

**PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES
PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA**

**Autor
JOSÉ MEZA BELLO**

**Director
GUSTAVO ENRIQUE BOHORQUEZ MANTILLA
Ing. Industrial- *MSc. En Gerencia de Empresas***

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA,
MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, 15 DE MARZO DE 2019**

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	6
PALABRAS CLAVE:	7
INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)	11
3.2. ASPECTOS MÁS IMPORTANTES DEL MRP	13
3.2.1. OBJETIVO	13
3.2.2. ENTRADAS.....	14
3.2.2.1. Plan maestro de producción (PMP)	14
3.2.2.2. Lista de materiales (BOM –Bill Of Materials).....	14
3.2.2.3. Archivo de registro de inventarios.....	14
3.2.3. SALIDAS DEL MRP	14
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS MRP	15
3.3.1. TIPO I	16
3.3.2. TIPO II	16
3.3.3. TIPO III	16
3.4. BENEFICIOS DEL SISTEMA MRP	16
3.5. IMPLICACIONES	17
3.6. FUNCIONALIDADES BÁSICAS DEL MRP Y SU ESTRUCTURA OPERATIVA	18
3.6.1. FUNCIONALIDADES BÁSICAS DEL MRP.....	18
3.6.1.1. Cálculo de requerimientos netos.....	18
3.6.1.2. Definición de tamaño de lote	19
3.6.1.3. Desfase en el tiempo	19
3.6.1.4. Explosión de materiales	19
3.6.1.5. Iteración	20
3.6.1.5.1. Órdenes planeadas	20
3.6.1.5.2. Noticias de cambio	20
3.6.1.5.3. Noticias de excepción	20
3.6.2. ESTRUCTURA OPERATIVA.	21
3.7. MODELOS MRP APLICADOS A EMPRESAS	22
3.7.1. PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP I EN LA EMPRESA EUROPLASTICOS LTDA.....	22

3.7.2. IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO MRP EN UNA PLANTA DE AUTOPARTES EN BOGOTA, CASO SAUTO LTDA.	23
3.7.3. DISEÑO DE UN PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) A UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO PARA EL SECTOR BANANERO.....	24
3.7.4. PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DEL INVENTARIO DE EMPAQUES EN LA EMPRESA AMCOR RIGID PLASTICS ECUADOR S.A.	25
4. APLICACIÓN DEL MRP A UNA EMPRESA MANUFACTURERA.....	26
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	26
4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	26
4.1.2. LÍNEA DE PRODUCTOS DE LA CARPINTERÍA MUÑOZ.....	26
4.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN	27
4.2.1. NOMBRE DEL PROCESO: FABRICACIÓN DE CAMAS SENCILLAS (ECONÓMICAS).	27
4.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	27
4.2.3. VARIABLES DEL PROCESO	30
4.2.3.1. Materiales.....	30
4.2.3.2. Máquinas y Equipos.....	31
4.2.4. FUERZA PRODUCTIVA	31
4.2.5. CAPACIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAMAS SENCILLAS.	31
4.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	32
4.4. PLANEACIÓN AGREGADA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA CARPINTERÍA MUÑOZ.	35
4.4.1. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL DESARROLLO DEL PLAN AGREGADO DE LA PRODUCCIÓN PARA LA CARPINTERÍA MUÑOZ.....	37
4.5. PLANEACIÓN MAESTRA DE LA PRODUCCIÓN PARA LA CARPINTERÍA MUÑOZ.....	40
4.6. PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES	43
4.6.1. ELABORACIÓN DEL PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA CARPINTERÍA MUÑOZ.....	43
4.7. RESULTADOS DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES	48
4.7.1. PLAN DE MATERIALES.	48
<u>5. CONCLUSIONES</u>	<u>50</u>
<u>6. RECOMENDACIONES.....</u>	<u>53</u>
<u>7. BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>54</u>
<u>8. ANEXOS.....</u>	<u>57</u>
ANEXO 1: CAMA SENCILLA	57
ANEXO 2: TABLAS O FONDO	58
ANEXO 3: ALMACÉN DE MATERIALES.....	59
ANEXO 4: SIERRA CIRCULAR.....	59
ANEXO 5: LIJADORA.....	60
ANEXO 6: CEPILLO ELÉCTRICO	61
ANEXO 7: CEPILLO MANUAL	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. MRP con los elementos del control de producción	13
Ilustración 2. Factores de entrada y salida del sistema MRP	15
<i>Ilustración 3. Funciones en un sistema MRP</i>	21
Ilustración 4. Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de camas económicas.....	29
Ilustración 5. Comportamiento de la demanda	34
Ilustración 6. Diagrama de nivel para las partes de la cama sencilla.....	44
Ilustración 7. Diagrama de fabricación y ensamble.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos de operación de 1 cama.....	30
Tabla 2. producción mensual de camas	33
Tabla 3. pronóstico de la demanda de camas para los próximos 4 meses.....	34
Tabla 4. Costo de material usado por unidad de producto terminado.....	37
Tabla 5. Datos generales de producción	38
Tabla 6. Días hábiles para los 4 periodos pronosticados.....	39
Tabla 7. Plan de producción propuesto	39
Tabla 8. Convención de colores.....	41
Tabla 9. Plan maestro de producción	42
Tabla 10. Plan maestro	43
Tabla 11. Lista de materiales	44
Tabla 12. Inventario a la mano.....	46
Tabla 13. Plan de requerimiento de materiales.....	47
Tabla 14. Plan de materiales	49

RESUMEN

En este escrito se analizará el sistema MRP (planeación de requerimiento de materiales) y sus herramientas, determinando su aplicabilidad de conceptos y teoría referente al control de inventarios, delimitando la búsqueda de información sin llegar a sesgar esta, de la misma manera, sintetizar la información obtenida en la búsqueda con el fin de facilitar su análisis, y por tanto dar la apreciación, como resultado del análisis realizado, sobre qué estrategias y herramientas se deben elegir para realizar una buena planeación y control, tanto de materia prima como producto terminado y en proceso.

En la actualidad, las industrias colombianas buscan ser más competitivas, a esto se debe que se interesen por la implementación de posibles estrategias y técnicas que contribuyan a mejorar la productividad y garanticen la calidad de los productos y servicios que brindan.

Se ha visto la necesidad de contar con un buen sistema de planificación de los requerimientos de materiales para el eficiente desarrollo de las operaciones en la industria de la manufactura, por lo que mantener un adecuado nivel de materiales es un factor determinante para lograr este objetivo. Por ello resulta indispensable estimar la cantidad de materiales que serán requeridos en el futuro, lo que debe partir de la demanda esperada de los distintos productos manufacturados por la empresa y de esta manera contribuir con el éxito y garantizar una alta competitividad en el mercado.

El método de trabajo se basa en obtener información a través de la recopilación de proyectos de grado, tesis, libros, artículos publicados en revistas reconocidas, luego se realizará una revisión bibliográfica donde se muestre el conocimiento que se tiene acerca del MRP en la industria manufacturera. De igual manera se presentarán algunos casos en los que se aplicó este sistema y los resultados que tuvieron. Se aplicará el sistema MRP a la carpintería Muñoz ubicada en la ciudad de Pamplona, con el fin de demostrar su aplicabilidad y mostrar los resultados que se pueden lograr, enmarcando el control de inventarios y los tiempos de respuesta.

PALABRAS CLAVE:

Planeación de requerimiento de materiales (MRP), industria manufacturera, inventarios, demanda, carpintería.

INTRODUCCIÓN

El fin de este trabajo es dar a conocer un poco más el MRP, de qué trata, las herramientas que utiliza y los beneficios que logra. Toda empresa debe tener una programación de todas sus actividades y necesidades a satisfacer. Debe establecer una buena planificación de la producción optimizando la capacidad de respuestas para crear y mantener ventajas competitivas sobre sus rivales, lo que exige un adecuado abastecimiento de los insumos de materiales necesarios para cumplir con las órdenes de producción planificadas y tomar una decisión de compra o venta. controlando la disponibilidad necesaria de capacidad de producción, stocks y tiempos de entrega, de esta manera se sabrá la cantidad de artículos que se requieren para elaborar un producto y cuando se deben elaborar.

Con el incremento acelerado de la demanda de productos y servicios a escala global y la internacionalización de los mercados de materias primas y productos finales, es preciso establecer una metodología que permita determinar la cantidad exacta de cada uno de los materiales utilizados en el sistema productivo y cuándo serán requeridos para no incurrir en mayores costos.

La planeación de requerimientos de materiales constituye uno de los elementos fundamentales para lograr este objetivo, en la industria de la manufactura permite la reducción de costos de inventarios de materiales, debido a la minimización de los costos derivados de las órdenes de compra de materiales y sus costos de almacenaje, considerando también los tiempos de abastecimiento. Este documento se desarrolló con el objetivo abordar las dificultades que surgen en los procesos productivos, para lograr satisfacer de manera eficiente y oportuna las necesidades de los clientes y reducir costos innecesarios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El auge del sector manufacturero viene en un significativo crecimiento, siendo motor impulsador del desarrollo económico del país, la evidencia más notable es que la mayor parte del capital generado en nuestro país y un porcentaje extraordinario del empleo está relacionada directa o indirectamente a este tipo de actividades. Por lo cual la planificación en este tipo de empresas busca como eje principal la integración de estas actividades en los niveles de una organización: estratégico, táctico y operativo. Cabe indicar que se tendrán en cuenta diferentes problemáticas, se nombrarán algunas de ellas.

Los problemas de planificación bajo demanda dependiente en las empresas de manufactura, se presentan principalmente en la planificación la capacidad para satisfacer los requerimientos de los clientes, estos parámetros operacionales afectan la planificación: el incumplimiento en las entregas por diversos imprevistos, la sobredemanda, con que la empresa no esté preparada, con los problemas logísticos, falta de recursos y falta de planificación. Entre otros inconvenientes que se puedan presentar, un modelo de la planificación de los requerimientos de las materias ayudara a que estos procesos mejoren.

Con un modelo de MRP se busca facilitar la planeación bajo demanda dependiente, el cual va orientado a la coordinación y aseguramiento de los elementos o componentes dependientes, que puedan recibir los controles pertinentes en todos los procesos operativos.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad uno de los elementos esenciales que toda organización debe tomar en cuenta es la calidad. El sector manufacturero se encarga de elaborar y entregar lo que requieren los clientes en el momento en que lo desean, para así lograr satisfacerlos de la mejor forma posible. En Colombia el sector manufacturero posee una enorme capacidad de crecimiento debido a la enorme cantidad de riquezas que hay en el país, por tal razón se está guiando con nuevas iniciativas para la búsqueda de oportunidades y de nuevos mercados.

Por tal razón es importante que se implante un sistema de planificación de requerimientos de materiales (MRP) en todas las empresas pertenecientes a este sector incluyendo a las más pequeñas. Este escrito dará a conocer cómo un sistema de planeación puede ayudar a realizar las planificaciones tácticas y estratégicas en las empresas.

Como futuro Ingeniero Industrial, se debe ser capaz de innovar, diseñar, planificar, implantar, controlar y operar de manera eficiente las organizaciones, las cuales están constituidas por personas, herramientas, materiales y equipos de información. Con el MRP se puede lograr lo anterior y aportar de manera eficaz al progreso de toda empresa y asegurar el mejor desempeño de los sistemas relacionados con la producción y administración de bienes y servicios, logrando satisfacer las necesidades del cliente.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Planeación de requerimiento de materiales (MRP)

Sus raíces son bastante antiguas. Es importante señalar que en información investigada en internet hacen mención, a que sus inicios se remontan a la segunda guerra mundial, cuando el ejército estadounidense empleo programas especializados para controlar la logística y organización de sus unidades en batalla. Permitiéndoles llevar el control de sus actividades, como el control de inventarios, facturación, pago y administración de nómina.

La planeación de requerimiento de materiales en las empresas surge en la década de 1960. Los primeros sistemas de planificación de necesidades de gestión de inventario se desarrollaron en los años 1940 y 1950. Usando ordenadores centrales para explotar la información de una lista de materiales para un determinado producto terminado en un plan de producción y las compras de componentes¹.

En la década de los 60, Joseph Orlicky, de IBM dirigió los primeros experimentos los cuales los llamo como planeación de requerimientos de materiales o MRP, durante los 80 se convirtió en el paradigma de control de producción en los Estados Unidos, ya durante los 90 se expandió en Latinoamérica. Esta metodología se sigue promoviendo y se va expandiendo hasta nuestros días, como el sistema que ayuda a la operación y a la eficiencia en toda empresa que desee adoptarlo. La planificación de requerimiento de materiales (MRP) es un método bien conocido para la gestión de inventario de artículos de demanda dependientes².

¹ Kurbel, K. E. (2013). *Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management*. New York: Springer.

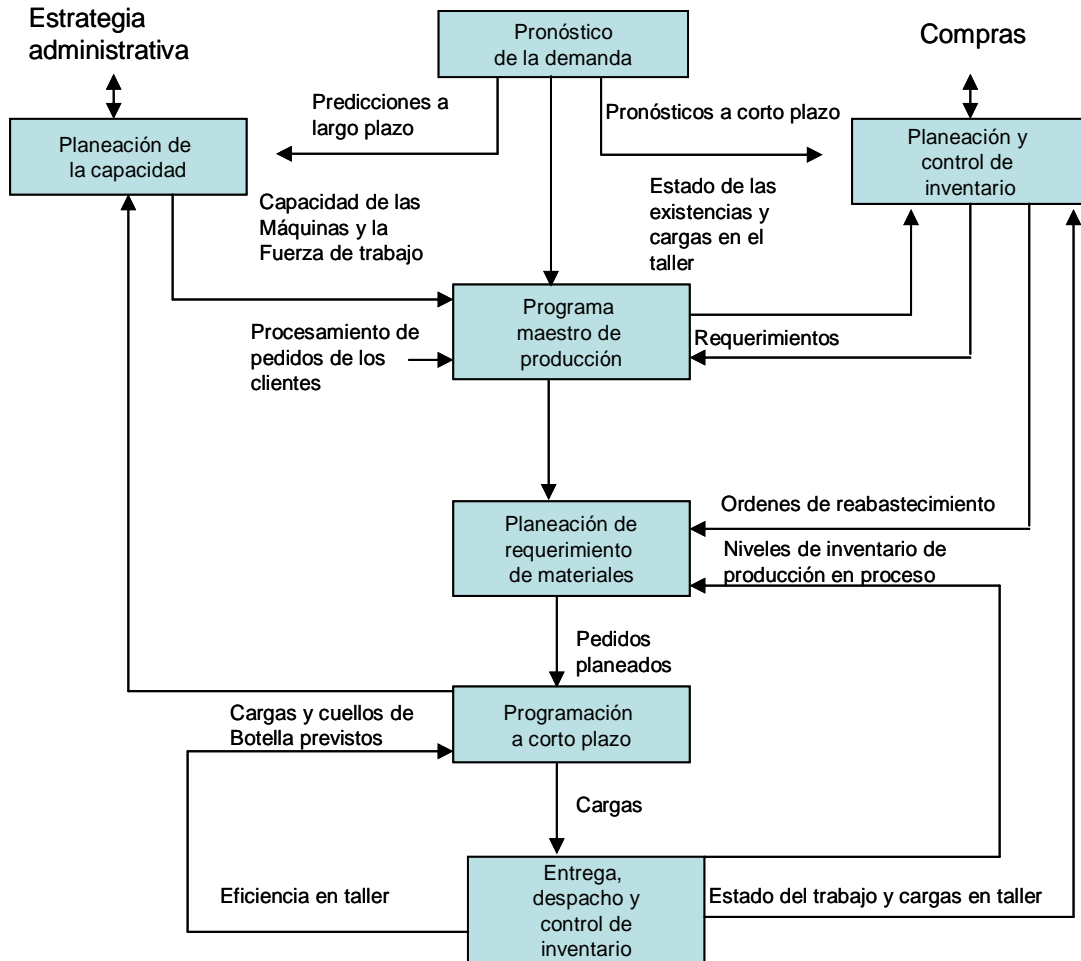
² Rodríguez, J. C. G. (2018). *Modelo MRP en empresas de servicio*. Universidad de San Buenaventura Colombia. Retrieved from https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/5746/1/Modelo_Empresas_Servicio_Rodriguez_2018.pdf

Los productos que presentan demandas de forma independiente básicamente son productos terminados, mientras que los de forma dependiente son casi siempre componentes y subconjuntos que están relacionados con un producto final de una lista de materiales. Por lo tanto, el MRP es un sistema escalonado que suministra información clave para los planificadores que permitirán un mejor desarrollo³.

La planeación de requerimiento de materiales es vital para la gestión del flujo de materia prima. Por lo cual da su fuerza en las empresas que requieren flexibilidad en la secuencia de producción, en la cantidad de producción, así como el momento de proceso de producción.

³ Juang, R. J. y L. S. (1998). Solution methods for material requirement planning with lot size dependent lead times, 76, 201–217.

Ilustración 1. MRP con los elementos del control de producción



Fuente: Dr. Primitivo Reyes Aguilar. (2011). Planeación de requerimientos de materiales (MRP)(pág.6).

3.2. Aspectos más importantes del MRP

3.2.1. Objetivo

El objetivo del MRP es ofrecer una vista más precisa, práctica, y disciplinada para establecer cuáles son los requerimientos de materiales de la empresa,

para lograr este objetivo se deben tener en cuenta una serie de variables, estas se muestran a continuación.

3.2.2. Entradas

Cuando se habla de entradas en la planeación de requerimiento de materiales, se hace referencias al conjunto de informaciones básicas, expuestas a continuación:

3.2.2.1. Plan maestro de producción (PMP)

Este programa determina la cantidad de producto final que será manufacturado, además de establecer el período de tiempo en que se fabricará cada uno de los productos.

3.2.2.2. Lista de materiales (BOM –Bill Of Materials)

Es una descripción precisa de cómo se manufactura cada producto, especificando los componentes que lo integran, las cantidades necesarias de cada uno de ellos para obtener el producto final.

3.2.2.3. Archivo de registro de inventarios

El sistema debe incluir un archivo completamente actualizado del estado real del inventario de cada uno de los componentes que integran los distintos productos manufacturados; con ello se logra tener información precisa sobre la disponibilidad de cada uno de los componentes controlados por el sistema MRP, cantidad disponible, nivel de existencia de seguridad, cantidad asignada y el tiempo de espera de adquisición de cada uno de los artículos.

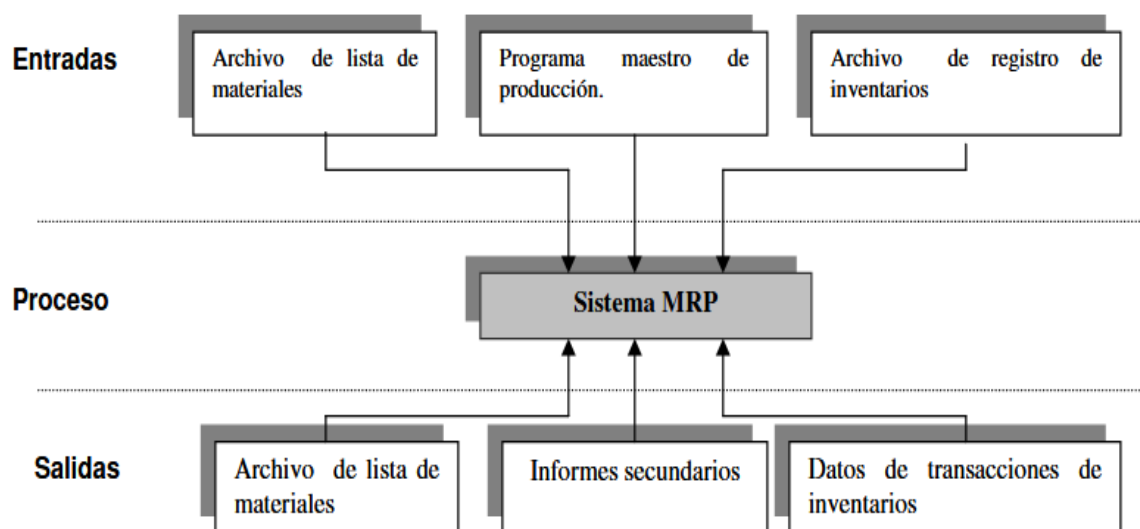
3.2.3. Salidas del MRP

La salida son básicamente recomendaciones sobre cuántas unidades de cada producto, componente, partes o materias primas se requiere. También

para fabricar o ensamblar y cuando emitir la orden de fabricación o compra. Estas son las siguientes⁴:

- Orden de producción.
- Informes de reprogramación debida a cambio en las fechas de vencimiento de las órdenes de producción.
- Informes de cancelación de órdenes.
- Estado de nivel de inventarios de partes y productos.
- Programación de órdenes futuras.

Ilustración 2. Factores de entrada y salida del sistema MRP



Fuente: DELIA, A. C. A. (2005). MRP II EVOLUCIÓN Y DESARROLLO. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.

3.3. Clasificación de los sistemas MRP

Los sistemas MRP, conceptualmente, se entienden de manera sencilla, se pueden utilizar en una gran cantidad de formas similares. Esto conduce a los

⁴ Camacho, M. Á. O. (2010). *Planeación y control de la producción*. UNAD.

tres tipos diferentes de sistemas MRP según (Schroeder en 1992) descritos a continuación:

3.3.1. Tipo I

Es un sistema de control de inventario que no toma en cuenta manufactura y órdenes de compra para las cantidades correctas en el tiempo oportuno para respaldar el programa maestro. Un sistema MRP I es en el que intervienen los tres elementos básicos de información (MPS, BOM y STOCKS) Companys, R. (1989).

3.3.2. Tipo II

Es un sistema de información utilizado para planear y controlar inventarios y capacidades de empresas manufactureras. En este sistema se verifica, si se tiene capacidades disponibles para ejecutar las órdenes que resultan del detalle de partes, pero no realizando un balance o acomodo de estas.

3.3.3. Tipo III

Este sistema MRP tipo III se utiliza para planear y controlar todos los recursos de manufactura, inventarios, capacidad, recursos monetarios, personal, instalaciones y equipos. En este caso el sistema de detalle de partes del MRP también dirige todos los otros subsistemas de planeación de recursos de la compañía.

3.4. Beneficios del sistema MRP

Los beneficios más significativos son:

- ✓ Satisfacción del cliente con incrementos hasta del 40%.
- ✓ Disminución del stock que han llegado en algunos casos al 50% aunque normalmente es de menor cantidad
- ✓ Reducción de las horas extras de trabajo
- ✓ Incremento de la productividad
- ✓ Menores costos, aumento en los beneficios

- ✓ Incremento de la rapidez de entrega
- ✓ Coordinación en la programación de producción e inventarios
- ✓ Rapidez de detección de dificultades en el cumplimiento de la programación
- ✓ Posibilidad de conocer rápidamente las consecuencias financieras de nuestra planificación
- ✓ Planifica las necesidades de aprovisionarse de materia prima (programar inventarios y producción) basado en el plan maestro de producción, como principal elemento

3.5. Implicaciones

- Sólo abarca la producción.
- Surge de la práctica y la experiencia de la empresa (no es un método sofisticado).
- Sistema abierto.
- Difícil implementación.
- Falta de compromiso de alta gerencia.
- Fala de capacitación del personal.

La tarea principal de un sistema MRP es apoyar la planificación de requerimientos de materiales en todos los niveles de fabricación, empezando por el programa maestro⁵.

⁵ Kurbel, K. E. (2013). Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management. New York: Springer.

3.6. Funcionalidades básicas del MRP y su estructura operativa

3.6.1. Funcionalidades básicas del MRP

La lógica del MRP es simple. Su complejidad radica en la cantidad de artículos a administrar y los niveles de materiales con que se cuente. El MRP trabaja sobre la base de dos parámetros básicos del control de producción: cantidades y tiempos. El sistema debe de ser capaz de calcular las cantidades a producir de unidades terminadas, de componentes necesarios y de las materias primas a comprar que permitan, satisfacer la demanda independiente. Además, debe indicar cuándo iniciar los procesos para cada artículo con el fin de entregar la cantidad requerida en la fecha indicada. Para lograrlo el MRP realiza cinco funciones básicas⁶:

3.6.1.1. Cálculo de requerimientos netos

En la planeación de requerimiento de materiales se consideran los requerimientos brutos, obtenidos el Plan Maestro de Producción (MPS), para los productos terminados y los requerimientos para los componentes. A ellos les ésta el inventario disponible (producto terminado y en proceso). Por lo tanto, el resultado es lo que realmente se requiere producir y/o comprar. Un elemento muy comúnmente utilizado al momento de calcular los requerimientos netos es el inventario de seguridad. Puede parecer simple, sin embargo, las implicaciones son grandes, pues se está fabricando algo que no se sabe si realmente se va a utilizar o no. Para justificarlo lo que se hace es engañar al sistema con una demanda adicional. Aunque esto parezca ilógico, está incluido en todo sistema MRP y rompe con el fundamento de la metodología al

⁶ S. N. CHAPMAN, *planificación y controlde la producción*, PRIMERA ED. Mexico: Pearson Educacion, 2006

involucrar elementos de inventarios en un sistema que pretende ser libre de ellos.

3.6.1.2. Definición de tamaño de lote

El objetivo principal es agrupar los requerimientos netos en lotes económicamente eficientes para la planta o el proveedor. Para definir el tamaño de los lotes se utilizan reglas y algoritmos algunas de estas son:

- Lote por lote: cada requerimiento neto es un lote.
- Periodo de orden fijo: agrupa los requerimientos de un periodo fijo (hay que definir dicho periodo).
- Cantidad fija: utiliza EOQ o variaciones del modelo para calcular un tamaño de lote óptimo y ajustar los requerimientos netos a dicho lote.

3.6.1.3. Desfase en el tiempo

Consiste en desfasar los requerimientos partiendo de su fecha de entrega, tomando los tiempos de entrega fijos para establecer su fecha de inicio.

3.6.1.4. Explosión de materiales

Es la parte estructural del MRP, liga la demanda dependiente con la independiente. Para esto se basa en la lista de materiales de cada producto terminado, en donde todos los componentes de un artículo se relacionan en un orden lógico de ensamble. Así, cada requerimiento neto de un artículo de alto nivel genera requerimientos brutos para componentes de más bajo nivel⁷.

⁷ M. C. Guazo and H. C. Marrugo, "DISEÑO DE CASOS REFERENTES A LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN RESUELTOS MEDIANTE DINAMICA DE REDES APLICANDO EL SOFTWARE VENSIM," Universidad de Cartagena, 2008

3.6.1.5. Iteración

Se repiten los cuatro pasos anteriores para cada nivel de la lista de materiales. Y de esta manera se obtienen los requerimientos de cada artículo y componente. Al ejecutar las cinco funcionalidades descritas, el MRP genera tres tipos de documentos de salida:

3.6.1.5.1. Órdenes planeadas

Son las órdenes de trabajo o de compras obtenidas a partir de los cálculos del MRP. Normalmente, una orden incluirá componentes de varios pedidos o requerimientos, correspondientes a varios clientes.

3.6.1.5.2. Noticias de cambio

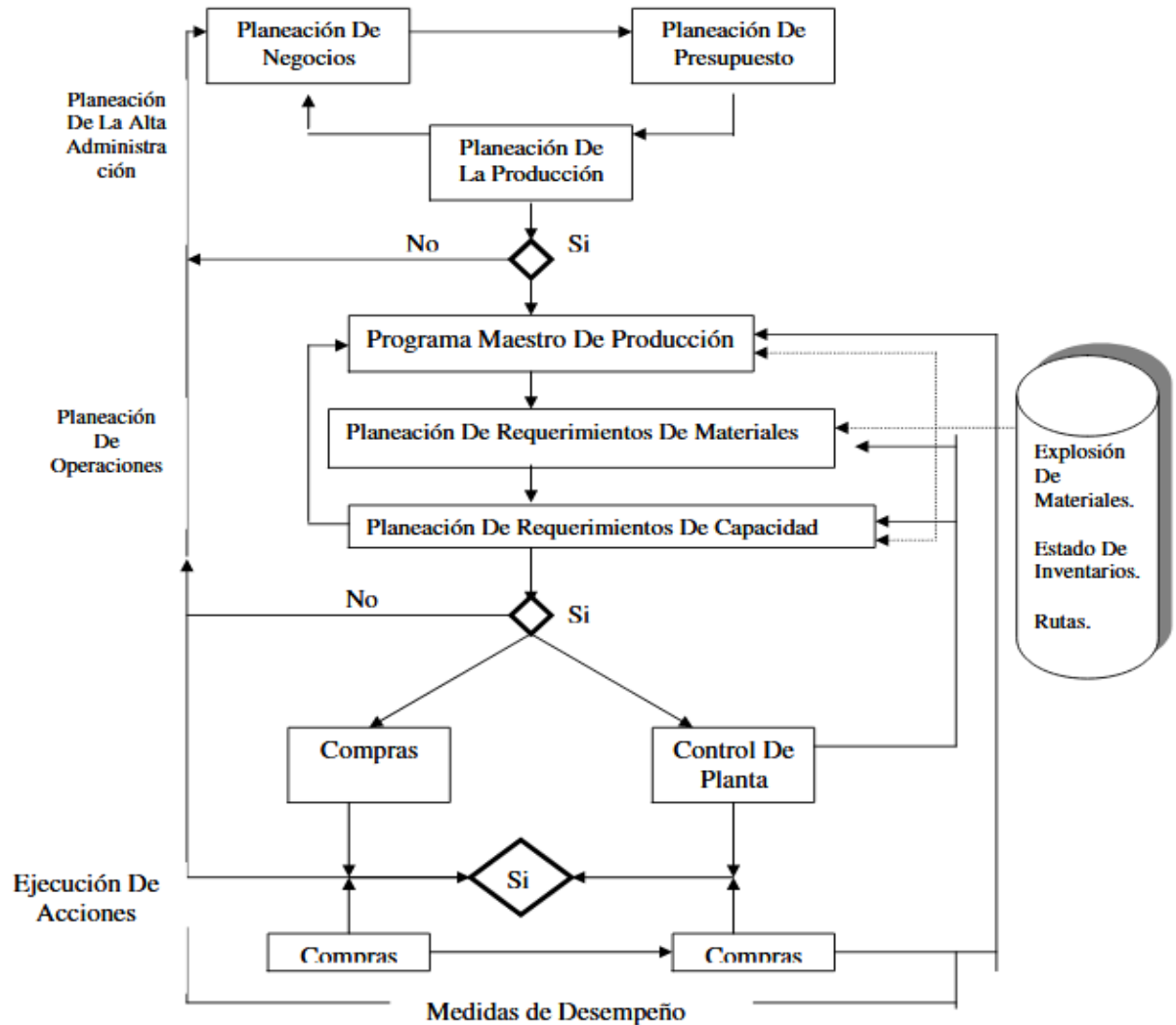
Indican cambios en las especificaciones de trabajos existentes, ya sea en cantidad o tiempo.

3.6.1.5.3. Noticias de excepción

Indican cuándo hay requerimientos que no se pueden cumplir, pues necesitaban haberse iniciado a procesar en el pasado. El planeador de producción debe tomar decisiones sobre estos requerimientos con el objetivo de expedirlos o negociar las fechas compromiso con el cliente⁸.

⁸ A. C. A. DELIA, "MRP II EVOLUCIÓN Y DESARROLLO," UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO, 2005.

Ilustración 3. Funciones en un sistema MRP



Fuente: DELIA, A. C. A. (2005). MRP II EVOLUCIÓN Y DESARROLLO. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.

3.6.2. Estructura operativa.

La implantación y la operación de un sistema MRP es un desafío enorme para la mayoría de compañías, para ser exitosos se requiere de datos exactos, procesar de manera oportuna la información, un MPS realista,

métodos de control y un plan equilibrado para cambios en la producción. Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones operativas básicas:

- ❖ **Exactitud y dependencia de los datos.**
- ❖ **Administración de cambios.**
- ❖ **Regeneración de la programación.**
- ❖ **MRP en punto de reorden.**

3.7. Modelos MRP aplicados a empresas

Como se ha mencionado, la utilización del sistema MRP permite implantar el plan de producción, con el objetivo de satisfacer las necesidades de ventas y a su vez de cumplir las peticiones de compra de todos los insumos y las cantidades exactas de dicho plan de producción. Por esta razón se hace mención sobre la importancia que han tenido los modelos aplicados en las empresas de manufactura, consultados en internet.

3.7.1. PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP I EN LA EMPRESA EUROPLASTICOS LTDA

El problema de la empresa son los altos niveles de inventario en algunas zonas y desabastecimiento en otras, el proceso de entrega de materias primas de almacén a producción, no se proporcionan las cantidades correctas y tampoco se identifican cada uno de los materiales.

En busca de solucionar el problema se implementó diseñar un modelo MRP I para determinar la cantidad de materia prima que se necesita para la fabricación del producto final y con esto poder satisfacer la necesidad del cliente sin quedar mal. Es así que mediante el sistema MRP se ve la aplicación para dar soluciones a las problemáticas que posee esta empresa

para un manejo más eficiente y un mejor abastecimiento de inventario de materia prima⁹.

3.7.2. IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO MRP EN UNA PLANTA DE AUTOPARTES EN BOGOTÁ, CASO SAUTO LTDA.

Es Otro modelo encontrado mediando la investigación. En esta tesis se observan distintas técnicas de la programación de la producción, para optimizar y sistematizar los procesos de planificación y administración de la empresa. Esta tesis surgió con el propósito de seguir una metodología que permitió identificar esas restricciones del sistema de producción, llevándolas a convertir en oportunidades de mejora continua aprovechando así los recursos de producción con los que cuenta la empresa. Por lo cual se realizó un estudio del “sistema operativo donde se identificó cada una de las etapas que intervienen en la producción de autopartes”. Con el objetivo de conocer la situación actual de la empresa. En esta se visualiza tiempos improductivos, donde se buscó el objetivo de implementar un modelo MRP que sirva como incremento de la productividad¹⁰.

Mediante el modelo se logró observar que:

El 25% del tiempo total de operación del primer mes de funcionamiento de la propuesta, corresponde a conceptos de tiempos improductivos los cuales representan un valor de \$5.597,86. Además que la propuesta muestra que Los “indicadores financieros utilizados, muestran que la propuesta desarrollada en este proyecto es económicamente viable, ya que arroja una

⁹ K. G. C. CHASOY and G. H. R. MARTINEZ, “PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP I EN LA EMPRESA EUROPLASTICOS LTDA,” ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL, 2016.

¹⁰ Rodríguez, J. C. G. (2018). *Modelo MRP en empresas de servicio*. Universidad de San Buenaventura Colombia. Retrieved from https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/5746/1/Modelo_Empresas_Servicio_Rodriguez_2018.pdf

TIR de 841%, un VPN (20%) de \$29.188,03, una relación Beneficio/Costo de 7.84 y la inversión necesaria se recupera en un lapso de 0,11 años¹¹.

3.7.3. DISEÑO DE UN PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) A UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO PARA EL SECTOR BANANERO.

El problema principal de la empresa es los “altos niveles de inventario y la gran cantidad de demanda independiente no se pueden cubrir los requerimientos del cliente, es decir hay atrasos de entrega del producto”.

En busca de dar solución al problema se diseñó un modelo MRP para determinar la cantidad de materia prima que se necesita para la fabricación del producto final y satisfacer la necesidad del cliente sin quedar mal. La implementación del modelo MRP ayuda notablemente a disminuir el nivel de inventario final de cada mes analizado, en promedio de los cuatro meses el nivel de inventario disminuye en un 36%, esto se logra haciendo un correcto pedido, es decir, pedir la cantidad necesaria y suficiente para poder cubrir la demanda dependiente e independiente, cabe recalcar que, en los resultados obtenidos, se respetó una cantidad de stock de seguridad. Es así entonces que mediante el modelo MRP se ve la aplicación para dar soluciones a las problemáticas que posee esta empresa para un manejo más eficiente y un mejor abastecimiento de inventario de materia prima.¹²

¹¹ A. F. B. Saldarriaga and N. D. Gaitan, “Implementación de un modelo MRP en una planta de autopartes en Bogotá caso Sauto LTDA,” Univerdad Pontificia Javeriana, 2004.

¹² L. J. Estrella and M. L. Tenemaza, “DISEÑO DE UN PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) A UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO PARA EL SECTOR BANANERO,” Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2012.

3.7.4. PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DEL INVENTARIO DE EMPAQUES EN LA EMPRESA AMCOR RIGID PLASTICS ECUADOR S.A.

El principal problema en esta empresa es que en ocasiones se quedaba sin materia prima en las bodegas y los altos niveles de inventario de producto terminado.

Con el desarrollo de la herramienta basada en la metodología MRP se busca la eliminación de rupturas de inventario, es decir, evitar que las existencias en bodega lleguen a cero, también, procurar no mantener excesivos niveles de empaques almacenados, debido a que estarían expuestos a deterioros y no podrían ser utilizados dentro de los procesos productivos de la compañía. Con la implementación de la metodología Planeación de Requerimiento de Materiales se logró gestionar y controlar el inventario de empaques dentro de la organización¹³:

- Abasteciendo oportunamente a las líneas de producción (Inyección y Soplado).
- Detectando rápidamente posibles dificultades que provocaran el cumplimiento de la producción programada.
- Generando cronogramas de abastecimiento de materiales de empaque para los proveedores de la empresa.
- Organizando oportunamente las áreas de almacenamiento para materiales de empaque.

En conclusión, se observa como un sistema MRP puede optimizar la productividad y ayuda a reducir costos a las empresas¹⁴.

¹³ A. D. O. Sandoval, "Planeación de Requerimiento de Materiales para la gestión y control del inventario de empaques en la empresa Amcor Rigid Plastics Ecuador S.A.," universidad politecnica saleciana, 2014.

¹⁴ T. Grabner, "Operations Management," *Springer*, 2014.

4. Aplicación del MRP a una empresa manufacturera.

4.1. Descripción de la empresa

4.1.1. Descripción general

La carpintería Muñoz se encuentra ubicada en el centro de la ciudad de Pamplona, es una empresa familiar la cual se creó en 1990, con el fin de proveer productos de calidad y a precios accesibles a la población de esta ciudad, utilizando mano de obra y materia prima local, la carpintería ha sabido aprovechar la gran población fluctuante que tiene esta ciudad, producto de las temporadas estudiantiles de la UNIPAMPLONA, incrementando considerablemente sus ventas en estos periodos.

4.1.2. Línea de productos de la carpintería Muñoz

Muñoz elabora diversos productos en madera seca e inmunizada y trípex, los cuales varían en forma y diseño de acuerdo a las necesidades de los clientes. Estos son:

- Puertas (principal, de paso, cocina, alcoba, baño)
- Cocinas
- Muebles bajo diseño (sillas, mesas de centro, muebles para Tv, repisas)
- Ventanas
- Camas
- Muebles de baño
- Closets y escaparates

4.2. Proceso de producción

4.2.1. Nombre del proceso: Fabricación de camas sencillas (económicas).

Dentro de los diferentes procesos productivos presentes en la carpintería Muñoz, se eligió el proceso de elaboración de las camas sencillas en madera, debido a que es este producto es uno de los que mayor demanda presenta.

4.2.2. Descripción del proceso.

El tipo de producción de las camas en madera, es por ensamblado; este tipo de producto está formado por módulos o partes. El tipo de proceso empleado en la elaboración de las camas es de flujo en serie continua, ya que sigue una secuencia de operaciones establecidas por características del producto.

El proceso inicia con la aprobación y aceptación de la orden de producción por parte del dueño, se da fin al proceso cuando el producto final ha sido empacado para su posterior entrega. Con base en una orden de producción se procede a seleccionar y cortar la cantidad de madera necesaria para obtener el producto final.

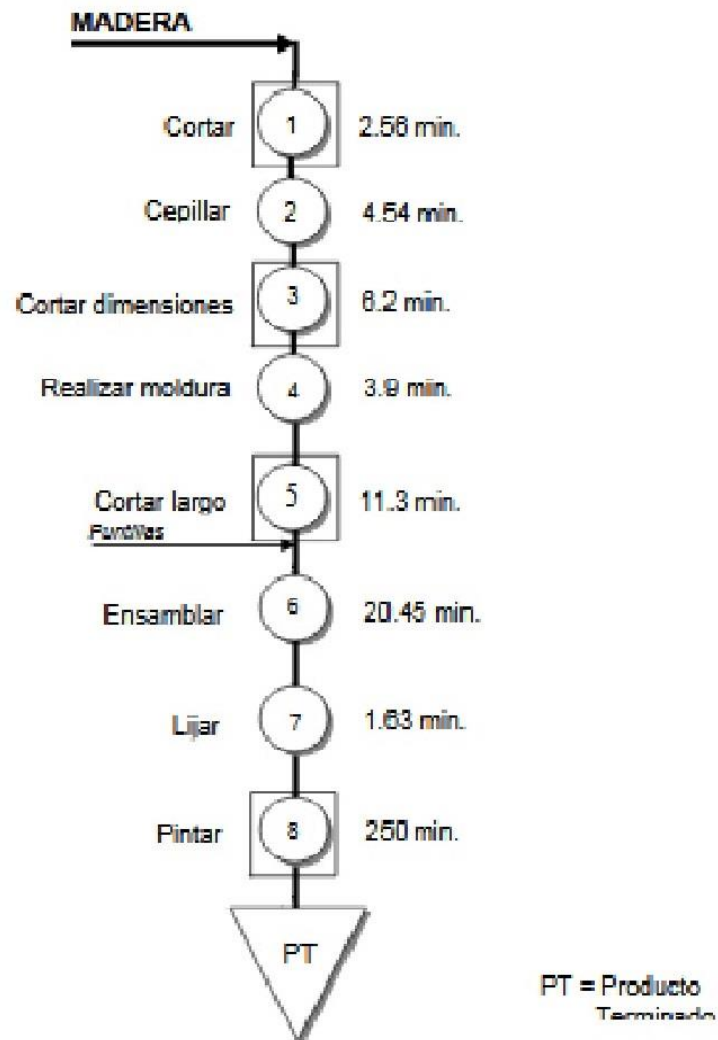
La madera no llega a la empresa en condiciones adecuadas, presenta grietas y curvas en su constitución, por lo que se hace indispensable pasarla por la maquina cantadora donde dos cuchillas niveladoras permiten obtener la superficie plana que se requiere en la madera.

La operación siguiente es la de cortar la madera con las medidas necesarias, esta operación es realizada en la máquina sinfín. Luego se calibra el espesor del conjunto de piezas que hacen parte del producto final, esto se hace con la ayuda de un cepillo.

Ahora por medio de una sierra circular se consigue el ancho exacto de las piezas. Las que harán parte de los travesaños, piecero y cabecera.

Estando las tres partes ya armadas se procede con el acabado final; con una lijadora se homogeniza la superficie y con una lija manual son eliminados los residuos del pegante usado en el momento del ensamble. Posteriormente es aplicada una capa de laca catalizadora que permitirá un secado más rápido al momento de aplicar la pintura; se aplica la primera capa de pintura y luego con una lija muy fina se acaba de lijar toda la superficie, después se aplican dos capas más de pintura y por último se empaca el producto final para así ser entregado.

Ilustración 4. Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de camas económicas



Fuente: Autor basándose en información proporcionada por la empresa.

Tabla 1. Tiempos de operación de 1 cama

Operación	Tiempo total de operación (min.)
Cortar	2,56
Cepillar	4,54
Cortar dimensiones	6,2
Realizar moldura	3,9
Cortar largo	11,3
Ensamblar	20,45
Lijar	1,63
Pintar	250
Total	298,58

Fuente: Autor basándose en información proporcionada por la empresa.

4.2.3. Variables del Proceso

4.2.3.1. Materiales

En el proceso de elaboración, la empresa utiliza materia prima nacional, aprovechando al máximo los recursos locales disponibles. La madera es la única materia prima empleada en el proceso de producción. El dueño Teniendo en cuenta el consumo semanal de la madera, decide cuándo y en qué cantidades debe ser ésta obtenida. En la compra de la madera no se cuenta con un proveedor específico.

Al ser recibida la materia prima en la empresa, es llevada al área de aserradero donde se determina la calidad y en qué productos debe ser empleada, es aquí donde comienza a ser procesada.

Como insumos para la elaboración de las camas se tienen:

- Pegante

- Elementos de fijación: (Puntillas, Tornillos con tuercas y arandelas)
- Tintes y pinturas
- Abrasivos (lijas)

4.2.3.2. Máquinas y Equipos

En el proceso de elaborar camas se suelen usar varias máquinas, pero las principales empleadas en el proceso son:

- Sin fin o circular plana
- Cepillo
- Lijadora

4.2.4. Fuerza productiva

En la actualidad la carpintería Muñoz, cuenta con 3 operarios que laboran de lunes a viernes con turnos de 8 horas además tienen dos descansos de 15 minutos uno en la mañana y otro en la tarde, uno de los tres es el dueño y administrador. Es el encargado prácticamente de todo incluyendo las asignaciones laborales, las compras de materias primas y las ventas de productos terminados.

4.2.5. Capacidad del proceso de producción de camas sencillas.

Al hablar de capacidad se hace referencia a la cantidad por unidad de tiempo, que se puede obtener en el proceso utilizando al máximo los recursos disponibles. Cabe aclarar que esto sería un valor teórico pues en ningún caso el rendimiento de los recursos será el cien por ciento, dado que siempre habrá situaciones que impidan alcanzar ese objetivo¹⁵.

¹⁵ C. B. Pérez, *Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas.*, 1st ed. Bogotá: ECOE Editores, 2002.

Se ha considerado el tiempo total que tarda un trabajador en hacer una cama, para definir la unidad de capacidad. En este caso es 298.58 min, es decir, 4.97 hrs.

Ecuación 1. Tasa de producción

$$\text{tasa de produccion} = \frac{(7,5 \text{ hr/dia})(60\text{min/hr})}{298.58\text{min/cama}} = 1.50\text{camas/dia}$$

Como la empresa no produce unidades fraccionadas la tasa de producción es de 1 cama por día. Como la carpintería Muñoz cuenta con 3 operarios la tasa de producción diaria es de 3 camas.

4.3. Pronóstico de la demanda

Para la proyección de las ventas de las camas ofrecidas por la empresa a sus clientes, se tomaron las demandas reales del producto para los últimos (22) meses.

Los datos de la demanda de las camas, fueron obtenidos de los registros de confirmaciones de las ventas, y la demanda de los periodos 23-26 fue realizada por el autor del proyecto, teniendo en cuenta el pronóstico del propietario basándose en la experiencia de años anteriores. las ventas reales son mostradas a continuación (ver tabla 2).

Tabla 2. producción mensual de camas

AÑO	PERIODO	MES	DEMANDA
2017	1	Enero	11
	2	Febrero	43
	3	Marzo	6
	4	Abril	4
	5	Mayo	3
	6	Junio	7
	7	Julio	2
	8	Agosto	37
	9	Septiembre	9
	10	Octubre	3
	11	Noviembre	5
	12	Diciembre	17
2018	13	Enero	8
	14	Febrero	39
	15	Marzo	8
	16	Abril	4
	17	Mayo	6
	18	Junio	2
	19	Julio	3
	20	Agosto	34
	21	Septiembre	8
	22	Octubre	4

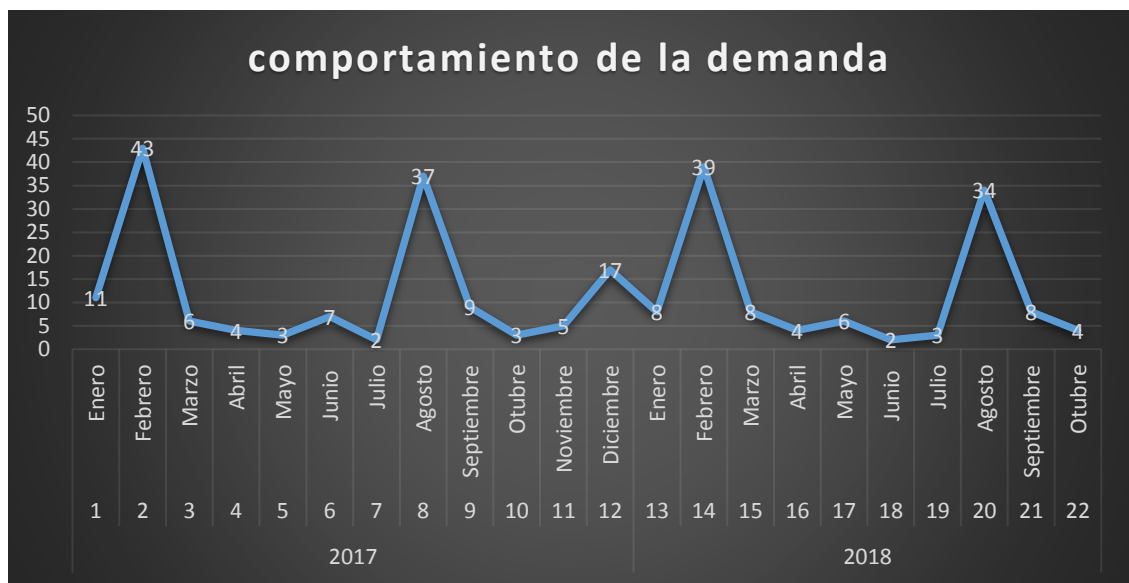
Fuente: Autor basándose en información proporcionada por la empresa.

Al efectuar un análisis detallado al comportamiento de la demanda de las camas en la carpintería Muñoz (Ilustración 5), se puede notar que los datos mensuales, están contenidos en estaciones semestrales, es decir, el

comportamiento de la serie de tiempo presenta variación cíclica o estacional cada seis meses.

Esto puede deberse a que los clientes potenciales a adquirir este producto son los estudiantes de la UNIPAMPLONA y los meses de mayor venta serán los meses en los que la universidad inicie labores académicas.

Ilustración 5. Comportamiento de la demanda



Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 3. pronóstico de la demanda de camas para los próximos 4 meses

AÑO	PERIODO	MES	DEMANDA
2018	23	Noviembre	4
	24	Diciembre	11
2019	25	Enero	9
	26	Febrero	40

Fuente: Autor del proyecto basado en información suministrada por el propietario

Debido a que no se tiene información certera acerca de las estrategias futuras de ventas no se puede establecer como afectarían estos cambios al pronóstico propuesto para los 4 meses analizados. Por esto se tomó como base sólo el diagnóstico actual de la empresa, se espera que los cambios sean poco significativos.

4.4. Planeación agregada de producción para la empresa carpintería Muñoz.

La planeación de operaciones se centra en el volumen y en el tiempo de producción de los productos, la utilización de la capacidad de las operaciones, y establecimiento de un equilibrio entre los productos y la capacidad entre los distintos niveles para lograr competir adecuadamente¹⁶.

En muchos casos las ventas siguen pautas propias del mercado que no tienen por qué coincidir con la evolución de la capacidad de la empresa. Las ventas muchas veces se presentan en períodos fuertes, como es el caso de la carpintería Muñoz cuando existen picos de demanda, hay al menos dos estrategias que es posible realizar:

- ✓ Producir de forma regular, se generan fuertes cantidades de inventarios en los periodos donde la demanda es baja y su contraparte es no poder cumplir con algunos pedidos en los momentos de demanda alta. Teniendo costos de producción mínimos, pero elevados costos financieros y comerciales¹⁷.
- ✓ Producir justamente lo que se demanda, se tendrá infrautilizada la capacidad de la planta en épocas de baja demanda, dándose una

¹⁶ C. B. Pérez, *Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas.*, 1st ed. Bogotá: ECOE Editores, 2002.

¹⁷ R. CARRO, *INVESTIGACION DE OPERACIONES EN ADMINISTRACION*, 2nd ed. Mar del plata: Pincu, 2007

fuerte desocupación, y existirán otras épocas en que será preciso realizar horas extraordinarias, emplear mano de obra eventual y, en ciertos casos, subcontratar trabajo en el exterior; en definitiva, incurrir en mayores costos de producción.¹⁸

Cada plan de producción que sea considerado supone un costo diferente. los costos necesarios a considerar son:

- **Costos básicos de producción.** Son los costos fijos y variables causados al producir un tipo de producto determinado en un periodo determinado. Están incluidos los costos de mano de obra y la compensación regular al igual que aquella por tiempo extra¹⁹.
- **Costos asociados con los cambios en la tasa de producción.** Los costos típicos de esta categoría son aquellos que están implicados en la contratación, la capacitación y el despido del personal²⁰.
- **Costos del mantenimiento del inventario.** El principal componente es el costo de capital vinculado al inventario. Otros componentes son el almacenaje, impuestos, desperdicios y la obsolescencia²¹.
- **Costos de los pedidos pendientes de cumplimiento.** Normalmente incluyen los costos de expedición, la pérdida de ingresos por ventas resultantes de los pedidos pendientes de cumplimiento²².

¹⁸ F. R. O. JACOBS and R. B. CHASE, *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*, 13th ed. Mexico: Mc Graw Hill, 2013

¹⁹ R. A. R. MEDINA, *SISTEMAS DE COSTO un proceso para su implementación*, 1st ed. Manizales: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia, 2007

²⁰ E. J. Arnoletto, *ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMO VENTAJA COMPETITIVA*. 2007

²¹ *Ibíd* E. J. Arnoletto (2007)

²² *Ibíd* R. A. R. MEDINA (2007)

4.4.1. Información Requerida para el Desarrollo del Plan Agregado de la Producción para la carpintería Muñoz

Con el fin de desarrollar un adecuado plan para la planeación de la producción, se hace necesario conocer los criterios organizacionales manejados.

- Contratación de personal. La empresa realiza contratos a término fijo, por lo que su fuerza laboral es constante.
- Inventario de producto final. La empresa no maneja niveles de inventario de producto final, ya que trabaja bajo pedido.
- Costos de materia prima. Se utilizaron los costos de los materiales causados en el mes de septiembre, ya que son éstos los más recientes al momento de realizar el estudio. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Costo de material usado por unidad de producto terminado

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL\$
Laca catalizada brillante	0,18	Gal	32900	5922
Sellador catalizado	0,1	Gal	14900	1490
Madera	20	pie	1250	25000
Puntilla 1 1/2	0,5	libra	2800	1400
Lija N° 120	0,5	Unidad	1500	750
Lija N° 150	1	Unidad	1500	1500
Carpincol M = 60	0,014	Gal	50850	711,9
Tintilla Miel	0,083	Gal	14200	1178,6
Thiner	0,006	Gal	9900	59,4
TOTAL, MATERIALES				38011,9

Fuente: Autor del proyecto basándose en información manejada en la empresa

- Costo de mano de obra: (\$781.242 mes, \$3.255 hora, \$4.394hora extra) por operario.

Para poder realizar la estrategia de planeación agregada, es necesario hacer uso de las cantidades de camas a elaborar, calculadas anteriormente. (Ver tabla 3) Las estrategias para la planeación de la producción implican transacciones entre el tamaño de la fuerza laboral, las horas de trabajo, el inventario y el volumen de trabajo atrasado. se optó por hacer uso de una estrategia que permite producir para satisfacer la demanda utilizando una fuerza laboral constante en el tiempo regular y tiempo extra para satisfacer los requerimientos de producción adicionales²³.

Tabla 5. Datos generales de producción

DATOS INICIALES	
Mano de obra	3
Nivel de inventario producto final	0
Horas laborales requeridas (Hr. /und)	4.97
Jornada laboral (Hr. / día)	8
Costos materiales por unidad de producto final \$	38011,9
Costo mano de Obra (\$ / Oper.)	781.242

Fuente: Autor del proyecto

²³ R. D. la F. Gallegos, "DISEÑO DE UN MODELO DE PLANEACIÓN AGREGADA PARA LAS PRESTACIONES MÉDICAS EN EL HOSPITAL CLÍNICO HERMINDA MARTÍN DE CHILLÁN," Universidad del Bío-Bío, 2009

Tabla 6. Días hábiles para los 4 periodos pronosticados

AÑO	PERIODO	MES	DÍAS HÁBILES
2018	23	Noviembre	20
	24	Diciembre	20
2019	25	Enero	21
	26	Febrero	20

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 7. Plan de producción propuesto

PLAN DE PRODUCCIÓN: FUERZA LABORAL CONTANTE, TIEMPO EXTRA					
MES	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	
DÍAS HÁBILES POR MES	20	20	21	20	
HORAS DE PRODUCCIÓN DISPONIBLES	480	480	504	480	
PRODUCCIÓN DE TURNO NORMAL	60	60	63	60	
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	4	11	9	40	
UNIDADES DISPONIBLES ANTES DEL TIEMPO EXTRA	56	49	54	20	
UNIDADES DE TIEMPO EXTRA	0	0	0	0	
COSTO DEL TIEMPO EXTRA	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTO DEL TIEMPO REGULAR	\$ 1.562.400,00	\$ 1.562.400,00	\$ 1.640.520,00	\$ 1.562.400,00	\$ 6.327.720,00
				COSTO TOTAL	\$ 6.327.720,00

Fuente: autor del proyecto basado en información manejada por la empresa

Al realizar un análisis del plan final de producción (ver tabla 7), se puede observar que no será necesario trabajar tiempo extra durante ninguno de los meses, puesto que los tres trabajadores con que cuenta la empresa cumplen con la demanda esperada. De esta manera se tiene un costo total de \$6,237,720 para el plan de producción a mediano plazo propuesto a la empresa.

Es muy importante recalcar que para implementar de manera exitosa el plan, es necesario tomar en cuenta muchos factores que pueden hacer variar los niveles de oferta y demanda, entre los principales se encuentran, la

disponibilidad de la madera y el poder adquisitivo de los clientes; también se deben tener en cuenta los recursos a ser utilizados a través de la planeación agregada, en donde estos sistemas de planeación y programación de las operaciones darán cohesión a las actividades de producción y estarán dirigidas a asegurar la eficiencia competitiva de la empresa.

4.5. Planeación maestra de la producción para la carpintería Muñoz

El objetivo de la planeación maestra de la producción para carpintería Muñoz, es posibilitar la ejecución del plan agregado a través de la determinación de la cantidad neta de productos que hay que producir en determinado periodo de tiempo, considerando la capacidad de producción de la planta. El plan maestro, sirve como base para la producción, se debe confeccionar en las mismas unidades que se realiza la producción. Al desarrollar un plan maestro de producción, debe tenerse en cuenta la naturaleza del producto y el mercado. Normalmente se identifican tres tipos de entornos producto – mercado relacionados con el plan maestro, producción para inventario (PPI), producción por pedido (PPP) y ensamble por pedido (EPP)²⁴.

La empresa tiene un tipo producción por pedido; no maneja un inventario de producto terminado y las órdenes de los clientes se surten atrasadas. Se estipula con el cliente una fecha de entrega para cada producto, se coloca el artículo final en el programa maestro. La producción no comienza hasta que se tiene el pedido.

²⁴ J. A. C. Arenas, "MODELO DE UN SISTEMA MRP CERRADO INTEGRANDO INCERTIDUMBRE EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA, DISPONIBILIDAD DE LA CAPACIDAD DE FABRICACIÓN E INVENTARIOS," UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2007

El plan maestro de producción ha sido desarrollado para los meses, noviembre, diciembre del año 2018 y enero febrero de 2019, teniendo en cuenta las apreciaciones de demandas correspondientes a estos.

Con el fin de lograr una fácil interpretación del plan maestro de producción, se hizo uso de la convención de colores mostradas a continuación. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Convención de colores

	Dia festivo
	Producción de las cantidades indicadas
	No hacen unidades del producto

El plan maestro de producción para las camas en la carpintería Muñoz, fue desarrollado de la siguiente manera. (Ver tabla 9)

Tabla 9. Plan maestro de producción

Programa maestro de producción					
Semana 1: Del 1-2 De Noviembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
				3	1
Semana 2: Del 5-9 De Noviembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 3: Del 12-16 De Noviembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 4: Del 19-23 De Noviembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 5: Del 26-30 De Noviembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 6: Del 3-7 De Diciembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	3	3	3	2	
Semana 7: Del 10-14 De Diciembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 8: Del 17-21 De Diciembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 9: Del 24-28 De Diciembre					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 10: Del 31 De Diciembre - 4 Enero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
			3	3	3
Semana 11: Del 7-11 De Enero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 12: Del 14-18 De Enero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 13: Del 21-25 De Enero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 14: Del 28 De Enero - 1 De Febrero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
					3
Semana 15: Del 4-8 De Febrero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	3	3	3	3	3
Semana 16: Del 11-15 De Febrero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	3	3	3	3	3
Semana 17: Del 18-22 De Febrero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	3	3	1		
Semana 18: Del 25-38 De Febrero					
Dia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

Fuente: Autor del proyecto basado en información manejada por la empresa

4.6. Planeación de los requerimientos de materiales

La correlación presente entre el plan maestro y la planeación de requerimientos de materiales, permite detallar las fechas en las cuales deben tenerse las partes correspondientes al proceso de fabricación y ensamble de las camas. Los sistemas de planeación de los requerimientos de materiales, calculan las cantidades necesarias de materiales, programando las órdenes de adquisición para las fechas indicadas.

4.6.1. Elaboración del Plan de Requerimiento de Materiales para la carpintería Muñoz.

Para elaborar el plan de requerimiento de materiales para la fabricación de camas se parte de la información plasmada en el plan maestro de producción, lista de materiales y registro de los inventarios

- ✓ **Plan maestro de producción.**
Contiene las cantidades de producto final y las fechas en que deben estar listas. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Plan maestro

Programa maestro		
Artículo	Cantidad MPS	Semana
cama sencilla	4	1
	11	6
	9	10
	3	14
	15	15
	15	16
	7	17

Fuente: Autor del proyecto

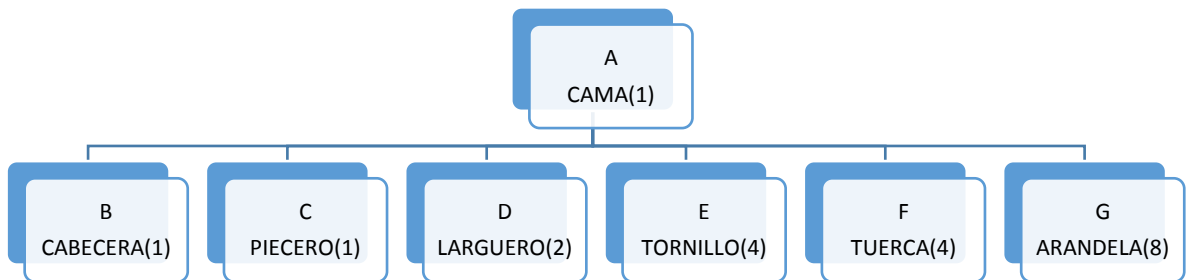
- ✓ **Lista de materiales**
Contiene todos los productos, que intervienen en la fabricación de las camas, independientemente del grado de elaboración. La lista contiene las descripciones necesarias para que pueda completarse el producto y las cantidades que interviene en la producción del producto final. (Ver Tabla 11)

Tabla 11. Lista de materiales

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
MATERIA PRIMA	Madera	20	Pie
MATERIALES	Laca catalizada brillante	0,18	Gal.
	Sellador catalizado	0,1	Gal.
	Puntilla 1 1/2	0,5	Libra
	Carpincol M = 60	0,014	Gal.
	Tintilla Miel	0,083	Gal.
INSUMOS CONSUMIBLES	Thiner	0.006	Gal.
	Lija N° 120	0,5	Unidad
	Lija N° 150	1	Unidad

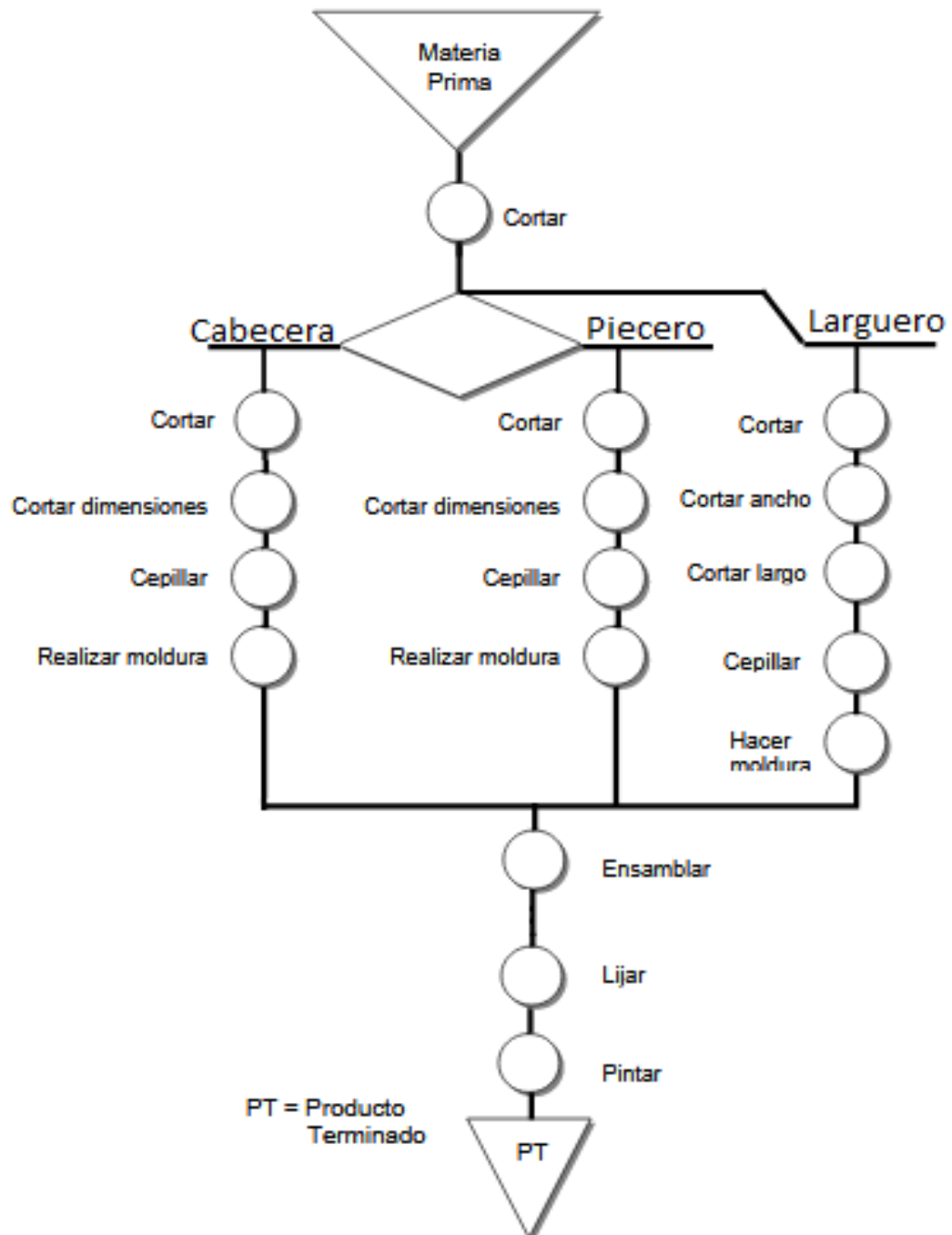
Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 6. Diagrama de nivel para las partes de la cama sencilla



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 7. Diagrama de fabricación y ensamble



Fuente: Autor del proyecto basándose en información proporcionada por el administrador de la empresa.

registro de inventario. Existencias disponibles en la bodega (ver tabla10)

Tabla 12. Inventario a la mano

Registro de inventario									
Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones programadas	
								Semana	Cantidad
A	CAMA	0	0	0		0	1	0	0
B	Madera	1	450	0	CAMA	20	2	0	0
C	Laca catalizada brillante	1	7	0	CAMA	0,18	1	0	0
D	Sellador catalizado	1	7	0	CAMA	0,1	1	0	0
E	Puntilla 1 1/2	1	5	0	CAMA	0,5	1	0	0
F	Carpincol M = 60	1	1	0	CAMA	0,014	1	0	0
G	Tintilla Miel	1	1,5	0	CAMA	0,083	1	0	0
H	Thiner	1	1	0	CAMA	0.006	1	0	0
I	Lija N° 120	1	8	0	CAMA	0,5	1	0	0
J	Lija N° 150	1	17	0	CAMA	1	1	0	0

Fuente: Autor del proyecto basándose en información proporcionada por el administrador de la empresa.

En la empresa no se cuenta con un control para la fecha en que se deben comprar los materiales a proveedores; éstos son comprados en la cantidad y en el momento que son necesarios, razón por la cual se ha establecido como tiempo de suministro de los artículos 1 semana. Para el caso de la materia prima (la madera), el dueño de la empresa manifiesta que por lo general adquiere 450 pies del tipo con que se elaboran las camas debido a que esta cantidad es la que puede transportar un furgón y el tiempo de adquisición varía entre 1 y 2 semanas; dada esta situación se tomó como tiempo de suministro el caso más largo ósea 2 semanas.

Tabla 13. Plan de requerimiento de materiales

Artículo	Cantidad para elaborar elemento	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Planificación de materiales																					
						Periodo de tiempo																					
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
A	0	1	0	0	Necesidades brutas	4					11				9				3	15	15	7					
					Recepciones programadas																						
					Disponibles																						
					Necesidades netas	4					11							9				3	15	15	7		
					Recepcion de orden	4					11							9				3	15	15	7		
B	20	2	450	0	Necesidades brutas	80				220				180				60	300	300	140						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	450	450	450	450	370	370	370	370	370	150	150	150	420	420	420	420	360	60	210	70	70	
					Necesidades netas													30						240			
					Recepcion de orden													450						450			
C	0,18	1	7	0	Necesidades brutas	0,72				1,98				1,62				0,54	2,7	2,7	1,26						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	7	7	7	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	4,3	4,3	4,3	4,3	2,68	2,68	2,68	2,68	2,14	0,44	0,74	0,48	0,48	
					Necesidades netas																			0,56	2,26	0,52	
					Recepcion de orden																			1	3	1	
D	1	1	7	0	Necesidades brutas	0,4				1,1				0,9				0,3	1,5	1,5	0,7						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	7	7	7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	5,5	5,5	5,5	5,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,3	2,8	1,3	0,6	0,6	
					Necesidades netas																						
					Recepcion de orden																						
E	0,5	1	5	0	Necesidades brutas	2				5,5				4,5				1,5	7,5	7,5	3,5						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	5	5	5	3	3	3	3	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	
					Necesidades netas									2,5				4				1,5	7	7,5	3	3	
					Recepcion de orden									3				4				2	7	8	3	3	
F	0,014	1	1	0	Necesidades brutas	0,056				0,154				0,126				0,042	0,21	0,21	0,098						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	1	1	1	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,79	0,79	0,79	0,79	0,664	0,664	0,664	0,664	0,622	0,412	0,202	0,104	0,104	
					Necesidades netas																						
					Recepcion de orden																						
G	0,083	1	1,5	0	Necesidades brutas	0,332				0,913				0,747				0,249	1,245	1,245	0,581						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	1,5	1,5	1,5	1,168	1,168	1,168	1,168	1,168	0,255	0,255	0,255	0,255	0,508	0,508	0,508	0,508	0,259	0,014	0,769	0,188	0,188	
					Necesidades netas													0,492						0,986	1,231		
					Recepcion de orden													1						1	2		
H	0,006	1	1	0	Necesidades brutas	0,024				0,066				0,054				0,018	0,09	0,09	0,042						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	1	1	1	0,976	0,976	0,976	0,976	0,976	0,91	0,91	0,91	0,91	0,856	0,856	0,856	0,856	0,838	0,748	0,658	0,616	0,616	
					Necesidades netas																						
					Recepcion de orden																						
I	0,5	1	8	0	Necesidades brutas	2				5,5				4,5				1,5	7,5	7,5	3,5						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	8	8	8	6	6	6	6	6	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	
					Necesidades netas													4				1,5	7	7,5	3	3	
					Recepcion de orden													4				2	7	8	3	3	
J	1	1	17	0	Necesidades brutas	4				11				9				3	15	15	7						
					Recepciones programadas																						
					Disponibles	17	17	17	13	13	13	13	13	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Necesidades netas													7				3	15	15	7	7	
					Recepcion de orden													7				3	15	15	7	7	

Fuente: Autor del proyecto basado en información manejada por la empresa

4.7. Resultados del Proceso de Planeación de Requerimientos de Materiales

Con la elaboración del plan de requerimiento (ver tabla 13), se consiguen unos informes básicos referentes a las necesidades y pedidos a realizar de los diferentes artículos para hacer frente al plan maestro de producción; es el plan de materiales.

4.7.1. Plan de Materiales.

Comúnmente conocido como informe de pedidos planificados o plan de pedidos, es una salida fundamental del sistema planeación de requerimiento de materiales y contiene los pedidos planificados de todos los artículos necesarios para la elaboración de las camas. Refleja las cantidades correspondientes a un concepto determinado, necesidades brutas, salida de órdenes de compra, etc.

Para la elaboración del plan de pedidos para la carpintería Muñoz, se recomienda utilizar un formato de fecha/cantidad, en el cual la información es registrada en forma vertical, por orden de fecha; cada fila que pertenece a un día hábil.

El formato de fecha / cantidad (ver tabla14), asocia los datos a la fecha del día que les corresponda dentro del período, de ahí que ésta sea una manera más precisa de suministrar información al almacenista.

5. CONCLUSIONES

Los problemas más destacados en los procesos de planeación de requerimientos de materiales, gestión de inventarios y almacenamiento en la empresa, radican en el abastecimiento empírico para cumplir con las demandas de los clientes, la falta de políticas de control y manejo de inventarios, y la carencia de una persona encargada de la custodia y movimientos de materiales en bodega.

Al realizar la planeación agregada se optó por hacer uso de un plan de producción de fuerza laboral constante y tiempo extra, se eligió esta estrategia con base en las políticas manejadas en la empresa. El fin de realizar la planeación agregada es tener una utilización de los recursos tanto humanos como de equipo, propósito que se podría lograr en la empresa si se implementa este tipo de planeación; actualmente la empresa no efectúa un análisis de planeación agregada, por lo tanto, no tiene una claridad de la utilización de sus recursos.

En la empresa no se dispone de una técnica que garantice la gestión efectiva en el almacén de materiales e insumos necesarios en la elaboración de los productos; como resultado se tienen incumplimientos de pedidos, aumentos en los tiempos de terminación de los productos, ya que las actividades de elaboración deben ser suspendida hasta no contar con el material necesario para su terminación. Por otro lado, muchas veces se tiene exceso de los materiales e insumos en almacén como son lacas, sellantes, pegantes, puntillas entre otros, que, por no ser utilizados en poco tiempo, tienen que ser desechados pues han perdido sus propiedades.

El plan de requerimiento de materiales cobra mayor importancia hoy en día, ya que, se pretende reducir los niveles de inventario al mínimo. Las cadenas de suministro sólo deben responder efectivamente a los cambios que presenta la demanda; por lo tanto, se deben tener las cantidades necesarias de materiales y programar las órdenes de adquisición para las fechas indicadas.

La empresa no dispone actualmente de un control para saber cuándo comprar los materiales a los proveedores, en general, no dispone de un plan de requerimiento de materiales. Cabe anotar, que la compra de la madera no se puede establecer en cantidad, ni fijar fecha para ordenarla, esto se presenta por no contar con un proveedor definido y por las condiciones propias de la oferta de la madera.

Con el desarrollo del presente trabajo se evidencia que el sistema MRP puede ser implementado en cualquier industria manufacturera, aunque esta sea pequeña. Se decidió implantar este sistema en una carpintería por la reputación que estas tienen en cuanto al retraso en la entrega de los pedidos y la gran acumulación de materias primas en sus instalaciones.

Con la aplicación del sistema MRP la carpintería podría reducir drásticamente la cantidad de materia prima que actualmente mantiene en sus instalaciones pues ahora solo obtendrá 450 pies de madera cuando los requiera, no 900 pies de madera como manifiesta el propietario, que compra en ocasiones solo para mantenerlos en bodega. Como se observa en la (tabla 13) se pasa de tener 450 pies de madera a solo 70 al final de los cuatro meses analizados. Los mismos resultados son obtenidos para los materiales consumibles en los que en algunos casos se tiene una reducción de más del 90 las unidades en bodega pues ahora solo se compran los materiales que son necesitados en el tiempo oportuno. Evitando de esta manera incurrir en costos y gastos innecesarios.

En conclusión, si la empresa decide realizar la implementación del sistema MRP podría acabar con los problemas anteriormente expuestos, primero reduciría los costos de inventarios de materia prima, pues dejaría de almacenar gran cantidad de esta y solo adquiriría la cantidad que es requerida y en el tiempo requerido. Al llevar un control de los procesos se podría establecer adecuadamente el tiempo de entrega de cada uno de los materiales y por tanto tener un mejor pronóstico del tiempo de entrega del producto final.

El pronóstico de la demanda generado para el desarrollo del sistema MRP no fue el más acertado, con respecto a la demanda real del producto para los meses en estudio principalmente el mes de febrero de 2019, esto se debió a un hecho imprevisible como lo fue el aplazamiento del segundo semestre académico del año 2018 de la UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. Los estudiantes nuevos quienes son los clientes potenciales del producto en estudio, estuvieron ausentes para este mes provocando que las ventas fueran casi un 80% inferiores a las pronosticadas.

6. RECOMENDACIONES

En este momento la carpintería no realiza planeación de las operaciones; lo primero que debe hacer es un buen pronóstico de la demanda, realizando la proyección de la demanda, de esta manera se logra tener un enfoque de posibles ventas futuras y con base en estos resultados programar las actividades en la empresa. Por otra parte, si se suministra a los proveedores informes sobre los pedidos planificados, éstos podrán proyectar apropiadamente su capacidad y responder a los requerimientos de la empresa antes de recibir los pedidos concretos y se posibilitará una mejor interacción con el plan de materiales de la propia empresa.

Programar y planificar de forma correcta los inventarios de los materiales empleados en la elaboración de los productos, en la forma como fue hecha en el plan de requerimiento de materiales propuesto; así la empresa puede evitar tener almacenada gran cantidad de insumos que no van a ser utilizados por el momento o no van a ser utilizados en su totalidad. Generando costos innecesarios de almacenamiento o perdidas por daño pues con el pasar del tiempo perderán sus propiedades físicas y químicas, y al momento de ser necesitados habrá que desecharlos, como es el caso de las pinturas que se secan, la madera que se carcome si no se le realiza un buen tratamiento; se debe tener en cuenta que la condición de los materiales, es factor influyente en la calidad del producto final.

Es preciso implementar un programa de mantenimiento preventivo en las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de producción. La falta de este programa afecta el ejercicio del proceso productivo, pues la producción es detenida cuando se presentan fallas o averías en las máquinas. Y como es de esperar esta situación afecta los plazos de entrega de los productos, por este motivo se sugiere realizar mantenimiento a las máquinas y herramientas por lómenos una vez al mes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Juang, R. J. y L. S. (1998). Solution methods for material requirement planning with lot size dependent lead times, 76, 201–217.

Miño-Cascante, G., Saumell-Fonseca, E., Toledo-Borrego, A., Roldan-Ruenes, A., & Moreno García, R. R. (2015). Tecnología Química. Tecnología Química (Vol. 35). [Publisher not identified]. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Dr. Primitivo Reyes Aguilar. (2011). Planeación de requerimientos de materiales (MRP).

Kurbel, K. E. (2013). Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management. New York: Springer.

Rodríguez, J. C. G. (2018). Modelo MRP en empresas de servicio. Universidad de San Buenaventura Colombia. Retrieved from https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/5746/1/Modelo_Empresas_Servicio_Rodriguez_2018.pdf

Grabner, T. (2014). Operations Management. Springer.

Camacho, M. Á. O. (2010). Planeación y control de la producción. UNAD.

JACOBS, F. R. O., & CHASE, R. B. (2013). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros (13th ed.). México: Mc Graw Hill.

CHASOY, K. G. C., & MARTINEZ, G. H. R. (2016). PROPUESTA PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP I EN LA EMPRESA EUROPLASTICOS LTDA. ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL.

Saldarriaga, A. F. B., & Gaitán, N. D. (2004). Implementación de un modelo MRP en una planta de autopartes en Bogotá caso Sauto LTDA. Unibersidad Pontificia Javeriana.

DELIA, A. C. A. (2005). MRP II EVOLUCIÓN Y DESARROLLO. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.

MEDINA, R. A. R. (2007). SISTEMAS DE COSTO un proceso para su implementación (1st ed.). Manizales: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.

CARRO, R. (2007). INVESTIGACION DE OPERACIONES EN ADMINISTRACION (2nd ed.). Mar de la plata: Pincu.

Arnoletto, E. J. (2007). ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMO VENTAJA COMPETITIVA.

Pérez, C. B. (2002). Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas. (1st ed.). Bogotá: ECOE Editores.

Estrella, L. J., & Tenemaza, M. L. (2012). DISEÑO DE UN PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) A UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO PARA EL SECTOR BANANERO. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Arenas, J. A. C. (2007). MODELO DE UN SISTEMA MRP CERRADO INTEGRANDO INCERTIDUMBRE EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA, DISPONIBILIDAD DE LA CAPACIDAD DE FABRICACIÓN E INVENTARIOS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Retrieved from http://bdigital.unal.edu.co/5185/1/Modelo_de_un_sistema_MRP_cerrado_integrando_incertidumbre_en_los_tiempos_de_entrega%2C_disponibilidad_de_la_capacidad_de_fabricación_e_inventarios.pdf

Gallegos, R. D. la F. (2009). DISEÑO DE UN MODELO DE PLANEACIÓN AGREGADA PARA LAS PRESTACIONES MÉDICAS EN EL HOSPITAL CLÍNICO HERMINDA MARTÍN DE CHILLÁN. Universidad del Bío-Bío.

Guazo, M. C., & Marrugo, H. C. (2008). DISEÑO DE CASOS REFERENTES A LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN RESUELTOS MEDIANTE DINAMICA DE REDES APLICANDO EL SOFTWARE VENSIM. Universidad de Cartagena. Retrieved from http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/775/1/222-TTG-DISEÑO_DE_CASOS_REFERENTES_A_LA_PLANEACIÓN_DE_LA_PRODUCCIÓN_RESUELTOS_MEDIANTE_DINAMICA_DE_REDES_APLICANDO_EL_SOFTWARE_VENSIM.pdf

Sandoval, A. D. O. (2014). Planeación de Requerimiento de Materiales para la gestión y control del inventario de empaques en la empresa Amcor Rigid Plastics Ecuador S.A. universidad politécnica salesiana.

CHAPMAN, S. N. (2006). planificación y control de la producción (PRIMERA ED). México: Pearson Educación.

8. ANEXOS

anexo 1: cama sencilla



Anexo 2: tablas o fondo



Anexo 3: Almacén de materiales



Anexo 4: Sierra circular



Anexo 5: lijadora



Anexo 6: cepillo eléctrico



Anexo 7: cepillo manual

