DISEÑO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA TECNA S.A.

WILMER LEON BEJARANO
OSCAR JAVIER OLAYA BUSTOS

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL
BOGOTÁ D.C
2010

DISEÑO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA TECNA S.A.

WILMER LEON BEJARANO
OSCAR JAVIER OLAYA BUSTOS

Trabajo de Grado para optar al título de Especialista en Gerencia en Logística Integral

Nicolás Rincón
Ing. Industrial

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN LOGISTICA INTEGRAL
BOGOTÁ D.C
2010

Nota de aceptación

_____
_____
_____

_____
Presidente del Jurado

_____
Jurado

_____
Jurado

Bogotá, 09, Agosto, 2010

A Dios, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

Wilmer León

A Dios y a mi madre, por su acompañamiento, fortaleza y comprensión.

Javier Olaya

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La Universidad Militar Nueva Granada por las enseñanzas brindadas; a Tecna S.A. por permitirnos conocer de sus procesos siendo partícipes del proceso de renovación y mejora de sus procesos que tiene propuesto en el año 2011; y a nuestro asesor de Proyecto de Grado Ing. Nicolás Rincón por su apoyo en el diseño y elaboración de este documento.

Contenido

Pág.

INTRODUCCIÓN 16

1 JUSTIFICACIÓN 17

2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 18

2.1 DESCRIPCIÓN 18

2.2 FORMULACIÓN 19

2.3 ANTECEDENTES 19

3 OBJETIVOS 21

3.1 GENERAL 21

3.2 ESPECÍFICOS 21

4 MARCO TEÓRICO 22

4.1 MARCO CONCEPTUAL 22

4.2 MARCO LEGAL 26

4.3 MARCO ECONÓMICO 28

4.3.1 Metalmecánica en Colombia 28

4.3.2 Conocimiento Del Mercado 30

5 METODOLOGÍA 31

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 31

6 PROPUESTA 32

6.1 SITUACIÓN ACTUAL – CADENA DE ABASTECIMIENTO TECNA S.A. 32

6.2 VENTAS PERDIDAS POR FALTA DE ABASTECIMIENTO EN BODEGA PRODUCTO TERMINADO 38

6.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA 40

6.3.1 Factores para Mejorar los Faltantes de Producto Terminado debido a la Materia Prima 43

6.3.2 Planteamientos Estratégicos 45

6.4 DESARROLLO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA TECNA S.A. 45

6.4.1 Pronóstico de Ventas 47

6.4.2 Determinación de Materias Primas para las líneas de productos tipo A y tipo B 52
6.4.3 Proceso Generalizado de Generación de Información 53
6.4.4 Calculo de cantidades óptimas para Materias Primas tipo A y tipo B 54
6.4.5 Resultados Esperados de la Propuesta 58
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
7.1 CONCLUSIONES 61
7.2 RECOMENDACIONES 62
BIBLIOGRAFÍA 64
ANEXOS 66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de Ventas perdidas por año 36

Tabla 2. Proceso de Abastecimiento de Materia Prima 38

Tabla 3. Principales problemas para eliminar con la propuesta 41

Tabla 4. Clasificación ABC por líneas de producción 44

Tabla 5. Porcentajes de crecimiento en ventas anuales para las líneas de productos 49

Tabla 6. Porcentaje de Materias Primas requeridas para satisfacer los pronósticos de ventas 50

Tabla 7. Clasificación modelos de inventario para la materia prima 53

Tabla 8. Costos fijos asociados al inventario de materia prima 54

Tabla 9. Proveedores de Materias Primas tipo A 55

Tabla 10. Proveedores de Materias Primas tipo B 56

Tabla 11. Indicadores de seguimiento y control y optimización de inventarios de materia prima 57

Tabla 12. Histórico Valor Costo Materia Prima 57

Tabla 13. Ahorro en el costo de la materia prima 58

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.Principales productos que generaron mayores porcentajes en Ventas pérdidas en los últimos 14 periodos 37

Grafica 2. Relación ventas perdidas por producto año 2009 42

Gráfica 3. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - SB4 – SX1 – SX2 46

Gráfica 4. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - LBA – SB6E – SX7 47

Gráfica 5. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - SB6A – SX6 – SXAAMM 47

Gráfica 6. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – SX8 – SXAAFM – SX9 47

Gráfica 7. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – SX9 – SXE 48

Gráfica 8. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – LAC – LF8 – SG2 – SPFERIC 48

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Proceso general de Entrega de Pedidos 31

Cuadro 2. Proceso de fabricación de Productos 32

Cuadro 3. Diseño de la Cadena Logística de Tecna S.A. 35

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Clasificación general ABC 64

Anexo B. Desarrollo general de los pronósticos por línea de producción tipo A y B 66

Anexo C. Cantidad de productos a Fabricar por Referencia 70

Anexo D. Materias primas requeridas para satisfacer pronósticos de venta 76

Anexo E. Calculo de Q, P, Punto de reorden (R) y costos para cada materia prima 78

GLOSARIO

ACOPLES FLEXIBLES: dispositivo compuesto por dos terminales roscados machos en acero inoxidable unidas por una manguera cubierta en malla de acero inoxidable la cual tiene una longitud que varía de acuerdo a las necesidades que se tengan para su instalación. Tanto la manguera como las terminales se pueden fabricar en diámetros que van desde ½" hasta 4". Su referencia empieza por SXAMM.

ACOPLES HEMBRA MACHO: es un acople que una de las terminales lleva una unión universal Hembra – Hembra. Su referencia empieza por SXAFM.

BANDEJA PORTACABLE: dispositivo fabricado en lamina Cold Rolled con acabado galvanizado que sirve para transportar longitudes largas de cables generalmente ruteados en sótanos o partes altas de instalaciones donde la bandeja permite tender organizadamente los cables sin generar enredos o atascamientos. Su referencia empieza por LBA.

BOTONERA: dispositivo fabricado en aluminio compuesto por una tapa y una caja a los que se le instalan unos accionamientos acondicionados a las necesidades que se tengan en el montaje que se esté realizando. Dichos accionamientos pueden ser destinados a prender y apagar un motor, una bomba, una centrifuga, entre otros aparatos. Su referencia empieza por SXE1 o SXE3.

CANALES: lámina longitudinal Cold Rolled que puede tener una medida de 2,40 a 3 metros la cual sirve para anclar cajas de empotrar o nema 7. Su referencia empieza por LAC.

CODOS EN ALUMINIO: dispositivo a prueba de explosión con dos boquillas roscadas ubicadas a 90° una de la otra que sirve para rutear cables y hacer uniones de tubería ubicada también a 90°. El diámetro de las boquillas varía entre ½" y 4". Su referencia empieza por SX8.

CONDULETAS: dispositivo de inspección que sirve para unir tuberías en diferentes posiciones siempre haciendo un ángulo de 90° o 180°. La forma de la conduleta puede variar de acuerdo al tipo de montaje que se esté haciendo, dichas formas pueden ser en E, C, LL, LR,LB, LRL o T. Su referencia empieza por SB4.

CONECTOR: dispositivo en cobre compuesto por un cuerpo, una tapa y un perno en bronce que sirven para unir un tubo y un cable de diámetros determinados. Su referencia empieza por SG2.

FUNDICION: proceso por el cual la temperatura de un metal es elevada a tal punto que el metal se vuelve líquido para luego ser vertido en un molde que al enfriarse va a dar como resulta el mismo metal con la forma del producto que haya estado prefabrica en el molde.

INVENTARIO: son las existencias físicas controladas que se poseen en un área determinada de un producto terminado, materia prima o insumo los cuales pueden ser contados y caracterizados por una unidad de medida en común.

MATERIA PRIMA: son los materiales que componen un producto terminado y que se requieren para ejecutar el proceso de producción de dicho producto para ser transformados y convertidos en una unidad terminada.

NEMA 4: grado de protección de un dispositivo que evita la entrada del agua y el polvo y permite al dispositivo ser instalado en lugares de bajo riesgo de explosión.

NEMA 7: grado de protección de un dispositivo que está diseñado para ser a prueba de explosiones y sirve para ser instalado en áreas clasificadas.

PROVEEDORES: son aquellos entes encargados de suministrar todos los insumos, materias primas o productos que requiere una empresa para llevar a cabo su labor dentro del entorno de negocios en los que se desenvuelve.

PUNTO DE REORDEN: término usado en la administración de inventarios que se refiere al lote mínimo que debe existir de un producto, insumo o materia prima para lanzar una nueva orden de suministro a un proveedor por una cantidad previamente especificada.

REDUCCION BUSHING: dispositivo cilíndrico roscado fabricado en acero 12L14 que sirve para hacer que un tubo de diámetro inferior pueda ser conectado en una boquilla roscada de diámetro superior. Su referencia empieza por SXBRB.

SELLOS CORTAFUEGO: dispositivo fabricado en Aluminio o Hierro al cual se le aplica un compuesto que sirve para evitar que una onda explosiva se propague a lo largo de una instalación compuesta por diferentes tipos de tuberías.

SIIGO: sistema de información que relaciona los procesos productivos, financieros, contables y todos aquellos relacionados con el funcionamiento logístico de una empresa para que esta se desenvuelva de una manera competitiva dentro de un mercado.

TABLEROS INOXIDABLES: dispositivos fabricados en la lamina de acero inoxidable compuestos por una caja y una tapa que sirven para montar dentro de ellos diferentes circuitos ̇éctricos compuestos por brakers, barrajes en cobre, transformadores, borneras, entre otros elementos eléctricos.

UNIONES UNIVERSALES: dispositivo cilíndrico fabricado en acero 12L14 compuesto por tres elementos roscados llamados Elemento móvil, Tuerca de apriete y Elemento fijo, este ultimo puede ser Hembra o Macho. Sirve para unir diferentes accesorios entre sí. Sus diámetros varían de ½” a 4”.

UNIONES ERICSON: son uniones que sirven para ser instaladas en montajes que van a ir cubiertos de concreto, al igual que las uniones universales están compuestas por un elemento móvil, una tuerca de apriete y un elemento fijo, solo que este ultimo siempre es Macho.

RESUMEN

El siguiente trabajo busca diseñar e implementar un modelo de abastecimiento de materias primas para el área de producción de TECNA S.A., que permita mantener cantidades necesarias en inventario para la fabricación de los productos y así optimizar tiempos de entregas al área de distribución.

Palabras claves:

- Desarrollo de proyección de ventas.
- Planeación de cantidades optimas de Materia Prima.
- Optimización de la gestión de materia prima en el área de Producción.
- Inicio de seguimiento y control por medio de indicadores.

INTRODUCCIÓN

La globalización es un tema que está afectando a las pequeñas, medianas y grandes organizaciones, las cuales si no están preparadas a afrontar los grandes retos que esto genera, pensar en existir al largo plazo les va a ser difícil. Uno de los puntos críticos que debe superar las empresas manufactureras son los niveles de existencias de materias primas tanto en cantidad como en tiempos de aprovisionamiento ya que al mantener un excelente control de inventarios se proporcionaran resultados positivos en las estrategias de reducción de costos y tiempos con proveedores.

De lo anterior se concluye que el nivel de inventarios integrado con sistemas de información es un factor estratégico para mantener los costos operativos en un punto determinado, donde se logre equilibrar la necesidad de las áreas involucradas sin aumentar costos por almacenamiento, se puede decir que el control de materias primas o productos semi-terminados está siendo eficiente.

El siguiente estudio estratégico tiene como objetivo principal, a partir de la operación de inventarios de materias primas utilizada por la empresa, establecer el plan de abastecimiento de Materias Primas que permita tener la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo la producción de las referencias de mayor importancia (Tipo A – B) en el portafolio de la empresa.

Para lograr el objetivo, se tendrá en cuenta la situación actual en cuanto al manejo de operación para solicitar materias primas o productos semi-terminados, y así identificar las causas que afectan el sistema de producción en cuanto a tiempos, costos y cantidades optimas de solicitud.

Se parte de este análisis preliminar para generar una mejora en el proceso que sea susceptible de cambios, estudiando y detallando como va a ser la nueva propuesta de mejoramiento operacional y económico. Al llegar a los resultados se podrá observar si el objetivo principal se ha cumplido en su totalidad y de acuerdo a los recursos disponibles hacer que el modelo planteado se cumpla con las herramientas disponibles en la empresa y así crear valor en el eslabón de almacenamiento y operación de materias primas el cual será representativo en toda la cadena logística de TECNA S.A., tanto en operación como en rentabilidad.

1 JUSTIFICACIÓN

La propuesta de trabajo de grado es el resultado de la integración de los conocimientos adquiridos gracias a los diferentes temas tratados y analizados en el transcurso de la Especialización en Gerencia en Logística Integral, junto con el interés de formular proyectos que contribuyan al desarrollo de los procesos logísticos de la industria nacional y que se vean plasmados en Tecna S.A.

Por tal motivo las ideas aquí plasmadas pretenden soportar los procesos de la Cadena de Suministro en la empresa, con el fin de garantizar el abastecimiento de materia prima que satisfaga la demanda de producto terminado de sus clientes actuales y potenciales, mediante lo cual se logra optimizar los procesos de planeación y abastecimiento de otros recursos, impactando directamente las áreas: comercial, de producción, planeación, inventarios y aprovisionamiento de materiales.

La situación cambiante de los mercados y la constante exigencia por parte de los proveedores de solicitar productos más rápido y a menores costos hacen imprescindible optimizar la forma en que se administran los inventarios de la compañía, lo cual le permitirá a la organización optimizar su operación, mejorar los niveles de servicio, evitar pérdida en las ventas, reducir o eliminar costes innecesarios por almacenamiento de bienes con baja rotación o demanda y apuntar en forma general sus esfuerzos a una administración de la cadena de suministro reorientada a una estrategia *pull* de producción, basada en un adecuado conocimiento de la demanda

2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN

A la fecha los procesos de producción y compras de materias primas en Tecna S.A. están sujetos a la demanda diaria de productos, la cual está basada en los requerimientos y pedidos que se hacen por parte del departamento comercial y que a su vez se convierten en las prioridades para producir a corto plazo sin considerar, ni proyectar el área productiva de la empresa a crear un plan que además de suplir lo que el cliente pide en el día a día también sirva para proyectar el suministro de ciertas materias primas necesarias para la fabricación de algunas cantidades de los productos que tienen mayor rotación en el inventario y con las que no se cuenta para entrega inmediata a los clientes debido al desabastecimiento constante de estas.

Como se dijo anteriormente las prácticas actuales permiten la cobertura de la demanda a muy corto plazo (los siguientes 10 a 15 días) y no contempla los requerimientos de los productos con más alta rotación ni los que se encuentran agotados, mucho menos la previsión adecuada de las materias primas necesarias para fabricarlos. Además, al trabajar únicamente con base en los pedidos los niveles de stock que se generan son muy bajos y en ocasiones con productos que no lo ameritan o que tienen bajo nivel de ventas, generando esto un uso poco eficiente de las materias primas. Como consecuencia, constantemente se deben hacer pedidos de emergencia en cantidades que suplan únicamente las especificadas en ellos, se debe solicitar a compras la adquisición de materias primas de una misma referencia más de dos veces por semana, se deben hacer reprogramaciones de producción que alteran constantemente la programación de producción de la maquinaria y en general la productividad de la planta, trayendo consigo una sensación de desorden operativo y la falta constante de materias primas fundamentales para el proceso, que restringen la entrega oportuna de producto terminado.

Por otra parte, en el momento que se tiene la disponibilidad en la planta de fabricar productos con el fin de generar stock para suplir las necesidades de producto terminado que tiene el almacén, generalmente no se tienen las materias primas requeridas, ya que casi siempre se cuenta con los recursos necesarios únicamente para suplir los pedidos que fueron cargados a producción en el momento. Adicionalmente dada la gran cantidad de referencias existentes en el portafolio de la empresa, no se tiene claridad por parte del área productiva qué lote o referencia programar, ni tampoco, la información necesario para pedir el suministro de los materiales requeridos

para la manufactura de este lote, limitando esta decisión a la disponibilidad aleatoria de materias primas que haya en el momento en planta y al criterio de los responsables de la programación de la producción.

Así que ante la falta de una priorización de los productos a los que se les debe generar un stock y la falta de comunicación entre el área comercial, compras, almacén y producción, constantemente se está viendo un desabastecimiento de materias primas y por ende de producto terminado generando bajo nivel de servicio por parte de la empresa

2.2 FORMULACIÓN

¿Cuál debería ser la estrategia de abastecimiento de inventario de Materias Primas que Tecna S.A. debería adoptar para suplir los requerimientos de producto terminado?

2.3 ANTECEDENTES

El ambiente de negocios de la organización Tecna S.A. se ha caracterizado por ser dependiente principalmente de la adjudicación licitatoria de terceros quienes contratan a la empresa como proveedor de sus bienes y servicios; esto impacta enormemente la planificación corporativa, dificultando la visión a largo plazo en las operaciones dada la incertidumbre del portafolio de cada contrato.
Para contrarrestar el efecto que esta situación genera en los procesos, el área de Producción ha optado por manufacturar y mantener en inventario referencias que –a su criterio- considera representativas y posiblemente necesarias para cualquier cliente y cuyas cantidades de fabricación están restringidas a la cantidad de materias primas con que se cuente en el momento, asumiendo en ocasiones sobrecostos por mantenimiento, manejo de productos terminados innecesarios y desabastecimiento de otros vitales.

Adicionalmente se han tratado de crear políticas informales de stocks para ciertas referencias por parte del área comercial creando pedidos, que no se cumplen, dada la prioridad que tienen los pedidos de los clientes y la disponibilidad de materias primas para suplirlos, generando esto que los pedidos de stock queden siempre pendientes por producir fundamentalmente por falta de las materias primas necesarias para fabricarlos.
También se han hecho comités en los que se establecen una gran cantidad de referencias a las que hay que generarles un stock pero no se crea un plan de abastecimiento a largo plazo que garantice el suministro de las materias primas que se requieren para fabricarlos, por lo cual siempre los stocks que se programan en planta se ven limitados por los recursos que existan en el momento para su manufactura.

Finalmente, se ha optado por subcontratar la fabricación de ciertas referencias con proveedores de mecanizado sin mucho éxito, dado que -como se explicó anteriormente- no se ha determinado que referencias son más importantes, en qué cantidades se deben fabricar y cuáles son sus tiempos y condiciones de respuesta; además no se ha creado un procedimiento que controle las materias primas y las actividades que están a cargo del proveedor ni se han hecho acuerdos de precios, lo que repercute en que cada vez que se considera tercerizar la fabricación de algún producto, esté sujeta a un trámite administrativo en el cual se tengan que hacer hasta 3 cotizaciones diferentes para decidir finalmente con cuál proveedor es viable contratar la fabricación del producto y que materias primas se le deben enviar para tal fin.

3 OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Establecer el plan de abastecimiento de Materias Primas para Tecna S.A. que permita tener la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo la producción de las referencias de mayor importancia en el portafolio de la empresa.

3.2 ESPECÍFICOS

a. Determinar la situación actual del proceso de adquisición de materias primas en la empresa mediante un enfoque en logística integral.
b. Identificar las causas relevantes que generan el desabastecimiento de las materias primas más significativas en el stock de la compañía.
c. Realizar un análisis estadístico de la demanda de productos que permita identificar el comportamiento del portafolio de Tecna S.A. y las materias primas asociadas para suplir la demanda.
d. Generar una propuesta de abastecimiento de Materias Primas que soporte la demanda de producto terminado de la empresa.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

La gestión de la Cadena de Suministro se debe contemplar como un proceso en su totalidad, como un todo y no como una suma de áreas funcionales con distintos objetivos o con una visión delimitada por el área de impacto de su departamento, gestión o interacción con ciertos proveedores y clientes internos o externos, por tal motivo adoptar esta forma de operar es vital para que las áreas funcionales de Tecna S.A. puedan trabajar mancomunadamente sumando esfuerzos e impactando un mismo objetivo común[1].

- La importancia del Suministro en la Cadena de Abastecimiento

La logística del suministro de los requerimientos de la Cadena Productiva, permite el control eficiente y efectivo del flujo de recursos e información de forma vertical y horizontal en el proceso, desde el abastecimiento de los materias primas e insumos, hasta la entrega final del producto y retroalimentación por parte del cliente; con el fin de satisfacer sus necesidades en el momento oportuno, bajo las condiciones pactadas y al mejor costo posible.

La gestión de la logística abarca diversas tareas y procesos como transporte de mercancías, el manejo eficiente de los recursos, la manipulación de materiales en el abastecimiento, planeación y producción, el diseño de la red de suministro adecuada para el negocio, la gestión de los inventarios, así como la administración total de la cadena directamente o mediante el soporte de terceros, denominados outsourcing o 3PL-Third Party Logistic Services Providers. Dichos procesos logísticos convergen en la búsqueda del Servicio al Cliente esperado, buscando superar dichas expectativas a costos financieramente viables y rentables para el negocio. Por tal motivo, los procesos logísticos recaban una enorme importancia en el suministro de la Cadena Productiva con el fin de integrarse con otros procesos corporativos como ventas, finanzas, tecnologías de información, mercadeo y demás áreas que son parte de las organizaciones para mejorar la eficiencia operativa, la rentabilidad y la posición estratégica y competitiva de una empresa.

[1] PRICEWATERHOUSECOOPERS. Las Claves de la Supply Chain. Aragón: PWC, 2002 p. 134

- La Gestión de Inventarios

Gestionar los inventarios constituye una de las actividades más importantes dentro de la gestión de la cadena de suministro de toda empresa, ya que el nivel de inventarios de una compañía puede llegar a constituir hasta el 50% de sus activos[2].

La necesidad de tener inventarios parte de la incertidumbre que se genera acerca de las necesidades reales y potenciales de los clientes y la relación que se genera hacia atrás entre las aéreas productivas y de gestión de materias primas para poder responder de manera oportuna a estas necesidades.

Al momento de contar con cierto nivel de inventarios de producto terminado a disposición inmediata de los clientes entran en juego ciertos factores positivos y negativos que tienen que ver con la administración de estas existencias.

Los factores positivos son los relacionados con la oportunidad que tiene la empresa de poder proveer un producto de manera inmediata y generar un flujo de caja más rápido que si tocara iniciar el proceso de producción del bien y por ende generar más demoras en su entrega.

Los factores negativos que se generan al momento de administrar inventarios tienen que ver con los costos tanto administrativos y operativos en los que se tiene que incurrir para llevar a cabo dicha administración, los costos de mantenimiento de inventarios, de uso del espacio, amortizaciones, seguros, adquisiciones, etc. Todo esto complementado con los riesgos de tipo económico tales como la obsolescencia, deterioro y robo de los materiales, así como los riesgos de tipo financiero relacionados con los intereses generados a partir del capital invertido. Estos costos están directamente relacionados con los métodos de administración de inventarios que incluyen su rotación, la cantidad de reposición, así como los intervalos entre el requerimiento, la solicitud y el abastecimiento[3].

Es por eso que para reducir los riesgos anteriormente dichos es necesario hacer una correcta administración de los inventarios basándose en modelos matemáticos ya sean de cantidades fijas de pedido o por generación de pedidos a intervalos definidos de tiempo, esto dependiendo del tipo de producto que se esté administrando, todo con la firme intención de cumplir

[2] PRICEWATERHOUSECOOPERS. Las Claves de la Supply Chain, Op. cit., p. 139

[3] BALLOU, RONALD. Logística: Administración de la Cadena de Suministro, México: Prentice Hall, 2004 p. 87

dos objetivos primordiales al momento de administrar inventarios: Reducir al mínimo posible los niveles de existencias y Asegurar el suministro oportuno de producto terminado en el momento que el cliente lo requiera.

Así pues, finalmente la importancia en la gestión de los inventarios radica en los costos relacionados con el mantenimiento de estos y en los resultados que se generen a partir de una buena administración en los estados financieros de una empresa[4]; tal como lo indica Silver y Peterson. Es por esto que como consecuencia de lo anterior se va a poder contar con un buen capital de trabajo el cual le va a permitir a la empresa realizar toda su actividad comercial de una manera eficiente y va a ser el resultado de cuantificar todas sus existencias, las cuentas por cobrar y restar las cuentas por pagar.

Capital de trabajo = Existencias + Cuentas por Cobrar – Cuentas por Pagar.

Esta indicación propuesta por el estudio de PWC[5], es muy importante para optimizar los procesos en Tecna S.A. y lograr mejoras sustanciales en sus costos y en su operación.

- Clasificación ABC

Como señala Vidal[6], una de las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (Lead Times), así como de las diferencias surgidas entre la demanda de los clientes y la producción real de la empresa o la capacidad de suministrar dichos productos, por tal motivo, la posibilidad de organizar y priorizar el portafolio es importante para focalizar los esfuerzos de la empresa y lograr mejores resultados.
Al clasificar las referencias en 3 tipos: A, B y C se establecen las prioridades de administración permitiendo el control de los ítems en cada una de las categorías de Tecna S.A.

La clasificación ABC se realiza con base en el producto *Divi*, el cual expresa el valor anual de las ventas de cada ítem i, donde:

Di = Demanda anual del ítem i [unidades/año]
vi = Valor unitario del ítem i [$/unidad]

Para definir cuáles ítems deben formar parte de cada clase (A, B o C), se escoge un porcentaje de mayor a menor, de acuerdo al orden secuencial

[4] SILVER, EDWARD A. y PETERSON, REIN. Decision Systems for Inventory Management and Production Planning. New York: Wiley & Sons, 1985 p. 217
[5] PRICEWATERHOUSECOOPERS. Las Claves de la Supply Chain, Op. cit., p. 141
[6] VIDAL, CARLOS J. Fundamentos de Gestión de Inventarios. Cali: UniValle, 2005 p76.

dado por la mayor utilización de los ítems. De acuerdo con Silver (1998), usualmente los ítems clase A constituyen del 5 al 10% de los primeros ítems dentro de la clasificación, abarcando más del 50% del valor total de las ventas anuales; los ítems clase B constituyen más del 50% del total de ítems impactando casi el 50% restante del valor anual; y los ítems clase C constituyen el resto, perteneciente a una pequeña parte del total de la inversión en inventario.
Algunos autores difieren en la proporción de ítems clase B y C, como por ejemplo Wild, quien recomienda una distribución alrededor de los siguientes valores[7]:

Ítems Clase A = 10% del total de ítems, con alrededor del 80% del total de ventas;
Ítems Clase B = 20% del total de ítems, con alrededor del 15% del total de ventas;
Ítems Clase C = 70% del total de ítems, con alrededor del 5% del total de ventas

La decisión final sobre estos porcentajes y su distribución final depende de las particularidades que se obtengan en el análisis del portafolio de Tecna S.A.

- La importancia del Outsourcing

Una de las estrategias posibles a adoptar por Tecna S.A. es la tercerización o manejo de un outsourcing como proveedor estratégico de su negocio de productos terminados o semi-elaborados.

Se define como outsourcing el proceso de hacer que los abastecedores provean mercancías y servicios que anteriormente eran suministrados internamente[8]. El outsourcing involucra la sustitución de las capacidades internas y de producción, por las del abastecedor o proveedor.

- Industria Metalmecánica y sus productos

La industria Metalmecánica se subdividide en 3 sectores que la conforman, en los cuales está contemplada la fabricación de la mayoría de los productos que se conocen comúnmente: Artículos metalmecánicos, Maquinaria No Eléctrica y Maquinarias primarias.

El sector de artículos metal-mecánicos –sector al cual pertenece TECNA S.A.- agrupa las empresas dedicadas a la fabricación de productos metálicos. Incluye fabricación de herramientas manuales y artículos de

[7] WILD, TONY. Best Practice in Inventory Management. New York: Wiley & Sons, 2004 p. 93
[8] MORA, LUIS A. Dictionary of Logistics and International Business. Bogotá: ECOE, 2005 p. 198

ferretería en general, muebles, accesorios, estructuras, artículos de fontanería y calefacción, equipos y repuestos. Los productos que más se identifican en el sector son: tapas para gaseosas y cerveza, envases de hojalata, estructuras metálicas para edificaciones, tornillos de hierro y acero, alambre, ollas de aluminio, barriles, clavos, puntillas, cerraduras para puertas, tanques de lámina metálica, ventanas de aluminio, repuestos, piezas y partes para mantenimiento.

Según Fedesarrollo, este sector aporta el 3.3 % de la producción al sector "Industrial manufacturero", y sus 28 subsectores participan con el 16% del PIB[9].

El 70% de la materia prima es importada y el sector metal-mecánico surte al 30% restante.

El tamaño del sector metalmecánico ha crecido en los últimos años y hoy es 4 veces más grande que el textil y confecciones. Cifras de la misma entidad, revelan que la utilización de la capacidad instalada supera el 72,8%, las exportaciones de la industria han aumentado.

La amenaza inmediata para el sector la constituye el alza mundial de materias primas e insumos, como el acero y otros metales básicos para el proceso, que impactan y afectan significativamente los procesos de suministro y compras en la organización, por tanto se convierte en otro aspecto importante para la revisión del abastecimiento de los recursos de producción en Tecna S.A.

4.2 MARCO LEGAL

Dentro del entorno legal en el que se desarrolla la actividad manufacturera y comercial de Tecna S.A. hay que tener en cuenta la reglamentación técnica que rige la fabricación y conformidad de los productos para instalaciones eléctricas más importantes del portafolio de la empresa, los cuales están hechos con base a especificaciones dictadas por laboratorios a nivel nacional e internacional donde se realizan pruebas de presión y explosión que certifican la calidad y funcionalidad de los productos. También es importante recalcar las normas de Gestión de Calidad que garantizan el buen desempeño de los procesos que componen la estructura organizacional de la empresa.

---

[9] FEDESARROLLO 2008; Informe De Resultados Diagnóstico Aplicado a la Pyme Metalmecánica. Disponible desde internet en: <http://dali.uao.edu.co:7777/pls/portal/docs/PAGE/UNIAUTONOMA_INVESTIGACIONES/DI/PUBLICACIONES/LIBROS%20PUBLICADOS%20POR%20EL%20PROGRAMA%20EDITORIAL/FACULTAD%20DE%20INGENIERIA/IMPROMEC.PDF>

Desde el punto de vista de la conformidad del producto la empresa cuenta con 4 certificados emitidos por la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector Eléctrico (CIDET) quien es el ente encargado de certificar a nivel nacional productos eléctricos de acuerdo a su calidad y funcionalidad. En estos certificados se especifica la conformidad de:

- Cajas de Conexión Aéreas,
- Cajas de Sobreponer,
- Cajas Rectangulares y
- Accesorios para Tuberías;

Productos que deben estar conformes a los requisitos exigidos en la NTC 3229 ELECTROTECNIA. CAJAS DE SALIDAS ACCESORIOS QUE SE UTILIZAN EN SITIOS CLASIFICADOS COMO DE ALTO RIESGO y la RESOLUCION 18 0498 de 2005 del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – RETIE.

Lo anterior obliga a la empresa a que permanentemente sus productos estén cumpliendo las normas anteriormente descritas y que en cualquier momento que lo determine el CIDET los productos de la empresa sean sometidos a cualquier tipo de verificación y seguimiento que permitan comprobar que las especificaciones de producto se cumplen a cabalidad.

Otro certificado, - a nivel internacional-, es el emitido por Underwriters Laboratories Inc. (UL), quien es una organización privada que emite certificaciones de producto que avalan la funcionalidad de los productos a prueba de explosión tales como las cajas NEMA 7, las cajas GUB, las uniones universales y los sellos cortafuego que están contenidos en el portafolio de la empresa y que al igual que los otros certificados también están sujetos a que en cualquier momento que disponga UL por medio de sus representantes en Colombia soliciten cualquiera de estos productos para someterlos a diferentes tipos de pruebas garantizando que no se detecte ningún tipo de inconveniente con su funcionalidad.

Adicionalmente la empresa cuenta con los certificados emitidos por el Laboratorio Oficial Madariaga (LOM) los cuales certifican los productos tipo GUAA con diámetros de 1”, 1 ½ ” y 2” como aptos para instalaciones eléctricas de acuerdo a la Norma emitida por la American National Standards Institute ANSI 886 – 1985.

Por último se encuentra la certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000 emitido por el ICONTEC que certifica la conformidad de los procesos internos de la organización relacionados con el diseño, la

fabricación y la comercialización de productos para instalaciones eléctricas. Este último certificado adoptado por la organización como herramienta de competitividad y diferenciación en el mercado.

De esta manera está constituido el marco legal corporativo bajo el cual se rige el funcionamiento de la empresa en el mercado y que además de posicionar sus productos también reglamenta sus especificaciones de fabricación y conformidad de acuerdo a las normas establecidas para su uso en instalaciones eléctricas.

4.3 MARCO ECONÓMICO

El sector metal-mecánico al cual pertenece Tecna S.A. agrupa las empresas dedicadas a la fabricación de productos metálicos. Incluye la fabricación de herramientas manuales y artículos de ferretería en general, muebles, accesorios, estructuras, artículos de fontanería y calefacción, artículos eléctricos, equipos y repuestos.

A continuación se describe la situación del mercado colombiano, donde se destaca la importancia que se dar al conocimiento del mercado para que Tecna S.A. pueda lograr sus objetivos y metas comerciales, financieras y de expansión.

4.3.1 Metalmecánica en Colombia

Como se ha comentado previamente, el sector Metalmecánico en Colombia aporta el 3.3 % de la producción al sector "Industrial manufacturero", y sus 28 subsectores participan con el 16% del PIB.

Dada la variedad de productos, es un sector representativo para la economía nacional. El 70% de la materia prima que se consume localmente es importada y el sector metal-mecánico local abastece al mercado con el 30% restante. Según Fedesarrollo, los productos en general presentan atrasos respecto a los niveles de rendimiento, calidad, diseño y precios alcanzados por los productos mexicanos y venezolanos. Por lo tanto, la reactivación económica y los modelos de apertura generan un marco ideal para ingresar en el sector haciendo aportes representativos a la competitividad, desde la Universidad con soporte académico, técnico e infraestructura tecnológica, que marquen el camino al desarrollo del sector[10].

Cifras del mismo análisis muestran que el impacto del sector metalmecánico ha crecido en los últimos años y hoy es 4 veces más grande que otros representativos como son: el textil y confecciones; igualmente dejan claro

[10] Ibid., Pag 10

que el mayor receptor de productos de metal a nivel mundial es Estados Unidos seguido por Venezuela.

La producción total del sector metalmecánica en Colombia, en el 2001, alcanzó la suma de $ 705 millones (1,41 billones de pesos).

Por su parte, varias de las industrias del sector, responden a un comportamiento de producción sobre pedido; por ende, es el requerimiento del cliente quien genera el proceso de valor agregado en la obtención de partes y productos que pretenden servir al mercado con características fijas y variadas especificaciones técnicas.

Dentro de la gestión de productos establecida en el ámbito empresarial se hace imprescindible la administración del flujo de materiales, teniendo como objetivo primario el cumplimiento en las fechas de entrega acordadas con el cliente, al tiempo que establece relaciones estratégicas de vinculación con proveedores, desarrolla un alto conocimiento de los procesos internos de flujo de materiales e información estable, el consumo eficiente de los recursos financieros, la utilización eficaz del factor humano y el tecnológico.

En consecuencia, se observa que el sector metalmecánico en Colombia, posee características especiales de estructura empresarial. El trabajo nace a raíz del pedido del cliente, con alta variedad en tipos de producto, pequeñas cantidades demandadas, incipientes niveles de documentación e información ofrecida por los clientes, con frecuencias de pedido bajas; también se presenta un comportamiento empresarial enmarcado en un manejo incipiente del control de inventarios, exigencias de alta flexibilidad, ausencia de una programación, control de la producción y, en algunos casos, ausencia del cumplimiento de las especificaciones técnicas como dimensiones, terminado superficial, materiales, tratamientos adicionales y tolerancias.

Con el conocimiento de estos aspectos se puede analizar cuál de las herramientas de producción se ajusta a las necesidades propias de la compañía. Esto implica diseñar una estrategia que abarque todos y cada uno de los detalles involucrados en una cadena productiva interna.

Partiendo de esta particularidad se genera la planeación de los requerimientos de la materia prima, el uso de las máquinas, herramientas, documentos y de todos los elementos involucrados en la producción, con lo cual ya se posee una visión más amplia del panorama al interior de la empresa. Pues uno de los mayores inconvenientes que se presentan está relacionado con la planeación, programación y control de la producción para producir lo necesario sin desperdicios, faltantes o sobrantes.

4.3.2 Conocimiento Del Mercado

Conocer el contexto del mercado de la Industria Metalmecánica en el que se desenvuelve Tecna S.A. y cómo ha sido su comportamiento en los últimos años, es vital para tomar acciones y para acercarse aun más a los requerimientos de los clientes.

Puede afirmarse que analizar y conocer a fondo el mercado en que una empresa se desempeña involucra tres funciones principales, las cuales son resaltadas por McDaniel e ilustran su importancia[11]:

Función Descriptiva, que involucra la recopilación y presentación de los hechos del mercado que -para este caso- se relacionan con la Industria Metalmecánica. Es importante preguntarse, ¿cuál es la tendencia histórica en la industria? ¿Qué ha impactado el mercado recientemente? ¿Qué lo hará en el futuro?.

La segunda función corresponde al papel Diagnóstico, el cual explica los datos o acciones abarcando el impacto de las acciones y escenarios posibles sobre las ventas y el servicio al cliente.

El papel final del análisis del mercado es la función Predictiva, que busca aprovechar mejor las oportunidades que surgen constantemente en el mercado.

Con base en esta información la gerencia de Tecna S.A. puede asumir una posición proactiva en lugar de reactiva a los cambios y tendencias del entorno. La administración proactiva de la Cadena de Suministro modifica la posición de la empresa, permitiéndole responder a patrones del entorno económico, social económico, industrial y competitivo que le rodea, con el fin de lograr mantener los clientes actuales y atraer los potenciales.

El conocimiento del mercado, por tanto se vuelve vital para lograr los objetivos corporativos, y de ahí que se haga necesario extender la cobertura y participación no solo a los clientes sino también a los proveedores, con el fin de lograr alianzas estratégicas, obtener mejores precios y la garantía del abastecimiento según sea requerido, así como el establecimiento de planes de acción frente a contingencias en la operación o el mercado.

---

[11] McDANIEL, CARL & GATES, ROGER. Investigación de Mercados Contemporánea. Cuerna Vaca: Thompson Editores, 2001 p. 286

5 METODOLOGÍA

La realización del presente trabajo estuvo basada en un análisis de la situación de abastecimiento de materia prima en Tecna S.A. por medio de la observación y de los problemas que se vivían en el día a día que marcaban pautas para ir generando una solución de fondo a la situación actual.

Posterior a esto se comenzó a recolectar información histórica de las ventas para así comenzar a clasificar los productos de acuerdo a su importancia en el mercado y así mismo identificar las materias primas más importantes que se requieren para la fabricación de dichos productos.

Con la información lista y analizada se procedió a pronosticar las ventas para un año y se calcularon los consumos de materia prima necesarios para suplir los pronósticos proponiendo un modelo que especificara que pedir y en qué cantidades especificando los proveedores más importantes y teniendo en cuenta el costo de mantener dichos inventarios.

Por último se dejó un hoja electrónica debidamente formulada para hacer los pronósticos de ventas y los consumos de materia prima requeridos con el fin de hacer los ajustes necesarios cuando se necesite nuevamente pronosticar o se quieran ajustar dichos pronósticos con más datos históricos.

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se plantea como una investigación de tipo descriptivo dado que se está analizando una situación que está afectando un entorno en este caso el entorno de Tecna S.A., se está observando que factores están afectando actualmente el desabastecimiento de inventarios con el objetivo de encontrar una solución por medio de un modelo que permita eliminar el desabastecimiento que se presenta actualmente.

Por su naturaleza de Investigación Descriptiva se procedió a definir los objetivos de la investigación, el lapso de tiempo en cual se iba a desarrollar la investigación el cual quedo plasmado en el anteproyecto, se estableció la metodología que se iba a usar para plantear la solución definitiva y por último se planteó la propuesta de mejora la cual esta complementada con un análisis de datos hecho en hojas electrónicas, planteamientos de ideas nuevas y métodos de realizar los procedimientos actuales de una forma diferente.

6 PROPUESTA

6.1 SITUACIÓN ACTUAL – CADENA DE ABASTECIMIENTO TECNA S.A.

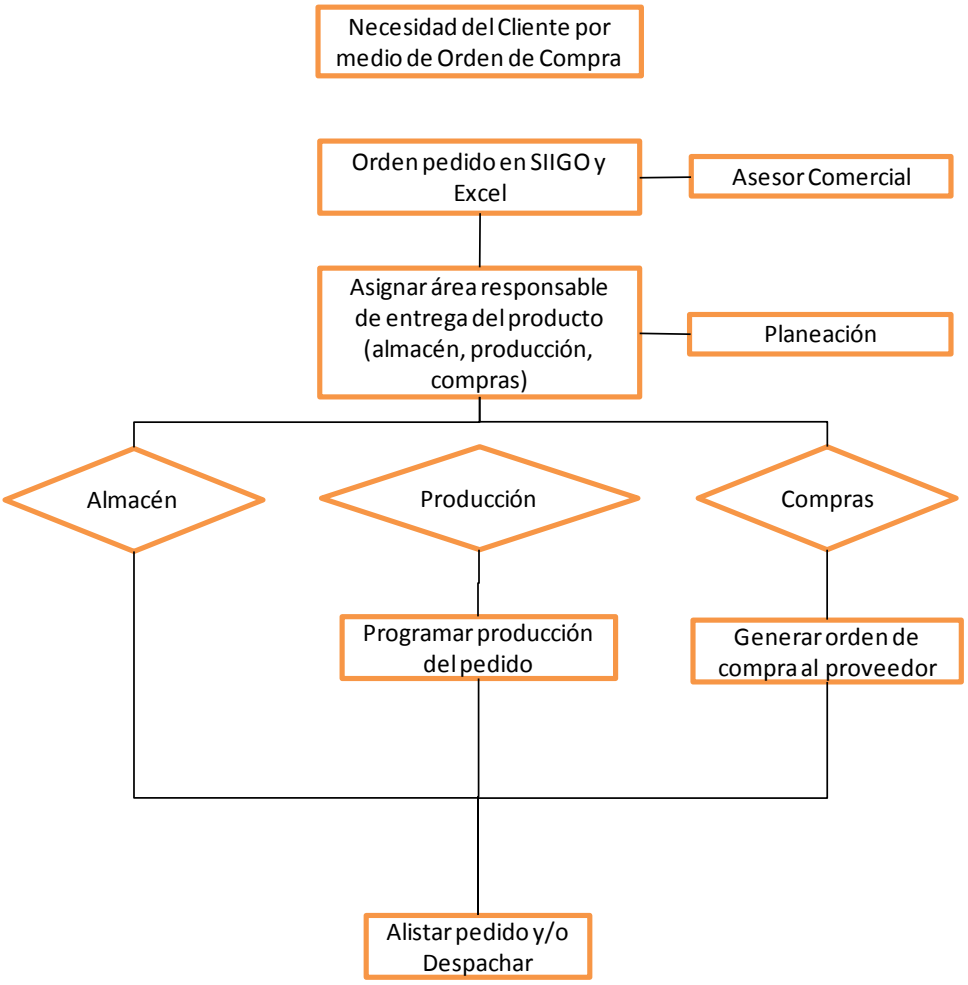
De acuerdo al tipo de mercado al que está enfocada la empresa, el 80% de los productos corresponden a materiales en aluminio, hierro y acero y el 20% restante son productos adicionales que el cliente requiere para una conexión completa y en un solo pedido. A continuación se describe la operación logística de la empresa:

- Generación de pedidos

Para tener productos almacenados y luego realizar su distribución, el proceso parte de una creación de pedidos los cuales surgen de la necesidad de los clientes, estos se cargan en el sistema de información de la empresa (SIIGO y Excel), a través de los asesores comerciales.

Los pedidos deben ser cargados durante el horario laboral para que al día siguiente, a primera hora, se inicie la gestión de crear responsables de entrega de productos; es decir en la base de datos se indica si el producto debe ser fabricado (crea orden de producción), comprado (crea requisición) o se encuentra en stock (se alista en bodega como producto apartado); lo cual es realizado por el Jefe de Planeación.

Cuadro 3. Proceso general de Entrega de Pedidos



Fuente: Los Autores

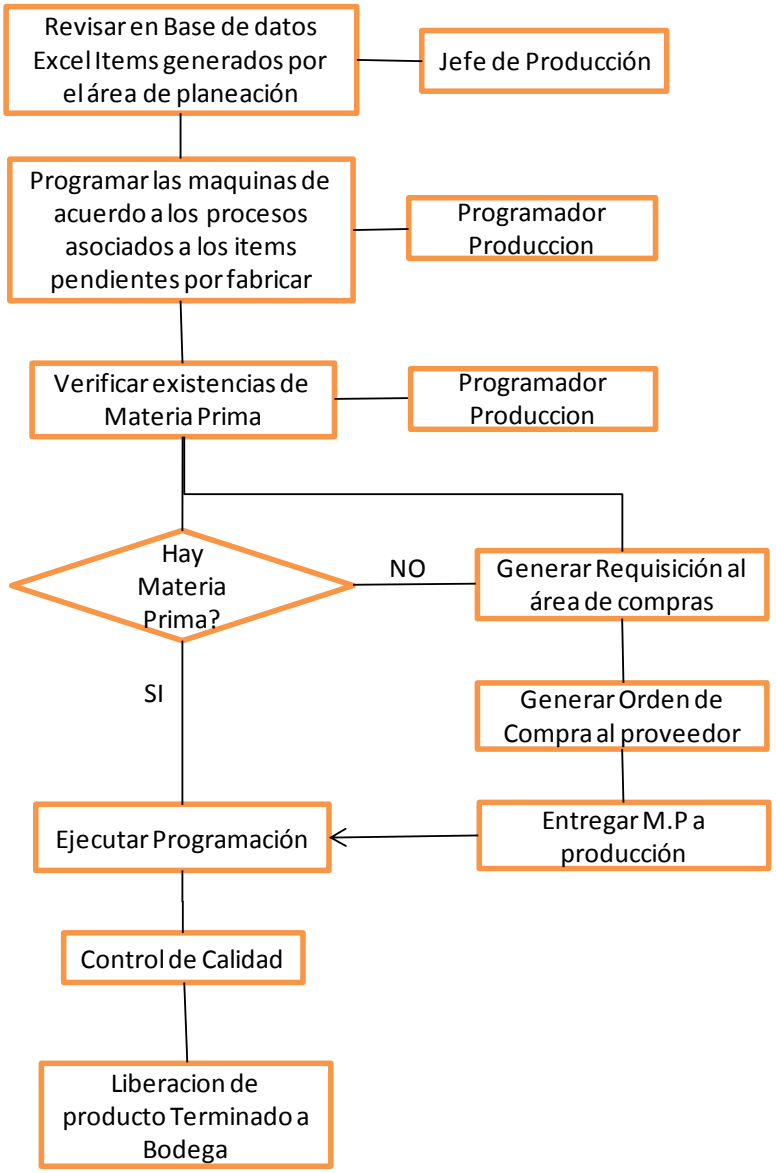
- Fabricación de Productos

Cuando al área de producción llega la requisición solicitando las referencias con cantidades y fecha de entrega. A partir de ahí se genera la respectiva programación de la planta y la necesidad de materias primas e insumos.

Para llevar a cabo lo anterior la programación de la planta se hace semanal, especificando el proceso que cada máquina va a realizar y la mano de obra necesaria para llevar a cabo dicha programación.

Dentro de las maquinas a programar se destacan tornos de control numérico, tornos paralelos, taladros, maquinas fresadoras, equipos de soldadura y áreas de pintura y ensamble.

Cuadro 4. Proceso de fabricación de Productos



Fuente: Los Autores

- Alistamiento de pedidos

Una vez producción entrega las ordenes de producción pendientes o los productos comprados ingresen en bodega, se alistan los pedidos de acuerdo a la antigüedad y/o necesidad del cliente, a través del coordinador de bodega.
Pueden suceder los siguientes casos:

a) El cliente acepte envíos parciales: en bodega alistan los ítems disponibles para despacho inmediato al tiempo que compras y producción completan el pedido.

b) El cliente acepte el envío del pedido únicamente cuando los ítems estén completos: bodega alista el pedido cuando producción y/o compras entreguen la totalidad.

La bodega cuenta con áreas de: producto en stock para entrega inmediata, producto apartado, el cual corresponde a los pedidos pendientes por salir, productos que entrega calidad y están pendientes por organizar ya sea para stock o para pedidos, adicionalmente cuenta con un área para guardar temporalmente productos de stock y los cuales no caben dentro de los lugares correspondientes.

Al momento de empacar y marcar cada caja el Coordinador de despachos debe verificar:

a) Producto físico contra el pedido cargado en el sistema (lo maneja de forma impresa)

b) Contenga el certificado de calidad si así se requiere.

c) Contenga factura si requiere que se envíen directamente con el pedido, de lo contrario se enviara por mensajería de documentos.

- Distribución de pedidos

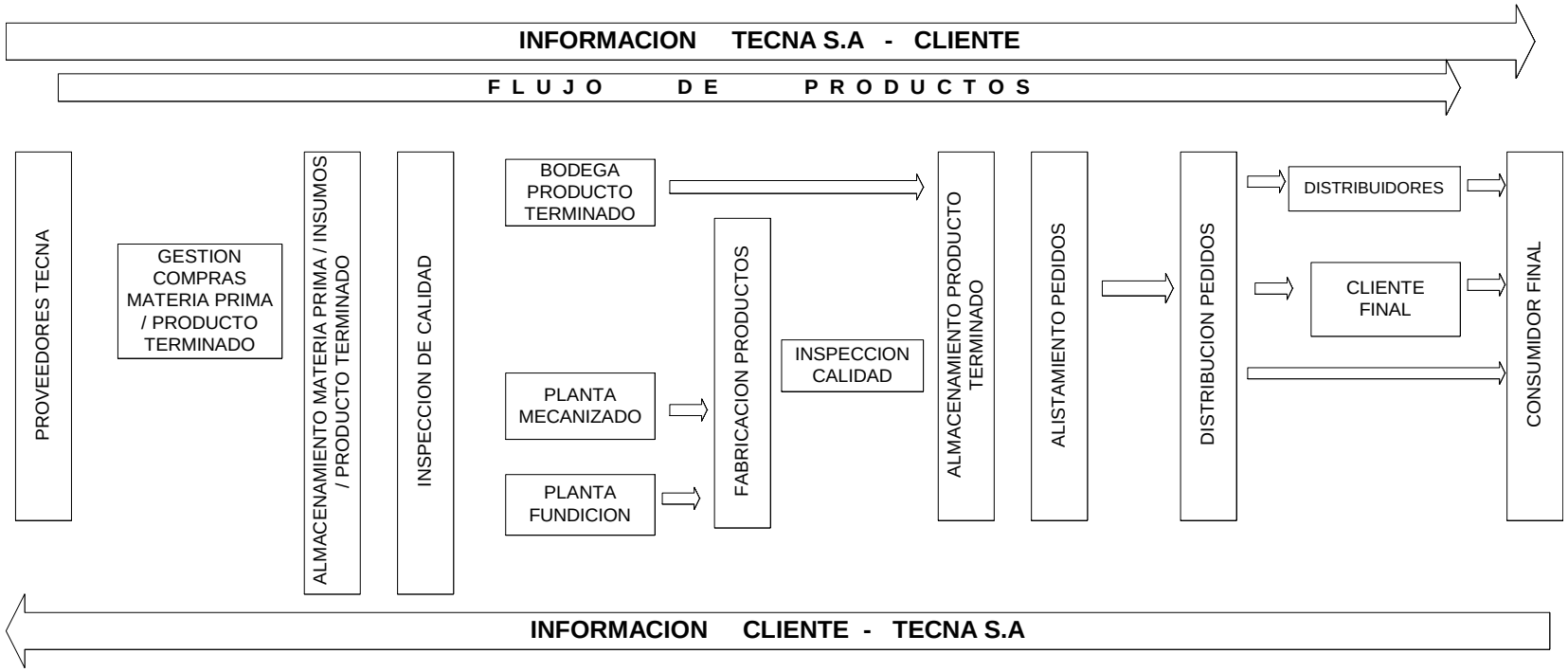
Una vez estén listos los pedidos, se procede a cargar el camión el cual funciona de dos maneras:

a) Cuando los pedidos son nacionales o urbanos, se entregan a las transportadoras correspondientes finalizando la tarde, para ser entregados al día siguiente antes del medio día.

b) Cuando los pedidos son fuera de Colombia, se envían por medio de la transportadora al aeropuerto y allí se realizan los trámites para la respectiva exportación.

Cada pedido llega directamente a cada cliente, y varia la forma de entrega si el cliente lo solicita. Como los pedidos se envían por transportadoras contratadas (TCC, Servientrega, Coordinadora), el coordinador de Bodega debe mantener el seguimiento de entregas al cliente por medio de las guías digitalizadas por internet.

Cuadro 3. Diseño de la Cadena Logística de Tecna S.A.



Fuente: Los Autores

6.2 VENTAS PERDIDAS POR FALTA DE ABASTECIMIENTO EN BODEGA PRODUCTO TERMINADO

Las ventas perdidas provocadas por rotura de stock, está afectando considerablemente a Tecna S.A., ya que los clientes requieren productos de entrega inmediata, pero que por falta de capacidad productiva y programación adecuada en inventarios de materias primas no se logra satisfacer la necesidad.

Para los últimos dos años, el comportamiento de esta medición resulta así:

Tabla 2. Porcentaje de Ventas perdidas por año

AÑO	% Vts Perdidas	Vts. Perdida en pesos	Total ventas año
2008	35 %	$2.600.857.913	$7.431.022.600
2009	27.62 %	$1.186.530.283	$4.296.230.559

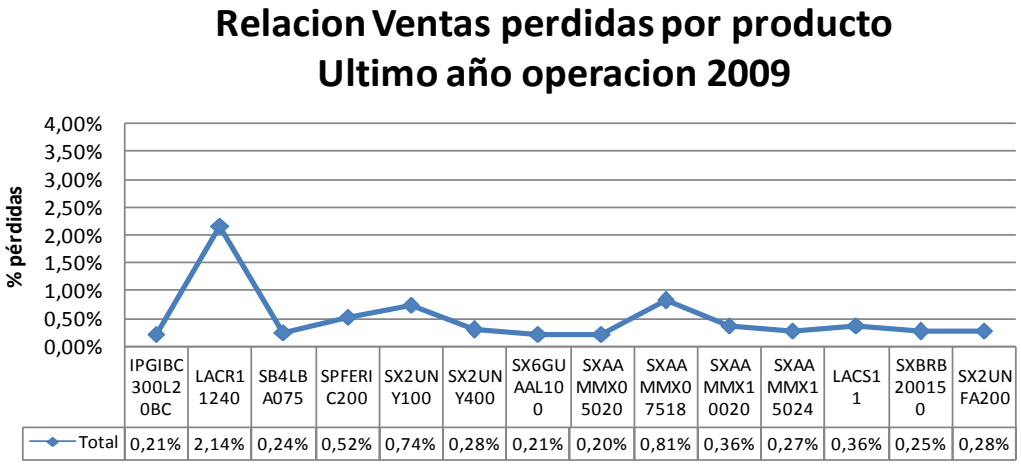
Fuente: Los Autores

En el anterior resultado se tuvo en cuenta factores como:

a) Pedido realizado y anulado después de un tiempo por no haber entregado el producto a tiempo
b) Pedido sin realizar, donde solamente con tener la orden de compra informaron al cliente que el producto no estaba disponible
c) Pedido realizado y entregado después del tiempo esperado, por lo que el dinero no ingreso a tiempo en rotación de flujo de efectivo.

Los principales productos que el cliente no puede disponer inmediatamente están representados así:

Gráfica 2. Principales productos que generaron mayores porcentajes en Ventas pérdidas en los últimos 14 periodos



	IPGIBC300L20BC	LACR11240	SB4LBA075	SPFERIC200	SX2UNY100	SX2UNY400	SX6GUAAL100	SXAAMMX05020	SXAAMMX07518	SXAAMMX10020	SXAAMMX15024	LACS11	SXBRB200150	SX2UNFA200
Total	0,21%	2,14%	0,24%	0,52%	0,74%	0,28%	0,21%	0,20%	0,81%	0,36%	0,27%	0,36%	0,25%	0,28%

Fuente: Los Autores

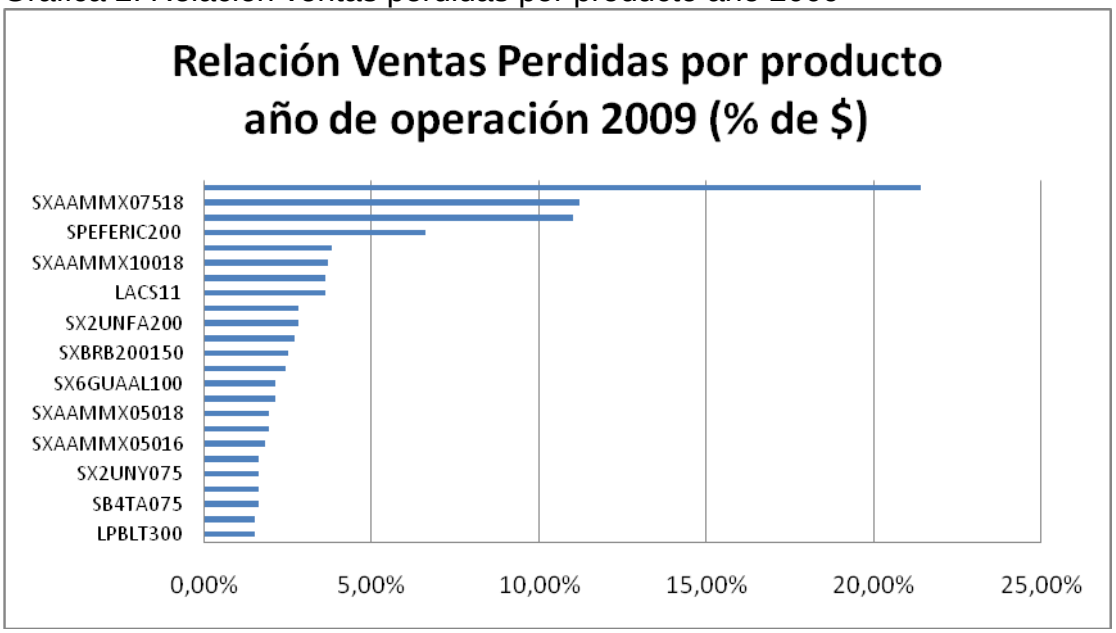
Los productos restantes, y que no se encuentran graficados mantienen ventas perdidas por debajo del 0,001%, lo cual se consideran productos sustitutos de baja importancia tanto en precio de venta como en volumen.

Para el año 2009 las ventas perdidas representaron un 27,62% del valor total de las ventas acumuladas en el mismo período por Tecna S.A., lo anterior está reflejado en 161 referencias principales que fueron las que más se demandaron pero para las cuales no se atendieron dichos pedidos por falta de disponibilidad de stock.

De esas 161 referencias tomadas como el 100% de las ventas perdidas se tiene que el 57% de esos productos son los más representativos y significativos para la empresa, por lo cual la Compañía. debería procurar tener cantidades disponibles para entrega inmediata. El 43% restante son productos que se venden esporádicamente y que por cuestiones de espacio o exclusividad para ciertos tipos de proyectos son muy costosos y no es justificado tenerlos en stock permanente debido a su baja rotación y costo de mantenimiento, sino por el contrario, fabricarlos de acuerdo a pedidos específicos para lo cual es posible acordar con el cliente un Lead Time de entrega.

Los productos que representan el 57% de las ventas perdidas están representados así:

Grafica 2. Relación ventas perdidas por producto año 2009



Fuente: Los Autores

6.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

De forma general se ha revisado el proceso de adquisición de Materias Primas (MP) en Tecna S.A., esto se hizo mediante el análisis de datos del comportamiento de las compras históricas a lo largo de dos años; con el cual se observan las siguientes características en la cadena de abastecimiento aplicables a la generalidad de las órdenes de pedido:

Tabla 2. Proceso de Abastecimiento de Materia Prima

¿QUIÉN PIDE?	Las órdenes de pedido son generadas por el área de compras, quienes reportan las cantidades solicitadas al proveedor a partir del input recibido del área de Producción. Este proceso está bajo responsabilidad del Jefe de Compras. Se presentan excepciones muy puntuales, a causa de situaciones particulares como agotados esporádicos fuera de lo común, en las cuales la Jefatura de Producción genera la solicitud directamente al proveedor. Estas excepciones son monitoreadas

	constantemente, evitando su ocurrencia y controladas por rangos de aprobación financiera de los montos autorizadas a comprar (máximo $50.000).
¿QUÉ SE PIDE?	Se solicitan los pedidos cargados por el área de producción en un área compartida que se ha establecido para tal fin.
¿CÓMO PIDE?	Compras consulta diariamente los pedidos cargados y genera la respectiva requisición al proveedor en las mismas cantidades y condiciones más favorables de entrega. La asignación del proveedor a quién se solicitará depende de si el producto solicitado tiene condiciones especiales que solo pueden ser atendidas por un proveedor en particular. De otro lado, si es una Materia Prima que se solicita con alta frecuencia, se acostumbra a escoger el mismo proveedor si ha venido cumpliendo un acuerdo de precios y garantizando calidad en la entrega. Sin embargo, para las otras MP, se requiere que el área de compras haga las respectivas cotizaciones e indagaciones en el mercado, con el fin de obtener la mejor negociación posible, en términos de oportunidad y calidad en la entrega. Esto se hace usando la base de datos de proveedores manejada históricamente.
¿A QUIÉN PIDE?	Las solicitudes se procesan –según lo mencionado- usando la base de datos de proveedores avalados previamente por la Compañía, los cuales han aprobado un riguroso proceso de Selección que incluye evaluación financiera, de infraestructura de producción, certificaciones de calidad, costos ofrecidos entre otros. Entre los más destacados en frecuencia y volúmenes comprados están: -Furima S.A. -Funal -Acefer y Cía. Ltda. -Ferretería Válvulas y Herramientas Ltda.

	-Incolca S.A. -Mundial de Tornillos -Aceros Industriales S.A. -Sermatex -Mundial de Aluminios - Industrial Juval Ltda. -Melexa S.A. -Materiales Eléctricos y Mecánicos Ltda. -Gasincol S.A.
¿CUÁL ES LA FRECUENCIA?	El proceso de pedidos se lleva a cabo por lo general dos veces por semana; donde el día miércoles, se recopilan las requisiciones de los dos primeros días de la semana y el día viernes de los otros dos días restantes. Los días viernes, producción no genera requisiciones de MP. Para casos particulares, se pueden hacer órdenes de pedidos a los proveedores, cuando la necesidad lo amerite, así esté fuera de los tiempos y días establecidos; esta decisión es acordada previamente entre las áreas de producción y compras.
¿QUÉ CONDICIONES O NEGOCIACIONES EXISTEN?	Para aquellos proveedores que producen bajo Certificaciones Internacionales de Calidad se cuenta con convenios específicos negociados anualmente. Para algunas referencias la Compañía ha decidido tercerizar su producción, por lo tanto se cuenta con contratos de exclusividad y los proveedores que para este caso operan como maquiladores, cuentan con planos de diseño e información técnica respectiva.
¿CUÁNDO SE RECIBEN LOS PEDIDOS?	Los tiempos de aprovisionamiento varían de acuerdo a la complejidad de producción y entrega de la MP solicitada. Para productos nacionales oscila entre 7 y 10 días. Para importados está contemplado un LeadTime máximo de 60 días.

Fuente: Los Autores

Dado el proceso de abastecimiento actual también se han encontrado ciertos problemas que por el diseño del proceso se presentan frecuentemente y que se describen a continuación.

Tabla 3. Principales problemas para eliminar con la propuesta

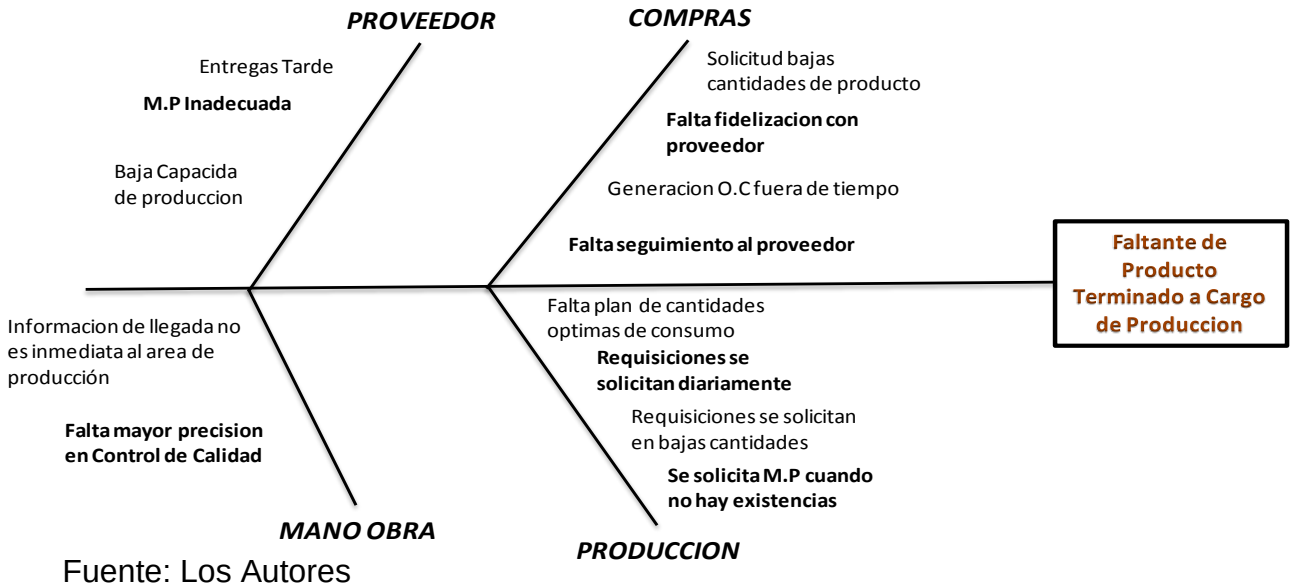
ACTUAL	DEBILIDAD
Generación constante de requisiciones	Crean requisiciones diarias, por lo tanto no se planean cantidades óptimas al largo plazo.
Área de compras genera Orden de Compra diariamente y cuando el proveedor acepte los términos.	Se hacen negociaciones día a día, sin afianzar relaciones con los proveedores
La Materia prima llega cuando el proveedor tenga las cantidades solicitadas o cuando el pago se haya efectuado.	Al área de compras le falta verificar las capacidades de producción por parte del proveedor y tiempos estimados de entrega. Retrasos en la producción, generando sobrecostos de horas extras.
Debido a la llegada de la materia prima en tiempos diferentes a los requeridos, se está generando anulación de pedidos o cambio de referencias.	Generación de reproceso para la solicitud de M.P. Generan altos faltantes de M.P y a la vez stock innecesarios cuando un cliente anula pedidos.

Fuente: Los Autores

6.3.1 Factores para Mejorar los Faltantes de Producto Terminado debido a la Materia Prima

Para determinar las causas principales que están afectando las ventas y satisfacción del cliente debido a la falta de planeación de llegada de materia prima, se van a identificar mediante el método de espina de pescado.

Gráfica 3. Análisis de Causas que afectan el retraso en entrega de pedido en el área de productiva. Método Espina Pescado



Fuente: Los Autores

Del anterior diagrama, se establece que las principales causas por las cuales la materia prima cumple un papel fundamental en la entrega oportuna de producto terminado, corresponde a las áreas de Producción y Compras ya que son las que están directamente involucradas en tiempos, negociaciones y cantidades de materiales.

Por lo tanto al tener varias causales concentradas en estas áreas, es indispensable realizar y desarrollar el modelo planteado en esta propuesta, el cual tendrá los siguientes puntos de análisis:

a) Análisis histórico de los productos vendidos.

b) Cálculo de pronósticos por líneas de producción más representativas, de acuerdo al método ABC.

c) Determinar las cantidades necesarias a fabricar por producto y por materia prima con periodos fijos o variables según corresponda.

6.3.2 Planteamientos Estratégicos

Para aumentar o mantener competitividad en el largo plazo es necesario la disponibilidad de productos cuando el cliente los requiera, por lo tanto así como Tecna S.A. tiene productos que donde su fabricación duran días para ser entregados hay otro productos que deben estar disponibles para venta inmediata por ser estándar y sin cambios de especificaciones, es por esto que después de analizar y generar resultados en costos y gestión operativa se plantean los siguientes factores:

- Es necesario que el área comercial tenga un medio de información el cual le permita identificar los productos que están disponibles para venta inmediata y así lograr eficiencia en la rotación de inventarios de producto terminado, aumento en las ventas y contar con la base para poder generar pronósticos o estadísticas de ventas.

- Identificar un sistema de información el cual permita mantener generar información verídica de productos que se encuentran en la bodega de producto terminado con el fin de crear políticas de stock, donde se informe a tiempo a las áreas de compras y producción los productos que deben abastecerse para que los niveles de faltantes sean bajos, identificar productos que no están rotando y por lo tanto están generando costos de almacenamiento y establecer las cantidades reales que se encuentran en la bodega en el menor tiempo posible y en el momento que sea requerido.

6.4 DESARROLLO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA TECNA S.A.

Partiendo de las ventas que se han perdido en el último año (27.62%) por falta de stock de producto terminado, y de las debilidades que presenta la gestión de materias primas, es necesario iniciar con el desarrollo de un modelo que sirva a largo plazo, el cual debe permitir planear cantidades optimas y tiempos de solicitudes de acuerdo a las principales materias primas.

Actualmente la planta de producción cuenta con 43 líneas de producción, cada una representada en diferentes referencias, lo cual implica que para cumplir con tiempos de entrega de estas es necesario crear métodos

efectivos de información para llevar el control de los materiales que se requieren. Por lo anterior se determina la siguiente clasificación de líneas de producción, en cuanto a importancia en ventas (método ABC):

Tabla 4. Clasificación ABC por líneas de producción

Núm. Líneas	% Línea	Clasificación ABC
9	21%	A
9	21%	B
25	58%	C
43	100%	

Fuente: Los Autores

a) Líneas de productos tipo A

- SB6A: caja aéreas en aluminio
- SX7: cajas N7
- SXAAMM: acoples flexibles macho macho
- SX2: uniones
- SB6E: cajas aéreas de empotrar
- SX1: sellos cortafuego
- SX6: cajas redondas GUA
- LBA: tableros inoxidables
- SB4: conduletas en aluminio

b) Líneas de productos tipo B

- SXE: Botoneras en Aluminio
- LAC: Canales
- SPFERIC: Uniones Ericson
- SX9: Caja Cuadrada en Aluminio
- SG2: Conectores en Cobre
- LF8: Bandeja Portacable
- SXB: Reducciones Bushing
- SX8: Codos en Aluminio
- SXAAFM: Acoples hembra macho

Ver Anexo A. Clasificación general ABC

Tanto la clasificación A y B está conformado por un porcentaje representativo en las ventas anuales de la empresa, lo que también significa que estas líneas de producción son las que se están vendiendo con mayor frecuencia, por lo tanto es necesario determinar las cantidades optimas de sus materiales y así disminuir el porcentaje de faltantes de producto terminado en bodega y agilizar los tiempos de entrega.

6.4.1 Pronóstico de Ventas

Partiendo del hecho que TECNA S.A., no ha desarrollado métodos de información el cual genere datos históricos para poder programar cantidades mínimas de producción, se determina el siguiente análisis de pronósticos para las líneas de producción clasificadas en A y B.

Si bien es cierto que realizar un pronóstico no es confiable al 100%, por causales externas del mercado, si es una herramienta que guiara a la empresa a tomar decisiones en distintas áreas operación, diseñar el plan de producción a largo plazo, evaluar la evolución de precios de materias primas e insumos y tener mayor flexibilidad en la elaboración de los planes.

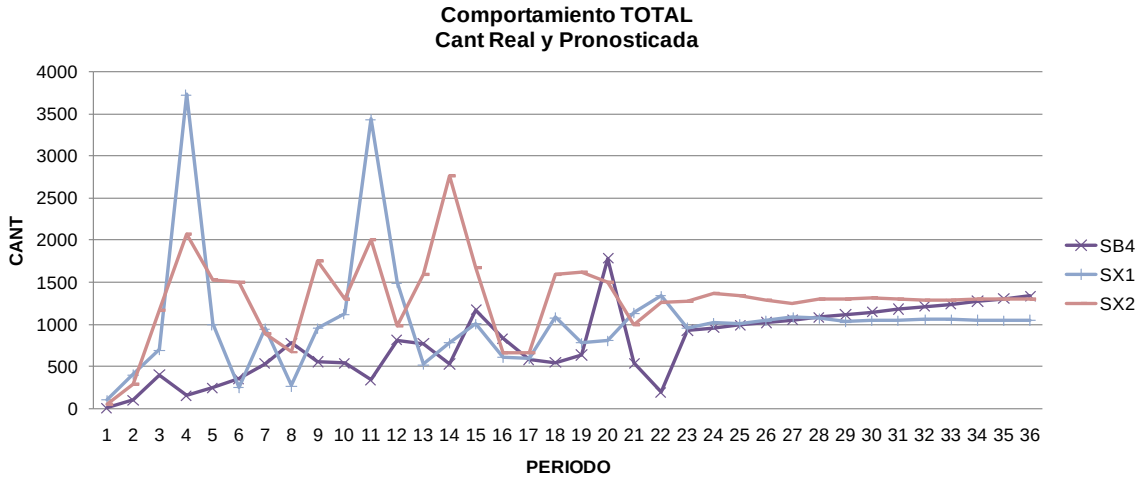
Para el desarrollo de los pronósticos en ventas de TECNA S.A., se tuvieron en cuenta los últimos 22 meses y se determinó el comportamiento de cada línea de producto, logrando resultados para los siguientes 14 periodos.

Se desarrollaron 6 tipos de pronósticos con los nombres de: promedio simple, promedio ponderado, suavización exponencial, suavización exponencial con tendencia, regresión lineal y descomposición factorial.

Para determinar el pronóstico que cada línea debe manejar, se verifico con el promedio de los errores generales para los promedios llamados señal de rastreo, MAD y MAPE. El menor error se cataloga como el que pronostico que mejor va a representar el comportamiento de la línea.

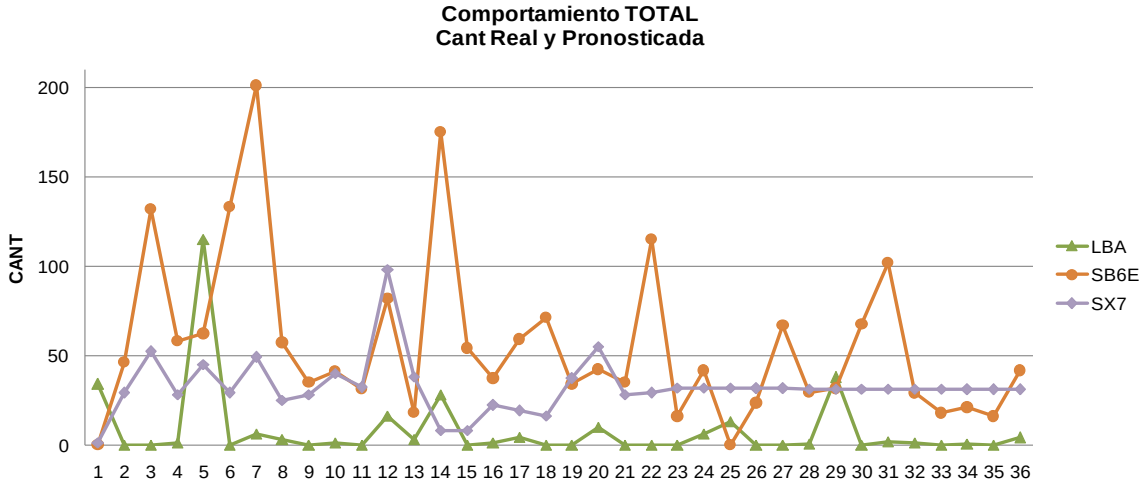
- Pronostico de Ventas para las líneas de productos tipo A

Gráfica 4. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - SB4 – SX1 – SX2



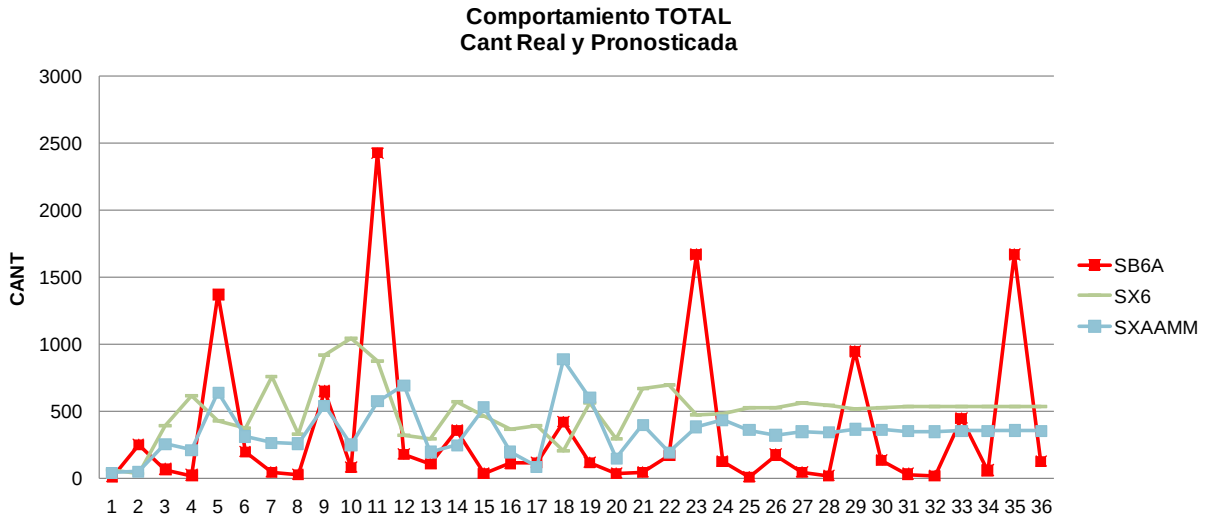
Fuente: Los Autores

Gráfica 5. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - LBA – SB6E – SX7



Fuente: Los Autores

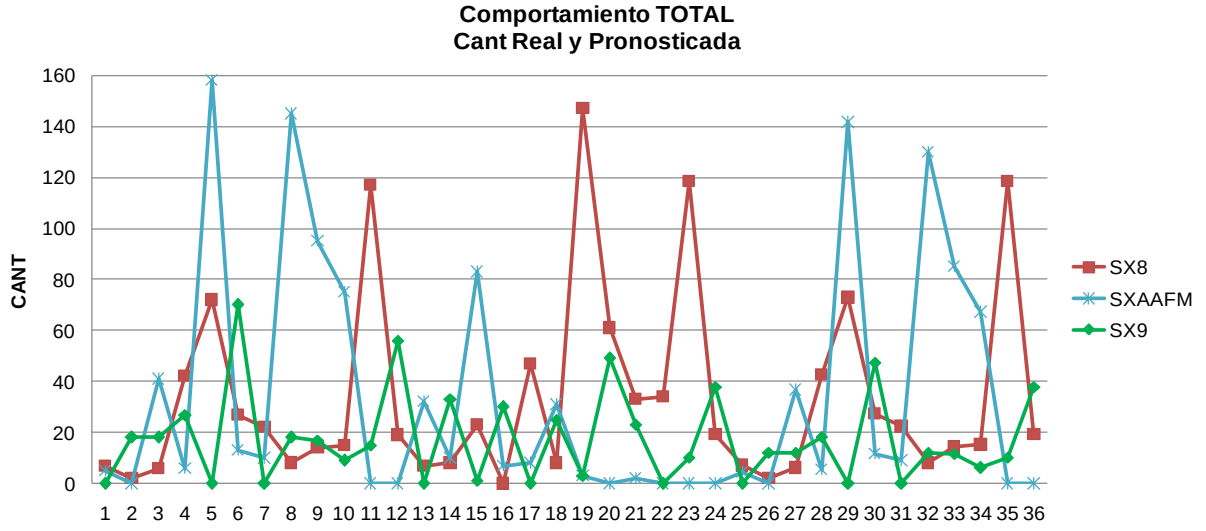
Gráfica 6. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo A - SB6A – SX6 - SXAAMM



Fuente: Los Autores

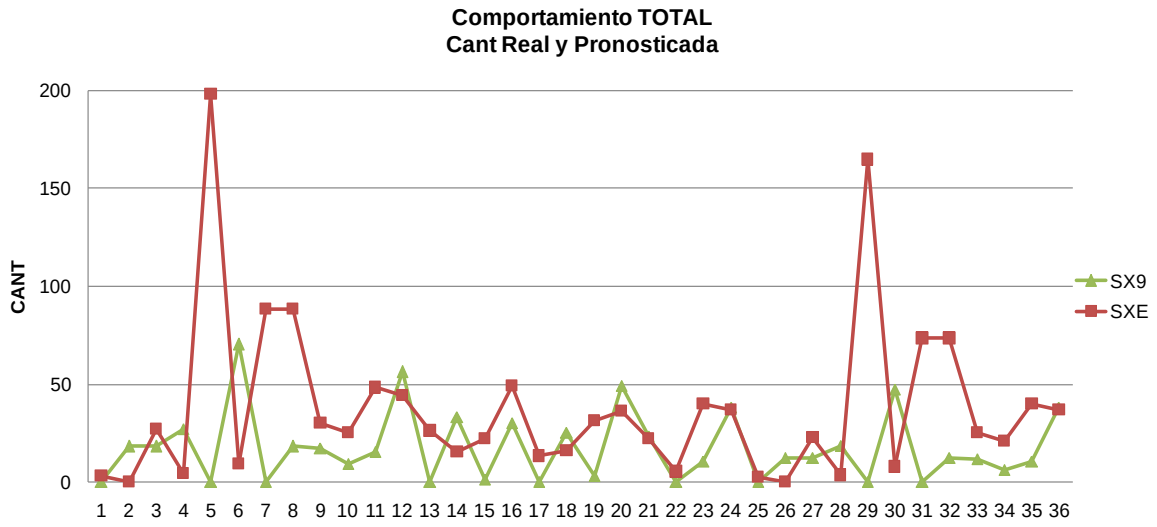
- Pronostico de Ventas para las líneas de productos tipo B

Gráfica 7. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – SX8 – SXAAFM – SX9



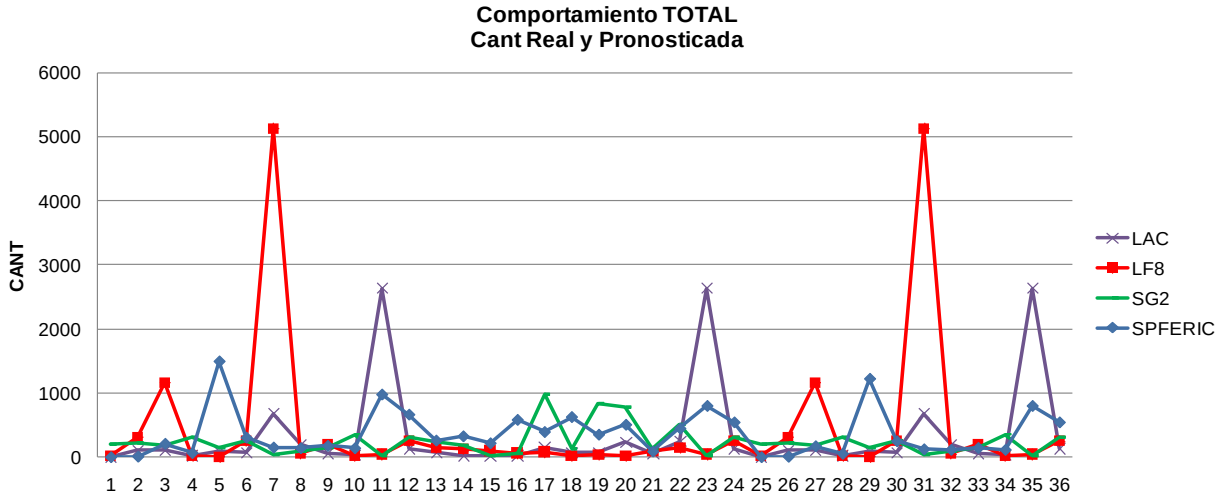
Fuente: Los Autores

Gráfica 8. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – SX9 – SXE



Fuente: Los Autores

Gráfica 9. Comportamiento Real y Pronosticado. Referencias tipo B – LAC – LF8 – SG2 - SPFERIC



Fuente: Los Autores

Ver Anexo B. Desarrollo general de los pronósticos por línea de producción tipo A y B

Los resultados anteriores presentan un posible comportamiento de las ventas para los próximos 14 periodos teniendo en cuenta que el comportamiento histórico en la mayoría de referencias no se rige por estaciones marcadas, ya que el negocio de Tecna S.A. es satisfacer al cliente por lo que el este requiere en cantidades variables en cualquier época del año dependiendo la cantidad de proyectos existentes en el mercado.

A estos resultados debe añadirse un porcentaje de crecimiento en ventas por línea de producto el cual ha sido establecido por la gerencia comercial así:

Tabla 5. Porcentajes de crecimiento en ventas anuales para las líneas de productos

Línea tipo A

PERIODO	LBA	SB4	SB6A	SB6E	SX1	SX2	SX6	SX7	SXAAMM
% Aumento Ventas Anual	5%	11%	15%	13%	20%	20%	10%	8%	10%

Línea tipo B

PERIODO	LAC	LF8	SG2	SPFERIC	SX8	SX9	SXAAFM	SXB	SXE
% Aumento Ventas Anual	10%	5%	15%	18%	5%	5%	8%	5%	5%

Fuente: Los Autores

Una vez con las cantidades pronosticadas por líneas de productos, el área de producción debe determinar las cantidades a fabricar por referencia, ya que cada una puede tener diferentes materia primas en sus tamaños o terminaciones. Es decir que a partir de las cantidades totales pronosticadas por línea cada referencia presenta distintas cantidades a fabricar, de acuerdo a porcentajes de participación.

Ver Anexo C. Cantidad de productos a Fabricar por Referencia

6.4.2 Determinación de Materias Primas para las líneas de productos tipo A y tipo B

Estandarizar las cantidades que la planta de Tecna S.A. debe mantener en inventario es vital, con el fin de dar una respuesta de entrega cuando el área comercial así lo requiera; por lo tanto el programador de producción debe manejar como herramienta fundamental las proyecciones de ventas y los pedidos por cumplir.

Es necesario crear el enfoque de *respuesta exacta* en el día a día, es decir, una vez con los datos de proyección y pedidos, la planta de producción puede estar en la capacidad de combinar estos datos con la experiencia laboral que se vive diariamente en la planta, para así poder generar datos más exactos a los métodos de fabricación de cada producto.

Datos que se obtienen con la experiencia:

- Cantidades sobrantes
- Lotes mínimos de producción por maquina
- Referencias que realmente deben estar en inventario (predecibles)
- Referencias donde la demanda es impredecible.

De los criterios anteriores se pueden definir las materias primas predecibles y las cuales requieren que estén en el menor tiempo y con cantidades óptimas, ya que sin estas el proceso de producción se detendría, generando retrasos en entregas y por lo tanto pérdida de ventas.

Para satisfacer el pronóstico de ventas en los siguientes 14 periodos, para los productos más representativos en ventas para Tecna S.A., es necesario disponer de la siguiente materia prima:

Tabla 6. Porcentaje de Materias Primas requeridas para satisfacer los pronósticos de ventas

Tipo de M. P	Cant. Referencias de M.P	%
A	35	40%
B	53	60%
TOTAL	88	100%

Fuente: Los Autores

Son 88 materias primas que se deberán planear y solicitar con anticipación con el fin de tener una respuesta ágil al momento de comprometerse en tiempos de entrega de producto terminado.

Ver Anexo D. Materias primas requeridas para satisfacer pronósticos de venta

6.4.3 Proceso Generalizado de Generación de Información

Para ilustrar de manera general el proceso desarrollado y permitir una mejor interpretación a los usuarios de Tecna S.A. acerca de la información calculada en los documentos generados en la herramienta Excel, se muestra a continuación los pasos que se han surtido en el proceso:

En la hoja TABLA DINAMICA del archivo VENTAS TECNA 08-09 se encuentra el consolidado de los productos A, B y C que fabrica la empresa diferenciados por categorías de producto.

En las Hojas PRODUCTOS A y PRODUCTOS B se encuentran las diferentes categorías de productos especificadas por las referencias más importantes de cada categoría.

Los archivos PRONOSTICO 2010 prod A y PRONOSTICO 2010 prod B están organizados así:

• Tienen una hoja llamada HISTORICO donde están recopilados los datos por periodos de las diferentes categorías.

• La hoja llamada ANALISIS ERRORES contiene el resumen de todos los errores de todos los pronósticos y sirve para escoger el menor error de los diferentes métodos de pronósticos utilizados y así mismo consolidar el tipo de pronóstico a utilizar.

• La hoja llamada TOTAL PRONOSTICOS tiene un consolidado de los datos históricos de cada familia de producto y el respectivo pronostico hecho especificando el método utilizado.

La hoja RESULTADOS contiene dos hojas llamadas PRONOSTICO TIPO A y PRONOSTICO TIPO B donde están compilados los datos históricos y los pronósticos de los productos A y B.

Dentro del archivo hay dos hojas mas llamadas CANT FAB TIPO A y CANT FAB TIPO B que contienen los datos históricos de las cantidades fabricadas

por año así como la suma total de las cantidades pronosticadas por familia de producto. Cada hoja tiene una celda adicional que permite escribir un porcentaje adicional que incremente la cantidad pronosticada a modo de meta de incremento de ventas. Por último hay dos hojas llamadas TOTAL MP TIPO A y TOTAL MP TIPO B que tienen las cantidades de materia prima necesarias para fabricar cada una de las referencias pronosticadas de los productos A y B.

Los archivos llamados CANT A FABRICAR POR REFERENCIA TIPO A y CANT A FABRICAR POR REFERENCIA TIPO B tienen el porcentaje de participación de cada referencia perteneciente a cada categoría de producto y su respectiva proyección de acuerdo al pronóstico de cada categoría.

Los archivos llamados EXPLOSION MATERIALES TIPO A y EXPLOSION MATERIALES TIPO B contienen las cantidades de Materia Prima a usar para la fabricación de cada producto de acuerdo a los pronósticos previamente realizados.

Los archivos CANTIDAD OPTIMA PEDIDO TIPO A y CANTIDAD OPTIMA PEDIDO TIPO B contienen las cantidades optimas de pedido de cada materia prima, sus puntos de reorden y sus costos totales de administración de inventarios.

6.4.4 Calculo de cantidades óptimas para Materias Primas tipo A y tipo B

Teniendo en cuenta las debilidades que presenta el proceso de aprovisionamiento de materias primas, principalmente en la planeación para programar solicitudes y tiempos de llegada a la planta, Tecna S.A. debe mantener al largo plazo provisiones de inventario por las siguientes razones:

- Poder ser flexibles en tiempos de respuestas, ya que al tener el material disponible la operación será más ágil.
- Se podrá satisfacer la demanda predecible.
- Va a haber reducción de costos y mejor relación con el proveedor si se logra determinar lotes óptimos de compra, teniendo en cuenta que estos serán utilizados frecuentemente.

Un punto que siempre se debe tener en cuenta al momento de mantener inventarios disponibles en la planta de producción, son los costos, ya que una mala planeación generara sobrecostos operativos para Tecna S.A., es por esto que deberá haber equilibrio entre cantidades y costos asociados como:

- Costos de mantenimiento: implica costos, mantener el área de almacenamientos y manejo del inventario, seguros, hurto, obsolescencia, impuestos costos de oportunidad.

- Costos de las órdenes: costos administrativos para generar una orden de compra de los materiales de inventario.
- Costos de faltante: el costo de la espera del material para iniciar la producción.

Para iniciar el cálculo de las cantidades de materias primas que se deben programar, se utilizan dos tipos modelos de cantidad óptima de pedido:

a) Modelo Q: corresponde al modelo de cantidad fija del pedido, este es impulsado por un evento, es decir, cuando el inventario llega a una cantidad mínima será necesario generar el pedido sin tener en cuenta el tiempo que haya transcurrido.

b) Modelo P: corresponde al modelo de periodo de tiempo fijo, el cual es impulsado por el tiempo, es decir, que se establece un tiempo fijo para revisar niveles de inventario y solicitar las cantidades faltantes para llegar a la cantidad planteada.

Para el caso de Tecna S.A. se maneja la materia prima así:

Tabla 7. Clasificación modelos de inventario para la materia prima

Tipo M.P	Modelo Inventario	Descripción
A	Q	Se utiliza a este modelo, ya que son las materias primas principales para iniciar la fabricación de los productos y es necesario estar revisando constantemente el consumo de cada M.P
B	P	Se va a utilizar con este modelo, ya que son M.P que se pueden verificar en tiempos determinados y a la vez tener inventario de seguridad por sus bajos costos.

Fuente: Los Autores

Donde

- $$Q = \sqrt{\frac{2(CT.compra) * (Demanda)}{Ct.Almacenar\ y\ mantener}}$$

- $$P = d.promedio(Per\ revisión + plazo\ de\ llegada) + Inv.Seguridad - Inv.al\ momento\ de\ revisión$$

- Se utilizan 360 días al año
- 15 días en que tarda en llegar la materia prima, desde que se genera la orden de compra.
- Para el modelo P, se determina revisar el inventario cada 30 días.
- Los costos de almacenamiento por materia prima varía de acuerdo a la referencia.

Tabla 8. Costos fijos asociados al inventario de materia prima

Costo	Costo Anual	Costo unitario	Observación
Inventario total	$2.056.658.428	$11.819.876	El costo unitario corresponde al promedio del total de materias primas que se utilizan
Generar Orden de Compra	$92.557.000	$25.710	Calculo a partir de 3.600 ordenes anuales
Mantenimiento y Almacenamiento	$3.427.764		Corresponde al 29% del costo promedio del inventario total

Fuente: Los Autores

Ver Anexo E. Calculo de Q, P, Punto de reorden (R) y costos para cada materia prima.

Una vez calculadas las cantidades óptimas para cada materia prima y los tiempos de verificación, es necesario continuar con el control de la base de datos Excel, para realizar simulaciones constantes y ver el aumento o disminución de costos, por lo que estos valores tendrán grandes variaciones al modificar:

- Precio unitario de la materia prima: debe por lograrse un disminución en este factor para reducir los costos totales de inventarios al año.

- Cantidades estimadas de ventas: si las ventas disminuyen y el precio unitario se mantiene los costos totales aumentan considerablemente generando ineficiencias en los inventarios.

- Plazo de llegada de la materia prima: si bien este dato no afecta considerablemente al aumento de los costos, si lo hará en las cantidades a solicitar, por lo tanto debe haber un control de la llegada y verificar que este no aumente para evitar mantener altas existencias de materia prima.

Para ver las variaciones en cantidades y costos se puede ver la base de datos Excel y realizar la simulación necesaria.

Al tener claras ya las cantidades optimas de materias primas necesarias para suplir la demanda pronosticada de producto terminado, es importante determinar a quién se le van a comprar dichas materias primas y con cuales proveedores se deben establecer alianzas o acuerdos de precios si se trata de una materia prima tipo A o B.

Es por esto que en la tabla que se muestra a continuación se puede ver una clasificación de los proveedores más importantes que tiene la empresa de acuerdo al tipo de materia prima que se les va a comprar y así mismo se puede ver con cuáles de ellos se podrá lograr acuerdos que beneficien tanto la parte económica así como los tiempos de entrega.

Tabla 9. Proveedores de Materias Primas tipo A

LOS PROVEEDORES PARA ESTABLECER ALIANZAS O CONVENIOS DE SUMNISTRO POR TRATARSE DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA LOS PRODUCTOS A SON	
PROVEEDOR	**VALOR COMPRAS**
FUNAL S.A	$ 781.155.615
HYDRABELT S.A	$ 154.148.502
ACEFER S.A.	$ 117.068.531
SISTTRUT S.A	$ 85.320.510
FURIMA S.A	$ 71.711.843
MUNDIAL DE TORNILLOS	$ 58.509.423
MUNDIAL DE ALUMINIOS	$ 43.383.080
FERRETERIA VALVULAS Y HTAS.	$ 36.245.937
INCOLCA S.A	$ 34.259.670
PEGATEX LTDA	$ 10.286.776

Fuente: Los Autores

Tabla 10. Proveedores de Materias Primas tipo B

LOS PROVEEDORES PARA ESTABLECER ALIANZAS O CONVENIOS DE SUMNISTRO POR TRATARSE DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA LOS PRODUCTOS B SON:	
PROVEEDOR	**VALOR COMPRAS**
SISTRUT S.A	$ 501.016.000
FURIMA S.A	$ 68.938.818
RECICLADORA LA 40	$ 58.779.114
SERMATEX	$ 15.321.795
ACEFER S.A	$ 10.293.999
MUNDIAL DE TORNILLOS	$ 9.853.546
HYDRABELT S.A	$ 300.642
INCOLCA S.A	$ 64.629

Fuente: Los Autores

6.4.5 Resultados Esperados de la Propuesta

Una vez propuesto el modelo de abastecimiento de materias primas a través de la base de datos Excel, el cual permite realizar variaciones desde cantidades vendidas hasta cantidades necesarias de materiales para fabricar los productos terminados, Tecna S.A podrá controlar los siguientes resultados y mejorarlos:

- Causas por disminución de ventas asociadas a los procesos de inventarios de materias primas. Actualmente el porcentaje de ventas perdidas al año se encuentra en el 27.62% ($1.186.530.283), por causas de retrasos en entregas del área de producción y esto es consecuencia de la ausencia que existe en la planeación de materiales. Por esto al tener una base de información con cantidades optimas y tiempos de revisión tendrá efecto positivo en el corto plazo para agilizar tiempos de entrega.

Para lograr una mejora integral, el área de planeación deberá estar revisando con los datos arrojados en la base de datos Excel, los siguientes indicadores:

Tabla 11. Indicadores de seguimiento y control y optimización de inventarios de materia prima

Indicador	Formula	Frecuencia de Revisión
% Ventas perdidas	Ventas perdidas/Total Volumen Cotizado	Quincenal
Eficiencia Entrega	(Tiempo Real de llegada / Tiempo Planeado)	Mensual
% MP	Costo Promedio MP / Costo total del Inventario	Mensual
Nivel de Servicio	Número de Pedidos Atendidos / Número de Pedidos Generados	Mensual

Fuente: Los Autores

Las metas para estos indicadores deben estar ligadas a las directrices que estipule la gerencia dentro de la planeación estratégica de la empresa.

De todos modos para indicadores tales como el porcentaje de MP se puede contar con datos históricos que permitan tomar una decisión acerca de la meta que se vaya a poner.

Tabla 12. Histórico Valor Costo Materia Prima

MES	VALOR INV TOTAL	VALOR INV MP	% MP
jun-09	$ 1.883.274.572	$ 18.507.699	0,98%
jul-09	$ 1.964.589.398	$ 38.897.026	1,98%
ago-09	$ 2.103.100.319	$ 144.912.053	6,89%
sep-09	$ 2.021.035.693	$ 109.946.211	5,44%
oct-09	$ 1.971.457.488	$ 69.308.555	3,52%
nov-09	$ 1.927.168.042	$ 23.949.202	1,24%
dic-09	$ 2.197.548.768	$ 292.225.604	13,30%
ene-10	$ 2.337.100.343	$ 345.487.339	14,78%
feb-10	$ 2.283.687.123	$ 431.891.221	18,91%
mar-10	$ 2.310.967.755	$ 435.299.630	18,84%
abr-10	$ 2.545.891.125	$ 462.622.425	18,17%
may-10	$ 2.761.685.417	$ 724.239.780	26,22%

Fuente: Los Autores

Dada la tabla anterior se propone como meta de cumplimiento para el indicador que el porcentaje de materia prima no supere el 10% del inventario total, de todos modos este valor debe ser ajustado de acuerdo a las directrices que emita la gerencia de la empresa.

Para los demás indicadores debido a que hasta ahora se van a implementar se depende de la gerencia para establecer su meta así como se explico anteriormente.

Por último, al hacer una efectiva administración de la materia prima tal como se plantea el modelo propuesto en el presente trabajo se tendría una reducción del 33.6% en el costo del inventario de materia prima con respecto al año inmediatamente anterior.

Tabla 13. Ahorro en el costo de la materia prima

	VALOR INVENTARIO MATERIA PRIMA JUNIO 2009 - MAYO 2010	VALOR INVENTARIO MATERIA PRIMA PROYECTADO DE ACUERDO A LA PROPUESTA PARA UN AÑO
	$ 3.097.286.744	$ 2.056.658.428
AHORRO	$ 1.040.628.315	
PORCENTAJE	**33,6%**	

Fuente: Los Autores

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

1. Dada la forma dinámica en las que fueron desarrolladas las 8 plantillas en Microsoft Excel y las posibles variaciones que pueda sufrir el mercado, se pueden introducir mayor cantidad de datos y así mismo se pueden variar las cantidades de productos producidos de tal modo que puedan existir nuevos productos A o B o halla intercambio de importancia entre los productos ya establecidos. Lo anterior permite que los pronósticos y las tablas de consumos de materias primas se puedan cambiar automáticamente con el solo hecho de variar las cantidades de productos o hacer modificaciones en las familias.

2. La forma en que se organizaron los proveedores permite priorizar y establecer aquellos con los cuales se pueden establecer convenios de suministro, acuerdos de pago y determinar incluso descuentos al proponerles planes de compras ya no a corto plazo sino a plazos mínimos de un año, lo cual le daría a la empresa la posibilidad de disminuir sus costos de adquisición de materias primas y así mismo mejorar el suministro de las mismas evitando al máximo el desabastecimiento por falta de planeación.

3. Los pronósticos son una herramienta que permite visualizar hacia el futuro como va a ser el comportamiento de la demanda de un producto, en este caso de una materia prima y así mismo planear su abastecimiento. De todos modos dadas las variables que rodean a un entorno económico confiar en un pronóstico no es del todo sano por lo cual en el modelo que se planteo en este trabajo se da la posibilidad de adicionar unos porcentajes de crecimiento en la demanda de los productos que se consideren necesarios para dar un soporte al pronostico realizado y así darle más confiablidad al comportamiento de los productos para tener un horizonte de planeación más ajustado a la realidad.

4. El manejo adecuado de los indicadores va a permitir evaluar al mediano y largo plazo la efectividad de la implementación del modelo y las ventajas que este va a traer principalmente en el valor promedio de los inventarios que se manejen y a la disminución de la obsolescencia de estos dado que el modelo

plantea el aprovisionamiento de lo necesario para fabricar los productos más importantes del portafolio de la empresa. De esta manera se podrán ver las ventajas de la implementación del modelo y la importancia de recopilar y analizar los datos necesarios para su implementación.

5. Tener claro en Tecna S.A. que se va a fabricar en el largo plazo y en qué cantidades permite hacer una mejor planeación de la producción, de las finanzas y de los mercados que se van a atender debido a que se va a tener claro cuales productos se van a tener disponibles con plena seguridad que el desabastecimiento va a estar reducido debido a que ya existe una planeación previa que abre las puertas contar con las materias primas necesarias en los momentos previamente establecidos y en las condiciones en que se requieren.

7.2 RECOMENDACIONES

1. Es importante para Tecna S.A. mantener la trazabilidad de sus productos a fin de que en futuros periodos en los que se requiera hacer pronósticos de las diferentes familias de productos se pueda tener una base solida de información histórica que permita manejar un tipo de pronostico que sea más preciso, arroje un menor error y sea lo suficientemente confiable para proyectar los consumos de materias primas consolidando así una información que conduzca al correcto abastecimiento de materiales y así mismo a la satisfacción real de la demanda.

2. De acuerdo a lo que se observa con los productos tipo C, nosotros recomendamos que el área comercial haga un análisis puntual de cada uno de ellos y se establezca junto con el área de compras y producción cuales de estos definitivamente vale la pena eliminar del portafolio dado que sea difícil de conseguir o producir y tanto su precio de venta como su demanda no justifiquen el desgaste administrativo de comprarlos o producirlos. También es importante establecer cuáles de los productos C van a ser objeto de importación, compra externa o producción en bajas cantidades o por pedidos especiales de algunos clientes. Es vital definir una política que establezca si va a ser un proveedor el que va a manejar estos productos o se van a producir en épocas específicas del año donde no se afecte la producción de los productos A y B.

3. Al definir las Cantidades Optimas de Pedido para las materias primas de los productos A y B es importante que la administración del Almacén de Materias Primas de Tecna S.A. establezca los controles necesarios a partir

de la información suministrada en los cuadros de Excel, donde se revisen los inventarios cada 30 días como quedo allí estipulado, se pidan las cantidades allí registradas y se mantengan los inventarios en continua revisión de tal modo que los costos de estos se puedan manejar dentro de los valores establecidos en el presente documento y no se vaya a entrar en problemas relacionados con sobrecostos, desabastecimiento o sobre stocks de materiales que no se manejen bajo las políticas propuestas en el trabajo.

4. Toda la información condensada en Excel es importante que en el futuro inmediato pueda ser manejada en un sistema de información que pueda soportar todos los movimientos no solo de inventarios sino de todas las actividades relacionadas con la empresa y así mismo se puedan manejar datos de una manera más confiable para obtener informes de los cuales se puedan tomar decisiones ajustadas a las necesidades de la empresa y que sean más acertadas para el manejo físico y financiero de las materias primas que se consumen con mayor frecuencia en el proceso productivo.

5. Es necesario para la implementación del modelo contar con el personal idóneo que maneje los inventarios de materia prima y que sus funciones estén ligadas únicamente a la administración de inventarios. Para esto es importante que tanto el personal operativo como administrativo tenga amplio dominio y conocimiento de las referencias de los materiales, se mejoren las áreas y espacios necesarios para almacenar la materia prima y se creen los procedimientos necesarios para administrar de una forma satisfactoria los inventarios de la materia prima.

BIBLIOGRAFÍA

BALLOU, Ronald, Logística: Administración de la Cadena de Suministro, México: 5ª Prentice Hall, 2004.

BLANCHARD, Benjamín. Ingeniería Logística. Madrid,España:Isdefe,1995. 153p.

CARRIÓN, José Luis. Costos Estándar-ABC Para la Industrial de Plásticos: Caso Surplast S.A. Lima, 2002. 182 p. Tesis de grado (Magister en Contabilidad). Universidad del Perú. Facultad de Ciencias Contables.

FEDESARROLLO HomePage
www.fedesarrollo.org.co <http://www.fedesarrollo.org.co/>

HARSH, Mary Frances. The Impact of Activity Based Costing on Managerial Decisions: An Empirical Analysis. Blacksburg -Virginia, USA: Polytechnic Institute & State University, 1993.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Normas Técnicas de ICONTEC NTC 1486. Compendio, tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá: ICONTEC, 2002

LANGEVIN, André y RIOPEL, Diane. LOGISTIC SYSTEMS: Design and Optimization. Montreal, Canadá: Springer, 2005. 401p.

McDANIEL, Carl, GATES, Roger. Investigación de Mercados Contemporánea. Cuerna Vaca:4ª Edición, International Thompson Editores, 2001. 780p

MORA, Luis A., MUÑOZ, Rubén D. Dictionary of Logistics and International Business. Bogotá: 2a Edición, ECOE Ediciones, 2005. 280p.

OERLIKON. El modelo de Supply Chain de Oerlikon Soldadura. España, 2002.

PRICEWATERHOUSECOOPERS (PWC). Las Claves de la Supply Chain. Programa de Innovación Logística de Aragón (PILOT) del Instituto Aragonés de Fomento. Aragón, España: PWC, 2002.

PRICEWATERHOUSECOOPERS (PWC). Manual de Forecasting. Programa de Innovación Logística de Aragón (PILOT) del Instituto Aragonés de Fomento. Aragón: PWC, 2002.

SILVER, Edward A. y PETERSON, Rein. Decision Systems for Inventory Management and Production Planning. New York: 2a Edición, John Wiley & Sons, 1985.

SILVER, Edward A., PIKE, David F. y PETERSON, Rein. Inventory Management and Production Planning and Scheduling. New York: 3ª Edición, John Wiley & Sons, 1998.

RUSHTON, Alan, CROUCHER, Phil y BAKER, Peter. Handbook of Logistics and Distribution Management. United Kingdom: 3a Edición Bell & Bain, 2006. P. 26, 31, 228.

VERGARA PORTELA, Roberto. Producción. En: CONFERENCIA PRODUCCIÓN. Memorias Curso de Producción II. 2008. 208p.

VIDAL, Carlos J. Fundamentos de Gestión de Inventarios. Cali: UniValle, 2005. 258p.

WILD, Tony. Best Practice in Inventory Management. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2004.

ANEXOS

Anexo A. Clasificación general ABC

CATEGORIA	VALOR	ACUM	%	% ACUM	
SB6A	2.389.167.685	2.389.167.685	23,1%	23,1%	A
SX7	1.864.007.959	4.253.175.643	18,0%	41,1%	
SXAAMM	839.641.912	5.092.817.555	8,1%	49,3%	
SX2	744.624.483	5.837.442.038	7,2%	56,5%	
SB6E	700.524.371	6.537.966.408	6,8%	63,2%	
SX1	526.914.167	7.064.880.575	5,1%	68,3%	
SX6	499.396.448	7.564.277.023	4,8%	73,2%	
LBA	369.975.612	7.934.252.635	3,6%	76,8%	
SB4	345.256.270	8.279.508.905	3,3%	80,1%	
SXE	296.350.546	8.575.859.450	2,9%	83,0%	B
LAC	249.198.054	8.825.057.505	2,4%	85,4%	
SPFERIC	246.454.031	9.071.511.536	2,4%	87,8%	
SX9	150.131.872	9.221.643.408	1,5%	89,2%	
SG2	148.496.961	9.370.140.369	1,4%	90,6%	
LF8	135.544.272	9.505.684.641	1,3%	92,0%	
SXB	113.512.121	9.619.196.762	1,1%	93,1%	
SX8	109.081.414	9.728.278.176	1,1%	94,1%	
SXAAFM	95.802.274	9.824.080.450	0,9%	95,0%	
LAQ	63.612.215	9.887.692.665	0,6%	95,7%	C
SPIBR	57.218.472	9.944.911.137	0,6%	96,2%	
LAG	51.233.522	9.996.144.659	0,5%	96,7%	
LG	44.821.420	10.040.966.079	0,4%	97,1%	
SB1	39.109.218	10.080.075.297	0,4%	97,5%	
LPD	38.962.638	10.119.037.935	0,4%	97,9%	
SPH	38.791.257	10.157.829.192	0,4%	98,3%	
SPMHUBA	37.930.753	10.195.759.945	0,4%	98,6%	
LAP	20.419.202	10.216.179.147	0,2%	98,8%	
LAR	19.133.079	10.235.312.226	0,2%	99,0%	
SB2	18.744.320	10.254.056.546	0,2%	99,2%	
LF	16.980.912	10.271.037.458	0,2%	99,4%	
SXG	11.675.578	10.282.713.036	0,1%	99,5%	
LX4PLGE	10.720.931	10.293.433.967	0,1%	99,6%	
SBE	9.808.116	10.303.242.083	0,1%	99,7%	
LAB	9.023.755	10.312.265.838	0,1%	99,8%	
SB3	7.281.246	10.319.547.084	0,1%	99,8%	
SBA	6.521.420	10.326.068.504	0,1%	99,9%	
LAA	4.156.265	10.330.224.769	0,0%	99,9%	
LAF	3.872.000	10.334.096.769	0,0%	100,0%	
LRES	1.725.000	10.335.821.769	0,0%	100,0%	
LX4TH	1.102.750	10.336.924.519	0,0%	100,0%	
L9	118.320	10.337.042.839	0,0%	100,0%	

PPHUB	83.200	10.337.126.039	0,0%	100,0%	
LPDUCG	12.000	10.337.138.039	0,0%	100,0%	

Anexo B. Desarrollo general de los pronósticos por línea de producción tipo A y B

	TIPO PRON	LBA	SB4	SB6A	SB6E	SX1	SX2	SX6	SX7	SXAAMM
SEÑALES DE RASTREO	PROMEDIO SIMPLE	-0,39	-2,65	0,09	1,80	1,23	0,20	1,64	-0,07	-1,15
	PONDERADO	-0,20	-2,73	0,27	1,91	0,57	-0,02	0,78	-0,55	-1,01
	AMINORADO SIMPLE	-0,65	-1,97	-0,22	1,29	0,69	-0,08	0,99	-0,28	-0,77
	AMINORADO TENDENCIA	-0,63	-2,16	-0,16	1,36	0,69	-0,06	0,97	-0,36	-0,81
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	0,09	-2,97	-0,14	1,37	0,54	-0,55	0,67	-0,20	0,58
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,00	0,41	0,72	1,69	1,29	0,98	1,46	0,90	0,56
MAD	PROMEDIO SIMPLE	7,68	237,55	329,86	37,77	411,86	449,50	172,86	13,41	168,36
	PONDERADO	15,18	250,27	410,05	40,77	656,68	502,59	191,41	14,64	191,50
	AMINORADO SIMPLE	23,00	285,18	313,05	44,91	569,45	579,18	236,82	17,55	205,23
	AMINORADO TENDENCIA	22,32	273,64	321,91	44,82	557,59	551,55	228,86	16,86	199,86
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	13,46	237,12	333,49	38,82	545,42	480,04	204,76	13,95	333,14
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	4,05	270,70	135,17	34,48	523,82	644,80	242,30	16,27	171,80
MAPE	PROMEDIO SIMPLE	-2,23	0,14	-2,73	-0,35	-0,51	-0,25	-0,21	-0,31	-0,55
	PONDERADO	-1,57	0,05	-2,78	-0,27	-0,37	-0,22	-0,16	-0,25	-0,46
	AMINORADO SIMPLE	-4,29	0,22	-1,19	-0,11	-0,14	0,01	0,01	-0,11	-0,09
	AMINORADO TENDENCIA	-3,96	0,18	-1,31	-0,14	-0,18	-0,03	-0,02	-0,16	-0,13
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	-1,63	-2,57	-4,43	-0,19	-0,65	-1,23	-0,33	-1,59	0,50
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
PROMEDIO ERRORES	PROMEDIO SIMPLE	1,69	78,35	109,07	13,08	137,53	149,82	58,10	4,34	55,56
	PONDERADO	4,47	82,53	135,84	14,14	218,96	167,45	64,01	4,61	63,34
	AMINORADO SIMPLE	6,02	94,48	103,88	15,36	190,00	193,04	79,27	5,72	68,12
	AMINORADO TENDENCIA	5,91	90,56	106,81	15,35	186,03	183,82	76,60	5,45	66,31
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	3,97	77,19	109,64	13,33	181,77	159,42	68,37	4,05	111,41
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	1,43	90,45	45,38	12,14	175,12	215,34	81,34	5,81	57,54
MENOR ERROR		**1,429**	**77,192**	**45,378**	**12,141**	**137,528**	**149,819**	**58,100**	**4,052**	**55,555**
SELECCIÓN PRONOSTICO		**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)**	**REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)**	**MIN CUADRADOS (Indice**	**MIN CUADRADOS (Indice**	**PROMEDIO SIMPLE**	**PROMEDIO SIMPLE**	**PROMEDIO SIMPLE**	**REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)**	**PROMEDIO SIMPLE**

	PRONOSTICO SELECCIONADO		MIN CUADRADOS (Indice	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	MIN CUADRADOS (Indice	MIN CUADRADOS (Indice	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO SIMPLE	PROMEDIO SIMPLE	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	PROMEDIO SIMPLE
	AÑO	**PER**	**LBA**	**SB4**	**SB6A**	**SB6E**	**SX1**	**SX2**	**SX6**	**SX7**	**SXAAMM**
DEMANDA REAL AÑOS 2008 - 2009	0	1	34	4	9	0	102	41	64	1	41
	0	2	0	92	248	46	404	277	33	29	50
	0	3	0	397	62	132	695	1164	390	52	254
	0	4	1	149	19	58	3727	2065	618	28	208
	0	5	115	241	1369	62	999	1516	431	45	639
	0	6	0	355	192	133	252	1491	370	29	311
	0	7	6	531	39	201	950	875	761	49	265
	0	8	3	777	23	57	268	661	326	25	258
	0	9	0	552	645	35	955	1751	917	28	541
	0	10	1	535	78	41	1122	1291	1045	40	249
	0	11	0	338	2426	31	3432	1999	871	32	572
	0	12	16	812	173	82	1495	979	323	98	692
	0	13	3	769	103	18	522	1587	295	38	196
	0	14	28	525	354	175	781	2758	570	8	245
	0	15	0	1171	30	54	1006	1665	459	8	530
	0	16	1	828	109	37	606	653	365	22	196
	0	17	4	579	112	59	592	651	395	19	85
	0	18	0	545	415	71	1083	1590	201	16	885
	0	19	0	632	114	34	780	1609	558	37	599
	0	20	10	1781	33	42	805	1489	292	55	148
	0	21	0	536	40	35	1133	982	672	28	396
	0	22	0	188	167	115	1339	1255	698	29	191
DEMANDA PRONOSTICADA	2009	23	0,00	924	1669,84	15,70	956	1263	470	31,7	384
	2009	24	6,24	955	119,08	41,53	1016	1365	482	31,6	434
	2010	25	12,84	987	6,19	0,00	1005	1328	529	31,5	359
	2010	26	0,00	1019	170,70	23,30	1043	1281	524	31,5	319
	2010	27	0,00	1050	42,68	66,86	1082	1246	563	31,4	348
	2010	28	0,34	1082	13,08	29,38	1074	1290	545	31,3	340
	2010	29	37,73	1113	942,30	31,40	1030	1296	519	31,2	364
	2010	30	0,00	1145	132,16	67,36	1042	1301	527	31,2	361
	2010	31	1,82	1177	26,84	101,81	1046	1291	535	31,1	349
	2010	32	0,87	1208	15,83	28,87	1053	1285	536	31,0	347
	2010	33	0,00	1240	443,96	17,73	1055	1285	538	30,9	352
	2010	34	0,27	1271	53,69	20,77	1050	1292	534	30,9	353
	2010	35	0,00	1303	1669,84	15,70	1046	1292	532	30,8	355
	2010	36	3,86	1335	119,08	41,53	1049	1291	534	30,7	353

	TIPO PRON	LAC	LF8	SG2	SPFERIC	SX8	SX9	SXAAFM	SXB	SXE
SEÑALES DE RASTREO	PROMEDIO SIMPLE	0,49	0,18	0,13	0,15	-0,76	-1,94	-0,36	0,70	-1,41
	PONDERADO	0,45	0,15	0,22	0,70	-1,11	-1,29	-0,06	1,03	-0,89
	AMINORADO SIMPLE	0,25	-0,14	0,79	0,36	-0,45	-1,39	-0,76	0,58	-1,16
	AMINORADO TENDENCIA	0,28	-0,10	0,73	0,44	-0,53	-1,39	-0,68	0,67	-1,10
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	0,10	0,56	-1,21	-0,05	-0,60	-1,29	-0,34	-0,22	-0,67
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,00	0,00	0,00	-1,52	1,85	0,00	0,00	-1,93	-0,13
MAD	PROMEDIO SIMPLE	296,64	483,05	161,68	145,18	20,95	11,36	25,23	173,50	16,36
	PONDERADO	319,64	536,23	178,50	266,82	31,50	19,36	33,50	249,18	25,95
	AMINORADO SIMPLE	252,86	510,68	174,64	207,64	24,18	16,50	35,64	271,91	25,09
	AMINORADO TENDENCIA	258,05	517,45	177,45	214,09	24,64	17,32	35,27	265,86	25,45
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	261,53	450,32	260,34	228,03	25,62	14,77	34,88	234,74	27,17
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,00	0,00	0,00	23,18	1,82	5,10	6,62	0,00	2,64
MAPE	PROMEDIO SIMPLE	-4,51	-6,38	-1,25	-0,63	-0,77	-1,56	-1,92	-0,07	-0,79
	PONDERADO	-2,97	-18,81	-1,31	-0,66	-0,92	-1,70	-1,48	-0,16	-1,21
	AMINORADO SIMPLE	-1,74	-8,11	-0,88	-0,07	-0,53	-1,00	-1,54	0,25	-0,54
	AMINORADO TENDENCIA	-1,83	-8,96	-0,94	-0,15	-0,61	-1,08	-1,52	0,18	-0,63
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	-5,22	-18,41	-1,69	-2,16	-1,23	-0,96	-1,63	-1,60	-1,63
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,20	0,17	0,00	0,04
PROMEDIO ERRORES	PROMEDIO SIMPLE	97,54	158,95	53,52	48,23	6,47	2,62	7,65	58,04	4,72
	PONDERADO	105,70	172,52	59,14	88,95	9,82	5,46	10,65	83,35	7,95
	AMINORADO SIMPLE	83,79	167,48	58,18	69,31	7,73	4,70	11,11	90,91	7,80
	AMINORADO TENDENCIA	85,50	169,46	59,08	71,46	7,83	4,95	11,02	88,91	7,91
	REGRESION LINEAL (min. Cuadrados)	85,47	144,16	85,81	75,27	7,93	4,17	10,97	77,64	8,29
	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	0,00	0,00	0,00	7,23	1,24	1,77	2,26	0,64	0,85
MENOR ERROR		**0,000**	**0,000**	**0,000**	**7,233**	**1,236**	**1,766**	**2,263**	**0,645**	**0,851**
SELECCIÓN PRONOSTICO		**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**	**MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad**

PRONOSTICO SELECCIONADO		MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)	MIN CUADRADOS (Indice Estacionalidad)
AÑO	**PER**	**LAC**	**LF8**	**SG2**	**SPFERIC**	**SX8**	**SX9**	**SXAAFM**	**SXB**	**SXE**
DEMANDA REAL	1	4	20	200	0	7	0	5	11	3
	2	104	309	230	8	2	18	0	96	0
	3	108	1157	180	208	6	18	41	567	27
	4	30	12	312	64	42	27	6	712	4
	5	92	2	150	1486	72	0	158	458	198
	6	69	250	260	302	27	70	13	217	9
	7	682	5134	50	150	22	0	10	311	88
	8	204	50	89	140	8	18	145	365	88
	9	63	201	160	175	14	17	95	675	30
	10	40	25	360	139	15	9	75	634	25
	11	2637	45	25	972	117	15	0	439	48
	12	134	250	320	660	19	56	0	1627	44
	13	76	150	240	258	7	0	32	591	26
	14	26	123	191	324	8	33	10	493	15
	15	24	100	30	216	23	1	83	1045	22
	16	27	65	60	579	0	30	7	893	49
	17	154	80	985	391	47	0	8	370	13
	18	75	15	134	623	8	25	31	1073	16
	19	70	39	842	349	147	3	3	789	31
	20	232	20	786	503	61	49	0	586	36
	21	61	95	128	88	33	23	2	417	22
	22	249	142	511	445	34	0	0	810	5
DEMANDA PRONOSTICADA	23	2637	45	25	795	119	10	0	439	40
	24	134	250	320	540	19	38	0	1627	37
	25	4	20	200	0	7	0	4	11	2
	26	104	309	230	7	2	12	0	96	0
	27	108	1157	180	170	6	12	37	567	22
	28	30	12	312	52	43	18	5	712	3
	29	92	2	150	1216	73	0	142	458	165
	30	69	250	260	247	27	47	12	217	7
	31	682	5134	50	123	22	0	9	311	73
	32	204	50	89	115	8	12	130	365	73
	33	63	201	160	143	14	11	85	675	25
	34	40	25	360	114	15	6	67	634	21
	35	2637	45	25	795	119	10	0	439	40
	36	134	250	320	540	19	38	0	1627	37

Anexo C. Cantidad de productos a Fabricar por Referencia

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADAS
LBAXF7-IP68	33	16,2%	11
LBAGJ6-4X	34	16,7%	11
LBA664	80	39,2%	26
LBAGC8	15	7,4%	5
LBAGCB	12	5,9%	4
LBAN4X523220	1	0,5%	0
LBANN8	6	2,9%	2
LBAN4X40WC	3	1,5%	1
LBA47XKN4XC14	2	1,0%	1
LBASK8	4	2,0%	1
LBAN4XK68C-16	8	3,9%	3
LBAKC8N4XC14	3	1,5%	1
LBA56TG	1	0,5%	0
LBAPKAN4XC16	2	1,0%	1

TOTAL REAL	**204**
TOTAL PRONOSTICADO	**67**

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADAS
SB4LBA100	2230	18,7%	3284
SB4LBA200	735	6,2%	1082
SB4LBA075	1861	15,6%	2740
SB4TA075	1338	11,2%	1970
SB4TA100	1036	8,7%	1526
SB4LBA150	621	5,2%	914
SB4BUBA400	50	0,4%	74
SB4BUBA150	82	0,7%	121
SB4LRLA075	334	2,8%	492
SB4BUBA250	30	0,3%	44
SB4LBA050	583	4,9%	858
SB4CA100	346	2,9%	509
SB4BUBA100	72	0,6%	106
SB4BLBA150	37	0,3%	54
SB4LLA100	279	2,3%	411
SB4LBA400	37	0,3%	54
SB4TA200	101	0,8%	149
SB4LBA300	53	0,4%	78
SB4LRLA150	155	1,3%	228
SB4LRLA200	94	0,8%	138
SB4CA200	97	0,8%	143
SB4LRA100	233	2,0%	343
SB4LLA200	92	0,8%	135
SB4BCA250	18	0,2%	27
SB4CA075	284	2,4%	418
SB4BCA150	24	0,2%	35
SB4BUBA200	23	0,2%	34
SB4TA150	101	0,8%	149
SB4LRA200	67	0,6%	99
SB4TA050	248	2,1%	365
SB4LRA075	165	1,4%	243
SB4LRA150	105	0,9%	155
SB4LLA150	93	0,8%	137
SB4LLA075	144	1,2%	212
SB4CA150	72	0,6%	106
SB4LRLA100	77	0,6%	113

TOTAL REAL	**11917**
TOTAL PRONOSTICADO	**17548**

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADAS
SB6AF46	1846	28,0%	1746
SB6A48KF	165	2,5%	156
SB6AB46	1788	27,1%	1691
SB6AWFB	404	6,1%	382
SB6AG97	301	4,6%	285
SB6AMBC	181	2,7%	171
SB6ANDA	144	2,2%	136
SB6AH79	236	3,6%	223
SB6APEB	107	1,6%	101
SB6AE8A	181	2,7%	171
SB6AIIA	79	1,2%	75
SB6AN5B	93	1,4%	88
SB6ARGC	27	0,4%	26
SB6AG66	108	1,6%	102
SB6AC88	102	1,5%	96
SB6AFE7	71	1,1%	67
SB6AIA7	56	0,8%	53
SB6AMDC	26	0,4%	25
SB6AA56	177	2,7%	167
SB6AB89	107	1,6%	101
SB6AEB5	80	1,2%	76
SB6AA87	93	1,4%	88
SB6AWDF	17	0,3%	16
SB6AO8C	33	0,5%	31
SB6AAA6	80	1,2%	76
SB6AII8	25	0,4%	24
SB6AVRC	6	0,1%	6
SB6AVNR	5	0,1%	5
SB6AP7B	19	0,3%	18
SB6A43JN	8	0,1%	8
SB6ASOC	9	0,1%	9
SB6ACC8	19	0,3%	18
SB6ARLC	5	0,1%	5

TOTAL REAL	**6598**
TOTAL PRONOSTICADO	**6239**

Para ver la totalidad de Referencias para los productos tipo A ver el archivo llamado “Cantidad a Fabricar por referencia tipo A” el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADAS
LACS11	1392	37,1%	2834
LACR11240	1304	34,8%	2655
LACS11240-14	812	21,7%	1653
LACR11	136	3,6%	277
LACS11240	104	2,8%	212

TOTAL REAL	**3748**
TOTAL PRONOSTICADO	**7632**

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADO
LF8CF241M	690	10,1%	824
LF8CF121M	700	10,3%	836
LF8CF361M	294	4,3%	351
LF8CF081M	540	7,9%	645
LF8SB	4296	63,0%	5130
LF8HF1024	45	0,7%	54
LF8CF24L	40	0,6%	48
LF8CF24D	42	0,6%	50
LF8CF12L	42	0,6%	50
LF8CF24T	20	0,3%	24
LF8CF24C	24	0,4%	29
LF8CF08L	40	0,6%	48
LF8CF12T	21	0,3%	25
LF8CF08T	20	0,3%	24

TOTAL REAL	**6814**
TOTAL PRONOSTICADO	**8137**

REFERENCIA	VTS REALES	Participacion Real	VTS PRONOSTICADO
SG2TGD1526	1473	22,7%	701
SG2TGD1726	534	8,2%	254
SG2TGD1826	530	8,2%	252
SG2TGAR1526	586	9,1%	279
SG2TGBM29	777	12,0%	370
SG2TGBM26	1086	16,8%	517
SG2TGAR1726	247	3,8%	118
SG2TGAR1826	188	2,9%	90
SG2TGD2026	146	2,3%	70
SG2TGAR2026	91	1,4%	43
SG2TGP154C	144	2,2%	69
SG2TGD2226	55	0,8%	26
SG2TGD1426	98	1,5%	47
SG2TGCM4C26	234	3,6%	111
SG2TGB26	167	2,6%	80
SG2TGD1926	53	0,8%	25
SG2TGAR154C	66	1,0%	31

TOTAL REAL	**6475**
TOTAL PRONOSTICADO	**3083**

Para ver la totalidad de Referencias para los productos tipo B ver el archivo llamado “Cantidad a Fabricar por referencia tipo B” el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.

Anexo D. Materias primas requeridas para satisfacer pronósticos de venta

MATERIA PRIMA	REF
ALUMINIO (KG)	356
ALUMINIO (KG)	713
TAPA PARA CONDULETA (UND)	050
TAPA PARA CONDULETA (UND)	075
TAPA PARA CONDULETA (UND)	100
TAPA PARA CONDULETA (UND)	150
TAPA PARA CONDULETA (UND)	200
TAPA PARA CONDULETA (UND)	250
TAPA PARA CONDULETA (UND)	300
TAPA PARA CONDULETA (UND)	400
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	050
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	075
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	100
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	150
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	200
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	250
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	300
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	400

Para ver la totalidad de materias primas para los productos tipo A ver el archivo llamado “Cantidad Optima Pedido” el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.

MATERIA PRIMA	REF
COBRE (KG)	ROJO
BRONCE (MT)	REDONDO
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 2"
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 1 1/2"
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 4"
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 3"
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 2"
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 1 1/2"
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 4"
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 3"
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 2"
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 1 1/2"
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 4"
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 3"
TORNILLO INOX CAB HEX 5/16 (un)	1 1/4"
TORNILLO INOX CAB HEX 5/17 (un)	1 1/2"
TORNILLO INOX CAB HEX 1/4" (un)	1"
ARANDELA INOX (UN)	5/16"
EMPAQUE ORING (un)	3A
EMPAQUE ORING (un)	1A
EMPAQUE ORING (un)	2A

Para ver la totalidad de materias primas para los productos tipo B ver el archivo llamado “Cantidad Optima Pedido” el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.

Anexo E. Calculo de Q, P, Punto de reorden (R) y costos para cada materia prima

		PARAMETROS						CANT OPTIMA	Punto de Reorden			CT. ANUAL TOTAL
MATERIA PRIMA	REF	CANT PERIODO	TIPO PROD	Ct. Preparar	Ct. Producto x Un.	Ct. Total	Ct. Almacenar	Q	D. prom. Diaria	Plazo (dias	R	TC
ALUMINIO (KG)	356	106.035		$ 25.710	$ 4.300	$ 455.951.632	$ 7	27.583	294,54	15	4.418	$ 456.149.308
ALUMINIO (KG)	713	66.368	A Y B	$ 25.710	$ 4.900	$ 325.203.982	$ 8	20.442	184,36	15	2.765	$ 325.370.926
TAPA PARA CONDULETA (UND)	050	1.224		$ 25.710	$ 1.800	$ 2.202.573	$ 3	4.580	3,40	15	51	$ 2.216.313
TAPA PARA CONDULETA (UND)	075	6.076		$ 25.710	$ 1.800	$ 10.936.002	$ 3	10.205	16,88	15	253	$ 10.966.617
TAPA PARA CONDULETA (UND)	100	6.292		$ 25.710	$ 1.800	$ 11.325.627	$ 3	10.385	17,48	15	262	$ 11.356.782
TAPA PARA CONDULETA (UND)	150	1.900		$ 25.710	$ 1.800	$ 3.419.157	$ 3	5.706	5,28	15	79	$ 3.436.275
TAPA PARA CONDULETA (UND)	200	1.780		$ 25.710	$ 1.800	$ 3.204.466	$ 3	5.524	4,95	15	74	$ 3.221.038
TAPA PARA CONDULETA (UND)	250	71		$ 25.710	$ 1.800	$ 127.224	$ 3	1.101	0,20	15	3	$ 130.526
TAPA PARA CONDULETA (UND)	300	78		$ 25.710	$ 1.800	$ 140.477	$ 3	1.157	0,22	15	3	$ 143.947
TAPA PARA CONDULETA (UND)	400	128		$ 25.710	$ 1.800	$ 230.594	$ 3	1.482	0,36	15	5	$ 235.040
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	050	1.224		$ 25.710	$ 550	$ 673.009	$ 1	8.285	3,40	15	51	$ 680.603
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	075	6.076		$ 25.710	$ 550	$ 3.341.556	$ 1	18.461	16,88	15	253	$ 3.358.479
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	100	6.292		$ 25.710	$ 550	$ 3.460.608	$ 1	18.787	17,48	15	262	$ 3.477.830
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	150	1.900		$ 25.710	$ 550	$ 1.044.743	$ 1	10.323	5,28	15	79	$ 1.054.205
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	200	1.780		$ 25.710	$ 550	$ 979.142	$ 1	9.993	4,95	15	74	$ 988.303
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	250	71		$ 25.710	$ 550	$ 38.874	$ 1	1.991	0,20	15	3	$ 40.699
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	300	78		$ 25.710	$ 550	$ 42.924	$ 1	2.092	0,22	15	3	$ 44.841
EMPAQUE TAPA CONDULETA (UND)	400	128		$ 25.710	$ 550	$ 70.459	$ 1	2.681	0,36	15	5	$ 72.917

Para ver la totalidad de materias primas y su análisis para los productos tipo A ver el archivo llamado “Cantidad Optima Pedido” el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.

								CANTIDAD OPTIMA							CT. ANUAL TOTAL
MATERIA PRIMA	REF	CANT	TIPO MP	Ct. Preparar	Ct. Producto x Un.	Ct. Total	Ct. Almacenar	D. diaria Prom (un)	Plazo (dias)	Per. Revision (dias)	Reserva Seguridad (un)	Inv. Existente	P (un)	t. Prom entre pedidos Mes)	TC
COBRE (KG)	ROJO	4.521,47	B	$ 25.710	$ 13.000	$ 58.779.114	$ 22	12,56	15	30	135,64	22,61	678,22	1,80	$ 58.957.863
BRONCE (MT)	REDONDO	368,09	B	$ 25.710	$ 7.500	$ 2.760.705	$ 13	1,02	15	30	11,04	1,84	55,21	1,80	$ 2.932.452
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 2"	1.799,02	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 12.593.107	$ 12	5,00	15	30	53,97	9,00	269,85	1,80	$ 12.766.083
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 1 1/2"	1.107,04	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 7.749.274	$ 12	3,08	15	30	33,21	5,54	166,06	1,80	$ 7.921.644
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 4"	224,11	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 1.568.766	$ 12	0,62	15	30	6,72	1,12	33,62	1,80	$ 1.740.364
HIERRO ERICSON (un)	FIJO 3"	232,71	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 1.628.938	$ 12	0,65	15	30	6,98	1,16	34,91	1,80	$ 1.800.543
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 2"	1.799,02	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 12.593.107	$ 12	5,00	15	30	53,97	9,00	269,85	1,80	$ 12.766.083
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 1 1/2"	1.107,04	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 7.749.274	$ 12	3,08	15	30	33,21	5,54	166,06	1,80	$ 7.921.644
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 4"	224,11	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 1.568.766	$ 12	0,62	15	30	6,72	1,12	33,62	1,80	$ 1.740.364
HIERRO ERICSON (un)	MOVIL 3"	232,71	B	$ 25.710	$ 7.000	$ 1.628.938	$ 12	0,65	15	30	6,98	1,16	34,91	1,80	$ 1.800.543
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 2"	1.799,02	B	$ 25.710	$ 6.500	$ 11.693.599	$ 11	5,00	15	30	53,97	9,00	269,85	1,80	$ 11.866.463
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 1 1/2"	1.107,04	B	$ 25.710	$ 6.500	$ 7.195.754	$ 11	3,08	15	30	33,21	5,54	166,06	1,80	$ 7.368.055
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 4"	224,11	B	$ 25.710	$ 6.500	$ 1.456.711	$ 11	0,62	15	30	6,72	1,12	33,62	1,80	$ 1.628.295
HIERRO ERICSON (un)	TUERCA 3"	232,71	B	$ 25.710	$ 6.500	$ 1.512.585	$ 11	0,65	15	30	6,98	1,16	34,91	1,80	$ 1.684.176
TORNILLO INOX CAB HEX 5/16 (un)	1 1/4"	17.001,62	B	$ 25.710	$ 90	$ 1.530.145	$ 0	47,23	15	30	510,05	85,01	2.550,24	1,80	$ 1.701.739
TORNILLO INOX CAB HEX 5/17 (un)	1 1/2"	16.633,22	B	$ 25.710	$ 90	$ 1.496.989	$ 0	46,20	15	30	499,00	83,17	2.494,98	1,80	$ 1.668.578
TORNILLO INOX CAB HEX 1/4" (un)	1"	1.104,94	B	$ 25.710	$ 90	$ 99.444	$ 0	3,07	15	30	33,15	5,52	165,74	1,80	$ 270.859
ARANDELA INOX (UN)	5/16"	33.634,83	B	$ 25.710	$ 200	$ 6.726.966	$ 0	93,43	15	30	1.009,04	168,17	5.045,22	1,80	$ 6.899.209
EMPAQUE ORING (un)	3A	61,55	B	$ 25.710	$ 300	$ 18.465	$ 1	0,17	15	30	1,85	0,31	9,23	1,80	$ 189.869
EMPAQUE ORING (un)	1A	119,11	B	$ 25.710	$ 300	$ 35.734	$ 1	0,33	15	30	3,57	0,60	17,87	1,80	$ 207.140
EMPAQUE ORING (un)	2A	34,76	B	$ 25.710	$ 300	$ 10.429	$ 1	0,10	15	30	1,04	0,17	5,21	1,80	$ 181.833

Para ver la totalidad de materias primas y su análisis para los productos tipo B ver el archivo llamado "Cantidad Optima Pedido" el cual se encuentra en versión magnética adjunto al documento.