____ %	Yucatán	_____ %
Chihuahua	_____ %	Oaxaca	_____ %	Zacatecas	_____ %
Distrito Federal	_____ %	Puebla	_____ %	No desglosado	_____ %
Durango	_____ %	Querétaro	_____ %	Exportación	_____ %
Guanajuato	_____ %	Quintana Roo	_____ %		
Guerrero	_____ %	San Luis Potosí	_____ %		
				TOTAL	100 %

9. Señale cuales fueron durante los dos últimos años los mercados externos donde colocó sus productos:

Estados Unidos de América	_____ %
Canadá	_____ %
Centroamérica y el Caribe	_____ %
América del Sur	_____ %
Europa	_____ %
Asia y Pacífico Sur	_____ %
África y otros no especificados	_____ %
Total	100 %

- a. Señale la naturaleza de dichos procesos:

- ☐ Ninguna modernización
☐ Alguna modernización
☐ Modernización mayor o importante

- b. Anote el gasto e inversión realizada **EN PESOS**:
_____ %

10. Si sus ventas netas internas se destinan a otra(s) empresa(s) que exportan de manera significativa (Exportación Indirecta), ¿qué porcentaje de sus ventas netas coloca a dicho(s) cliente(s)?
_____ %

12. ¿Se encuentra implantando procesos formales y sistemáticos de mejoramiento continuo en su planta?

- ☐ Ningún proceso en curso
☐ Algunos procesos en implantación
☐ Proceso formal implantado para toda la planta
☐ No aplica/no sabe

11. Respecto de los procesos de modernización que ha llevado a cabo en su planta durante los pasados cinco años: (Se entiende por una modernización mayor o importante si el gasto o inversión realizada fue igual o superior al valor de mercado del equipo registrado como activo fijo previo a la modernización.)

13. Señale cuales de estas filosofías y prácticas ha implantado en su planta:

	No Adoptadas	Alguna Adopción	Adopción Generalizada	No aplica / no sabe
a. Prácticas de reingeniería de procesos de producción				
b. Prácticas de delegación de poder de decisión a grupos de trabajadores				
c. Operación de grupos de trabajo multifuncionales o que corresponden a diferentes áreas de la empresa				
d. Reducción de los ciclos de tiempo en los procesos de producción				
e. Optimización en el programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo				
f. Nuevas tecnologías de proceso o equipo				
g. Nuevas tecnologías de información				

h. Racionalización del número de proveedores				
i. Sistemas de planeación y programación de la producción				
j. Prácticas de subcontratación de procesos y/o componentes específicos (Outsourcing Estratégico)				
k. Optimización en el uso de los servicios (energía, agua, teléfono y otros)				
l. Estrategias de manufactura ágil				
m. Programas de calidad total				
n. Reducción de la estructura y/o niveles jerárquicos				

14. Determine el grado de afectación que implican los siguientes factores competitivos en el éxito del desempeño de su planta (La opción de algún obstáculo se refiere a que permite un desarrollo limitado. La de obstáculo importante es que no se permite desarrollo alguno).

	Ningún obstáculo	Algún obstáculo	Obstáculo importante
a. Competencia externa			
b. Regulación gubernamental excesiva			
c. Mercado deprimido			
d. Relaciones laborales			
e. Niveles de capacitación de la mano de obra			
f. Necesidad de modernización			
g. Acceso a capital o recursos financieros			
h. Costos de los insumos			
i. Costos internos			
j. Calidad			
k. Ciclos de tiempo para la producción			
l. Atención y satisfacción al cliente			

15. Comparado con los dos años anteriores (La tasa de inversión de capital es el cociente de la inversión respecto de las ventas netas, o de la inversión respecto de las utilidades netas).

- a.** ¿Qué espera de la tasa de inversión de capital para su planta en los siguientes dos años? :

- ☐ Incrementarla
☐ Mantenerla igual
☐ Disminuirla
☐ No aplica/no sabe

- b.** ¿Cuál es el monto de la inversión prevista para los siguientes dos años **EN PESOS**? (introducir la cantidad sin comas, símbolos o espacios intermedios): _____

16. Complete la siguiente información **EN PESOS** (introducir la cantidad sin comas, símbolos o espacios intermedios):

	2010	2009
Ventas Netas		
Compras de materias primas y partes		
Sueldos/salarios, prestaciones sociales y adicionales		
Contratos adicionales de personal con terceros		
Pagos por energía (electricidad, gas, petróleo y otros)		
Servicios auxiliares (agua, teléfono y otros)		
Otros pagos por servicios a terceros y gastos de administración		

2. PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA

17. ¿Cuáles de las siguientes prácticas para la manufactura son adoptadas en su planta? (En el glosario de términos que se adjunta a este cuestionario se presenta una explicación sucinta de estas prácticas).

	No adoptadas	Alguna adopción	Adopción generalizada	No aplica / no sabe
a. Aplicación de técnicas sistemáticas que permiten reducir los tiempos de cambio de modelos/tiempos de arranque de las máquinas (<i>setups</i>), mejorando la flexibilidad de la planta, reduciendo el tamaño de lotes y los ciclos de tiempo para la manufactura (<i>Quick Changeover Techniques</i> , programa compite de la SE)				
b. Configuración y estructura de la organización en la cual el personal y el equipo es agrupado para crear pequeños negocios independientes, cada cual con una línea de productos o grupos de clientes (<i>Focused-Factory production systems</i>)				
c. Busca eliminar actividades que no generan valor agregado a sus productos, tales como inspección, movimientos innecesarios del material, inventarios en general, esperas, retrabajos y personal innecesarios (Inventarios justo a tiempo-JIT-y flujo de producción continua).				
d. Proceso sistemático mediante el cual la producción de un componente o subensamblaje son realizados en un lugar específico (celda) y así evitar movimientos innecesarios de los materiales (<i>Cellular manufacturing</i>).				
e. Manufactura que permite reconfigurar rápidamente las operaciones de la planta y establecer alianzas para hacer frente a los cambios imprevistos en los mercados (<i>Agile-manufacturing strategies</i>)				
f. Mantenimiento preventivo programado de la maquinaria y equipo, o predictivo elaborado con base a análisis del comportamiento y desempeño de los mismos para evitar cualquier problema de descomposturas (<i>Predictive or preventive maintenance</i>)				
g. Administración de la calidad total basado en la utilización de un sistema administrativo con asignación de tareas específicas para todo el personal y la utilización de técnicas especializadas (<i>Total quality management</i>).				
h. Proceso asistido por computadora para la medición de la variabilidad del proceso de producción respecto de las especificaciones de diseño (CPK, <i>process capability measurements</i>)				
i. Programas formales que comparan las prácticas y resultados de desempeño de la planta con los mejores competidores o con los que realizan operaciones similares (Benchmarking competitivo)				
j. Programas de mejoramiento de la seguridad incluyendo, entre otros, capacitación especializada, el establecimiento de metas de seguridad, premio por bajo número de accidentes (<i>Safety-improvement programs</i>).				
k. Políticas proactivas respecto al medio ambiente con independencia o previas a las que establezca la autoridad regulatoria (<i>Proactive environmental compliance</i>).				

18. ¿Cuál es el ciclo de tiempo típico para el producto principal de su planta desde que se inicia la producción hasta su terminación (horas)?

19. ¿Cuál es el tiempo estándar para atender un pedido desde que se recibe una orden hasta que se despacha al cliente (en días o fracción)?

20. ¿Cuál es el porcentaje en que el ciclo de tiempo para el proceso de producción ha sido reducido en los pasados cinco años?

- ☐ Ninguna reducción
☐ 1-10%
☐ 11-20%
☐ 21-50%
☐ 51-75%
☐ Más del 75%

21. ¿Cuál es el número de días de inventarios que típicamente mantiene en su planta?:

Materias primas (días de producción) _____
 Productos en proceso (días de producción) _____
 Productos acabados (días de demanda) _____

22. Señale las horas máquina disponibles para la producción durante el año calendario anterior. En el caso de un proceso continuo de producción basado en pronósticos de ventas considere sólo una vez el tiempo disponible del equipo de la línea principal de fabricación (si hay varias líneas obtenga el promedio). Para la producción realizada bajo pedido específico o para diseño/construcción bajo pedido específico considere sólo la máquina que genere la mayor limitante en el proceso.

23. Respecto de la utilización de la maquinaria y equipo:

a. Señale las horas máquina utilizadas para la producción durante el año calendario anterior. Considere los elementos anotados para la pregunta anterior.

b. En caso de no contar con las respuestas de las preguntas 22 y 23 señale cuál fue el grado de utilización de la capacidad instalada promedio durante los últimos 3 años.

24. Señale cuales de las siguientes prácticas de vinculación / relación con los proveedores son realizadas en su planta:

	No Adoptadas	Alguna Adopción	Adopción Generalizada	No aplica / No sabe
a. Proveedores clave o principales entregan sus productos a la planta conforme al esquema justo a tiempo				
b. Proveedores clave o principales surten o completan inventarios de la planta sobre una base continua				
c. Proveedores son evaluados sobre costos totales y no sobre precios unitarios				
d. Proveedores se encuentran involucrados en el desarrollo de nuevos productos de la planta				
e. Se contratan anualmente con los proveedores reducciones de costos				
f. Se ha implementado un programa de racionalización del número de proveedores				
g. Existe un criterio o programa de certificación de proveedores				
h. Existen programas de desarrollo de proveedores donde estos se encuentran integrados al negocio				

25. ¿Qué porcentaje de los materiales y suministros adquiridos a los proveedores (basado en valores) no requieren inspección al ingresar a la planta por provenir de proveedores confiables?:

- ☐ Menos del 20%
☐ 20 al 39%
☐ 40 al 59%
☐ 60 al 79%
☐ Del 80 al 100%
☐ No aplica /no sabe

26. ¿En los dos años usted ha adquirido algún programa (software) para programar la producción, control de inventarios o para compras?

- ☐ Si
☐ No
☐ No aplica/no sabe

27. Señale usted en que porcentaje del total de la producción se emplea el CAD/CAM:

_____ %

28. ¿Su maquinaria más representativa para la producción, le permitió realizar al menos 20 cambios de modelos/reinicio de operaciones (*Setups changeover*) en el año anterior?

- ☐ Si
☐ No
☐ No aplica/No sabe

Para el caso de la pregunta anterior ¿cuánto tiempo toma realizar cada cambio de modelos / reinicio de operaciones? (horas):

3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

29. ¿Cuáles de las siguientes tecnologías y de las tecnologías basadas en sistemas son utilizadas intensivamente en la planta? Revisar el glosario de términos que se adjunta:

	No	Sí	No aplica / no sabe
a. Cálculo sistemático de costos para cada operación (<i>Activity-based costing</i>)			
b. Planeación de recursos (<i>ERP: enterprise resource planning</i>)			
c. Manufactura integrada por computadora (<i>CIM: Computer-integrated manufacturing</i>)			
d. Simulación de procesos asistida por computadora (<i>Computerized process simulation</i>)			
e. Intercambio electrónico de datos con los clientes (<i>EDI links customers</i>)			
f. Programas de estimaciones/administración de la demanda (<i>Forecast/demand-management software</i>)			
g. Conexiones Intranet			
h. Recepción de órdenes en línea (<i>Online order entry</i>)			
i. Conexiones Extranet			
j. Integración con proveedores (<i>Supply chain/logistic systems</i>)			
k. Planeación avanzada de procesos para la manufactura (<i>MRP II avanzado</i>)			
l. Diseño y manufactura asistido por computadora (<i>computer-aided design and manufacturing CAD/CAM</i>)			
m. Administración del mantenimiento asistido por computadora (<i>Computerized maintenance management</i>)			
n. Control estadístico de procesos asistido por computadora en tiempo real (<i>Computerized SPC with real-time feedback</i>)			
o. Intercambio electrónico de datos con los proveedores (<i>EDI links a proveedores</i>)			
p. Programación de capacidad finita (<i>Finite-capacity scheduling</i>)			
q. Conexiones Internet			
r. Sistemas de ejecución de manufactura (<i>MES: Manufacturing execution systems</i>)			
s. Administración y tecnologías de la información del producto (<i>PDM: Product data management/PDT: Product data technologies</i>)			

30. Señale el número total de personas ocupadas de la planta que se dedican actualmente al desarrollo, innovación, adquisición, asimilación o transferencia tecnológica:

31. Señale el número total de patentes registradas o en proceso de registro que tiene la planta:

4. CALIDAD

32. Valor de los productos rechazados y retrabajados en la planta **EN PESOS** (introducir la cantidad sin comas, símbolos o espacios intermedios):

2010 _____
2009 _____

33. Señale usted si en su planta se opera con un programa formal de aseguramiento de la calidad que incluya el análisis estadístico (SQA) de datos sobre partes y/o maquinarias:

☐ Si
☐ No
☐ No aplica/No sabe

34. Señale qué porcentaje de los trabajadores que intervienen en la producción han recibido capacitación o entrenamiento sobre conceptos estadísticos de calidad durante los últimos tres años

Trabajadores directos _____ %

35. ¿Qué certificado(s), ISO 9000 y/o QS 9000 ha recibido o tiene en proceso la planta?

☐ ISO 9000
☐ QS 9000
☐ Otros
☐ Se encuentra en proceso
☐ Ninguno

36. ¿Cuál es su percepción de cómo ha evolucionado la calidad de sus productos finales respecto de hace cinco años?

☐ Mejorado significativamente
☐ Mejorado relativamente
☐ Permanece igual
☐ Declinación relativa
☐ Declinación significativa

5. COMERCIALIZACIÓN Y SERVICIO A CLIENTES

37. Señale cuáles de las siguientes prácticas de vinculación/relación con los clientes son realizadas por su planta:

	No Adoptadas	Alguna Adopción	Adopción Generalizada	No aplica/ No sabe
a. Evaluaciones para medir el grado de satisfacción de los clientes:				
b. Servicios al cliente integrados por disciplinas funcionales (mercadotecnia, producción, calidad, entre otras)				
c. Programas de abastecimiento continuo a clientes				
d. Participación de los clientes en el desarrollo de nuevos productos				
e. Interacción de los clientes con los trabajadores de producción de la planta				

38. Durante los dos últimos años ¿qué proporción (%) de unidades vendidas y remitidas a los clientes fueron inicialmente rechazadas por razones de calidad o por no mostrar las condiciones esperadas?

Durante 2010: _____ %

Durante 2009: _____ %

39. Señale en el último año el porcentaje de entrega de lotes de productos a clientes que se realizan dentro de los tiempos preestablecidos:

_____ %

40. Con relación a su cartera de clientes:

a. ¿Qué proporción (%) de clientes hace cinco años lo siguen siendo ahora? _____ %

b. ¿Qué proporción (%) de clientes no estaban hace tres años? _____ %

6. RECURSOS HUMANOS Y CAPACITACIÓN

41. Durante el pasado año. ¿Cuántos trabajadores tiene típicamente o en promedio en su planta para cada una de las categorías laborales mencionadas a continuación?:

a. Trabajadores directos (operadores de maquinaria y equipo, ensambladores, pintores, entre otros)	
b. Trabajadores expertos (electricistas, reparadores de máquinas, entre otros)	
c. Trabajadores de apoyo (inspectores, manejo de materiales, iniciadores de operación de maquinaria)	
d. Supervisores de primera línea	
e. Gerentes	
f. Dibujantes y diseñadores (excluyendo ingenieros de diseño)	
g. Ingenieros	
h. Otros: personal, mercadotecnia, contabilidad, personal secretarial, limpieza, entre otros	

Considere el personal a tiempo completo, tiempo parcial y por contrato anualizado. El número total de trabajadores ocupados corresponde a la suma de los permanentes, contratados y eventuales que laboran en la planta, incorporados en la nómina de su empresa, o proporcionados a través de otras empresas.

En el caso del personal eventual o temporal anualizar dicha información para cada trabajador en particular considerando el cociente de las jornadas laborales al año respecto de 310. El resultado final se redondea a un entero

42. ¿Cuál fue el gasto total en el último año para capacitación y entrenamiento del personal **EN PESOS**? del:

Gasto total de personal ocupado \$ _____
Gasto en trabajadores en piso/áreas de producción \$ _____

43. ¿Cuál fue el promedio anual de capacitación y entrenamiento formal por trabajador en la planta?

- ☐ Menos de 8 horas
☐ De 8 a 20 horas
☐ De 21 a 40 horas
☐ Más de 40 horas

44. ¿Cuál fue la rotación de trabajadores (cociente del personal que dejó de laborar en la planta y el total del personal ocupado por cien) en el año anterior?

- ☐ Menos del 3%
☐ 3-5%
☐ 6-10%
☐ 11-15%
☐ 16-20%
☐ Más del 20%

45. ¿Cuál es el porcentaje aproximado del total del personal ocupado que se encuentra participando en equipos de trabajo y que cuentan con capacidades de decisión o de autodirección

- ☐ 0%
☐ 1-25%
☐ 26-50%
☐ 51-75%
☐ 76-99%
☐ 100%
☐ No aplica/no sabe

7. DIRECCIÓN Y SOPORTE ADMINISTRATIVO

46. Número de computadoras, terminales de cómputo y equipo de control numérico en la planta:

47. Número de computadoras, terminales de cómputo y equipo de control numérico en las áreas de piso/áreas de producción:

8. CONTRIBUCIÓN A LA CALIDAD AMBIENTAL

48. Señale si realiza las siguientes prácticas en su planta:

- a. Existe un procedimiento establecido para identificar los impactos de la operación de la planta sobre el medio ambiente:

- ☐ Existe
☐ Podría mejorarse
☐ No existe
☐ No aplica/no sabe

- b. El programa de control y administración ambiental incluye la definición de responsables y medios para alcanzar los objetivos y metas preestablecidas:

- ☐ Si
☐ No
☐ Parcialmente
☐ No aplica/no sabe

- c. Señale el total de las ventas netas **EN PESOS** cuyos productos están certificados por la norma ISO 1400 (verdes) (introducir la cantidad sin comas, símbolos o espacios intermedios):

49. Señale si realiza las siguientes prácticas en su planta:

	No	Si	No aplica/ no sabe
a. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción de emisiones al aire?			
b. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción de descargas de agua residual o de desperdicio?			
c. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción en el uso de productos químicos?			
d. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción en el consumo de energéticos?:			
e. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas de reducción en el consumo de agua?			
f. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción de desechos peligrosos?			
g. ¿Tiene metas cuantitativas preestablecidas para la reducción del ruido?			

9. NEGOCIOS

El completar esta sección le proporcionará la posibilidad de evaluar su situación financiera respecto de otras plantas de la región, nacional e internacional. Los indicadores utilizados corresponden principalmente a los tradicionales de liquidez, solvencia y rentabilidad.

- 50.** Completar la siguiente información derivada de su balance general, estado de resultados y otros reportes **EN PESOS** al cierre o por los ejercicios (introducir la cantidad sin comas, símbolos o espacios intermedios):

	2010	2009
Activo Circulante		
Cuentas por cobrar		
Valor de los inventarios		
Valor de la maquinaria y equipo		
Otros activos fijos excluyendo la maquinaria y equipo		
Pasivo Circulante		
Total Pasivo		
Gastos para el desarrollo, innovación, adquisición, asimilación o transferencia tecnológica		
Gastos de administración		
Utilidad antes de impuestos		
Utilidad neta después de impuestos		
Valor neto de reposición (VNR) de la maquinaria y equipo sin incluir terrenos y construcciones.		