

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Proyecto de Ingeniería e Innovación

Optimización de capacidades y administración de los recursos

para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

LGAC: Sistemas y Procesos Industriales

Área de énfasis: Sistemas de Manufactura

Presenta

Fernando Valenzuela Mata

Director de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Co-director de proyecto: Dra. Karla Garduño Palomino

Asesor Industria: Alfonso Lopez Davila

Mexicali, Baja California. Marzo de 2019

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Proyecto de Ingeniería e Innovación

Optimización de capacidades y administración de los recursos

para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

LGAC: Sistemas y Procesos Industriales

Área de énfasis: Sistemas de Manufactura

Presenta

Fernando Valenzuela Mata

Director de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Co-director de proyecto: Dra. Karla Garduño Palomino

Asesor Industria: Alfonso Lopez Davila

Mexicali, Baja California. Marzo de 2019

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Proyecto de Ingeniería e Innovación

Optimización de capacidades y administración de los recursos

para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta

Fernando Valenzuela Mata

Director de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Co-director de proyecto: Dra. Karla Garduño Palomino

Asesor Industria: Alfonso Lopez Davila

Comité evaluador

Dr. Miguel A. Ponce
Camacho

Dr. Alan Humberto Escamilla
Rodríguez

Dr. Miguel A. Salinas Yáñez

Mexicali, Baja California. Marzo de 2019

Agradecimiento y dedicatoria

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres por enseñarme a ser perseverante y ayudarme a continuar con mis estudios para alcanzar otra meta establecida, A mi esposa que me ha estado apoyando durante mi esfuerzo por alcanzar un logro más en el ámbito profesional, estando a mi lado durante los largos días de estudio y trabajo

A su vez quiero agradecer a las instituciones que me han apoyado durante este camino por la ayuda económica brindada, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS). Gracias por la ayuda y confianza en mí depositada.

Por ultimo quiero agradecer a la empresa *Honeywell North Safety* que, a su vez junto con las instituciones mencionadas anteriormente, deposito su confianza en apoyarme tanto en lo laboral como económicamente para desarrollarme en obtener el grado de Maestría

Carta Institucional

Honeywell
THE POWER OF CONNECTED

Calle Electra # 1099, Parque Industrial Merin
C.P. 21385 Mexicali TEL: (586) 806 8100
Mexicali B.C. Marzo 2019

CETYS UNIVERSIDAD
Colegio de Ingeniería
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

A quien corresponda:

A petición del interesado, y para fines que el juzgue necesarios, se extiende la presente carta notificando que **Fernando Valenzuela Mata** está trabajando en el proyecto:

Optimización de capacidades y administración de los recursos

Este proyecto es considerado de relevancia y está alineado a las metas de la compañía por lo que los conocimientos adquiridos pueden ser aplicados directamente en su área de trabajo y/o proyectos dentro de la organización. De antemano le hago saber que nuestra intención no es la de crear un compromiso laboral, sino demostrar el apoyo e interés que tenemos por el desarrollo profesional de nuestros empleados.

Sin más por el momento agradezco de antemano su atención a la presente

Atentamente

Alfonso Lopez Davila
Sr. Production Control Supervisor

Honeywell
North Safety de México, S. de R.L. de C.V.
RFSM 198731 429
Calle Electra # 1099 Parque Industrial Merin
CP 21385 Mexicali, B.C. México
Tel (586) 566 0100 Fax (586) 026 9133

Índice

Agradecimiento y dedicatoria.....	i
Carta Institucional.....	ii
Índice.....	iii
Listado de Figuras	iii
Listado de Tablas.....	iv
Resumen	v
Capítulo 1: Introducción	1
Antecedentes	1
Justificación.....	3
Planteamiento del Problema	4
Pregunta de Investigación.....	6
Preguntas Particulares	7
Objetivo.....	7
Objetivos específicos	7
Hipótesis	8
Capítulo 2: Marco Teórico y Referencial.....	9
Marco Teórico.....	9
Marco Referencial.....	21
Capítulo 3: Metodología	24
Metodología.....	24
Plan de Trabajo	28
Cronograma	28
Recursos requeridos	29
Capítulo 4: Resultados	30
Resultados.....	30
Capítulo 5: Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	42
Referencias.....	44

Listado de Figuras

Figura 1. Divisiones de Honeywell.	1
Figura 2. División de Mexicali en líneas de Negocio	2

Figura 3. Grafica de Backlog – Past due 2018.	5
Figura 4 Tendencia del Past due	6
Figura 5. Subfactores de Capacidad.....	11
Figura 6. Estándares de control de Producción.	18
Figura 7. Fases del sistema Productivo.	19
Figura 8. Metodología.....	24
Figura 9. Cronograma de Actividades.....	29
Figura 10. Diagrama de los componentes del Modelo	30
Figura 11. Diagrama de Proceso dentro del Modelo	31
Figura 12. Estatus de Past due semana 3.....	32
Figura 13. Datos concentrados en Excel	32
Figura 14. Representación de Rangos de los productos terminados	36
Figura 15. Clasificación con base a Linea de negocio General Safety y High Risk	37
Figura 16. Rangos por planeador de producción.....	37
Figura 17. Sugerencia del modelo por planeador de producción.....	37
Figura 18. Plan de producción representado en horas estándar.....	38
Figura 19. Cantidad a producir por producto terminado	39
Figura 20. Horas totales por planeador de la producción	40
Figura 21. Tendencia del Past due por semana del 2019	41

Listado de Tablas

Tabla 1. Porcentaje que representa el Past due al Backlog.	5
Tabla 2. Plan de Trabajo.....	28
Tabla 3. Representación de los datos para el análisis de Pareto	34
Tabla 4. Extracto del Plan Load de SAP	35

Resumen

Honeywell Safety Products se encuentra en un mercado cada vez más competitivo en donde después de la calidad uno de los métricos más importantes para el negocio es las entregas al cliente, por lo que el tener procesos más eficientes es primordial para maximizar ganancias y poder acceder a ventajas competitivas que permitan continuar siendo una empresa mundialmente reconocida.

El presente proyecto describe la metodología para el desarrollo e implementación de un modelo de planeación de la producción que permita mejorar la salida de producto terminado en la línea de negocio de General Safety y que asegure la administración y el aprovechamiento óptimo de los recursos de producción.

Como parte de la metodología se define del modelo basado en el enfoque de los Productos terminados mediante el principio de Pareto, así como con el uso de la Planeación agregada con la finalidad de integrar todos los recursos disponibles en la empresa.

Los resultados se mostraron tomando como referencia la tendencia que se ha mostrado a lo largo de las semanas del 2019 en donde el valor total de *Past due* ha ido disminuyendo como era esperado, y los rangos de “Sin inventario” e “Inventario Bajo” tienen un porcentaje menor con respecto al total.

Capítulo 1: Introducción

Antecedentes

La empresa *Honeywell* tiene una historia que inicia desde 1885 cuando un inventor llamado Albert Butz patentó un regulador, creando *Minneapolis Butz Thermo-Electric Regulator Co.* Por otro lado, en 1904 en Wabash Indiana un ingeniero llamado Mark *Honeywell* estaba perfeccionando un generador de calor, que dio lugar a la creación de la empresa *Honeywell Heating Speciality Co.* En el año 1927 estas dos empresas *Minneapolis* y *Honeywell* se fusionaron creando *Minneapolis-Honeywell Regulator Co.* El nombre de la compañía fue oficialmente cambiado a *Honeywell Inc* en 1963.

Actualmente *Honeywell* tiene diferentes plantas localizadas alrededor del mundo, entre las que se puede mencionar México, China, Japón, Rumania, Inglaterra y Francia, en las cuales se dividen en 4 divisiones tales como Aeroespacial, Tecnologías para el hogar y la construcción, Materiales y tecnologías de rendimiento y Soluciones de seguridad y productividad las cuales son mostradas en la Figura 1.



Figura 1. Divisiones de Honeywell.

Fuente: Recuperada de la Página oficial de Honeywell

En el caso de Mexicali, *Honeywell* tiene diferentes plantas las cuales trabajan en las divisiones de Aeroespacial y Soluciones de seguridad y productividad.

Este proyecto será desarrollado en la planta de Mexicali, en la división de Soluciones de seguridad y productividad, conocida por sus siglas en ingles *Safety and Productivity Solutions (SPS)*. En la cual se manufacturan productos por inyección de plástico como

cascos, suspensorios y se ensamblan botiquines de primeros auxilios los cuales se llenan con lo necesario para cumplir con regulaciones incluyendo tijeras, gasas, productos para quemaduras etc.

Dentro de la planta *Honeywell Safety Products* se tiene 2 líneas de negocios *High Risk* y *General Safety*, ver Figura 2.

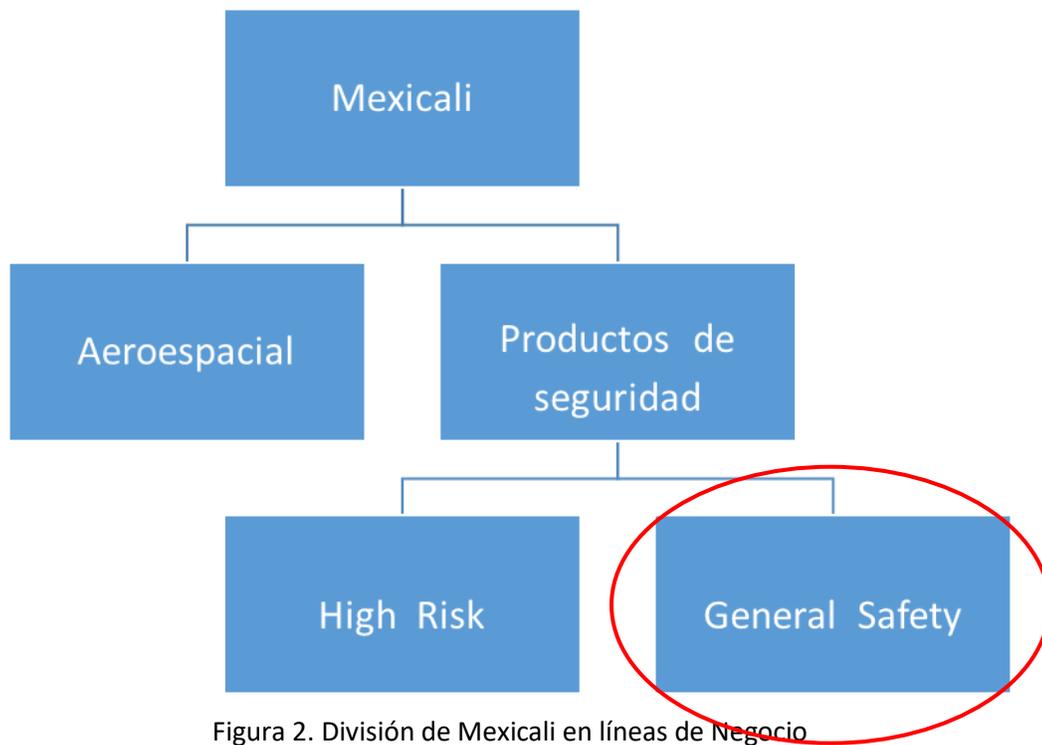


Figura 2. División de Mexicali en líneas de Negocio

Fuente: Edición Propia

Proceso general:

Honeywell Safety Products en la planta de Mexicali cuenta con 5 métricos: Seguridad, Calidad, Entregas, Costo e Inventario, a su vez dentro de estos métricos se busca un cumplimiento en los métricos de Ventas por parte del negocio.

Las metas de los métricos de la planta son los siguientes:

- Seguridad – Alcanzar 83 puntos en el métrico del SAT (Herramienta de Autoevaluación)

- Calidad – Alcanzar y mantener los CPPM's (Piezas conformes / Millones entregadas) por arriba de los 74
- Entregas – Mantener los pedidos atrasados por debajo de los 1,000,000
- Costo – Alcanzar una meta de conversión promedio menor a 24.02
- Inventario – Alcanzar los Días de suministro menor a 53 días

El estudio se realizará en la a línea de negocio de *General Safety* en donde por problemas en la administración de la capacidad no se están cumpliendo con las metas establecidas de ventas para la planta.

Antecedentes del Problema:

El problema se empezó a presentar durante el inicio del año 2018, ya que debido a problemas en regulaciones diferentes productos no se podían producir, lo que género que se acumularan una cantidad de pedidos que no han permitido el cumplir con las metas de ventas de cada trimestre.

Las acciones por parte del equipo de planeación que se han tomado para incrementar la salida de producto es el mover ordenes de clientes que se embarcaban desde el centro de distribución a ser embarcadas desde la planta para eliminar el tiempo de tránsito.

El problema generado por esta medida anterior es que no se ha podido establecer un programa de producción que permita maximizar la salida de producto para así a su vez incrementar las ventas del negocio, también trae como consecuencia que el equipo de compras no tenga visión y no pueda tener los materiales necesarios para la producción.

Justificación

La presente investigación pretende desarrollar e implementar un modelo de optimización de la producción que pueda ser usado como herramienta de apoyo para poder maximizar las ventas, utilizando los resultados del modelo aplicado, para que planeación y

producción puedan trabajar en conjunto para manufacturar lo que se está requiriendo en tiempo y forma.

A su vez va a permitir identificar cuáles son las causas por las que no se está cumpliendo con las metas de ventas.

El modelo a diseñar va a mostrar el status actual contra los pedidos de cliente, así como el desempeño hacia los centros de distribución, estos resultados permitirán tomar acciones más rápidas de donde enfocar al personal de la planta, utilizando las herramientas vistas a lo largo de la maestría en Ingeniería e Innovación que se reflejaran en beneficios a la compañía como lo es la reducción de pedidos atrasados y una mejor administración de los tiempos de los planeadores de la producción.

Planteamiento del Problema

Durante el Trimestre de Julio a septiembre las metas de ventas de la planta de *Honeywell* no se pudieron cumplir debido a problemas de planeación de la capacidad que afectaron al equipo de producción.

Dentro de los principales métricos de *Honeywell*, está el métrico de entregas al cliente, dentro del cual se manejan dos términos importantes como lo son el *Past due* y el *Backlog*.

El *Past due* son los pedidos atrasados al cliente representados con base al valor en dólares que no se embarcaron en tiempo.

El *Backlog* es el total de pedidos abiertos que la planta tiene actualmente, representado con base al valor en dólares.

Por lo que es prioridad solucionar el problema que se ha presentado durante los últimos trimestres en el que el *Past due* han ido incrementando.

Tomando como base los resultados del 2018 se puede identificar que se tiene pedidos atrasados con un promedio por encima del 40% del total de pedidos.

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje que representa el *past due* con respecto al total de pedidos, tomando como ejemplo el cierre del mes de septiembre que fue de \$1,251,000 y el *backlog* de \$3,611,486 dólares, lo que representa que el 35% del monto en dinero de pedidos estaba atrasado.

Tabla 1. Porcentaje que representa el *Past due* al *Backlog*.

Status	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Backlog	2,884,845	3,906,514	4,097,436	4,227,157	3,843,557
Past due	1,241,000	1,690,000	1,605,000	2,096,000	1,741,000
Percentage of Past due	43%	43%	39%	50%	45%
Status	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Backlog	3,151,087	2,585,219	3,611,486	2,755,649	2,198,237
Past due	1,519,000	1,249,000	1,251,000	1,469,000	956,000
Percentage of Past due	48%	48%	35%	53%	43%

Fuente: Edición Propia

Se puede observar de manera gráfica en la Figura 3 como la barra anaranjada de *Past due* representa a lo largo del 2018 casi la mitad del total de los pedidos.

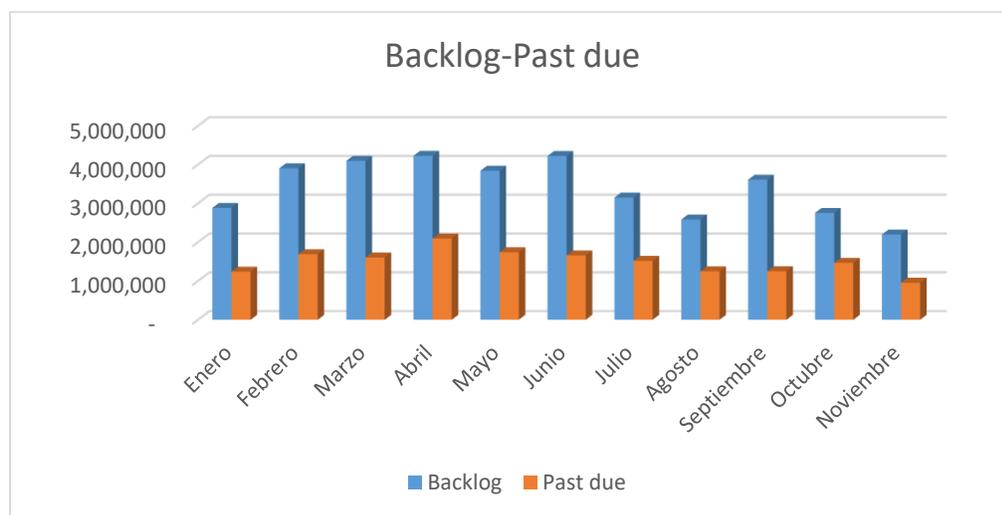


Figura 3. Grafica de *Backlog – Past due* 2018.

Fuente: Edición Propia

Se puede observar de manera gráfica la tendencia del *Past due* identificada del color naranja, ver Figura 4

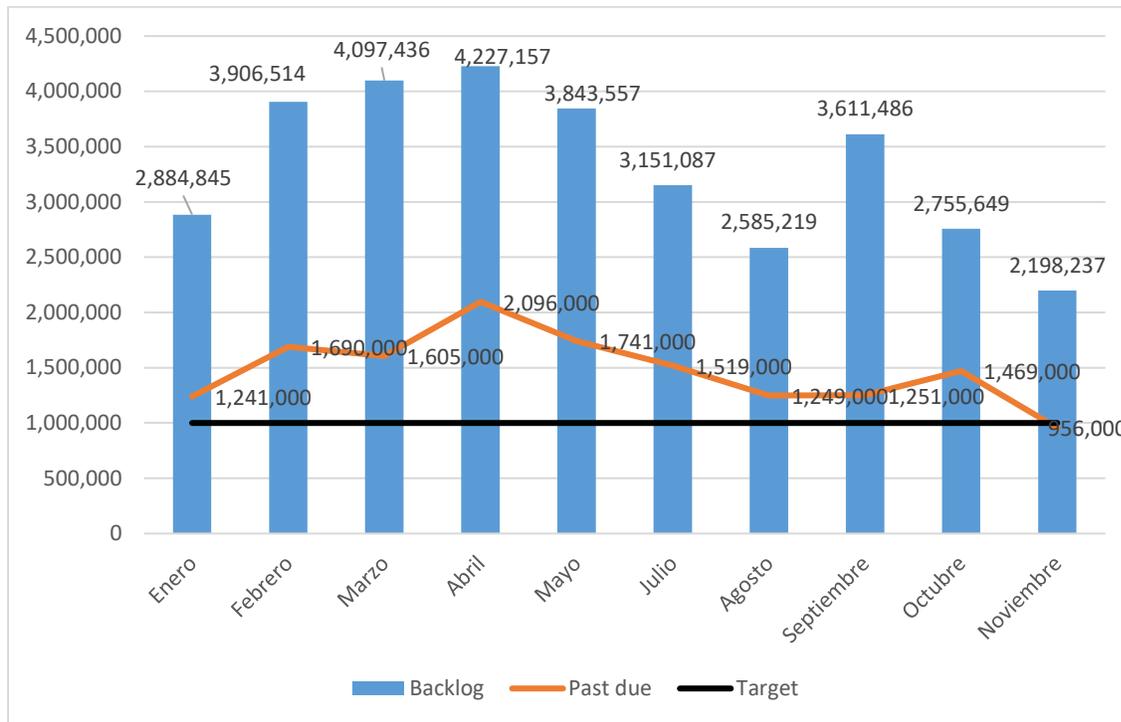


Figura 4 Tendencia del Past due

Fuente: Edición Propia

Uno de los retos del departamento de Planeación es el poder asegurar que se está produciendo lo necesario y que se está incrementando la salida de producto terminado, para poder cumplir con la métrica de planeación de reducir el *Past due* de la planta por debajo de los 1,000K

Por lo tanto, la como pregunta de investigación se tiene:

Pregunta de Investigación

Debido al problema mencionado anteriormente se establece la siguiente pregunta de investigación para poder mejorar el proceso.

¿Cómo mejorar la planeación de la capacidad de los recursos que permita asegurar que se cumplan con los métricos de entrega de productos?

Preguntas Particulares

Con el fin poder contestar la pregunta de investigación se definieron las siguientes preguntas particulares:

¿Cuáles son los productos que están afectando las metas de ventas?

¿Cuáles son las áreas con mayor oportunidad de mejora?

¿Cómo se está asegurando que se está produciendo lo requerido por planeación?

¿Cómo se está evaluando la capacidad requerida?

Objetivo

De acuerdo al problema planteado y a la pregunta de investigación se definió el siguiente objetivo general:

Diseñar un modelo de planeación de la producción que permita lograr la salida de producto terminado en la línea de negocio de *General Safety* y que asegure la administración y el aprovechamiento óptimo de los recursos de producción.

Objetivos específicos

Para poder cumplir con el objetivo general se definieron los siguientes objetivos específicos:

-Encontrar los Productos terminados con mayor demanda y con mayor porcentaje de pedidos atrasados

-Identificar las Áreas de producción con mayor problema

-Identificar lo producido para determinar la adherencia al plan

-Determinar la capacidad requerida para cumplir con el objetivo

Hipótesis

Si se implementa y se utiliza el modelo de producción basado en el enfoque de los Productos terminados mediante la utilización del principio de Pareto, así como con el uso de la Planeación agregada, entonces se puede incrementar la salida de producto terminado y reducir el valor total de los pedidos atrasados.

Capítulo 2: Marco Teórico y Referencial

Marco Teórico

Sistemas de Producción

Tawkik y Chauvel (1992) Mencionan que el sistema de producción se analiza en dos aspectos: su concepción y su administración operativa. La concepción del sistema de producción comienza desde el establecimiento de un objetivo y la elección de un producto que se va a comercializar; dicho producto tiene un procedimiento específico, el cual tiene que ser el más económico teniendo en cuenta la capacidad del sistema de producción.

El sistema de producción se analiza en dos aspectos: su concepción y su administración operativa.

Manufactura

Heizer y Render (1994) Argumentan que La producción o manufactura es la creación de bienes y servicios. La administración de manufactura son las actividades que se relacionan con la creación de bienes y servicios a través de la transformación de insumos en salidas. Las actividades que bienes y servicios tienen lugar en todas las organizaciones. “En empresas de manufactura, con la función de producción se puede apreciar la elaboración de un producto tangible. Cuando hacemos referencia a tal actividad se tiende a utilizar el nombre de administración de la producción”.

De este modo, se crea el concepto de manufactura o fabricación que es la elaboración de productos o servicios al más bajo costo posible, en el tiempo más breve posible y que cumpla con todas las especificaciones de diseño.

Diagrama de Pareto

Heizer y Render (2007) la definan como una técnica de resolución de problemas, en la cual las causas del problema se clasifican según su influencia. El método de Pareto debe ser utilizado cuando se necesite:

- Determinar un punto de arranque para resolver un problema
- Monitorear la efectividad de mejoras en un proceso
- Establecer prioridades en las causas de un problema.

Los problemas o elementos que tienen más relevancia se pueden visualizar mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Por lo general el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. Estos son aquellos que se encuentran del lado izquierdo de la gráfica.

El diagrama de Pareto se utiliza para concentrar los esfuerzos en las actividades más importantes. Destinar los esfuerzos en los procesos más productivos, mas importantes de la empresa, asegura un mejor aprovechamiento del tiempo y proporciona una enorme oportunidad para encontrar grandes posibilidades de mejora.

Capacidad de la Producción

Heizer y Render (2007) definen que la capacidad es la “producción” o número de unidades que pueden caber, recibirse, almacenarse, o producirse en una instalación en determinado periodo de tiempo. La capacidad determina una gran parte de los costes fijos. La capacidad también determina si se satisfará la demanda o si las instalaciones y equipos permanecerán inactivos. Si la instalación es demasiado grande, parte de ella permanecerá inactiva añadiendo costes a la producción existente. Si la instalación es demasiado pequeña, tal vez se pierdan clientes o mercados completos, por lo que resulta crítica la determinación del tamaño de una instalación, con el objetivo de lograr un elevado nivel de utilización y un elevado rendimiento de la inversión.

Planificación de la capacidad

Heizer y Render (2004) menciona que “La capacidad es la -salida- o número de unidades que puede tener, recibir, almacenar o producir una instalación en un período de tiempo determinado. “El objetivo de planificación estratégica de la capacidad es ofrecer un

enfoque para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos de capital intensivo (las instalaciones, el equipamiento y la fuerza de trabajo completa) que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo. El nivel de capacidad que se elija tiene repercusiones críticas en el nivel de respuesta de la empresa la estructura de costos, sus políticas de inventario y los administradores y personal de apoyo que requieren.

Subfactores de capacidad de producción

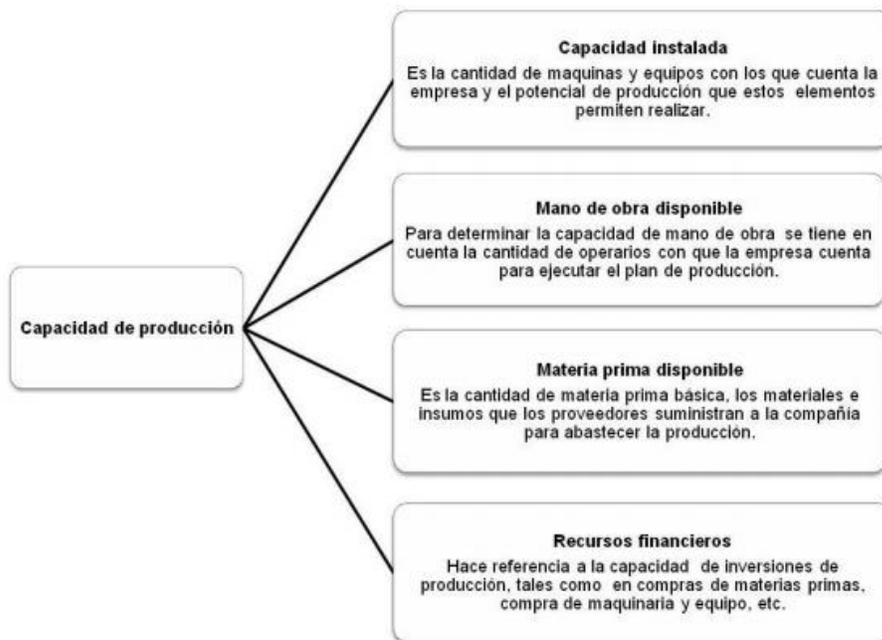


Figura 5. Subfactores de Capacidad

Fuente: Chiavenato (1993)

Clasificación ABC

Vidal (2010), expone que para tomar decisiones acertadas es necesaria la precisión de la información y la efectividad del análisis en la etapa de planificación de un modelo de gestión de inventarios. Por consiguiente, para el desarrollo del modelamiento es indispensable definir los ítems que representan mayor impacto sobre las utilidades de la organización por lo que se escoge el método de clasificación ABC.

El autor lo define como una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos, el criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el "costo unitario" y el "volumen anual demandado".

Wild (1997) La clasificación ABC se realiza con base en el producto, el cual expresa su valor por unidad de tiempo (regularmente anual) de las ventas de cada ítem i , donde:

D_i = Demanda "anual" del ítem i (unidades/año)

v_i = Valor (costo) unitario del ítem i (unidades monetarias/unidad)

Valor Total i = $D_i * v_i$ (unidades monetarias/año)

Luego se procede a calcular el porcentaje de participación de los artículos, este ejercicio se efectúa dividiendo la valorización de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems.

Finalmente se organizan los artículos de mayor a menor según sus porcentajes, ahora estos porcentajes se acumulan. Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio porcentual determinado en la primera parte del método. De esta manera quedan establecidas las unidades que pertenecen a cada clase (A, B, C).

Programación de la producción

Nahmias (2007) determina que "Programar detalladamente los diferentes aspectos de la función de producción es crucial para controlar las operaciones de producción. Se puede considerar a la función de producción de una compañía como un proceso jerárquico.". Programar es el proceso de organizar, elegir y dar tiempos al uso de recursos asignados para la realización de cierto número de actividades necesarias para cumplir con los objetivos deseados en los tiempos deseados, satisfaciendo las restricciones implícitas en el ejercicio, tanto de tiempo como de relaciones entre actividades y recursos. La programación de la producción permite identificar el que se va a producir, como, cuando, con qué, donde y quien lo va a hacer. Establece la comparación entre la teoría y la realidad, apoyándose netamente en la capacidad y en las materias primas que se poseen.

Formas de programación de la producción

Osorio (1991), menciona que cuando la empresa ha logrado establecer las que políticas de programación adoptará es necesario que determine la manera cómo desarrollarla. La ubicación de la programación en el tiempo puede ser efectuada bajo diferentes formas o métodos, dentro de las cuales se pueden encontrar:

- Programación hacia adelante: Esta forma de programación se refiere a la instancia en la cual al recibir un pedido y se programan todas las operaciones que deben ser realizadas más adelante en el tiempo.
- Programación hacia atrás: El modelo propone iniciar la programación partiendo de una fecha futura, generalmente se emplea la fecha de entrega, para así partiendo de allí, se desarrolle la secuenciación de las actividades.
- Programación basada en Teoría de restricciones (TOC): Según este modelo los centros de producción se programan para mantener al cuello de botella, o al recurso restrictivo ocupado el mayor tiempo posible. La secuenciación se realiza regulando la velocidad de la línea a la del tambor. Recurso que restringe la velocidad del flujo del producto.

Productividad

Heizer y Render (2007) Afirman que la productividad es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos (recursos como el trabajo o el capital).

El trabajo de un director de operaciones es potenciar (mejorar) este cociente entre producción y factores productivos. Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia.

Esta mejora se puede conseguir de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales. Las dos suponen un aumento de productividad. Desde una perspectiva económica, los factores productivos son la tierra, el trabajo, el capital y la dirección, que se combinan en un sistema de producción.

Modelo de planeación de recursos de manufactura (MRP II)

Domínguez (1995) define los recursos, la cantidad, y el momento para responder a la demanda, teniendo en cuenta toda la organización y no solo el frente de producción.

Dicho de otra forma, el MRP II integra los recursos de fabricación (por ejemplo, materias primas, componentes, insumos, mano de obra, herramientas, maquinaria, capital) con otros frentes de la empresa como administración, ventas y mercadeo, con el fin de cumplir con los pedidos previstos.

Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP)

Domínguez (1995) también establece que el uso creciente de cada vez mejores sistemas informáticos para el desarrollo del MRP II originó el ERP o sistema de planificación de recursos empresariales

Básicamente, un ERP es la integración de una serie de módulos conectados a una base de datos. Esto nos permite administrar aspectos operativos de la empresa tales como ventas, producción, logística, compras, contabilidad, etc, lo que se ve reflejado en la automatización de muchas de las labores de la compañía. Puedes considerarlo como un software para la gestión de la producción, aunque esto depende de la naturaleza de la empresa.

En consecuencia, con un software ERP, además de planificar la producción, logramos ver la empresa como un todo.

Algunos de los más conocidos software ERP son *Oracle NetSuite*, *Sap Business One*, *Epicor* y *Acumatica*.

Planeación agregada

Chase, Jacobs, y Aquilano (2005) definen la planeación agregada como el conjunto de actividades que se deben realizar para cumplir con los objetivos de producción y satisfacer las demandas determinadas para cada periodo del plan de producción, la finalidad de la planeación agregada es integrar todos los recursos disponibles en la

empresa y los factores que son incidentes en el costo generado por el desarrollo del proceso de producción.

Cuando se hace la planeación agregada se permite obtener resultados en cuanto a: el número de horas máquinas necesarias para obtener la demanda, el número de horas de mano de obra en el proceso de producción y los niveles de inventario.

El propósito de la planeación agregada es equilibrar las fluctuaciones de la demanda realizando modificaciones al proceso utilizando la capacidad disponible de recursos y optimizando tanto los niveles de costo como los de utilidad, teniendo en cuenta restricciones como: equipo, materia prima y mano de obra.

Para equilibrar estas fluctuaciones se realiza la combinación óptima de la tasa de producción, el nivel de la fuerza de trabajo y el inventario disponible. La tasa de producción se establece a partir de la cantidad de unidades producidas por la unidad de tiempo utilizado, el nivel de la fuerza de trabajo corresponde al número de empleados necesarios para realizar la producción del producto y el inventario disponible son las unidades de producto sobrantes de la producción en el anterior periodo.

Horizontes de planeación y las decisiones.

Sipper y Bulfin (1998), afirman que las mejores decisiones son las que se hacen de una forma racional, cuantificable y con información objetiva. Hoy en día los modelos para la toma de decisiones se utilizan en todas las áreas de la administración de operaciones.

Cuando se desea llegar a una situación futura que implica un sistema de decisiones interrelacionadas es necesario hacer uso de la planeación. La planeación es un proceso de toma de decisiones anticipada en donde es necesario identificar cuáles son los pasos a seguir y la forma de alcanzar la situación futura deseada. El objetivo de la planeación es evitar acciones que produzcan pérdidas o errores (elemento pesimista) y aprovechar toda oportunidad disponible (elemento optimista).

El proceso de planeación requiere de la definición de objetivos claros; de priorizar los objetivos; de definir las estrategias y los medios para obtener los objetivos; y del establecimiento de un horizonte de planeación.

El horizonte de planeación puede ser a corto, mediano o largo plazo. A corto plazo se consideran periodos relacionados con operaciones diarias hasta periodos inferiores a tres meses. Algunos ejemplos de actividades asociadas a este horizonte son la programación de trabajos, la asignación de tareas y la planeación de contrataciones.

A mediano plazo se consideran periodos de más de 3 meses y hasta 1 año. Ejemplos de actividades dentro de este horizonte son la planificación de servicios, de procesos productivos y de presupuesto requerido.

A largo plazo se consideran periodos con una duración mayor a 1 año. Dentro de este horizonte se consideran actividades como la ampliación de la planta o el desarrollo de un nuevo diseño del producto o servicio.

Plan Maestro de Producción

Simhan, Mcleavey y Billington (1996) establecen que el plan maestro de producción se realiza luego de haberse realizado el plan agregado de producción, el cual consiste en desagregar las líneas de producción en cada uno de los productos e indica cuando debe ser producidos y vendidos, es decir es el proceso de desagregación o descomposición del plan agregado y su resultado final se denomina programa maestro de producción, estableciéndose la cantidad específica y las fechas exactas de fabricación de los productos finales, en un periodo de tiempo más corto (semanales o diarias).

Para realizar el plan de producción se debe tener en cuenta los siguientes elementos.

- Plan agregado en unidades de producto
- Los pronósticos de ventas a corto plazo en unidades de producto
- La capacidad disponible

El plan maestro de producción debe contener las necesidades netas de fabricación teniendo en cuenta que a estas necesidades tenemos que descontar los Productos terminados y en curso de fabricación.

Estrategias Básicas de planeación

Chase, Jacobs, y Aquilano (2005) argumentan que para planear la producción existe cuatro estrategias básicas, las cuales enlazan el tamaño de la fuerza de trabajo, las horas de trabajo y el inventario, estas estrategias se enuncian a continuación:

- Estrategia de Chase: hace referencia a conciliar la tasa de producción con la demanda contratando y despidiendo los empleados teniendo en cuenta la variación de la demanda.
- Fuerza de trabajo estable-horario laborales variables: se refiere a diversificar la producción mediante la variación de la cantidad de horas laboradas utilizando horarios flexibles u horas extras.
- Estrategia de nivelación: busca mantener una fuerza establece de trabajo, laborando a un ritmo constante, los faltantes y los excedentes son utilizados para fluctuaciones de inventario, para pedidos retrasados y ventas perdidas.
- Subcontratación: consiste en subcontratar una parte de la producción para dar respuesta a las fluctuaciones de la demanda.

Programación de la Producción

Simhan, Mcleavey y Billington (1996), comenta que una vez terminada la elaboración del plan de producción, se debe preparar para que pase a ejecución; con lo anterior se quiere decir que la programación de la producción corresponde a esta preparación del plan de producción y a transformarlo en órdenes de producción o de compra. La programación involucra la asignación de fechas a trabajos o pasos específicos y para esto existen varias técnicas de programación dependiendo el volumen de órdenes, la naturaleza de las operaciones y la complejidad global del trabajo.

A su vez Chiavenato (1993) la define como determinar cuánto deberá producirse y cuando deberán ser realizadas las actividades y operaciones del proceso de producción; teniendo en cuenta el flujo de información para todos los organismos implicados, tales como producción, bodega, compras, deposito, costos y operarios. Algunos de los objetivos de la programación de la producción son el de coordinar e integrar todos los

organismos involucrados en el proceso productivo, garantizar la entrega de productos acabados al cliente en las fechas establecidas, garantizar la disponibilidad de materia prima y aprovechar al máximo la capacidad instalada. La programación de la producción como antes se había mencionado no es más que el detalle y la fragmentación del Plan de producción teniendo en cuenta dos variables principales: el tiempo definido en días y la producción definida en cantidad de unidades.

Control de la Producción

Velázquez (2009) afirma que el control de la producción consiste en verificar si todo se está haciendo de conformidad con lo que fue planeado y organizado. El control de la producción trata de garantizar la eficiencia y la eficacia de los sistemas, en otras palabras, está relacionada con la ejecución de la producción, los métodos y procesos utilizados, la utilización de los recursos y la cantidad de productos producidos. Los objetivos del control de la producción es comparar lo programado y lo realizado y señalar fallas, errores o desviaciones. El control de producción se clasifica en los siguientes estándares, ver Figura 6.

Estándares del control de producción



Figura 6. Estándares de control de Producción.

Fuente: Chiavenato (1993)

Planificación de la producción y el control

Kanawaty (1992) define que la planificación se utiliza generalmente en conjunto. La planificación de la fabricación de productos en la cantidad deseada y la calidad es un tema crucial en la gestión de la producción. “Sin embargo, incluso los planes mejor concebidos pueden estropearse debido a los retrasos, los bajos inventarios y las averías de maquinaria. En consecuencia, hay una necesidad de control sobre las operaciones de la señal de las desviaciones de los planes y dar lugar a medidas correctivas”.

Lo anterior lo menciona en dos enfoques:

1. Según el primer enfoque, la planificación de todos los materiales, procesos y operaciones que termina con la caída del producto terminado dentro del ámbito de planificación de la producción y el control. Control de inventarios, programación de operaciones y la planificación de los equipos necesarios están incluidos.
2. El segundo enfoque puntos de vista de planificación como un concepto global agregada. El punto de partida es la previsión de ventas o pedidos de venta, entonces la evaluación de la capacidad de producción se lleva a cabo y la planeación.

Fases del sistema productivo



Figura 7. Fases del sistema Productivo.

Fuente: Tawfik (1992)

Pronóstico

Velázquez (2009) establece que Un pronóstico es un cálculo que permite establecer un patrón de comportamiento de una actividad futura y son las principales fuentes de información para establecer condiciones de incidencia directa en los procesos de planeación. Lo cual quiere decir que los pronósticos permiten tomar decisiones en los volúmenes de producción, manejo de inventario, capacidad de la planta y decisiones de presupuesto.

Así mismo Heizer y Render (2007) Afirman que el pronóstico de demanda es la predicción de las ventas futuras a través del uso de métodos ya sean éstos cualitativos o cuantitativos basados en recolección de datos históricos, experiencias o información de los vendedores.

Los pronósticos son una herramienta fundamental para la planificación de las operaciones de toda empresa por lo que es un factor determinante en la toma de decisiones. Obteniendo un pronóstico más apegado a la realidad podemos obtener un inventario más justo.

Horizontes del pronóstico.

Para trabajar con pronósticos es necesario definir el horizonte del futuro que se estudiará, estos se clasifican en tres tipos:

Pronóstico a corto plazo.

Comprende un periodo de hasta tres meses, generalmente se usa para la programación de la producción, asignación de tareas y planificación de personal.

Pronóstico a mediano plazo.

Comprende un periodo entre tres meses y tres años. Se utiliza para planificación de ventas, presupuesto, política de inventarios, entre otros.

Pronóstico a largo plazo.

Por lo general comprende un periodo mayor a 3 años y se usa para la toma de decisiones en operaciones más globales de una empresa como la expansión de plantas industriales o la planificación de entrada de nuevos productos.

Marco Referencial

Los autores Khaledi H. y Reisi-Nafchi M. (2013) comentan que la planificación de la producción es uno de los temas más importantes en la fabricación. La naturaleza de este problema es compleja y, por lo tanto, los investigadores lo han estudiado bajo varios supuestos diferentes. el problema de la planificación de la producción aplicada se estudia de manera general y se supone que existe un problema de control óptimo, ya que su estrategia de planificación de la producción es un controlador digital y debe optimizarse. Dado que este es un problema aleatorio debido a los valores estocásticos de las ventas en el futuro, se modela como una programación dinámica estocástica y luego se transforma en un modelo de programación lineal utilizando aproximaciones sucesivas.

Según los autores Gerson A., Ocampo K., Orejuela J. y Rojas C. (2017), en el artículo “Modelo de planeación y control de la producción a mediano plazo para una industria textil en un ambiente *make to order*”. La planeación y el control de la producción proporcionan un marco de referencia en la toma de decisiones empresariales y se encargan de la conexión entre las estrategias organizacionales y las estrategias de operación de la empresa. Los alcances, la complejidad y las implicaciones de la planeación y control de la producción son influenciados por el ambiente de producción.

Con base en lo anterior, surge la necesidad de definir adecuadamente la metodología de planeación de la producción que involucre las características del ambiente de producción y que permita un adecuado manejo de los recursos, de tal forma que contribuya en un incremento de productividad, la mejora en la calidad del producto y el cumplimiento de los tiempos de entrega.

Como lo comentan los autores Reyes J., Aldas D., Morales L. y Garcia M. (2016), El análisis de capacidad manufacturera es primordial cuando se propone un análisis de productividad y costos en los procesos industriales. Concluyen que es esencial para gestionar los procesos, balancear las líneas de producción para obtener una eficiencia aceptable. Así mismo mencionan que se debe mejorar la capacidad con base a criterios de optimización los diferentes indicadores que involucren el uso adecuado de los recursos en el momento de gestionar sus procesos, permitiendo de esta manera elevar su recurso restringido.

Tamayo A. y Urquiola I. (2014) mencionan que las empresas manufactureras requieren de cambios radicales para lograr la cantidad y calidad requerida de sus producciones y responder a las necesidades del mercado con rapidez, siendo imprescindible para ello una correcta selección del sistema de planificación y control de la producción, donde mencionan que las organizaciones que decidan aplicar el procedimiento deben garantizar, para el éxito del mismo, el cumplimiento de las siguientes premisas:

1. Cualquiera que sea el sistema de planificación y control de la producción que se quiera implantar, es imprescindible que este vaya acompañado por el impulso y el apoyo continuo de la alta dirección de la empresa.
2. La alta dirección debe diseñar un adecuado plan de formación y capacitación para toda la empresa que permita conocer las ventajas que se pueden obtener del sistema que se está implementando, así como también sus puntos débiles, con la finalidad de mitigar sus inconvenientes.
3. Contar con la información de entrada necesaria para cada etapa del procedimiento.

Acosta K., Ospino O. y Valencia V. (2016) mencionan que durante la ejecución de un proyecto es de suma importancia la fase de preparación, pues nos brinda las herramientas necesarias para prever problemas que se pudiesen presentar a futuro por falta de una planificación previa, además, que la modelización y parametrización son puntos de gran relevancia, puesto que en estas fases se centra la columna del Diseño de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP). y es en donde se realiza un buen esfuerzo para la construcción debida del sistema de gestión empresarial;

a su vez, se alcanzó a demostrar que los sistemas ERP son una herramienta poderosa de importante valor que ayudan a las organizaciones a disminuir la variable costos, obteniendo más control en los diferentes procesos que allí se efectúan y aumentando la utilidad de la empresa.

Capítulo 3: Metodología

Metodología

En el proyecto se presenta una metodología aplicada para cumplir con el objetivo de diseñar un modelo de planeación de la producción que permita lograr la salida de producto terminado en la línea de negocio de General Safety.

Cumpliendo con los objetivos específicos:

- Encontrar los productos terminados con mayor demanda y con mayor porcentaje de pedidos atrasados
- Identificar Áreas de producción con mayor problema
- Identificar lo producido para determinar la adherencia al plan
- Determinar la capacidad requerida para cumplir con el objetivo

Para cumplir estos objetivos se seguirá la siguiente metodología de 4 fases representada en la Figura 8:

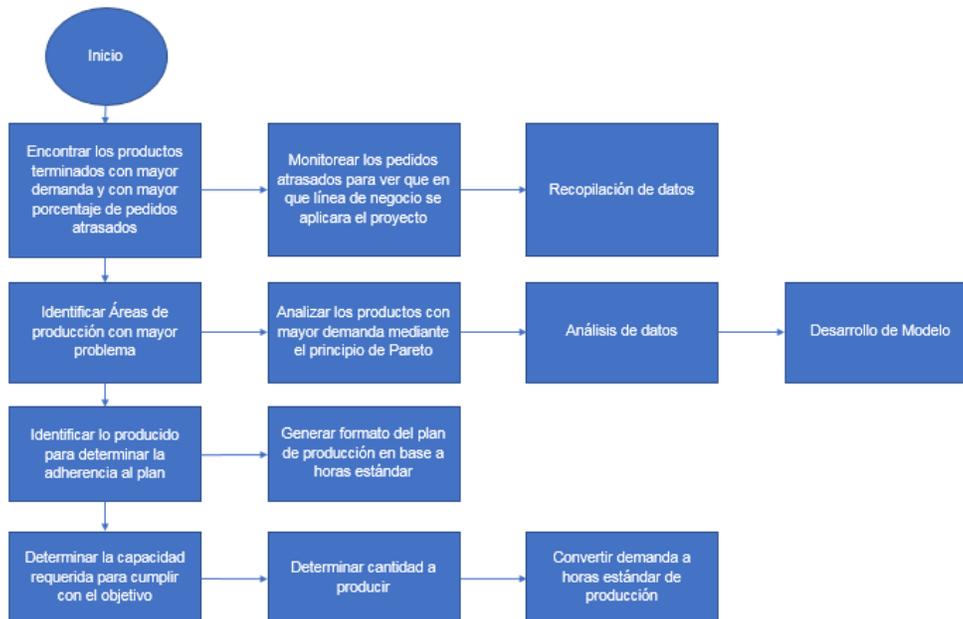


Figura 8. Metodología.

Fuente: Edición Propia

Fase1. Encontrar los productos terminados con mayor demanda y con mayor porcentaje de pedidos atrasados

Debido al comportamiento que se ha presentado durante los periodos a estudiar se identificaran las áreas donde se está presentando mayor oportunidad de mejora con respecto a la planificación de los recursos

Actividad 1.1 Monitorear los pedidos atrasados para determinar que en que línea de negocio se aplicara el proyecto

Se revisará el status promedio de los pedidos atrasados para así determinar qué línea de negocio tiene una afectación mayor en pedidos atrasados, tomando en cuenta el valor en dólares que se tenga en pedidos atrasados

Actividad 1.2 Recopilación de los datos

Para este proyecto la información es obtenida del sistema AS400 (JBA) utilizando como parámetros la demanda del año en curso 2018 así como el status actual la demanda

Donde se seleccionó como filtro:

-Demanda histórica por el periodo 2018; conteniendo la siguiente información:

- Numero de parte del producto Terminado
- Línea de negocio
- Área de producción
- Demanda Actual
- Monto en dinero de los pedidos atrasados

Fase 2. Identificar Áreas de producción con mayor problema

Uno de los puntos más importantes para definir cuales áreas se estudiarán es con base al atraso en pedidos al cliente y cantidad de pedidos abiertos

Actividad 2.1 Analizar los productos con mayor demanda mediante el principio de Pareto para Productos Terminados

Después, se recopiló la información acerca de la demanda de los productos terminados, y con base en la información obtenida, se desarrolló un análisis del principio de Pareto con el fin de determinar aquellos productos que generan mayor impacto sobre las utilidades de la empresa.

Actividad 2.2 Análisis de datos

Al iniciar el análisis de datos fue utilizada la herramienta *SAP* con la función *Plan Load*, que permite analizar el status de los Productos terminados a investigar, obteniendo como resultado de esta función, los parámetros actuales de los Productos terminados tales como: Inventario de seguridad, tiempo de ciclo, pedidos actuales de clientes, inventario en los centros de distribución, cantidad faltante con respecto a los pedidos de ventas.

Actividad 2.3 Desarrollo de Modelo

Utilizando los datos obtenidos se procede a la generación del modelo de producción en el cual se podrá observar la condición de los productos terminados a los que se les tiene que dar prioridad,

El modelo proporciona de manera gráfica si los productos están dentro de los siguientes rangos:

Sin inventario (Sin inventario para los pedidos de cliente)

Inventario Bajo (Mayor que 0 pero por debajo del 75% de cobertura)

Inventario Saludable (>75% de cobertura)

115% a 200% de adherencia

En exceso

También permitirá ver si se tiene producción programada dentro de las categorías anteriores, para así poder tomar acción de hacer una reprogramación del plan de producción, así como el poder tener claro las prioridades del negocio.

Fase 3. Identificar lo producido para determinar la adherencia al plan

Se busca determinar que se está cumpliendo los programas de producción determinados dentro del modelo de la planeación.

Actividad 3.1 Generar formato del plan de producción con base a horas estándar

Se va a generar un formato para el plan de producción donde se pueda monitorear las ordenes de producción con base a las horas disponibles

Fase 4. Determinar capacidad requerida para cumplir con la demanda

Una vez obtenido los datos actuales, así como los datos del comportamiento de la demanda, se puede determinar con base a las horas hombre/máquina la capacidad requerida para estar en cumplimiento con la demanda, aplicando técnicas de optimización de la producción tales como Control de la Producción y Programación de la Producción

Actividad 4.1 Determinar cantidad a producir

Con base al modelo de producción se va a revisar la cantidad necesaria a producir para poder estar dentro de la meta de dólares en pedidos atrasados

Actividad 4.2 Convertir demanda a horas estándar de producción

La demanda obtenida dentro de la actividad 1 va a ser convertida a horas estándar de producción para determinar la cantidad de gente necesaria para cumplir la meta.

Plan de Trabajo

Con base a la metodología presentada anteriormente se definió el siguiente plan de trabajo, ver Tabla 2.

Tabla 2. Plan de Trabajo.

Actividad	Producto entregables	Descripcion del producto
Fase 1	Encontrar los productos terminados con mayor demanda y con mayor porcentaje de pedidos atrasados	
Actividad 1.1	Monitorear los pedidos atrasados para determinar que en que línea de negocio se aplicara el proyecto	Status de las lineas de negocios, cantidad en dolares de pedidos atrasados
Actividad 1.2	Recopilación de los datos	Datos de la demanda historica del 2018
Fase 2	Identificar Áreas de producción con mayor problema	
Actividad 2.1	Analizar los productos con mayor demanda mediante el principio de Pareto para Productos Terminados	Selecccion de materiales con mayor importancia en ventas del 2018
Actividad 2.2	Análisis de datos	Revision de los parámetros actuales que determinan los inventarios de seguridad, tiempo de Ciclo, pedidos actuales de clientes
Actividad 2.3	Desarrollo de Modelo	Resultado del modelo proporciona de manera gráfica el status de los productos terminados con respecto a la demanda
Fase 3	Identificar lo producido para determinar la adherencia al plan	
Actividad 3.1	Generar formato del plan de producción con base a horas estándar	Plan de produccion en base a horas estandar
Fase 4	Determinar la capacidad requerida para cumplir con el objetivo	
Actividad 4.1	Determinar cantidad a producir	Analisis de productos terminados necesarios a producir
Actividad 4.2	Convertir demanda a horas estándar de producción	Demanda en horas de los productos terminados

Fuente: Edición Propia.

Cronograma

Con base al plan de trabajo se definió el cronograma de las actividades para completar el proyecto como se puede observar en la Figura 9, representando las 4 fases junto con sus respectivas actividades y el tiempo en semanas que se requiere para completar el proyecto.

Capítulo 4: Resultados

Resultados

Los resultados que se presentan en el proyecto son con base a la metodología del capítulo 3, donde se dividió en 4 fases con actividades a completar en cada una de ellas.

Como resultado del proyecto fue el desarrollo y aplicación del modelo: “Modelo para la planeación por prioridades” que tiene como propósito facilitar la planeación de la producción, así como la determinación de prioridades, teniendo como consecuencia una producción más eficiente para así poder reducir el monto de los pedidos atrasados.

Los componentes que conforman el Modelo son la línea de negocio, áreas de producción, los productos terminados con mayor demanda definidos en el análisis de Pareto, el Software SAP, la función Plan load, una base de datos de Excel y una representación gráfica de las prioridades a producir, como se muestran en la Figura 10.

Componentes del Modelo

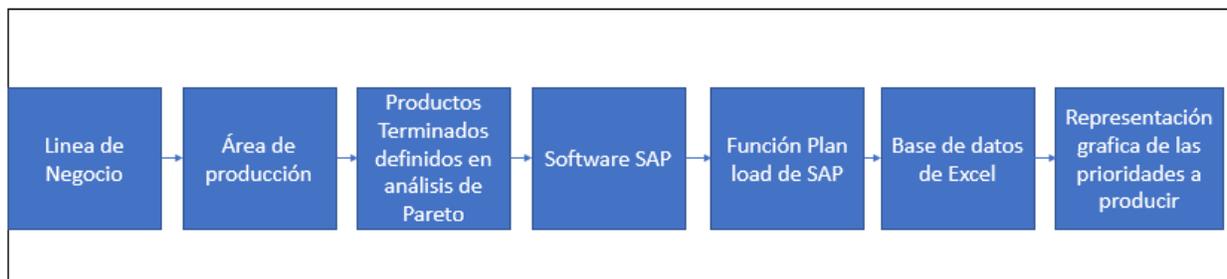


Figura 10. Diagrama de los componentes del Modelo

El Modelo para la planeación por prioridades se debe de revisar cada semana para poder definir la producción requerida para reducir los pedidos atrasados; El modelo toma la información de la base de datos del status actual del inventario de seguridad necesario, pedidos de cliente abiertos en un periodo de 3 semanas de visión, inventario actual y en base a fórmulas clasifica los Productos terminados en rangos de prioridades definidas en la actividad 2.3

El diagrama de flujo para generar el modelo se puede ver en la Figura 11.

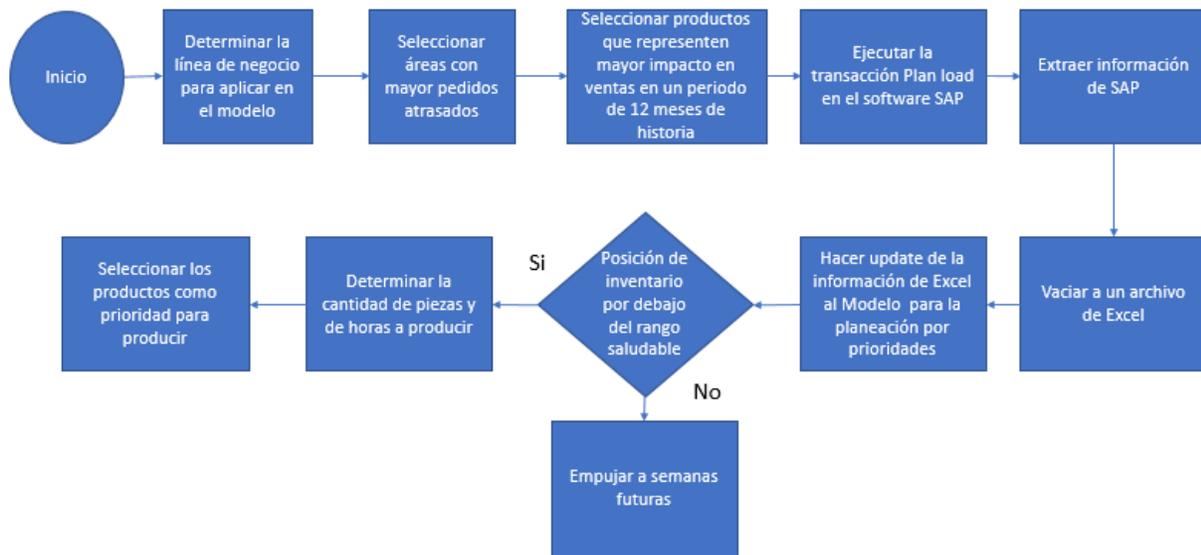


Figura 11. Diagrama de Proceso dentro del Modelo

Los resultados de cada fase se muestran a continuación:

Fase 1. Encontrar los productos terminados con mayor demanda y con mayor porcentaje de pedidos atrasados

Actividad 1.1 Monitorear los pedidos atrasados para determinar que en que línea de negocio se aplicará el proyecto

Lo que se buscó en esta actividad es determinar en donde se aplicaría el proyecto, se logró revisando y monitoreando los pedidos atrasados, identificado las áreas de mayor oportunidad que están dentro de la línea de negocio de *General safety*, las áreas principalmente afectadas son el área de Cascos y el área de *Eye and Face*, el resultado se puede observar en la Figura 12.

		No delivery PD	No delivery PD	No delivery PD	No delivery PD	No delivery PD
	LOB	1/19/2019	1/18/2019	1/17/2019	1/16/2019	1/15/2019
General Safety	Head Protection	582,880	566,536	535,885	558,120	575,361
General Safety	First Aid Products	59,505	57,003	73,769	78,686	74,534
High Risk	Respiratory Protection	243,675	244,086	282,995	284,081	253,747
General Safety	Eye and Face	86,653	82,692	86,889	84,111	80,303
General Safety	Lock-Out-Tag-Out	30,797	19,455	36,514	25,278	29,663
General Safety	HLS Shared Service item	-	-	-	-	-
General Safety	Hand Protection	4,075	4,075	1,503	1,221	1,028
	Grand Total	1,007,584	973,848	1,017,555	1,031,497	1,014,637

Figura 12. Estatus de *Past due* semana 3

Fuente: Edición Propia

En esta figura se representa la suma de los pedidos atrasados de la línea de negocios de *General Safety* que son 763,910 y en *High Risk* 243,675.

Actividad 1.2 Recopilación de los datos

Lo que se buscó en esta actividad es obtener los datos históricos de los productos terminados del periodo del 2018, se logró mediante la extracción del sistema ERP Aplicaciones y productos de sistemas por sus siglas en inglés *SAP - Systems Applications and Products*. Como resultado se vació la información en un archivo de Excel para preparar la elección de la muestra de los datos para aplicar en el proyecto.

La Figura 13. Muestra un ejemplo de los datos de la demanda histórica que se utilizaron para elaborar el principio de Pareto.

Posting Date	Plant	Material	Material Description	Ventas Qty	Ventas Dlls
12/31/2018	4475	010810	WOVEN 7/8 X 3 50/BOX	5	7.17
12/31/2018	4475	0118150	BLUE WOVEN 1X3 BULK 1300/CS	1	33.67
12/31/2018	4475	013061-4454	4454 24 UNIT STL CEE US	5	148.13
12/31/2018	4475	018504-4222	4222 SOFT PAK LARGE NORTH W/ MICRO	2	48.41
12/31/2018	4475	019702-0002L	25P PL NORTH BULK KIT	4	39.85
12/31/2018	4475	019720-0009L	100P CABINET NORTH	5	244.93
12/31/2018	4475	019730-0017L	16U STL NORTH CONSTRUCTION KIT	12	209.96
12/31/2018	4475	019742-0029L	10P PL NORTH BULK CONSTRUCTION KIT	5	31.84
12/31/2018	4475	020020	KNUCKLE BAND 8 PER	20	22.45
12/31/2018	4475	020125	TRIPLE ANTIBIOTIC 10 PER	10	9.27
12/31/2018	4475	020125	TRIPLE ANTIBIOTIC 10 PER	100	92.71
12/31/2018	4475	020445	ADH TAPE, .5" X 2.5 YD, 2 PER	10	12.35
12/31/2018	4475	020618	RESCUE BLANKET 1 PER	45	31.62
12/31/2018	4475	020795	ADHESIVE BDG, PLASTIC, 1"x3", 16PER	40	43.94
12/31/2018	4475	021047	ALCOHOL PREP PADS 10P	20	7.84
12/31/2018	4475	021047	ALCOHOL PREP PADS 10P	10	3.92
12/31/2018	4475	021155	TOPICAL COOLING JEL	80	136.90
12/31/2018	4475	021201X	PVP IODINE WIPES 10 PER	100	104.36
12/31/2018	4475	021202ST	STING RELIEF WIPES 10 PER BOX	100	119.63
12/31/2018	4475	028001	ADH BDG, CLOTH, 1" X3", 16 PER	10	5.26

Figura 13. Datos concentrados en Excel

Fuente: Edición Propia

El resultado de esta actividad fueron los datos de las ventas del 2018, en la figura se muestran las columnas de la fecha del envío, la planta, producto terminado, descripción, cantidad del envío, y el valor en dólares de la venta; Que sirvieron para poder aplicarlos en las siguientes fases.

Fase 2. Identificar Áreas de producción con mayor problema

Actividad 2.1 Analizar los productos con mayor demanda mediante el principio de Pareto para Productos Terminados

Lo que se buscó en esta actividad es conocer que productos representan mayores ventas, se logró mediante el uso del principio de Pareto donde se analizaron los Productos terminados que representaban mayor importancia para las ventas del periodo del 2018, utilizando el % acumulado para enfocar el proyecto en la cantidad de productos terminados que la suma del porcentaje acumulado representan el 80% de las ventas de la planta, como se puede observar en la última columna de la Tabla 3, donde se presentan los primeros 20 productos terminados.

Actividad 2.2 Análisis de datos

Lo que se buscó en esta actividad es revisar los parámetros de los Productos terminados determinados como prioridad dentro del principio de Pareto, se logró el resultado utilizando el software SAP y la función *Plan load*, para monitorear los parámetros actuales que determinan los inventarios de seguridad, pedidos actuales de clientes, inventario en los centros de distribución, que se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Extracto del Plan Load de SAP

Centro de Distribución	Producto Terminado	Descripción	Inventario de Seguridad	Pedidos de cliente	Inventario actual	Producir
4475	010810	WOVEN 7/8 X 3 50/BOX	1,000	56	124	932
4475	010812	FNGERTP LRG WOVEN 25/BOX	861	0	610	251
4475	011360	FINGERTIP "T" WOVEN 100/BOX	133	12	114	31
4475	013940-H5	SWIFT KNUCKLE 40/BX	450	479	0	1,183
4475	16425	SWIFT WOVEN KNUCKLE 100/BX	538	0	176	362
4475	018502-4220	4220 SOFT PACK SMALL NORTH	160	154	0	26
4475	020583	GAUZE PADS, 2" X 2", 6 PER	67	0	0	97
4475	020795	ADHESIVE BDG, PLASTIC, 1"x3", 16PER	2,293	320	30	2,083
4475	021000	BANDAGE COMBO PACK	211	50	10	151
4475	021031	WATER JEL DRESSING 4" X 4"	269	115	0	384
4475	021155	TOPICAL COOLING JEL	292	0	260	32
4475	021600	BIOHAZARD BAG/SCRAPER BBP	0	0	0	30
4475	021602	BIOHAZARD BAGS (2 PER)	545	5	115	435
4475	028105	ELASTIC TAPE 1" X 5YD	960	0	541	491
4475	032170	O/H TAPE ADHESIVE TRI-CUT	1,170	24	396	798
4475	032203	O/H PUMP ANTISEPTIC 2 OZ	706	0	300	406
4475	032525	O/H PAK ALCOHOL WIPES 100 PER	619	0	248	371
4475	048006	TAPE ADHESIVE 1"X 5YD PLSTC SPL	362	0	216	146
4475	049050	BURN JEL, 1/8 OZ PK 25/BOX 6/CS	133	47	0	180
4475	049075	WATER-JEL DRESSING 8X16, 5 PER	52	197	0	252
4475	049076	WATER-JEL DRESSING 4 X 16	4	4	1	7
4475	049077	WATER-JEL DRESSING 4 X 4	6	0	5	1
4475	049085	MUSCLE JEL WJ 1/8oz 96/BX 12BX/CASE	30	0	12	18
4475	121054	CPR MICROSHIELD W/2 PR VNL GLVS	241	0	55	186
4475	121090-H5	CPR FILTERSHIELD 77-100	300	389	0	689
4475	12803V	3" COTTON TIPS 25 PER VIAL	1,149	0	791	358
4475	154818-H5	ALCOHOL WIPES 50'S	2,136	1,525	30	5,348

Fuente: Edición Propia

En la Tabla 4 señalados dentro del recuadro rojo se pueden observar los parámetros principales, obtenidos mediante el análisis de los datos, como lo son el inventario de seguridad requerido, pedidos actuales de los clientes, así como el inventario actual que se utilizan para determinar la cantidad a producir en la última columna, el resultado de esta actividad sirve para vaciar la información dentro del modelo de la actividad 2.3.

Actividad 2.3 Desarrollo de Modelo

En esta actividad se buscó identificar de manera gráfica el status de la posición del inventario y se logró mediante el resultado del modelo que proporciona el status de los

productos terminados con respecto a la demanda, permite clasificar los productos dentro de los siguientes rangos:

- Sin inventario (Sin inventario para los pedidos de cliente)
- Inventario Bajo (Mayor que 0 pero por debajo del 75% de cobertura)
- Inventario Saludable (>75% de cobertura)
- 115% a 200% de adherencia
- En exceso

En la Figura 14 se puede observar cómo se clasificarán los rangos dentro del modelo, resultando cuando se está sin inventario o en exceso

Plant	Item	Description	Safety Stock	Prod Family	Stock Attainment2
4475	010100-4353L	ALL PURPOSE #10 RETAIL FAK	239	General Safety	Inventario bajo
4475	010101-4354L	ALL PURPOSE #25 RETAIL FAK	486	General Safety	Inventario bajo
4475	010810	WOVEN 7/8 X 3 50/BOX	1,000	General Safety	Inventario bajo
4475	010811	KNUCKLE WOVEN 40/BOX	1,000	General Safety	Sin Inventario
4475	010813	FNGERTP WOVEN REG 40/BOX	409	General Safety	Sin Inventario
4475	010819	WOVEN 2" X 3" 25/BOX	401	General Safety	Sin Inventario
4475	010998-4407	4407 24 WH AVOX S'YSTEMS FAK	0	General Safety	Inventario Saludable
4475	011007-4330	4330 16 UN PL CHOCTAW KAUL	0	General Safety	Inventario Saludable
4475	011350	FINGERTIP "T" WOVEN 40/BOX	500	General Safety	Inventario Saludable
4475	011597-1725	1725 16 UN STL AEP NORTH	96	General Safety	En exceso
4475	013058-4344	4344 10U STL KIT PIKE ELECTRIC	0	General Safety	Inventario Saludable
4475	013087-1725A	1725A 16 UN 16 STL	72	General Safety	Sin Inventario
4475	013940-H5	SWIFT KNUCKLE 40/BX	450	General Safety	Sin Inventario
4475	015059B	BLUE DETEC PLASTIC 1X3 100/B	356	General Safety	115% to 200% Adheren
4475	016425	SWIFT WOVEN KNUCKLE 100/BX	538	General Safety	Inventario Saludable
4475	018500-4222	4222 SOFT PACK LARGE NORTH	86	General Safety	En exceso
4475	018501-4221	4221 SOFT PACK MEDIUM NORTH	258	General Safety	En exceso
4475	018502-4220	4220 SOFT PACK SMALL NORTH	160	General Safety	Sin Inventario
4475	018503-4219	4219 SOFT PACK PROMOTIONAL NORTH	253	General Safety	Inventario Saludable
4475	018504-4222	4222 SOFT PAK LARGE NORTH W/ MICRO	96	General Safety	En exceso
4475	018505-4221	4221 SOFT PAK MEDIUM NORTH W/ MICRO	72	General Safety	Sin Inventario
4475	019580-3572	16 WH STD ASST011580 FSHR 3572	0	General Safety	Inventario Saludable
4475	019700-0001L	10P PL NORTH BULK KIT	1,409	General Safety	Sin Inventario

Figura 14. Representación de Rangos de los productos terminados

En la Figura anterior se muestran las columnas de producto terminado, inventario de seguridad, la línea de negocio y la posición del inventario actual, permitiendo tomar decisiones de manera acertada, si se debe expeditar o empujar la producción ya programada.

Por ejemplo:

Se puede observar que *General Safety* está mejorando, al incrementar los Productos terminados en Inventario saludable, ver Figura 15

Rangos	General Safety	High Risk	Grand Total
Sin Inventario	39	15	54
Inventario bajo	31	22	53
Inventario Saludable	239	29	268
115% to 200% Adherencia	12	5	17
En exceso	21	5	26
Grand Total	342	76	418

Figura 15. Clasificación con base a Linea de negocio *General Safety* y *High Risk*

Como parte del objetivo, el modelo permite visualizar en donde está el área de oportunidad y en donde se tienen que enfocar los recursos de producción, señalando que productos se tienen que expeditar, empujar o mantener de acuerdo al plan para incrementar la salida de producto terminado, o si se encuentra en una posición de “Sin inventario” o “Inventario bajo”, ver la Figura 16 y 17.

Rangos	Planner 2	Planner 3	Planner 4	Planner 5	Planner 6	Grand Total
Sin Inventario	28	13	5	8		54
Inventario bajo	20	19	5	9		53
Inventario Saludable	138	23	51	27	29	268
115% to 200% Adherencia	10	4		3		17
En exceso	16	5	3	2		26
Grand Total	212	64	64	49	29	418

Figura 16. Rangos por planeador de producción

Planner	Expeditar	Empujar	Deacuerdo al plan	Grand Total
Planner 2	48	48	116	212
Planner 3	32	13	19	64
Planner 4	10	23	31	64
Planner 5	17	15	17	49
Planner 6		13	16	29
Grand Total	107	112	199	418

Figura 17. Sugerencia del modelo por planeador de producción

En estas figuras se puede observar las sugerencias del modelo donde se debe de dar prioridad a los Productos terminados “Sin inventario” o “Inventario Bajo”, así como si es necesario expeditar o empujar las ordenes de producción.

Fase 3. Identificar lo producido para determinar la adherencia al plan

Actividad 3.1 Generar formato del plan de producción con base a horas estándar

Lo que se busca en esta actividad es poder tener el plan con base a las horas de capacidad disponible, se logró agregando al plan de producción las horas estándar que representan los productos terminados, como se puede observar en la Figura 18.

WO	N/P	Sap Date	Qty	Status	Hrs standa	Total Hrs	MPS	Destino
16098279	020795	2/11/2019	1800	Release	0.0377	67.86	MCE	STO
16103166	020020	2/11/2019	900	Release	0.0377	33.93	MCE	STO
16103168	021020-10	2/11/2019	600	Release	0.0377	22.62	MCE	STO
16098270	010810	2/11/2019	816	Release	0.0187	15.2592	MCH	STO
16103172	021020-25	2/11/2019	400	Release	0.0377	15.08	MCE	STO
16098271	010811	2/11/2019	696	Release	0.019	13.224	MCH	STO
16103221	032170	2/11/2019	756	Release	0.0173	13.0788	MCF	STO
16103176	021645MD	2/11/2019	800	Release	0.0104	8.32	MCE	STO
16098272	016425	2/11/2019	288	Release	0.0281	8.0928	MCH	STO
16098840	021161	2/11/2019	500	Release	0.0094	4.7	MCE	STO
16103163	010813	2/11/2019	244	Release	0.0191	4.6604	MCH	STO
16098841	Z151019	2/11/2019	252	Release	0.0169	4.2588	MCF	STO
16103162	010812	2/11/2019	192	Release	0.0197	3.7824	MCH	STO
16103179	Z24906S	2/11/2019	216	Release	0.0158	3.4128	MCF	STO

Figura 18. Plan de producción representado en horas estándar.

Se puede observar en la Figura 18 las columnas de orden de producción, producto terminado, fecha planeada, cantidad, status, teniendo dentro del recuadro en rojo las columnas principales de la actividad que son horas estándar por pieza y horas estándar totales por la cantidad de la orden, esta información sirve para poder asignar la cantidad de gente necesaria para cumplir con el plan de producción.

Fase 4. Determinar la capacidad requerida para cumplir con el objetivo

Actividad 4.1 Determinar cantidad a producir.

Lo que se busca en esta actividad es revisar los requerimientos de los datos obtenidos durante el análisis, se logró la revisión de los productos terminados dentro del modelo con base los pedidos atrasados y el inventario actual, para determinar la capacidad necesaria requerida para completar la demanda de los pedidos atrasados, permitiendo

a los planeadores de la producción distribuir el personal de la planta y así incrementar la salida de producto terminado

Ver Figura 19 donde se muestra la capacidad requerida por planeador de producción, para la toma de decisiones.

Item	Safety Stock	Prod Family	Stock Attainment2	Cantidad a Producir
010811	1,000	General Safety	Sin Inventario	8
010813	409	General Safety	Sin Inventario	176
010819	401	General Safety	Sin Inventario	441
013940-H5	450	General Safety	Sin Inventario	408
018502-4220	160	General Safety	Sin Inventario	54
018505-4221	72	General Safety	Sin Inventario	102
019700-0001L	1,409	General Safety	Sin Inventario	1006
019709-0005L	59	General Safety	Sin Inventario	98
019740-0027L	76	General Safety	Sin Inventario	4
020125	2,137	General Safety	Sin Inventario	320
021201X	1,064	General Safety	Sin Inventario	265
021202ST	3,593	General Safety	Sin Inventario	120
028001	2,997	General Safety	Sin Inventario	470
049075	52	General Safety	Sin Inventario	196
150910	1,102	General Safety	Sin Inventario	1436
154818-H5	2,136	General Safety	Sin Inventario	159
161617	203	General Safety	Sin Inventario	9
166185	261	General Safety	Sin Inventario	423
171547	153	General Safety	Sin Inventario	82
2108100	527	General Safety	Sin Inventario	95
231209G	454	General Safety	Sin Inventario	86
24906S	1,000	General Safety	Sin Inventario	72
30100K	1,105	General Safety	Sin Inventario	1189
34650H	160	General Safety	Sin Inventario	150
4200L	576	High Risk	Sin Inventario	770

Figura 19. Cantidad a producir por producto terminado

Fuente: Edición Propia.

En la figura anterior se muestran las columnas de producto terminado, inventario de seguridad, línea de negocio, status de la posición del inventario y la cantidad necesaria a producir, esta información es necesaria para la realizar la actividad 4.2

Actividad 4.2 Convertir demanda a horas estándar de producción.

En esta actividad se busca convertir la cantidad necesaria a producir en horas estándar de producción, se logró multiplicando por el estándar unitario para obtener las horas totales de producción.

Item	Safety Stock	Prod Family	Stock Attainment2	Cantidad a Producir	Standard por unidad	Standard Total
010811	1,000	General Safety	Sin Inventario	8	0.01904	0.15232
010813	409	General Safety	Sin Inventario	176	0.01922	3.38272
010819	401	General Safety	Sin Inventario	441	0.019	8.379
013940-H5	450	General Safety	Sin Inventario	408	0.01903	7.76424
018502-4220	160	General Safety	Sin Inventario	54	0.07006	3.78324
018505-4221	72	General Safety	Sin Inventario	102	0.050462	5.147124
019700-0001L	1,409	General Safety	Sin Inventario	1006	0.070777	71.201662
019709-0005L	59	General Safety	Sin Inventario	98	0.06663	6.52974
019740-0027L	76	General Safety	Sin Inventario	4	0.09977	0.39908
020125	2,137	General Safety	Sin Inventario	320	0.009503	3.04096
021201X	1,064	General Safety	Sin Inventario	265	0.028415	7.529975
021202ST	3,593	General Safety	Sin Inventario	120	0.037752	4.53024
028001	2,997	General Safety	Sin Inventario	470	0.009673	4.54631
049075	52	General Safety	Sin Inventario	196	0.115715	22.68014
150910	1,102	General Safety	Sin Inventario	1436	0.01895	27.2122
154818-H5	2,136	General Safety	Sin Inventario	159	0.01867	2.96853
161617	203	General Safety	Sin Inventario	9	0.0241	0.2169
166185	261	General Safety	Sin Inventario	423	0.02327	9.84321
171547	153	General Safety	Sin Inventario	82	0.01784	1.46288
2108100	527	General Safety	Sin Inventario	95	0.01641	1.55895
231209G	454	General Safety	Sin Inventario	86	0.01744	1.49984
24906S	1,000	General Safety	Sin Inventario	72	0.0138	0.9936
30100K	1,105	General Safety	Sin Inventario	1189	0.01903	22.62667
34650H	160	General Safety	Sin Inventario	150	0.07487	11.2305
4200L	576	High Risk	Sin Inventario	770	0.062046	47.77542

Figura 20. Horas totales por planeador de la producción

Fuente: Edición Propia.

Se pueden observar en la Figura 20 las horas totales requeridas para completar la demanda de los pedidos atrasados, al agregar las columnas de horas estándar por pieza y multiplicándolo por la cantidad a producir obtenida de la Figura 19. Esta información es utilizada para el cálculo de horas totales requeridas de personal.

Evaluación de resultados e implementación

La evaluación de los resultados se muestra mediante la tendencia del valor total de los pedidos atrasados, y se puede observar que desde la implementación del modelo se ha visto una mejora significativa a lo largo de las semanas del 2019, ver Figura 21.

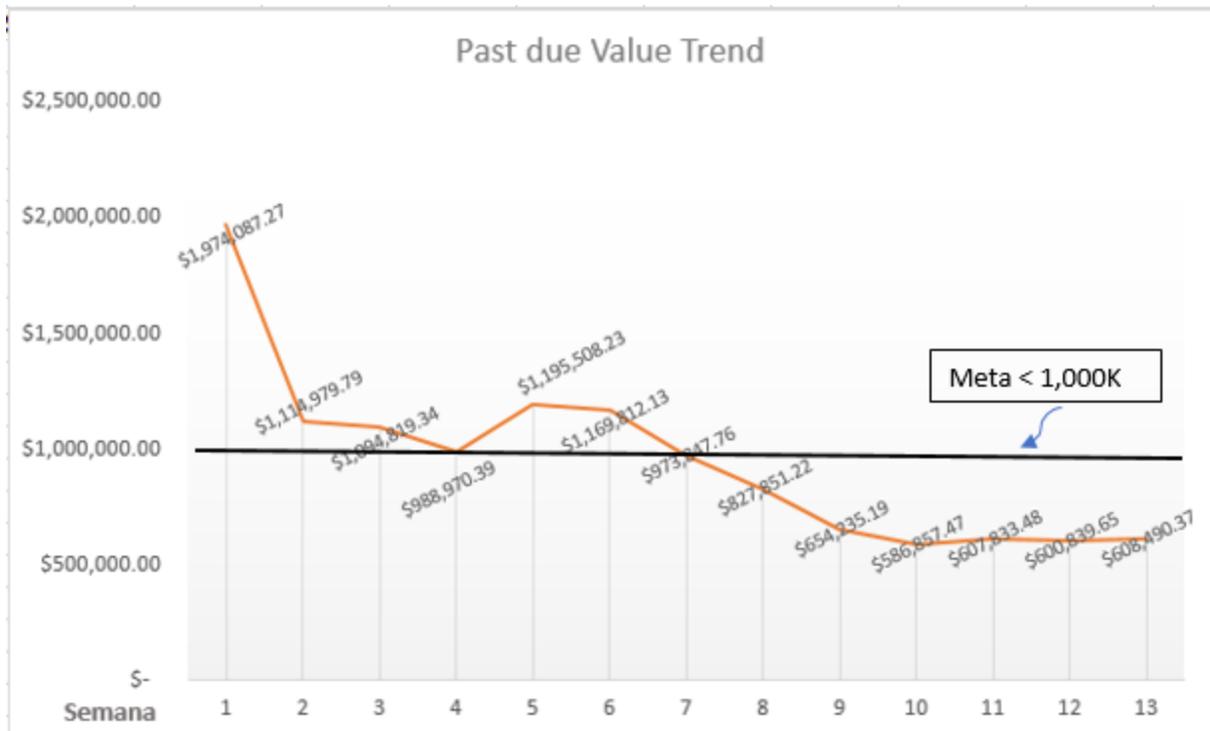


Figura 21. Tendencia del *Past due* por semana del 2019

En esta Figura se muestra una tendencia positiva a la disminución del valor en dólares de los pedidos atrasados por semana del periodo del 2019.

Capítulo 5: Discusión, conclusiones y recomendaciones

El poder tener un modelo de planeación que permita visualizar de manera rápida y oportuna la situación actual y que permita a la compañía tomar decisiones, con respecto a esta para solucionar un problema que está afectando los clientes es una parte fundamental para mantener un nivel de servicio adecuado. Por ello el enfocar el proyecto a el desarrollo de un modelo de planeación que permita reducir los valores de *Past due* resulta relevante para la empresa.

Con base a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

Contar con la información histórica del comportamiento de la demanda en el periodo de tiempo determinado, fue fundamental para la creación del modelo. Debido a que permitió tomar una muestra significativa de la población de productos terminados, enfocando el proyecto a los de mayor impacto hacia la hipótesis establecida.

La aplicación de rangos para clasificar el status de los Productos terminados ayudo a priorizar y administrar de manera eficiente la capacidad de la producción a los productos con mayor importancia.

También es importante tomar en consideración que el mantener inventarios de seguridad puede ayudar a mantener los tiempos de entrega al cliente y el nivel de servicio aun y cuando se requiera una inversión en inventario adicional.

Observando la tendencia del valor en dlls del *Past due* y el % de los rangos de “sin inventario” e “Inventario bajo” se concluye que el objetivo planteado en este proyecto se cumplió al desarrollar e implementar un modelo de producción que permita incrementar la salida de producto terminado y reducir el valor total de los pedidos atrasados.

Podemos relacionar el proyecto con el presentado por Reyes J., Aldas D., Morales L. y Garcia M. (2016), en donde el análisis de la capacidad toma un papel importante y en el que concluyen que se debe mejorar la capacidad con base a criterios de optimización los diferentes indicadores que involucren el uso adecuado de los recursos en el momento de gestionar sus procesos, permitiendo de esta manera elevar su recurso restringido.

Una de las limitaciones del proyecto es que el modelo sugiere al planeador de la producción, las recomendaciones de que productos expeditar y cuales empujar a semana futuras, en los que la capacidad de las áreas y la administración inteligente juegan un papel importante.

Los objetivos de *Honeywell* son principalmente brindar un servicio al cliente donde la satisfacción de sus órdenes entra en un papel muy importante, por lo que la implementación de proyectos enfocados a la mejora con respecto al métrico de entregas es primordial para cumplir con la visión de la planta “Transformar nuestra planta para ser el mejor sitio de *Honeywell* reconocido por nuestros Clientes y Empleados”.

Referencias

Acosta K., Ospino O. y Valencia V. (2016). Diseño de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) para una Microempresa.

<http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.08>

Arredondo, G., Ocampo, K., Orejuela, J. y Rojas, C. (20015). Modelo de planeación y control de la producción a mediano plazo para una industria textil en un ambiente make to order.

Chase, R., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. (2005). *Administración de producción y operaciones para una ventaja competitiva* México, D.F.: McGraw-Hill / Inteamericana Editores, S.A. de C.V.

Chiavenato, I. (1993). *Iniciación a la Planeación y Control de la Producción*. Editorial Magra-Hill, México.

Heizer, R., y Render, B. (1994). *Principles of Operations Management: Building and Managing World Class Operations*.

Heizer, R., y Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. 5ª Ed. Editorial Prentice Hall. p. 276.

Heizer, R., y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones Estratégicas*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Machuca, D., & Antonio, J. (1995). *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: MC Graw Hill.

Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. Editorial Mc Graw Hill, 5ta edición p. 404.

Osorio, O. (1991). La capacidad de producción y los costos., 2ª Edición. Ediciones Macchi, Mac. Graw Hill. p. 34.

Reyes J., Aldas D., Morales L. y Garcia M. (2016). Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado. Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXVII/No. 1/enero-abril/2016/p. 14-23.

Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Horizontes de planeación En: Planeación y control de la producción. Editorial:Mc Graw Hill.

Simhan S., Mcleavey D. y Billington P. (1996). *Planeación de la producción y control de inventarios*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México. Pág. 474.

Tawfik, L. y Chauvel, M. (1992). Administración de la producción. Editorial MacGraw Hill. México Pág. 9.

Tamayo A. y Urquiola I. (2014). Concepción de un procedimiento para la planeación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas. Revista de Metodos Cuantitativos para la economía y la empresa <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=99>.

Velázquez, G. (2009). *Administración de los sistemas productivos*. Editorial limusa S.A. pág. 215.

Vidal C. (2010) Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Programa Editorial, Universidad del Valle.

Wild T. (1997) Best Practice in Inventory Management. John Wiley & Sons, Inc., New York.