Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN DE FAMILIAS DE PRODUCTOS QUE POSEEN COMPONENTES COMUNES, PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS, UBICADA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.

TOMO I

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar por el titulo de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Víctor Galindo Sipko

PROFESOR GUIA: Ing. Giovanni Sparacio

FECHA: Octubre de 2015

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN DE FAMILIAS DE PRODUCTOS QUE POSEEN COMPONENTES COMUNES, PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS, UBICADA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: ……

JURADO EXAMINADOR

Firma	Firma	Firma
Nombre	Nombre	Nombre

REALIZADO POR: Víctor Galindo Sipko

PROFESOR GUIA: Ing. Giovanni Sparacio

FECHA: Octubre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, por estar a mi lado durante cada etapa de mi vida, entre ellas la universitaria. Sin su constante presencia y ayuda no sería quien soy hoy en día.

No podría olvidar a mis padres, Leopoldo y Mónica, quienes con esfuerzo y dedicación me han brindado la mejor vida posible, a ellos mi más profundo agradecimiento, este logro y los venideros son también suyos.

A mi tutor, el Ingeniero Giovanni Sparacio, por aceptar este reto conmigo, y guiarme en la realización de este trabajo, nutriéndolo con sus conocimientos y experiencia.

A mis hermanas, Patricia y Nathalie, por ser un ejemplo para mí de superación personal y lucha. Por creer en mí.

Por último, pero no menos importante, a Manaplas y la Ingeniero Rosina Della Morte, por la oportunidad de realizar este proyecto y por el apoyo brindado.

A ustedes, ¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS i
SINOPSIS viii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
1. EL PROBLEMA 3
1.1. La empresa y breve reseña histórica 3
1.2. Misión 5
1.3. Visión 5
1.4. Estructura organizativa 5
1.5. Planteamiento del problema 6
1.6. Objetivo General 8
1.7. Objetivos Específicos 8
1.8. Alcance 9
1.9. Limitaciones 9
CAPÍTULO II 11
2. MARCO TEÓRICO 11
2.1. Antecedentes de la investigación 11
2.2. Definiciones generales inherentes a la investigación 12
2.2.1. Máquina termoempacadora 12
2.2.2. Película Termoencogible 12
2.2.3. Empaque 12
2.2.4. Procedimiento de empaque 13
2.2.5. Modelo de programación lineal entera (MPLE): 13
2.2.6. “Bill of Materials” (BOM) 13
2.2.7. Estructura del Producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) 13
2.2.8. Análisis histórico del comportamiento de la demanda 14
2.2.9. Demanda 14

2.2.10. Tiempo de ciclo 14
2.2.11. Diagrama de Flujo del Proceso 14
2.2.12. Diagrama Causa-Efecto 14
2.3. Terminología empleada en Manaplas S.A. 14
2.3.1. Hornos 14
2.3.2. Técnico de hornos 14
2.3.3. Personal de hornos 15
2.3.4. Rollos 15
2.3.5. Conveyors 15
2.3.6. Tripulación de turno 15
CAPÍTULO III 16
3. MARCO METODOLÓGICO 16
3.1. Tipo de investigación 16
3.2. Diseño de la investigación 16
3.3. Unidad de análisis 17
3.4. Población y muestra 17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 17
3.5.1. Observación 18
3.5.2. Entrevista 18
3.6. Herramientas de procesamiento y análisis de datos 18
3.7. Fases de la metodología empleada 19
3.7.1. Análisis de procesos 19
3.7.2. Recopilación de datos e información 19
3.7.3. Diagnóstico de la situación actual 20
3.7.4. Desarrollo de propuestas 20
3.7.5. Conclusiones y Recomendaciones 20
CAPÍTULO IV 21
4. SITUACIÓN ACTUAL 21
4.1. Descripción de las instalaciones 23
4.2. Caracterización de los Procesos Productivos 24

4.2.1. Gaveteros 24
4.2.1.1. Descripción del Proceso 24
4.2.2. Estanterías 25
4.2.2.1. Descripción del Proceso 25
4.2.3. Gavetas Modulares Apilables 26
4.2.3.1. Descripción del Proceso 26
4.3. Tipo y cantidad de componentes requeridos para fabricación de los productos contemplados 33
4.4. Tiempos de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para elaboración de los productos contemplados 34
4.5. Disponibilidad en inventario de componentes no limitados 35
4.6. Estimación de la demanda futura por parte del Departamento de Ventas 36
4.7. Análisis de la Situación Actual 36
CAPÍTULO V 40
5. PROPUESTA DE MEJORAS 40
5.1. Descontrol en niveles de inventario de Componentes No Limitados 40
5.2. Demoras en el Proceso Productivo de los productos contemplados 42
5.2.1. Impacto del plan de producción que se propone en los tiempos de fabricación de los productos contemplados 47
5.2.2. Utilización de máquinas para la fabricación de componentes limitados de los productos contemplados 49
5.3. Desconocimiento de cantidad de Gaveteros y Estanterías a ensamblar y empaquetar para obtener una máxima ganancia para la empresa 50
5.3.1. Modelo de Programación Lineal Entera (MPLE) para ensamblado de Estanterías 51
5.3.1.1. VARIABLES DE DECISIÓN: 51
5.3.1.2. DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO 51
5.3.1.3. DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES PARA COMPONENTES LIMITADOS 51
5.3.2. Modelo de Programación Lineal Entera (MPLE) para ensamblado de Gaveteros y Gavetas Modulares Apilables 53
5.3.2.1. VARIABLES DE DECISIÓN: 53

5.3.2.2. DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO.....53
5.3.2.3. DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES PARA COMPONENTES LIMITADOS 54
5.3.3. Impacto del plan de producción que se propone en la utilidad bruta obtenido por fabricación de los productos contemplados 56
5.4. Recursos necesarios en la fabricación de las familias de productos, con base en los resultados del programa de producción formulado. 57
CAPÍTULO VI 59
6.1. Conclusiones 59
6.2. Recomendaciones.....61
BIBLIOGRAFÍA 63
Referencias Bibliográficas 63
Referencias de Internet.....64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional de Manaplas S.A. 5
Figura 2. Estructura organizacional del Departamento de Empaque 6
Figura 3. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gavetas Modulares Apilables – Modelo 0108 28
Figura 4. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gavetas Modulares Apilables – Modelo 0109 29
Figura 5. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gaveteros – Modelos 0069 y 0100 30
Figura 6. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gaveteros – Modelos 0101 y 0102 31
Figura 7. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Estanterías en todos sus modelos 32
Figura 8. Diagrama Causa-Efecto de demoras en la fabricación de productos contemplados... 38
Figura 9. Representación gráfica de estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) – Gavetero modelo 0069 43
Figura 10. Representación gráfica de estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) – Estantería modelo 9063 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos considerados en el Trabajo Especial de Grado 6
Tabla 2. Trabajos consultados para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado 12
Tabla 3. Tiempos requeridos para producción de Gaveteros 25
Tabla 4. Tiempos requeridos para producción de Estanterías 26
Tabla 5. Tiempos requeridos para producción de Gavetas Modulares Apilables 27
Tabla 6. Archivo de especificaciones o lista de materiales (BOM) - Cantidad de componentes requeridos por unidad de producto terminado 33
Tabla 7. Tiempo de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para elaboración de productos contemplados 34
Tabla 8. Demanda estimada de los productos contemplados para el mes de Julio de 2015 36
Tabla 9. Total de unidades requeridas de cada componente para satisfacción de la demanda estimada 42
Tabla 10. Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) Gavetero Modelo 0069 44
Tabla 11. Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) Estantería modelo 9063 46
Tabla 12. Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (tiempos de fabricación de productos contemplados) – Enero de 2015 48
Tabla 13. Porcentaje de utilización de máquinas requeridas para fabricar componentes limitados con respecto al total de máquinas disponible 50
Tabla 14. Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (Utilidad bruta obtenida por fabricación de productos contemplados) – Enero a Junio de 2015 56
Tabla 15. Recursos necesarios para el desarrollo del plan de producción formulado 58

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO
Escuela de Ingeniería Industrial

DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN DE FAMILIAS DE PRODUCTOS QUE POSEEN COMPONENTES COMUNES, PARA UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS, UBICADA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.

Realizado por: Víctor. L. Galindo. S.
Profesor guía: Ing. Giovanni Sparacio
Fecha: Octubre de 2015

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG), se desarrolló en la planta manufacturera de productos plásticos Manaplas S.A, ubicada en Caracas. Esta empresa elabora sus productos y los componentes que los conforman a través de máquinas de moldeo por inyección, para luego, en el caso de los productos conformados por componentes, ser ensamblados para formar el producto terminado y finalmente ser empaquetado y almacenado o despachado. Actualmente la empresa se encuentra en una situación de demanda del mercado superior a su capacidad productiva. Por este motivo, el objetivo principal fue diseñar un plan de producción de familias de productos que poseen componentes comunes, con el propósito de disminuir los tiempos de fabricación de los productos contemplados, así como presentar una herramienta que le permita a la gerencia conocer la cantidad de cada modelo de producto que debe ser ensamblado y empaquetado, a partir de la cantidad de componentes fabricados por la orden de producción generada por el Departamento de Ventas, buscando satisfacer el segmento del mercado que presente máxima ganancia para la empresa, recordando que estos productos, como se mencionó anteriormente, son fabricados con los mismos componentes pero en diferentes configuraciones y/o cantidades. Se trabajó bajo un enfoque de investigación de tipo proyectiva, la cual presenta propuestas de mejora que afrontan los problemas detectados luego de haber realizado el análisis de la situación actual. La metodología que se empleó en esta investigación se basó en el levantamiento de información y documentación de los procesos productivos mediante herramientas de análisis como Diagramas de: Flujos de Procesos, Ishikawa y Recorrido, así como también entrevistas no estructuradas y observaciones directas que permitieron examinar los factores que dificultan el desarrollo adecuado de los procesos de fabricación de los productos contemplados en su recorrido a través de los departamentos de producción y empaque. A partir de los resultados que arrojó la investigación, se diseñaron las siguientes propuestas de mejoras: Inclusión de “Lead Time” en los procesos productivos, seguimiento y control constante de los niveles de componentes en inventario a través de revisiones periódicas y empleando la herramienta “Bill of Materials” (BOM) alimentada por las estimaciones de la demanda futura realizadas por el Departamento de Ventas, y por último, la Aplicación de Modelos de Programación Lineal Entera (MPLE) para conocer la cantidad de cada tipo de producto contemplado a ensamblar y empaquetar a partir de la cantidad de componentes fabricados por la orden de producción del Departamento de Ventas. Es importante destacar que ninguna de las propuestas presentadas requiere directamente de una inversión monetaria, por lo tanto su correcta aplicación y ejecución tendría un impacto positivo para la empresa al aprovechar de una manera más eficiente sus recursos con el fin de obtener mayores ganancias y con un menor tiempo requerido para la fabricación de los productos contemplados.

Palabras clave: Procesos productivos, Moldeo por Inyección, Ensamblado y Empaquetado, Capacidad Productiva, Plan de Producción, Productos que poseen componentes comunes, Tiempos de Producción, “Lead Time”, Modelos de Programación Lineal Entera, Niveles de inventario de componentes, Aprovechamiento de recursos.

INTRODUCCIÓN

Como toda empresa manufacturera, Manaplas S.A está en la constante búsqueda de mejorar sus procesos productivos para obtener una mayor ganancia sin disminuir la calidad de los productos que ofrece a sus clientes.

Actualmente la empresa posee una demanda que excede su capacidad productiva, siendo las familias de estanterías y de gaveteros parte de sus productos más demandados, cuyos diferentes modelos son producidos con los mismos componentes pero en diferentes configuraciones y cantidades.

El proceso productivo para elaborar los gaveteros y las estanterías, en líneas generales, consiste en la fabricación de sus componentes en el Departamento de Producción, seguido del ensamblado de los mismos en el Departamento de Empaque para formar el producto terminado, que luego será almacenado en sus respectivos almacenes por personal de este último departamento.

En la actualidad, el Departamento de Empaque realiza el ensamblaje de componentes y empaquetado de producto terminado basándose en los registros del momento de los niveles de inventario y demanda de dichos productos, pero al ser la capacidad productiva inferior que la demanda, el departamento requiere de un plan de producción que indique la cantidad más conveniente de gaveteros y estanterías a ensamblar y empaquetar, a fin de generar una ganancia máxima para la empresa. En resumen, al no ser posible satisfacer la demanda en su totalidad, el Departamento de Empaque busca satisfacer el segmento de demanda que le permita obtener una máxima ganancia a la empresa al conocer la cantidad de gaveteros y/o estanterías a ensamblar, a partir de los componentes disponibles en inventario y enviados desde el Departamento de Producción, así como las existencias en inventario de producto terminado.

Por lo explicado previamente, este Trabajo Especial de Grado (TEG) presentará como uno de sus resultados finales, Modelos de Programación Lineal Entera (MPLE) que cubran dicha necesidad de planificación de producción de gaveteros y estanterías.

El TEG estará estructurado en 6 capítulos, a través de los cuales se caracteriza el desarrollo del estudio realizado. Resumiéndose el contenido de dichos capítulos a continuación:

- Capítulo I “EL PROBLEMA”: Presenta la reseña histórica de la empresa Manaplas S.A., su misión, visión y estructura organizativa; además contendrá el planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos, así como el alcance y las limitaciones a las que se verá sometida la investigación.
- Capítulo II “MARCO TEÓRICO”: Refleja los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y las herramientas para el análisis del estudio que soportan la investigación.
- Capítulo III “MARCO METODOLÓGICO”: Contiene el tipo y el diseño de la investigación, unidad de análisis, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, herramientas de procesamiento y análisis de datos y, por último, las fases de la metodología empleada.
- Capítulo IV “SITUACIÓN ACTUAL”: Presenta la descripción de la Situación Actual de la empresa, donde se muestra la descripción de las instalaciones del área de planta, caracterización de los procesos productivos, los datos históricos de niveles de inventario de componentes no limitados y la metodología empleada hasta la fecha en el Departamento de Empaque para determinar cual tipo de producto ensamblar y empaquetar a partir de los componentes enviados desde el Departamento de Producción. De igual forma se presenta el análisis de la ya mencionada Situación Actual.
- Capítulo V “LA PROPUESTA”: Está constituido por el desarrollo de un plan de producción que contribuya con la disminución de los tiempos de fabricación de los productos contemplados y le permita al Departamento de Empaque aprovechar adecuadamente la cantidad disponible de componentes destinados para la elaboración de familias de productos, en lo que se refiere a sus procesos de ensamblado y empaquetado, con el fin de fabricar los productos que generen una ganancia máxima a la empresa.
- Capítulo VI “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”: Se exponen las conclusiones de la investigación y un conjunto de recomendaciones de la propuesta presentada en el capítulo V.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. La empresa y breve reseña histórica

Al momento de la realización de este proyecto, Manaplas S.A es la empresa líder en Venezuela en la producción y venta de artículos plásticos para el hogar. Fue fundada en el año 1960 por Saturnino Cuquejo, Salvador Alcalde y Manuel Alcalde, quienes iniciaron esta compañía con un reducido capital. La empresa inicio sus operaciones en un modesto local ubicado en Chapellín, contando con dos máquinas de inyección, las cuales eran operadas por los mismos fundadores, quienes a su vez también se encargaban de la comercialización de sus productos. Desde ese entonces, nace para la empresa la filosofía "fabricar con calidad", comenzaron a ser reconocidos por sus clientes, lo cual generó un aumento en forma sostenida de su demanda y por ende de su producción, viéndose en la necesidad de comprar más máquinas y a trasladarse a un local más amplio ubicado en San Martín.

Con el pasar de los años Manaplas S.A continuó su crecimiento, hasta que en 1964 la empresa construye su primer edificio en La Yaguara en un lote de 3.300 metros cuadrados. A pesar de las inversiones realizadas para expansión con el fin de aumentar la capacidad productiva, la demanda que poseía la empresa hace que esta edificación en La Yaguara sea insuficiente. Fue entonces cuando la empresa decide construir una moderna planta en el centro industrial "las Adjuntas" en Macarao, la cual cuenta con un área de más de 16.000 metros cuadrados siendo la planta de plástico más grande, moderna e importante del país.

Gracias a los estándares de calidad demostrados, la presentación y constante renovación de sus productos, Manaplas S.A ha logrado ubicarse en una posición de liderazgo en el mercado nacional e incursionar con éxito en el mercado internacional, teniendo presencia en diversas localidades, tales como: República Dominicana, Aruba, Curazao, Cuba, Colombia, Puerto Rico, Trinidad y Guyana.

Para la realización de sus productos la empresa cuenta con una fuerza laboral de más de 700 trabajadores, así como con tecnología de punta en un amplio conjunto de

máquinas de inyección y soplado de plástico en moldes, al igual que máquinas termoempacadoras, comúnmente llamadas hornos de empaquetado.

De igual forma, se cuenta con la infraestructura para el mantenimiento de sus moldes y máquinas, incluyendo un taller de matricería equipado con la última tecnología, al momento de realizar este proyecto, en lo que se refiere a control numérico y la aplicación del sistema de diseño y manufactura computarizado CAD-CAM.

Por último, la empresa abarca también el área de distribución de sus productos para su comercialización, ya que posee flota de transporte propia, para atender la entrega de sus productos en forma rápida y segura.

Dentro de las áreas o departamentos que posee la empresa se encuentran: almacenes de materia prima y productos terminados, despacho, empaque, producción, molino, estacionamiento, recepción de proveedores, matricería, herrería y un edificio administrativo.

El Departamento de Empaque cuenta dentro de su área con siete (7) máquinas termo empacadoras, conocidas dentro de la empresa por los trabajadores como hornos, y con un octavo horno adicional ubicado fuera de departamento, cercano al área de producción, este ultimo horno posee dicha ubicación con el fin de minimizar manejo de materiales por razones de cercanía al sitio de producción y almacenamiento de los productos que se empacan en el mismo. Los hornos previamente mencionados tienen como función empacar el producto terminado de acuerdo al número de unidades que ofrece la empresa por bulto a sus clientes, teniendo cada uno características diferentes, las cuales determinan el tipo de producto que se empacara en el mismo.

Cabe destacar que el Departamento de Empaque está íntimamente relacionado con las áreas de producción y almacenamiento, ya que funciona como estación de transición entre estas dos áreas en la mayoría de los productos fabricados, al recibir producto terminado proveniente del departamento de producción para ser empacado y luego enviado a su respectivo almacén.

1.2. Misión

"Nuestra Misión es satisfacer los requisitos de nuestros clientes brindándole una variedad de producto plástico de excelencia, con alta tecnología y calidad de servicio, y lograr la mejora continua de la calidad en nuestros productos y procesos de inyección, soplado y comercialización de plásticos."

1.3. Visión

"Ser la empresa líder en América Latina en la producción y venta de artículos plásticos para el hogar de prestigio mundial, con un número de sucursales capaces de competir en los mercados más exigentes, con clientes satisfechos".

1.4. Estructura organizativa

A continuación se presenta la estructura organizativa de Manaplas S.A., así como el organigrama del Departamento de Empaque. (Véanse las Figuras 1 y 2 respectivamente)

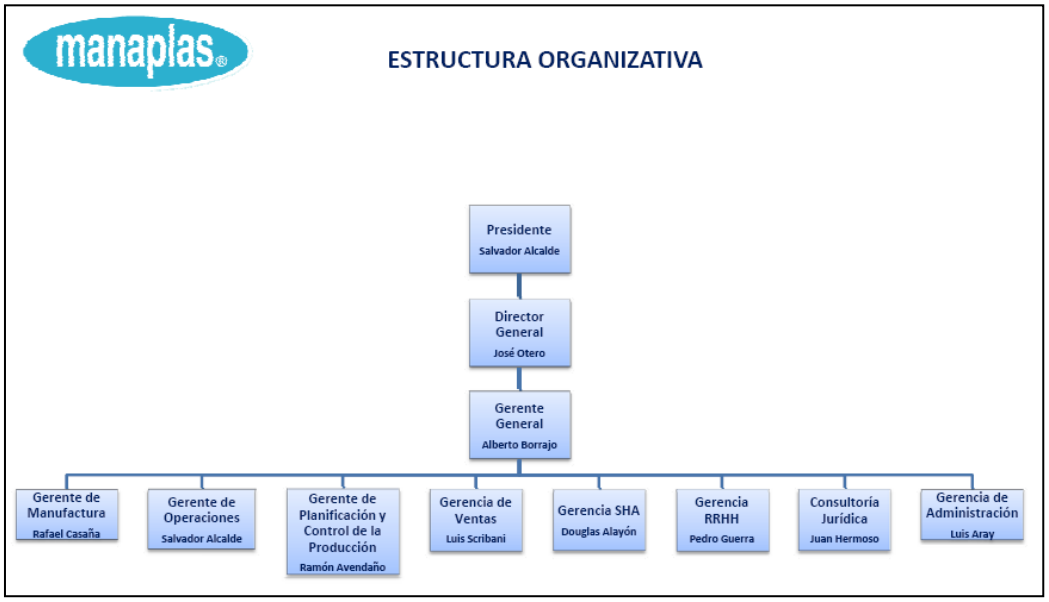

Figura 1. Estructura organizacional de Manaplas S.A.
Fuente: Manaplas S.A.

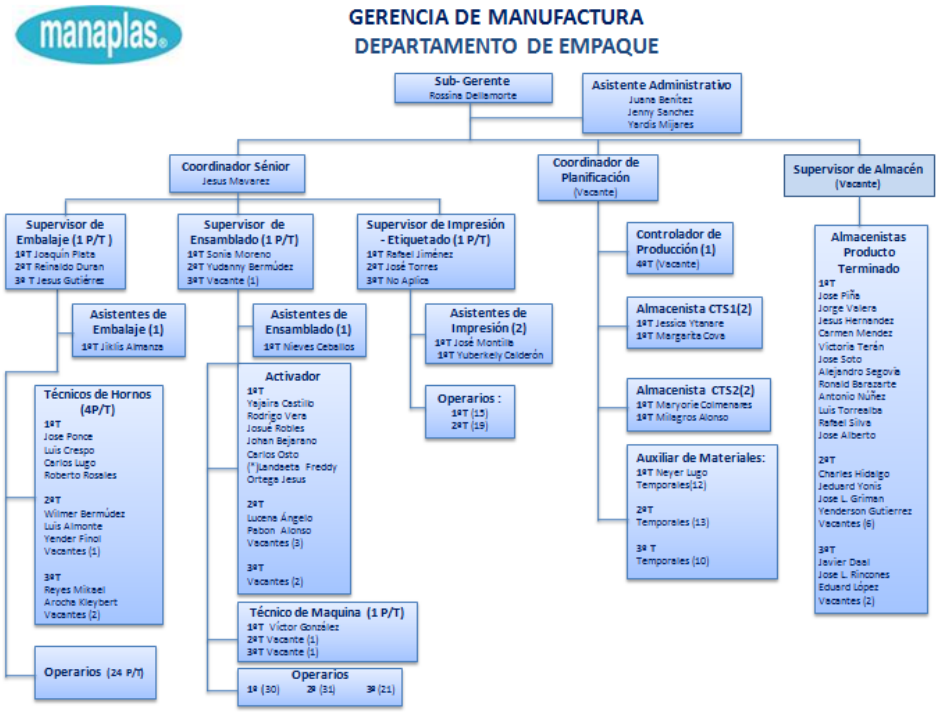

Figura 2. Estructura organizacional del Departamento de Empaque
Fuente: Manaplas S.A.

1.5. Planteamiento del problema

Manaplas S.A. produce familias de productos fabricados con los mismos componentes, pero dispuestos en diferentes configuraciones y/o cantidades. Estos productos son gaveteros y estanterías, los cuales forman parte de los Top Seller de la empresa y cuya variedad de modelos se muestra a continuación:

Productos considerados en el Trabajo Especial de Grado	
ESTANTERIAS	**GAVETEROS**
Estanterías Pequeñas	0069 – Gavetero Multiuso set de 3 con ruedas
9063 – Estantería Multiorganizadora 3 Niveles	0100 – Gavetero Multiuso set de 4 con ruedas
9064 – Estantería Multiorganizadora 4 Niveles	0101 – Gavetero Multiuso set de 2+2 con ruedas
9065 – Estantería Multiorganizadora 5 Niveles	0102 – Gavetero Multiuso set de 3+2 con ruedas
Estanterías Grandes	0108 – Gaveta Modular apilable grande
9066 – Estantería Organizadora 3 Niveles	0109 – Gaveta Modular apilable pequeña
9067 – Estantería Organizadora 4 Niveles	
9068 – Estantería Organizadora 5 Niveles	

Tabla 1. Productos considerados en el Trabajo Especial de Grado
Fuente: Elaboración Propia

Los componentes que conforman las familias de productos antes mencionadas son fabricados en el Departamento de Producción y luego trasladados al Departamento de Empaque para ser ensamblados y así formar el producto final, el cual es empaquetado en el mismo departamento.

Actualmente, la demanda que posee la empresa es superior a la capacidad productiva de la misma. La planificación de la fabricación de componentes realizada por el Departamento de Producción se nutre de la orden de producción emitida por el Departamento de Ventas y el Departamento de Empaque realiza su planificación de ensamblado de componentes de acuerdo a la cantidad de componentes disponibles para dicho fin y basándose en los registros del momento de los niveles de inventario y demanda de los productos. Al ser la capacidad productiva inferior que la demanda, el método empleado hasta la actualidad resulta poco beneficioso para la empresa, ya que impide el aprovechamiento adecuado de sus recursos, así como la obtención de un mayor margen de ganancia.

Explicado lo anterior, es evidente que los Departamentos de Producción y Empaque requieren de una mejor planificación de su producción. Por tal motivo, el presente TEG tendrá como uno de sus resultados finales Modelos de Programación Lineal Entera (MPLE) que arrojen la cantidad óptima de cada tipo de gavetero y/o estantería a fabricar para generar una máxima ganancia para la empresa, al introducir en este valores variables como el precio de venta unitario, los niveles de inventario de componentes, los niveles de inventario de producto terminado y demanda, así como valores constantes como la cantidad de componentes requeridos para cada producto.

Es importante acotar que se parte de la premisa “Ganancia = Precio de venta” ya que los costos de fabricación se consideran como información confidencial. Así mismo, se cuenta con la siguiente información adicional:

1. El Departamento de Producción se encuentra trabajando al 100%, mas el Departamento de Empaque no.
2. Se conocen los niveles de inventario de producto terminado.
3. Se conoce la demanda de cada producto.
4. Hay productos que comienzan a ser ensamblados en su recorrido a través del Departamento de Producción pero bajo la directriz del Departamento de Empaque.

(Cuenta como proceso interno del Departamento de Empaque ya que usa el personal de este departamento).

5. Se conoce la planificación mínima de producción de componentes por corrida (número mínimo de componentes que se fabrican por cada corrida en las máquinas).
6. Se conoce el tiempo de ciclo de cada componente.
7. Se conoce el precio de venta de cada producto.
8. Los componentes a tomar en cuenta para las estanterías son llamados ¨Tramos¨ y determinan la cantidad de niveles que tendrán las mismas, de igual forma los componentes a tomar en cuenta para los gaveteros son llamados ¨Estructuras, Gavetas y Tapas¨.

1.6. Objetivo General

Diseñar un plan de producción de familias de productos que poseen componentes comunes, en una empresa manufacturera de productos plásticos, ubicada en el área metropolitana de Caracas.

1.7. Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de componentes que se requieren en cada familia de productos considerados.
- Caracterizar los procesos de planificación de la producción en las familias de productos considerados.
- Estudiar la demanda de los productos contemplados.
- Analizar el impacto de los tiempos de producción y ensamblaje de los componentes, en la planificación de la fabricación de los productos contemplados.
- Estudiar la variación de los niveles de inventarios de componentes contemplados y demás insumos, relacionados con las familias de productos considerados.
- Formular un programa de producción de las familias de productos considerados, con base en los datos de demanda, tiempos de fabricación y ensamblaje y niveles de inventarios de componentes estudiados.
- Validar el programa de producción formulado en la planificación de producción de las familias de productos contempladas.
- Determinar los recursos necesarios en la fabricación de las familias de productos, con base en los resultados del programa de producción formulado.

- Valorar el impacto del programa de producción formulado en los procesos de planificación de la producción de las familias de productos contempladas.

1.8. Alcance

El trabajo especial de grado aspira lograr el diseño de un plan de producción que contribuya a la disminución de los tiempos de fabricación de los productos contemplados y a su vez permita el aprovechamiento adecuado de la cantidad disponible de componentes destinados a la elaboración de familias de productos, en este caso gaveteros y estanterías, en donde los productos pertenecientes a dichas familias son elaborados con los mismos componentes en diferentes cantidades y configuraciones, teniendo como objetivo fabricar la cantidad de cada tipo de producto que genere una ganancia máxima; mediante un análisis de los procesos llevados a cabo en los Departamentos de Producción y Empaque de la empresa Manaplas S.A que sean necesarios para la realización de esta investigación, así como de datos históricos referentes a ventas y demanda de dichos productos, tiempos de producción de los componentes que los conforman, entre otros. El plan de producción tendrá como uno de sus resultados finales Modelos de Programación Lineal Entera que permitan la introducción de datos variables en el tiempo como cantidad de componentes disponibles en inventario, precios de venta de cada producto, etc, así como datos constantes como la cantidad de componentes que requiere cada producto.

La realización de esta investigación no incluirá la implementación, ni la evaluación de los resultados posteriores a su aplicación, por lo tanto su ejecución dependerá de la gerencia de la empresa.

1.9. Limitaciones

- Confidencialidad de los costos asociados a los productos fabricados en la empresa, lo cual origina la premisa de trabajo “Ganancia= Precio de venta”, en la cual a su vez está implícito que los costos de producción de los gaveteros son iguales a los costos de producción de las estanterías.
- La disponibilidad de los trabajadores de la empresa para proporcionar o facilitar los datos necesarios para el desarrollo del trabajo especial de grado.
- Se tomarán en cuenta como variables en lo que se refiere a los componentes que conforman los productos a estudiar sólo aquellos denominados “Tramos”, “Estructuras”, “Gavetas” y “Tapas”, ya que los demás que conforman dichos

productos (ruedas, esquineros, patas, protectores, ganchos, etc) siempre se encuentran en existencia en inventario, por lo cual no son limitados.

- Confidencialidad de información inherente a cualquiera de los productos contemplados de acuerdo al criterio de la empresa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

El presente capitulo refleja las bases teóricas necesarias para un mejor entendimiento del proyecto que abarca el TEG, los antecedentes de la investigación y las herramientas para el análisis del estudio que soportan la investigación.

2.1. Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de este proyecto, fue necesaria la consulta de trabajos especiales de grado e informes de pasantías previos relacionados con el tema, para así permitir la generación de ideas y comparaciones, con el fin de lograr resolución del problema actual. En la Tabla 2 se presentan los trabajos tomados en cuenta para este estudio.

Trabajos consultados para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado

Titulo	Área de estudio, Autores y Profesor guía	Institución y fecha de publicación	Objetivo General	Aporte
"Documentación de procedimientos de empaque y almacenamiento de producto terminado Empresa Manaplas S.A."	**Ingeniería Industrial** **Autor**: Víctor Galindo **Tutor:** Alexander Álvarez	**UCAB** Marzo, 2015	"Describir los procedimientos de empaque y almacenamiento de una fábrica de productos plásticos."	Conocimiento acerca de procesos y procedimientos internos del Departamento de Empaque de la empresa Manaplas S.A Niveles de apilamiento máximo en paletas y carros de los productos y componentes involucrados.
"Formulación de propuestas para la mejora de los procesos de fabricación y planificación de la producción de una empresa manufacturera de envases plásticos"	**Ingeniería Industrial** **Autores**: Melanie Arnal y María Rodríguez **Tutor:** Giovanni Sparacio	**UCAB** Septiembre, 2010	"Formular propuestas para la mejora de las actividades productivas de una empresa manufacturera de envases de plástico mediante el uso de manufactura esbelta."	Estructura del Trabajo Especial de Grado
"Diseño de una propuesta de mejoras para los procesos productivos en las líneas de inyección en una empresa manufacturera de productos plásticos ubicada en el Área	**Ingeniería Industrial** **Autores**: Carlos Chivico y Mariamilagro Rodríguez	**UCAB** Junio, 2015	**"**Diseñar una propuesta de mejoras para los procesos productivos en las líneas de inyección en una empresa manufacturera de productos plásticos ubicada en el área	Estructura del Trabajo Especial de Grado

Metropolitana de Caracas.”	**Tutor:** José Guevara		metropolitana de Caracas.”	
“Propuesta de mejoras para los procesos de ensamblado y empaquetado de productos en una empresa manufacturera de artículos plásticos”	**Ingeniería Industrial** **Autor**: Nyloha Chávez **Tutor:** José Guevara	**UCAB** Junio, 2015	“Diseñar una propuesta de mejoras para los procesos de ensamblado y empaquetado de productos en una empresa dedicada a la manufactura de artículos plásticos.”	Tiempos de traslado dentro del Departamento de Empaque Tiempos de traslado hacia almacenes de producto terminado de los productos involucrados Tiempos de ensamblado de productos involucrados

Tabla 2. Trabajos consultados para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado
Fuente: Elaboración Propia

2.2. Definiciones generales inherentes a la investigación

2.2.1. Máquina termoempacadora

Conocida comúnmente dentro de la empresa como “Horno”, es una máquina que posee cintas transportadoras a base de rodillos en sus extremos de entrada y salida, por los cuales se introduce y se extrae el producto terminado, el cual es empacado mediante la combinación de un aumento de la temperatura en el interior de la máquina con una película de polímero termoencogible o termoretráctil, la cual al ser sometido a dicho aumento de temperatura permite su manipulación y estiramiento y al recuperar su temperatura normal recobra sus propiedades iniciales para proteger y empaquetar el producto satisfactoriamente.

2.2.2. Película Termoencogible

Son películas plásticas que se encogen al ser sometidas a una fuente de calor. Entonces, cuando se calienta, la película trata de recuperar su tamaño y forma originales, pero está impedida de hacerlo por el producto que va a envolver. La película así se encoge y envuelve fuertemente al paquete y se enfría.

2.2.3. Empaque

El empaque o embalaje es un recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal, principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Otras funciones del embalaje son: proteger el contenido, facilitar la manipulación, informar sobre sus condiciones de manejo, composición, ingredientes, etc.

2.2.4. Procedimiento de empaque

Procedimiento que consiste en guardar, proteger y preservar los productos durante su distribución, almacenaje y manipulación, a la vez que sirve como identificación e información para su uso.

2.2.5. Modelo de programación lineal entera (MPLE):

Winston (2006), lo clasifica como un modelo matemático que consiste en "…representaciones de situaciones reales que se podrían usar para tomar mejores decisiones, o bien, simplemente para entender mejor la situación real."

2.2.6. "Bill of Materials" (BOM)

El archivo BOM es una herramienta empleada dentro de la Planificación de la Producción, específicamente en la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP). Esta herramienta consiste en un archivo estructural del producto, generalmente en forma diagrama de árbol, el cual proporciona la "estructura del producto", es decir, la secuencia según la cual se crea el producto y la cantidad de componentes necesarios para la fabricación de una unidad de este producto.

2.2.7. Estructura del Producto desplazada en el tiempo (hacia atrás)

Una vez que se determinan cuándo son necesarios los productos, hay que determinar cuándo adquirirlos. El tiempo necesario para adquirir (es decir, comprar, producir o montar) cada artículo se conoce como plazo de entrega ("Lead Time").

El plazo de entrega de un producto o sub ensamble manufacturado comprende el tiempo necesario para transportar, preparar y montar o procesar cada componente.

En un artículo comprado, el plazo de entrega es el tiempo que transcurre desde que se encarga hasta que está disponible para la producción.

La estructura del Producto desplazada en el tiempo (hacia atrás), es una herramienta que refleja el tiempo necesario para producir cierta cantidad de producto terminado de acuerdo a la cantidad de componentes que conforman al mismo, generalmente representada en forma de diagrama de árbol horizontal, en el cual se refleja claramente el tiempo que transcurre para producir, transportar, ensamblar y procesar cada componente hasta formar el producto final.

2.2.8. Análisis histórico del comportamiento de la demanda

Consiste en estudiar la evolución de la demanda en el pasado a fin de pronosticar su comportamiento futuro, con un margen razonable de seguridad. No es extrapolar una tendencia, sino estudiar los posibles factores que afecten esa tendencia.

2.2.9. Demanda

Cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere.

2.2.10. Tiempo de ciclo

Según Suñé (2004) "El tiempo de ciclo de un proceso productivo se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción de dos unidades consecutivas (siempre que se trabaje unidad por unidad)".

2.2.11. Diagrama de Flujo del Proceso

Representación gráfica de las operaciones, inspecciones, traslados, almacenamiento y demoras involucrados en el proceso de fabricación que ilustra toda la secuencia de los acontecimientos del proceso de fabricación.

2.2.12. Diagrama Causa-Efecto

Según Ishikawa (1986), "El diagrama…muestra la relación entre las características y los factores causales..." (p. 77). Por otra parte, Niebel (2004) dice, "…consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, el efecto, como la 'cabeza del pescado' y después identificar los factores que contribuyen, es decir las causas, como el 'esqueleto del pescado'…" (p. 24).

Las causas que se representen en este diagrama se dividen en tres, cuatro o cinco categorías: humanas, maquinas, métodos, materiales y entorno; y cada una se divide en sub-causas.

2.3. Terminología empleada en Manaplas S.A.

2.3.1. Hornos

Denominación dada por el personal de la empresa a las máquinas termoempacadoras empleadas para realizar el empaquetado de producto terminado.

2.3.2. Técnico de hornos

Personal encargado del buen desempeño operativo de las máquinas termoempacadoras, es decir, dentro de sus funciones se encuentran el mantenimiento y/o

reparación de los hornos en caso de avería y el cambio de rollo de película termoencogible en el momento requerido. Cuando este personal no ejerce alguna de las funciones antes mencionadas, su labor es colocar los carros o paletas con producto a empaquetar a pie de máquina para que este sea empaquetado por el personal de hornos.

2.3.3. Personal de hornos

Personal encargado de traspasar el producto terminado de los carros ubicados al pie de los hornos al extremo de entrada de los mismos, colocando el producto en esta área bajo una configuración específica para luego accionar el horno e iniciar la acción de empacado de producto, para posteriormente posicionarlo adecuadamente en paletas destinadas para el transporte de dichos productos a sus respectivos almacenes.

2.3.4. Rollos

Hace referencia a películas de polietileno termoencogible empleadas para el empaque de producto terminado.

2.3.5. Conveyors

Cintas transportadoras empleadas en el departamento de empaque para transportar los componentes destinados a formar un producto en particular, de manera que al ubicar personal a sus lados, este ensambla progresivamente dichos componentes hasta formar el producto terminado.

2.3.6. Tripulación de turno

Es la cantidad de personal en nomina asignado para realizar labores y actividades durante un determinado turno de trabajo. En otras palabras, es el personal con el que se cuenta para realizar las tareas requeridas durante cada uno de los tres turnos de trabajo que maneja la empresa que no involucran el personal de oficina.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

"Una investigación puede definirse como un esfuerzo que se emprende para resolver un problema, claro está, un problema de conocimiento". (Sabino, 2000. p. 47).

El tipo de investigación seleccionado para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado será de tipo proyectiva. Según Hurtado (2006), la define como aquella que "…intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de indagación. Implica explorar, describir y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta… Todas las investigaciones que conllevan el diseño o creación de algo, con base en un proceso investigativo, también entran en esta categoría". (p. 117).

3.2. Diseño de la investigación

En vista de que se analizarán los procesos productivos de Manaplas S.A. en lo que se refiere a los productos considerados, este proyecto requerirá tanto de datos históricos que posee cada departamento involucrado, como de datos tomados por parte del investigador durante el desarrollo del proceso productivo que maneja actualmente la empresa. Por lo tanto, el diseño de la investigación es de carácter mixto, al poseer características de diseño de campo y diseño documental.

"…si son fuentes vivas, y la información se recoge en un ambiente natural, el diseño se denomina de campo… Por el contrario, si las fuentes no son vivas sino documentos o restos, el diseño es documental. También pueden utilizarse diseños de fuente mixta." (Hurtado, 2006. p. 143).

En el desarrollo del proyecto será necesaria la toma de datos como lo son: tiempos inherentes al proceso productivo de productos contemplados, entiéndase tiempos de fabricación de componentes, tiempos de ensamblado de componentes y tiempos de traslados, cantidad de componentes que conforman los productos contemplados y tiempos de empaquetado de los productos terminados, así como la recolección de datos históricos que posea la empresa como son los de demanda y ventas de los productos contemplados.

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis son todas aquellas entidades involucradas dentro de la investigación. Con el fin de la recolección de datos y levantamiento de la información correspondiente a la situación actual, es necesario definir la principal entidad involucrada, la cual se verá implicada en la aplicación de las técnicas de recolección, siendo esta, los procesos productivos para cada uno de los productos contemplados en este Trabajo Especial de Grado.

3.4. Población y muestra

Una vez definida la unidad de análisis, surge la necesidad de conocer cuál será la población a evaluar durante el periodo de elaboración del proyecto.

Según Arias (2006), se considera como población a "…un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio." (p.81)

Sabiendo que se busca formular un plan de producción para los productos elaborados con los mismos componentes (familias de productos), se considera que la población a estudiar serán dichas familias, siendo estas conformadas por los gaveteros y las estanterías en sus diferentes modelos. Una población finita ya que se conoce la cantidad de gaveteros y estanterías que integran estas familias y a su vez la cantidad de componentes que los conforman.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006), "Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información." (p. 67). De igual forma, para el mismo autor "Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información." (p. 69). Por lo cual, las técnicas y sus instrumentos utilizados para el desarrollo del proyecto serán: observación y entrevistas no estructuradas.

3.5.1. Observación

Según Arias (2006):

"La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos." (Arias, 2006. p. 69).

Por lo tanto, la técnica utilizada será la observación directa simple no participante, ya que se recolectará la información relacionada con los procesos llevados a cabo en los departamentos involucrados directamente en la fabricación de los productos contemplados, mediante la observación propia del investigador, sin involucrarse en dichos procesos.

3.5.2. Entrevista

Para Navarro (2009), se define como la técnica utilizada "…cuando obtenemos de forma directa testimonios orales de los individuos, que constituyen los elementos de la población u objeto de estudio." (p. 73).

Se realizarán entrevistas no estructuradas aplicadas al personal de la empresa involucrado con los procesos productivos de los productos contemplados, para conocer sus experiencias en dichos procesos. La información obtenida de dichas entrevistas que sea de valor para esta investigación, será recolectada en un cuaderno de notas.

3.6. Herramientas de procesamiento y análisis de datos

Una vez recolectada toda la información necesaria para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, se utilizará una variedad de herramientas que permitirán una mejor compresión de la situación actual de la empresa y por ende un mejor análisis de la misma. Dichas herramientas se muestran a continuación:

- Diagrama Causa-Efecto: Permite definir la ocurrencia de un evento(s) no deseable(s) o problema(s) que se presente a lo largo del desarrollo de la investigación e identificar los factores que contribuyen, es decir las causas.
- Diagrama de Flujo de Procesos: Permite describir las operaciones, inspecciones, traslados, almacenamiento y demoras involucrados en la fabricación de los productos contemplados, ilustrando toda la secuencia de los acontecimientos del proceso de fabricación.
- Diagrama de recorrido: Permite una visualización más sencilla del recorrido que realizan los componentes que conforman a los productos considerados a través de su

proceso de transformación hasta convertirse en producto terminado empaquetado y almacenado.

- Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás): Permite observar de manera sencilla los tiempos requeridos para la ejecución de cada etapa del proceso productivo. Esta herramienta es empleada para lograr que las etapas que requieran coincidencia en sus tiempos de finalización inicien de tal manera que finalicen simultáneamente para dar paso a una tercera etapa, es decir, si se consideran dos etapas A y B cuya finalización debe ser simultanea para dar inicio a una etapa C, la Estructura del Producto Desplazada en el Tiempo permite coordinar los tiempos de inicio de las etapas A y B para que terminen de desarrollarse simultáneamente y esto de paso al inicio de la etapa C sin demora alguna.
- Archivo de especificaciones o "Bill of Materials" (BOM): Permite conocer la "estructura del producto", es decir, la secuencia según la cual se crea el producto y la cantidad de componentes necesarios para la fabricación de una unidad de este producto.

3.7. Fases de la metodología empleada

3.7.1. Análisis de procesos

En esta fase introductoria se recopilarán todos los datos e información que se requieran para lograr un buen entendimiento de los procesos productivos a estudiar. Entiéndase por información requerida como: distribución física de la planta, Procedimientos de producción, traslados y ensamblado de los componentes que conforman los productos considerados, almacenes de destino de los productos considerados y equipos empleados para fabricación de componentes.

3.7.2. Recopilación de datos e información

En esta fase se recopilaran todos los datos e información que se requerirán para el diagnóstico de la situación actual de la empresa en lo que se refiere a los productos considerados. Entiéndase por información requerida como: cantidad de componentes requeridos por unidad de producto considerado, tiempos de producción, traslados y ensamblado de los componentes que conforman los productos considerados, tiempos de traslados y empaquetado de producto terminado, capacidad máxima de traslado por paleta y por carro de producto terminado y de componentes y cantidad de componentes fabricados por cada golpe de molde.

3.7.3. Diagnóstico de la situación actual

En esta etapa se canalizará y procesará toda la información y datos recopilados en las etapas anteriores, a través las herramientas adecuadas que permitan una mejor interpretación de la misma, a fin de garantizar propuestas eficientes que ayuden a solventar los problemas que se presenten durante el estudio.

3.7.4. Desarrollo de propuestas

Se busca desarrollar y formular propuestas de mejoras basadas en los resultados arrojados por el procesamiento de datos a través de las herramientas utilizadas en la etapa anterior. Estas propuestas estarán basadas en mejorar indicadores importantes como son tiempo de producción y/o ganancias obtenidas.

3.7.5. Conclusiones y Recomendaciones

Por último se pretende concluir el Trabajo Especial de Grado proporcionando respuestas a las preguntas generadas a lo largo de la investigación y por supuesto en los objetivos específicos planteados.

A raíz de las conclusiones se desarrollará una serie de recomendaciones como resultado del estudio realizado.

CAPÍTULO IV

4. SITUACIÓN ACTUAL

En primer lugar, es importante mencionar que de las numerosas máquinas de inyección de plástico que posee Manaplas S.A, no existe alguna destinada para la fabricación exclusiva de alguno de los componentes considerados en el presente documento, a excepción de los tramos de Estanterías Pequeñas y Grandes, los cuales son fabricados únicamente en la máquina 215 por motivos de adaptación de la misma para tal fin. (Véase cuadro de observaciones de la Tabla 7. Tiempos de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para fabricación de los productos contemplados, ubicada en la Pág. 34 del presente tomo y Figura 7. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Estanterías en todos sus modelos, ubicada en la Pág. 32 del presente tomo), es decir, las ya mencionadas máquinas de inyección de plástico cuentan con la capacidad de cambiar el molde que se utilizará en las mismas, a fin de fabricar la pieza, componente o producto requerido. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que al momento de fabricar una pieza, componente o producto, lo realmente importante es el molde que esté instalado en la máquina en ese momento, y no la máquina en sí.

Debido a lo explicado anteriormente y a que los traslados de productos y componentes dentro de la planta no están automatizados, los tiempos de traslado de los productos considerados y de sus componentes son variables, al depender los mismos del desempeño del personal obrero y de la ubicación del molde requerido en el momento. Por lo tanto, los tiempos de traslado reflejados en este TEG fueron calculados al promediar los tiempos de traslado entre puntos de interés obtenidos a través de mediciones realizadas por el investigador.

De igual forma, se debe aclarar que, los productos ofertados por la empresa poseen presentaciones en diferentes colores, pero, cada vez que se fabrican lotes de componentes, estos son todos de un mismo color.

Con el fin de realizar una reducción en la repetitividad de los nombres de las máquinas empleadas para fabricar los productos considerados, estas serán referidas de aquí en adelante con los acrónimos que se muestran a continuación: Máquina con molde para Estructuras (ME) Máquina con molde para Estructuras Grandes instalado (MEG), Máquina con molde para Estructuras Pequeñas instalado (MEP), Máquina con molde para Gavetas

Grandes instalado (MGG), Máquina con molde para Gavetas Pequeñas instalado (MGP), Máquina con molde para Tapas Tipo 1 instalado (MT1), Máquina con molde para Tapas Tipo 2 instalado (MT2), Máquina con molde para Tramos Grandes instalado (MTG) y Máquina con molde para Tramos Pequeños instalado (MTP).

Actualmente Manaplas S.A. se encuentra en una situación de demanda muy elevada por parte de sus clientes, la cual supera su capacidad productiva. Es decir, el Departamento de Producción no posee la capacidad instalada necesaria para satisfacer la demanda total del mercado en cuestión de volumen de producto requerido por sus clientes.

Los pedidos a Manaplas, S.A. ingresan a través del Departamento de Ventas, el cual al recibir información de la cantidad de producto terminado disponible en inventario para la venta por parte de los responsables del inventario, emite una orden de producción a los Departamentos de Producción y Empaque, iniciándose así el proceso productivo de los diferentes artículos plásticos ofertados por la empresa.

De la amplia gama de productos que ofrece Manaplas S.A. a sus clientes, el presente Trabajo Especial de Grado se enfoca en dos de sus "Top Sellers", siendo estos las familias de Gaveteros y Estanterías, en donde, los diferentes modelos que forman parte de estas familias son fabricados con los mismos componentes en diferentes configuraciones y/o cantidades. Dichos componentes son clasificados en dos grupos denominados "Componentes Limitados" y "Componentes No Limitados", siendo los limitados denominados de esta manera, ya que rara vez se encuentran disponibles en inventario por presentar características que no hacen favorable su almacenamiento, tales como tamaño o forma. En cuanto a los no limitados, estos son denominados de esta manera ya que por el contrario, rara vez no se encuentran disponibles en inventario debido que su almacenamiento es más sencillo y cómodo.

Luego de ser emitida la orden de producción por parte del Departamento de Ventas, el Departamento de Producción se organiza para iniciar la fabricación de componentes limitados que sea requerida para cumplir con dicha orden de producción. Todo esto basado en la premisa mencionada previamente referente a la falta de capacidad de satisfacción de la demanda por parte de este departamento.

A medida que van siendo producidos los componentes limitados estos son transportados al Departamento de Empaque en conjunto con los no limitados provenientes

de los almacenes de componentes, para así ensamblarlos y formar el producto terminado que será empaquetado y enviado a almacenes o directamente despachado.

Bajo la dirección del Subgerente de Empaque se decide la cantidad de cada tipo de Gavetero y Estantería que será ensamblado y empaquetado a partir de la cantidad de componentes limitados enviados desde el Departamento de Producción, de la disponibilidad en inventario del almacén de componentes no limitados y contemplando a su vez la demanda y niveles de inventario de dichos productos. Actualmente esta decisión de la cantidad de cada tipo de producto a ensamblar y a empaquetar se realiza con base en la experiencia del Subgerente de empaque, lo cual si bien genera ganancias para la empresa, es poco beneficioso, ya que la cantidad de producto ensamblado y empaquetado no necesariamente refleja el máximo margen de ganancia que permite obtener la capacidad instalada de la empresa en cuanto a estos productos. En otras palabras, no se tiene la combinación exacta de la cantidad de cada tipo de producto que debe ser fabricado por la empresa para percibir la máxima ganancia al ser posible satisfacer solo una parte de la demanda del mercado.

4.1. Descripción de las instalaciones

La fábrica tiene un área de más de 16.000 m², que incluye los almacenes de materia prima y productos terminados, áreas de: despacho, empaque, moldes, mezclado, molino, matricería, herrería y refrigeración; estacionamiento, recepción de proveedores, y un edificio administrativo.

En el área de empaque se encuentran siete (7) máquinas termoempacadoras, las cuales varían en tamaño para el procesamiento de productos de diferentes dimensiones, y fuera del área del Departamento de Empaque se encuentra una octava máquina termoempacadora ubicada en el área del Departamento de Producción, procurando su cercanía a los almacenes de los productos que son procesados en el mismo, para así minimizar el manejo de materiales de dichos productos.

El Departamento de Empaque también cuenta con cuatro (4) cintas transportadoras o conveyor y cinco (5) mesas de trabajo, destinados para el ensamblado de componentes por parte del personal del departamento, con el fin de fabricar el producto terminado para su posterior empaquetado y almacenaje o despacho.

Y finalmente, se puede encontrar la oficina perteneciente al Subgerente de empaque, desde la cual se coordinan y planifican todas las actividades del departamento y otra oficina perteneciente a los asistentes del subgerente, los cuales tienen como función apoyar los procesos administrativos y de planificación dentro del departamento.

4.2. Caracterización de los Procesos Productivos

4.2.1. Gaveteros

4.2.1.1. Descripción del Proceso

El proceso productivo de los Gaveteros se inicia con la fabricación de las ruedas y patas para conformar el kit de Gaveteros, el cual contiene las patas traseras con ruedas adheridas por calor y las patas delanteras (el kit de Gaveteros al estar compuesto de componentes no limitados es almacenado hasta que es requerido), de igual forma son producidos los protectores y una vez más, al ser componentes no limitados son almacenados hasta que sean requeridos. Al momento en que es generada la orden de producción por parte del Departamento de Ventas, el Departamento de Producción determina la cantidad de componentes limitados que debe fabricar para cumplir con dicha orden y al identificar las máquinas disponibles para tal fin comienza la fabricación de las estructuras, las gavetas y las tapas tipo 1; siendo las últimas dos trasladadas a la M.E. Allí el personal obrero se encarga del ensamblado de las estructuras, las gavetas y las tapas. En el caso de los Gaveteros que posean estructuras y gavetas grandes y pequeñas a la vez, primero se realiza el ensamblaje de la tapa, las estructuras pequeñas y gavetas pequeñas en la MEP y luego se lleva este producto en proceso a la MEG donde se acoplará a las mismas en conjunto con las gavetas grandes. Al terminar el ensamblado, el producto en proceso es apilado en paletas y debe esperar a que se libere la próxima estación de trabajo para dar continuidad al proceso productivo. Cuando esto sucede, es llevado al Área de Ensamblado del Departamento de Empaque para ser etiquetado, agregar el código de barras, realizar la inserción de los protectores y adición del kit correspondiente, para luego ser apilado en paletas nuevamente, en donde deben esperar para continuar en el proceso. Posteriormente los Gaveteros son trasladados al área de hornos dentro del mismo Departamento de Empaque para su respectivo empaquetamiento, donde el producto se envuelve en láminas de material termoencogible y se procesa en las máquinas termoempacadoras para que éste se compacte y salga envuelto y protegido. Ésta última operación da paso al almacenado del producto terminado en el almacén correspondiente.

A continuación se presenta la totalización de los tiempos requeridos para la producción de Gaveteros en sus diferentes modelos. Sus respectivos Diagramas de Recorrido se encuentran ubicados en las Págs. 30 y 31 del presente tomo. A su vez, los mencionados tiempos se ven reflejados de manera más detallada en los Diagramas de Flujo de Procesos para la producción de cada modelo de Gavetero, ubicados en el tomo de anexos del TEG a partir de la Pág. 7.

Tiempos requeridos para producción de Gaveteros	
Modelo de Gavetero	**Totalización de tiempo para su fabricación (min)**
0069	74,5
0100	76,7
0101	89,0
0102	89,1

Tabla 3. Tiempos requeridos para producción de Gaveteros
Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Estanterías

4.2.2.1. Descripción del Proceso

Todos los componentes no limitados que conforman la Estantería son fabricados en el Departamento de Producción y llevados a los almacenes de componentes. En el caso de los que conforman el Kit de Estanterías, primero son llevados al área de ensamblado del Departamento de Empaque para crear el ya mencionado kit que luego será enviado al almacén correspondiente. Al momento en que es generada la orden de producción por parte del Departamento de Ventas, el Departamento de Producción determina la cantidad de componentes limitados que debe fabricar para cumplir con dicha orden y al identificar las máquinas disponibles para tal fin comienza la fabricación de los tramos de los Tramos de Estanterías, para luego ser llevados al Área de Ensamblado en conjunto con los componentes no limitados provenientes de los almacenes de componentes. Los tramos son dispuestos sobre mesas, en donde se etiquetan y se ensamblan en conjunto con todos los demás componentes para formar las estanterías. Finalmente, se dispone el producto terminado en paletas para su traslado al área de hornos donde es empaquetado y colocado nuevamente en paletas para ser enviado al Almacén de Conservadores.

A continuación se presenta la totalización de los tiempos requeridos para la producción de Estanterías en sus diferentes modelos. Su respectivo Diagrama de Recorrido se encuentra ubicado en la Pág. 32 del presente tomo. A su vez, los mencionados tiempos se ven reflejados de manera más detallada en los Diagramas de Flujo de Procesos para la producción de cada modelo de Estantería, ubicados en el tomo de anexos del TEG a partir de la Pág. 11.

Tiempos requeridos para producción de Estanterías	
Modelo de Estantería	**Totalización de tiempo para su fabricación (min)**
9063	41,1
9064	44,8
9065	47,4
9066	40,9
9067	41,1
9068	43,3

Tabla 4. Tiempos requeridos para producción de Estanterías

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Gavetas Modulares Apilables

4.2.3.1. Descripción del Proceso

Al momento en que es generada la orden de producción por parte del Departamento de Ventas, el Departamento de Producción determina la cantidad de componentes limitados que debe fabricar para cumplir con dicha orden y al identificar las máquinas disponibles para tal fin comienza la fabricación de las estructuras, las gavetas y las tapas tipo 2 (ya sean grandes o pequeñas); en donde, dependiendo del tamaño de la gaveta, las últimas dos trasladadas a la máquina que posee instalado el molde para las estructuras correspondiente cuando esta ya lleva unos minutos en actividad. Allí el personal obrero se encarga del ensamblado de las estructuras, las gavetas y las tapas. Al terminar el ensamblado, el producto en proceso es apilado en paletas y debe esperar a que se libere la próxima estación de trabajo para dar continuidad al proceso productivo. Cuando esto sucede, es llevado al Área de Ensamblado del Departamento de Empaque para ser etiquetado y agregar el código de barras, para luego ser apilado en paletas nuevamente, en donde deben esperar para continuar en el proceso.

Posteriormente las Gavetas Modulares Apilables son trasladadas al área de hornos dentro del mismo Departamento de Empaque para su respectivo empaquetamiento. Si son Gavetas Modulares Apilables pequeñas, estas son trasladadas para ser empaquetadas de manera individual a los hornos 8 o 9 para luego se apiladas en paletas nuevamente y trasladadas a los hornos 3,4 o 5 donde el producto se envuelve de a tres (3) unidades en láminas de material termoencogible y se procesa para ser envuelto y protegido. Ésta última operación da paso al almacenado del producto terminado en el almacén correspondiente. Por otro lado, si se trata de Gavetas Modulares Apilables grandes, estas son trasladadas para ser empaquetadas de manera individual en los hornos 3 o 4, para luego se apiladas en paletas nuevamente y trasladadas al área de embolsado del Departamento de Empaque, en donde el producto es embolsado de a tres (3) unidades. Por último, el producto terminado es colocado en paletas nuevamente y finalmente ser envía a su almacén correspondiente.

A continuación se presenta la totalización de los tiempos requeridos para la producción de Gavetas Modulares Apilables en sus diferentes modelos. Sus respectivos Diagramas de Recorrido se encuentran ubicados en las Págs. 28 y 29 del presente tomo. A su vez, los mencionados tiempos se ven reflejados de manera más detallada en los Diagramas de Flujo de Procesos para la producción de cada modelo de Gaveta Modular Apilable, ubicados en el tomo de anexos del TEG, a partir de la Pág. 17.

Tiempos requeridos para producción de Gavetas Modulares Apilables	
Modelo de Gaveta modular Apilable	**Totalización de tiempo para su fabricación (min)**
0108	69,4
0109	71,2

Tabla 5. Tiempos requeridos para producción de Gavetas Modulares Apilables

Fuente: Elaboración Propia

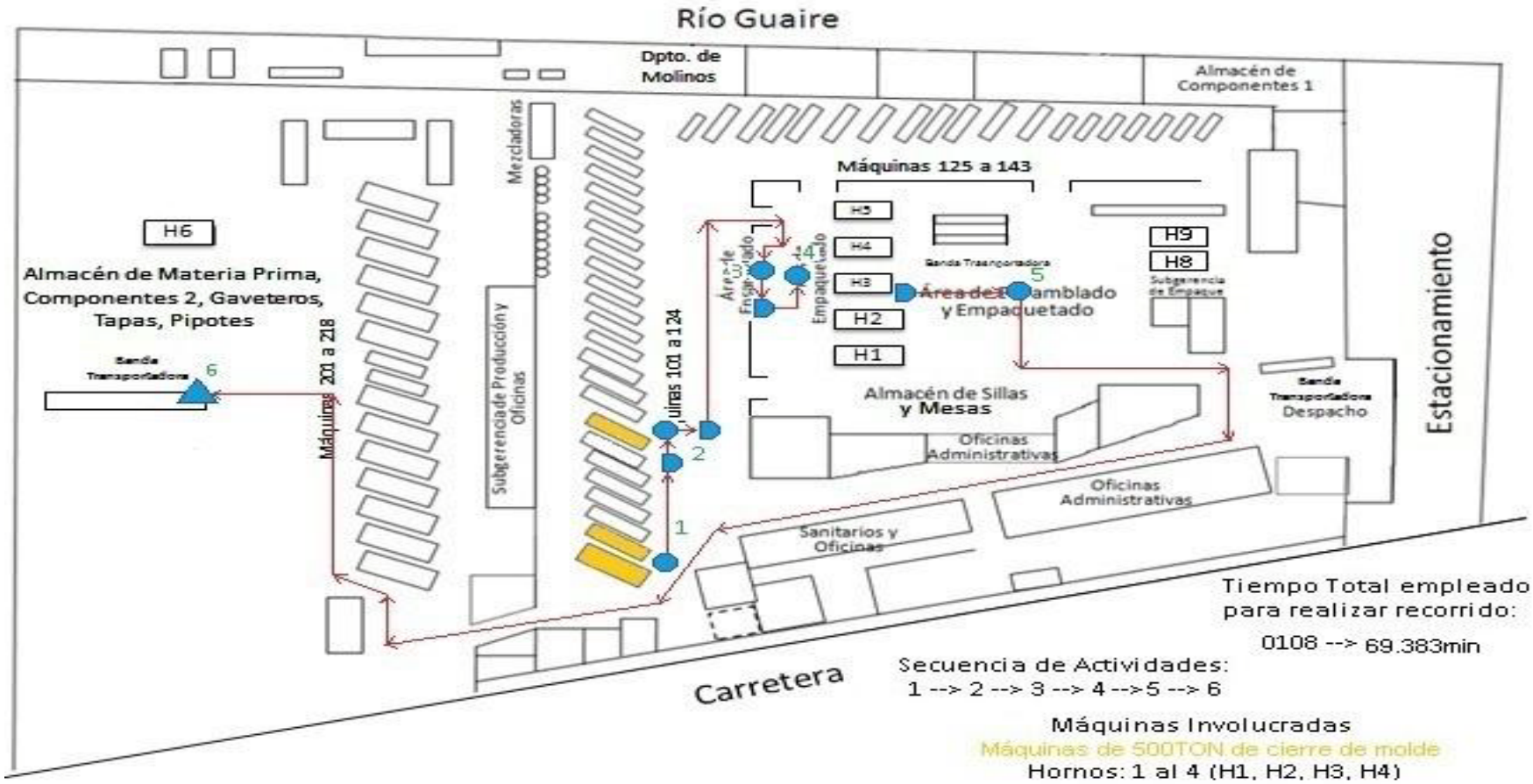

Figura 3. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gavetas Modulares Apilables – Modelo 0108

Fuente: Elaboración Propia

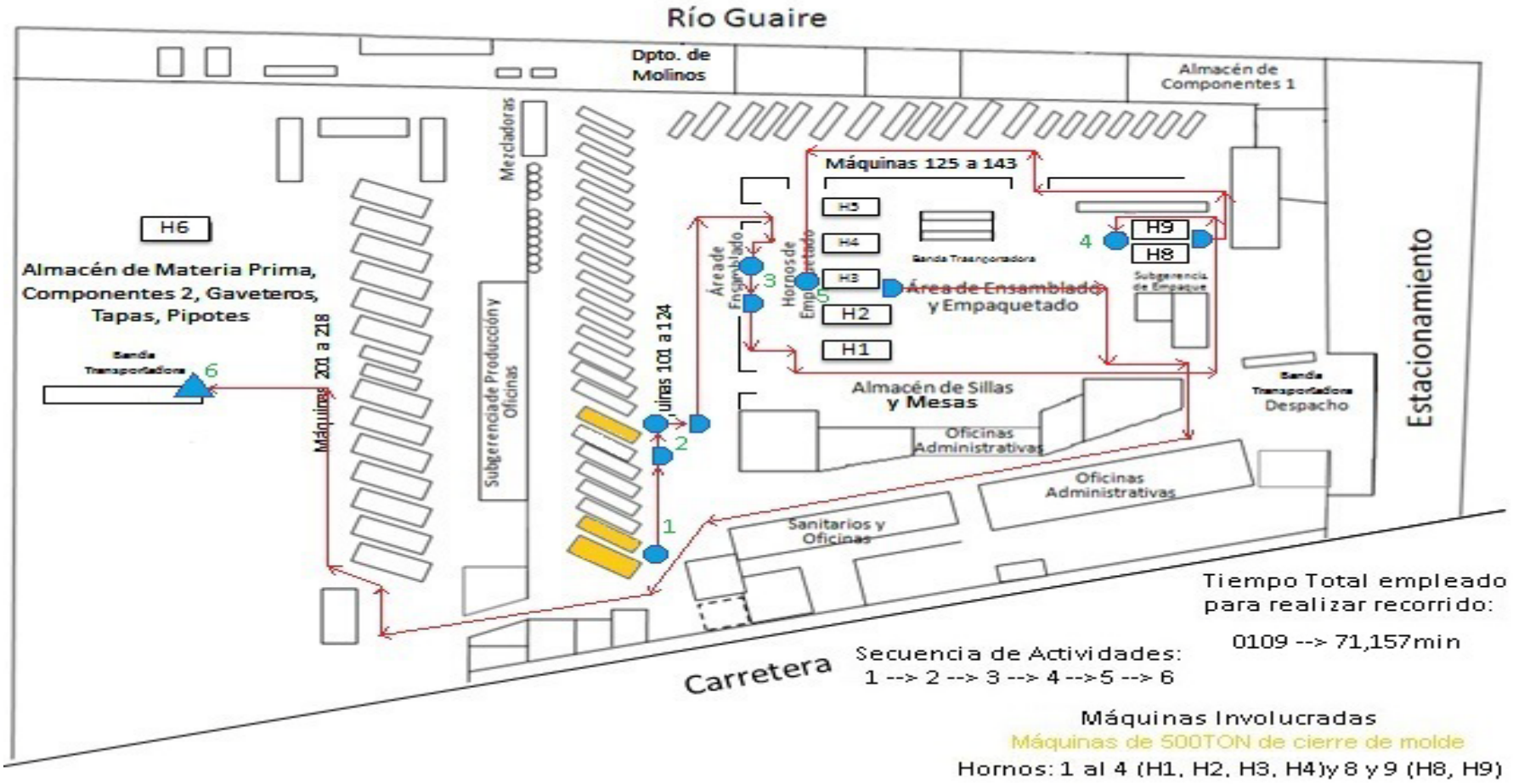

Figura 4. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gavetas Modulares Apilables – Modelo 0109

Fuente: Elaboración Propia

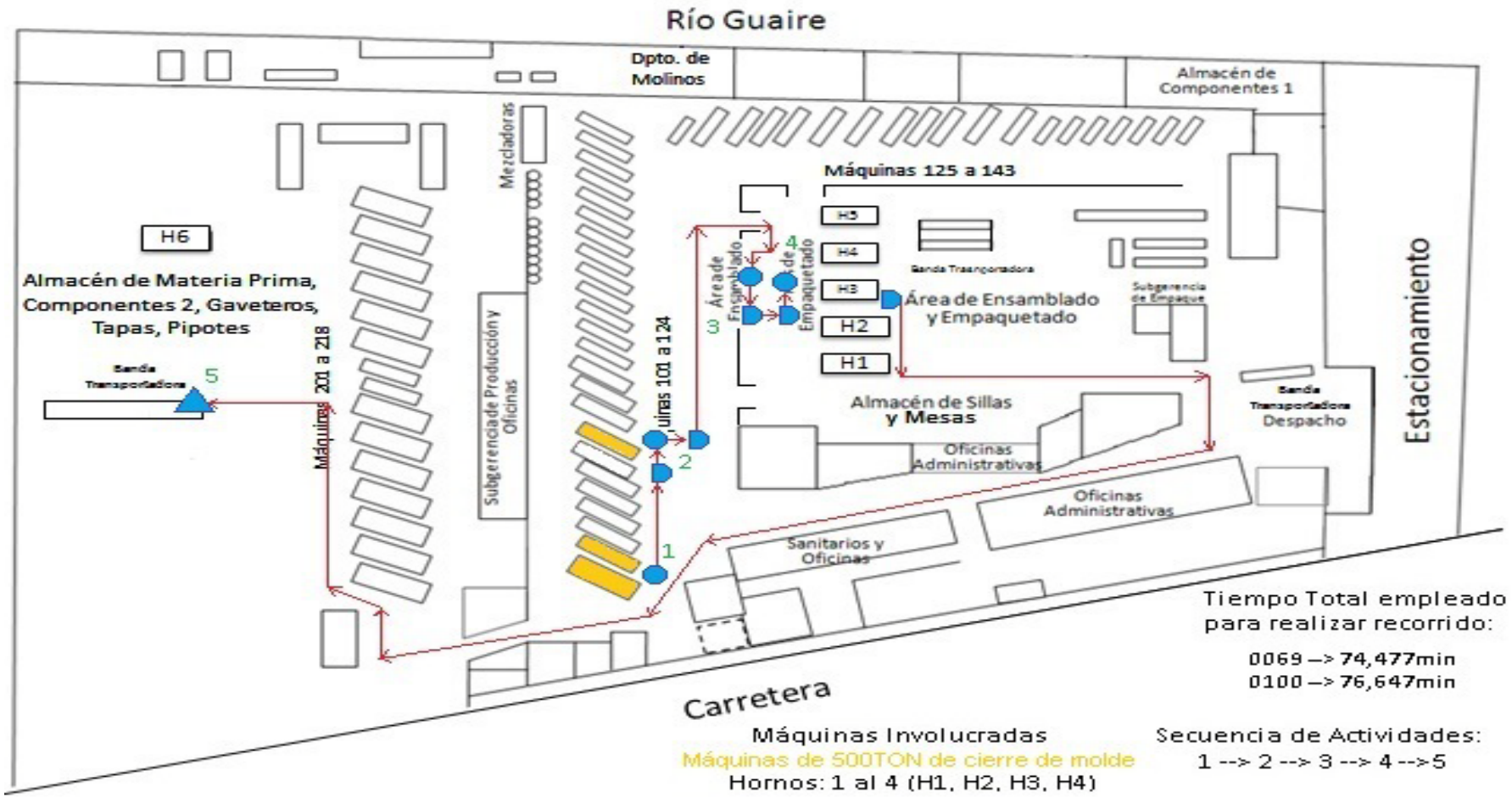

Figura 5. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gaveteros – Modelos 0069 y 0100

Fuente: Elaboración Propia

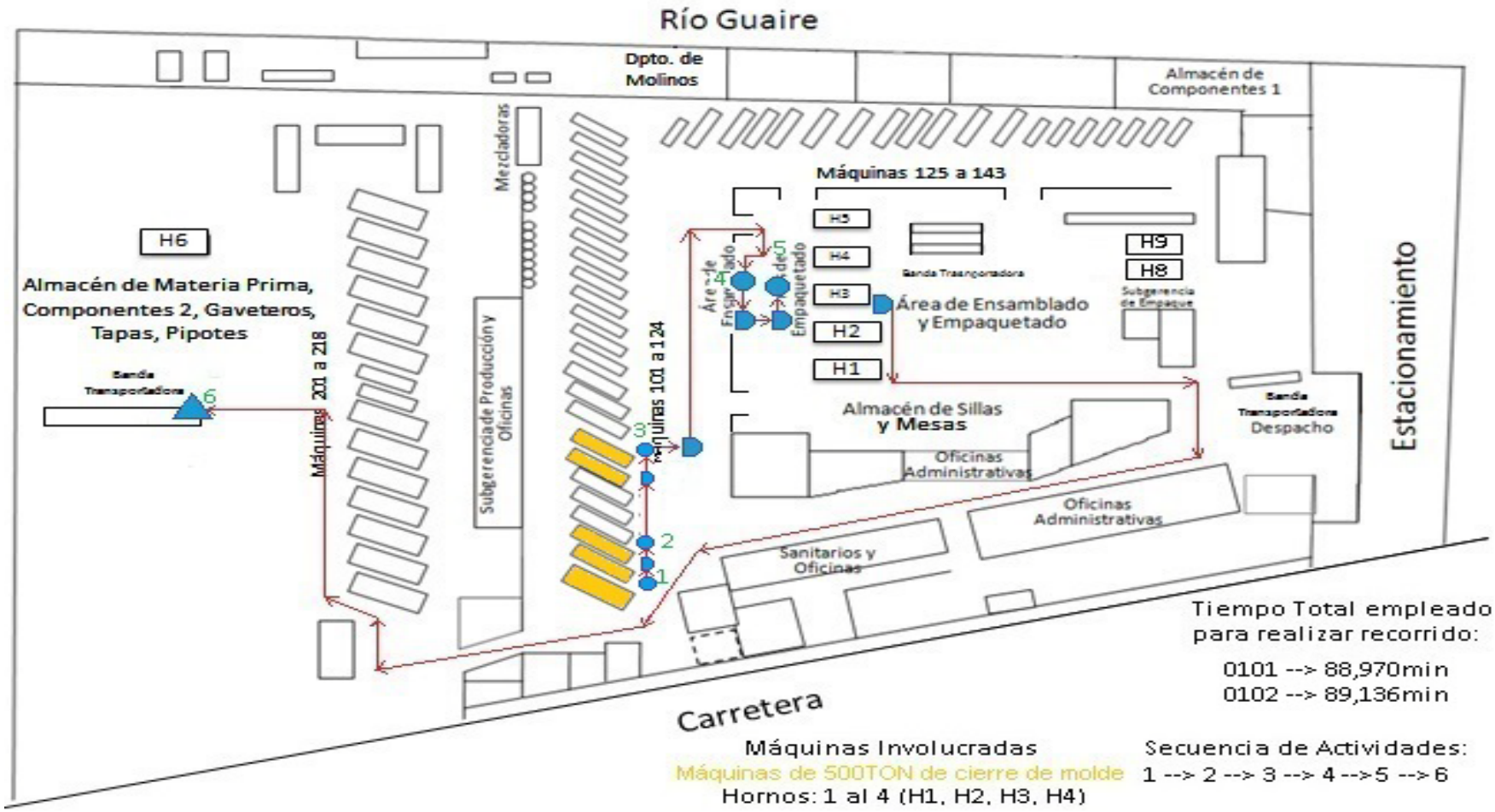

Figura 6. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Gaveteros – Modelos 0101 y 0102

Fuente: Elaboración Propia

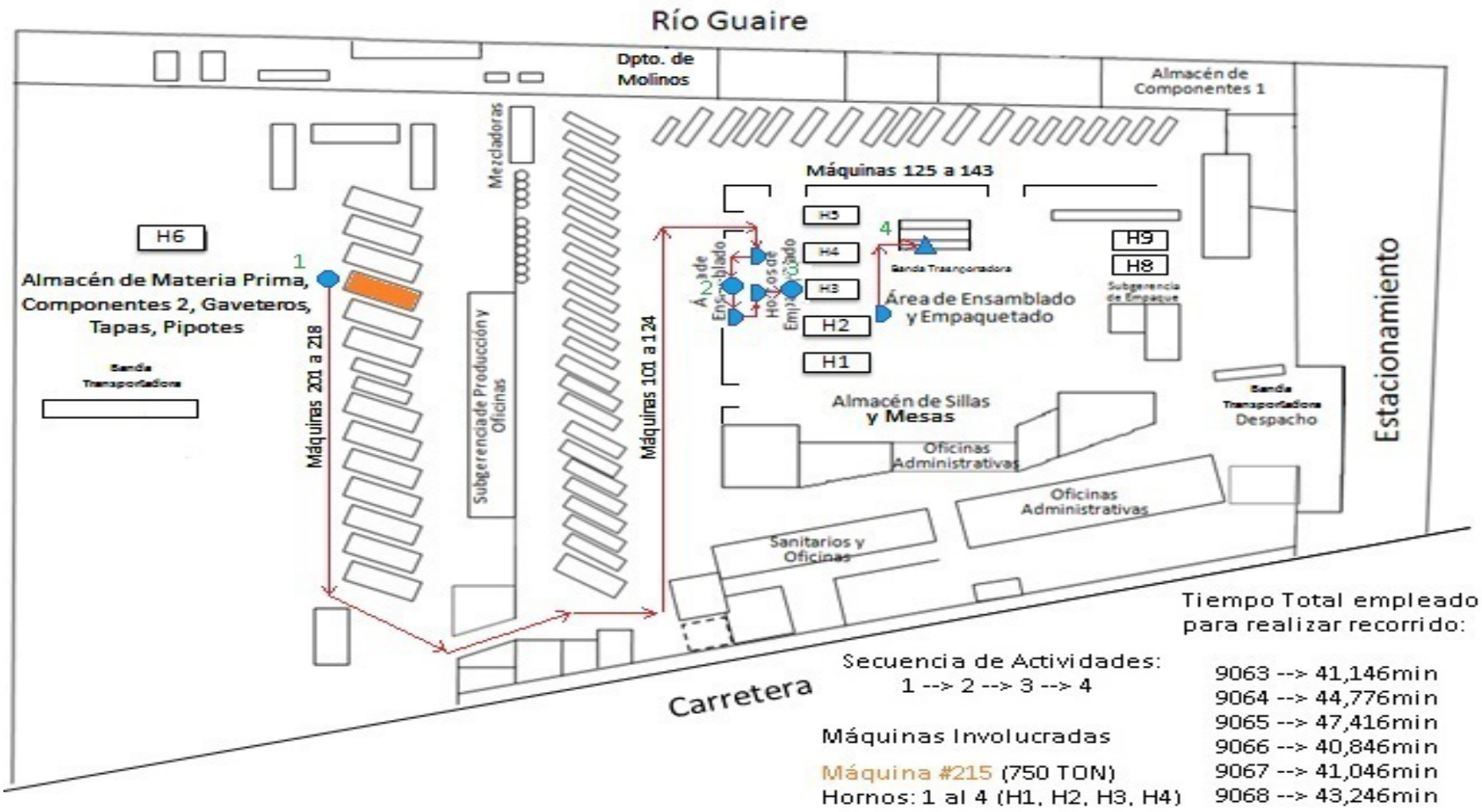

Figura 7. Diagrama de Recorrido de componentes limitados para producción de Estanterías en todos sus modelos

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Tipo y cantidad de componentes requeridos para fabricación de los productos contemplados.

Archivo de especificaciones o lista de materiales (BOM) - Cantidad de componentes requeridos por unidad de producto terminado

	ESTANTERÍAS PEQUEÑAS										
Referencia (Código)	***Patas Cortas***	***Protectores (Esquineros) Superiores***	***Protectores (Esquineros) Inferiores***	***Divisores tramos***	***Tramos Pequeños***	***Tramos Grandes***	***Tapones***	***Patas Largas***	***Esposa 1***	***Esposa 2***	***Gancho (soporte) de pared***
9063	4	4	4	8	3	-	4	8	-	-	2
9064	4	4	4	12	4	-	4	12	-	-	2
9065	4	4	4	16	5	-	4	16	-	-	2
	ESTANTERÍAS GRANDES										
	Patas Cortas	***Protectores (Esquineros) Superiores***	***Protectores (Esquineros) Inferiores***	***Divisores tramos***	***Tramos Pequeños***	***Tramos Grandes***	***Tapones***	***Patas Largas***	***Esposa 1***	***Esposa 2***	***Gancho (soporte) de pared***
9066	4	4	4	4	-	3	-	8	6	2	2
9067	4	4	4	6	-	4	-	12	6	2	2
9068	4	4	4	8	-	5	-	16	6	2	2
	GAVETEROS										
	Ruedas	***Pata delantera izquierda***	***Pata delantera derecha***	***Pata trasera izquierda (Con rueda quemada)***	***Pata trasera derecha (Con rueda quemada)***	***Protectores***	***Tapa 1***	***Gaveta grande***	***Gaveta pequeña***	***Estructuras Grandes***	***Estructuras Pequeñas***	***Tapa 2***
69	2	1	1	1	1	4	1	3	-	3	-	-
100	2	1	1	1	1	4	1	4	-	4	-	-
101	2	1	1	1	1	4	1	2	2	2	2	-
102	2	1	1	1	1	4	1	3	2	3	2	-
	GAVETAS MODULARES APILABLES										
	Ruedas	***Pata delantera izquierda***	***Pata delantera derecha***	***Pata trasera izquierda (Con rueda quemada)***	***Pata trasera derecha (Con rueda quemada)***	***Protectores***	***Tapa 1***	***Gaveta grande***	***Gaveta pequeña***	***Estructuras Grandes***	***Estructuras Pequeñas***	***Tapa 2***
108	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
109	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1

Tabla 6. Archivo de especificaciones o lista de materiales (BOM) - Cantidad de componentes requeridos por unidad de producto terminado

Fuente: Elaboración Propia / Información suministrada por Manaplas S.A.

4.4. Tiempos de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para elaboración de los productos contemplados

Tiempos de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para elaboración de los productos contemplados				
Componente	**Segundos/ Golpe de molde**	**Componentes por molde**	**Observaciones**	**Máquina empleada**
ESTANTERIAS PEQUEÑAS				
Patas Cortas	36	4		400 TON
Gancho Pared	19	4		400 TON
Protectores	20	4		400 TON
Divisores Tramos	36	4		300 TON
Tramos	45	1	únicamente en máquina 215	750 TON
Tapones	24	4		300TON
Patas Largas	50	4		500 TON
ESTANTERIAS GRANDES				
Patas Cortas	47	4		400 TON
Protectores	23	4		400 TON
Esposa 1	32	6	Fabricadas en el mismo molde	300 TON
Esposa 2	32	2		300 TON
Divisores Tramos	31	4		300 TON
Gancho Pared	22	4		400 TON
Tramos	60	1	únicamente en máquina 215	750 TON
Patas Largas	55	4		500 TON
GAVETEROS Y GAVETAS MODULARES APILABLES				
Ruedas	33	4		300 TON
Patas (Derechas e Izquierdas)	35	4	2 derechas y 2 izquierdas	400 TON
Protectores	21	4		400 TON
Gaveta Pequeña	26,5	1		500 TON
Tapa 1	30	1		500 TON
Gaveta Grande	36,75	1		500 TON
Estructura Pequeña	27,5	1		500 TON
Estructura Grande	42	1		500 TON
Tapa 2	23,25	1		500 TON

Tabla 7. Tiempo de ciclo y cantidad de componentes fabricados por golpe de molde para elaboración de productos contemplados

Fuente: Elaboración Propia / Información suministrada por Manaplas S.A.

Observaciones de importancia:

1. Las Gavetas Modulares Apilables poseen un tipo de tapa diferente a los Gaveteros, por ello la distinción entre Tapa 1 (para los Gaveteros) y Tapa 2 (para las Gavetas Modulares Apilables)
2. Las patas cortas y largas de las Estanterías Pequeñas no son iguales a las de las Estanterías Grandes
3. Los protectores o esquineros superiores de las Estanterías son diferentes a los inferiores, y a su vez son diferentes los de las Estanterías Pequeñas y las Grandes
4. Los ganchos de pared de las Estanterías Pequeñas son diferentes a los de las Estanterías Grandes
5. Los divisores de tramos de las Estanterías Pequeñas son diferentes a los de las Estanterías Grandes
6. Las cuatro patas de los Gaveteros son diferentes entre sí, y a su vez, las traseras tienen incorporada una rueda cada una.

4.5. Disponibilidad en inventario de componentes no limitados

En cuanto a los componentes no limitados que conforman los productos involucrados, si bien normalmente se encuentran disponibles en cantidades suficientes para cubrir el volumen de productos vendidos históricamente, la empresa no lleva un control detallado en cuanto a la variación de sus niveles de inventario. Las revisiones de los almacenes de componentes se realizan de manera esporádica, lo cual no es beneficioso para la empresa en materia de planificación y control.

Los cuadros comparativos correspondientes a los niveles de inventario de componentes no limitados observados en las revisiones realizadas por parte del Departamento de Empaque en los años 2014 y 2015 versus la cantidad de componentes no limitados requeridos para cumplir con la producción programada para cubrir parte de la demanda del mercado al momento de realizar estas revisiones, se encuentran contenidos en el tomo de anexos del presente TEG a partir de la Pág.19.

Las revisiones de niveles de inventario de componentes no limitados que fueron consideradas en el presente Trabajo Especial de Grado fueron realizadas en el transcurso de los años 2014 y 2015 en las fechas que se indican a continuación:

- Revisión #1 → 30 de enero de 2014
- Revisión #2 → 19 de mayo de 2014
- Revisión #3 → 28 de julio de 2014
- Revisión #4 → 20 de abril de 2015

- Revisión #5 → 04 de junio de 2015

4.6. Estimación de la demanda futura por parte del Departamento de Ventas

Con fines de planificación, el Departamento de Ventas realiza estimaciones mensuales de la demanda de los productos que ofrece la empresa, a continuación se presenta la información proporcionada por este departamento referente a los productos contemplados en el TEG.

Demanda estimada de los productos contemplados para el mes de Julio de 2015

Referencia	Unidades
0069	3148
0100	4012
0101	2368
0102	2685
0108	2739
0109	2214
9063	893
9064	1418
9065	1788
9066	894
9067	1223
9068	1968

Tabla 8. Demanda estimada de los productos contemplados para el mes de Julio de 2015
Fuente: Elaboración Propia / Información suministrada por Manaplas S.A.

4.7. Análisis de la Situación Actual

Luego de emplear la observación directa, las mediciones de tiempo correspondientes y las entrevistas no estructuradas para visualizar de manera adecuada y caracterizar el proceso productivo de los productos considerados y de sus respectivos componentes, se logra apreciar en los diagramas de flujo de proceso de cada producto la existencia de demoras en la producción, originadas por los tiempos de espera que sufre el producto en proceso en diferentes etapas del proceso productivo.

Estas demoras tienen como origen la falta de coordinación (mas no de comunicación) que existe entre los Departamentos de Producción y Empaque, e incluso dentro de los procesos internos de los mismos. Es decir, la producción de componentes de los productos involucrados, sus traslados, ensamblado y el empaquetado del producto terminado no están sincronizados adecuadamente (Véase Figura 8. Diagrama Causa-Efecto de demoras en la fabricación de productos contemplados. Pág. 38 del presente tomo).

Al considerar el “Lead Time” en los procesos de fabricación de los productos contemplados se lograría eliminar o disminuir los retrasos mencionados previamente, a través de la implementación de la Estructura del Producto Desplazada en el Tiempo (hacia atrás).

En lo que se refiere a la disponibilidad de componentes no limitados en inventario, se pueden observar en los cuadros comparativos correspondientes, que en la mayoría de los casos, los componentes en inventario exceden con creces la cantidad requerida para la producción programada, a excepción de las patas largas de estanterías pequeñas y grandes en la última revisión del año 2015. Este escenario atípico fue generado por la situación actual que se presenta en el país, al existir escasez de materia prima para fabricación de productos plásticos.

De igual forma, los niveles de inventario de componentes no limitados podrían ser controlados y monitoreados, ya que se cuenta con información importante de los productos que estos conforman, al conocerse las estimaciones de demanda realizadas por el Departamento de Ventas.

Finalmente, se sabe que bajo la dirección del Subgerente de Empaque se decide la cantidad de cada tipo de Gavetero y Estantería que será ensamblado y empaquetado según los lineamientos detallados en la descripción de la Situación Actual del presente TEG, resultando poco beneficiosa esta metodología empleada al no garantizar la combinación exacta de la cantidad de cada tipo de producto que debe ser fabricado por la empresa para percibir la máxima ganancia al ser posible satisfacer sólo una parte de la demanda del mercado.

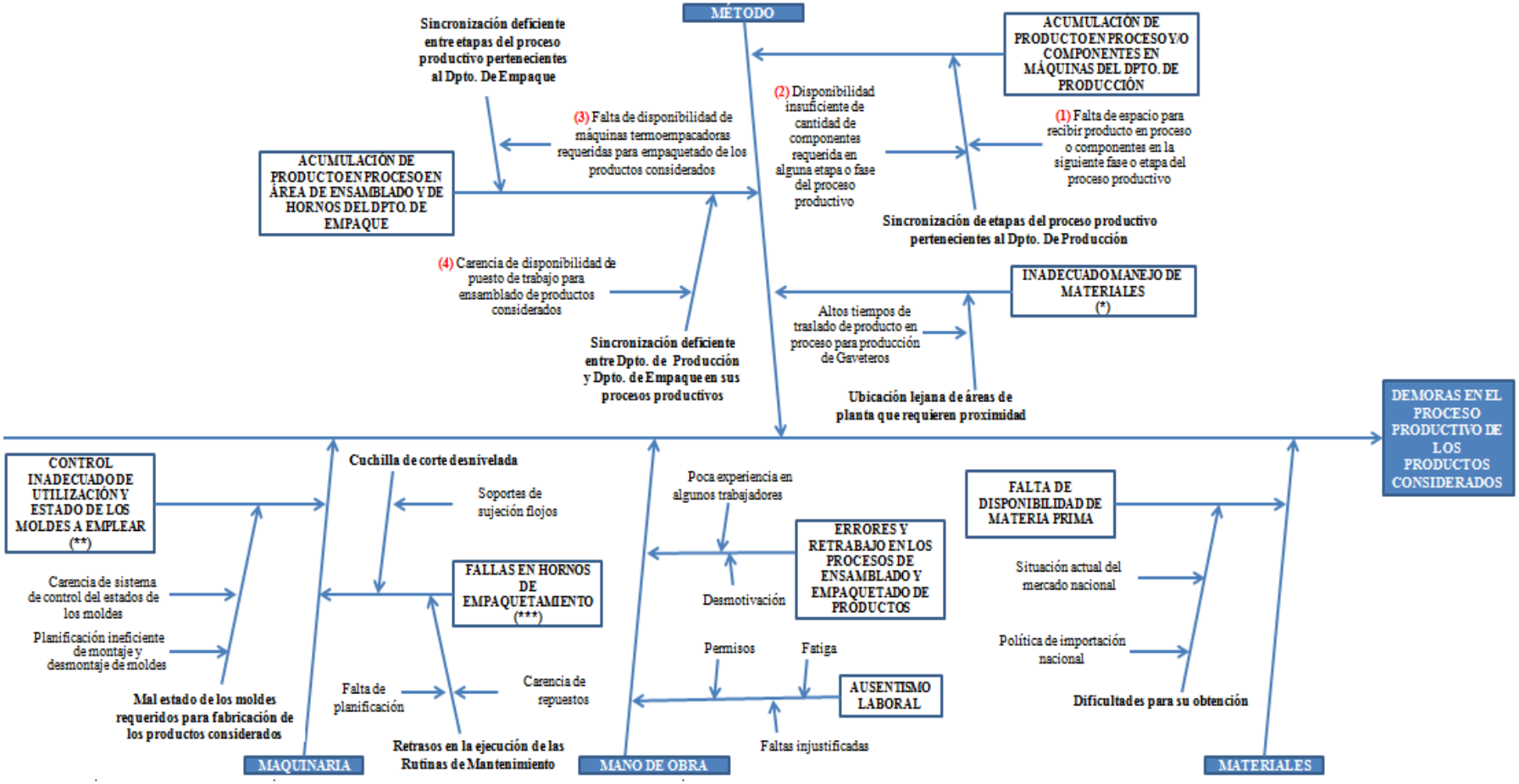

Figura 8. Diagrama Causa-Efecto de demoras en la fabricación de productos contemplados.
Fuente: Elaboración Propia

Observaciones de importancia del Diagrama Causa-Efecto de demoras en la fabricación de productos contemplados:

(1) Al estar ocupado dicho espacio por producto en proceso o componentes en cola para ser procesados.
(2) Por retrasos en la fabricación de dichos componentes.
(3) Al estar dichas máquinas ocupadas por otros productos ofrecidos por la empresa.
(4) Al estar dichos puestos de trabajo ocupados por otros productos ofrecidos por la empresa.

Las causas pertenecientes a los grupos señalados con (“*”, “**” y “***”) escapan del alcance del presente TEG y fueron ya consideradas en los TEG realizados por Nyloha Chávez, Carlos Chivico y Mariamilagro Rodriguez mencionados en la sección de antecedentes.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE MEJORAS

Las propuestas de mejoras están condicionadas por el funcionamiento de los puentes grúa, al estar la maquinaria y equipos dispuestos en función del servicio que prestan para el montaje y desmontaje de los moldes. Por este motivo, no se contemplan cambios en la distribución de la planta, ya que de hacerlo, puede incurrirse en estudios que escapan de los objetivos y alcance del TEG, así como en obras civiles de gran envergadura al requerir reestructuración de espacios físicos de la planta, movilización de maquinaria y equipos pesados, entre otras modificaciones que resultan dificultosas debido al limitado espacio con el que cuenta la empresa y la localización de sus distintos departamentos y áreas tanto de almacenamiento como de producción. De igual forma existe una dependencia de las propuestas de mejoras con respecto al personal involucrado en la ejecución de las mismas, por lo cual la efectividad de su aplicación dependerá en gran manera de la disposición y desempeño laboral de dicho personal.

Al analizar la Situación Actual de la empresa en el capítulo anterior, es evidente la existencia de aspectos relevantes que perjudican el desempeño del proceso productivo de los productos contemplados en esta investigación. Estos aspectos serán mencionados a continuación y se presentará una propuesta de mejora para cada uno de ellos.

5.1. Descontrol en niveles de inventario de Componentes No Limitados

Al existir un descontrol en estos niveles de inventario se presentan dos (2) escenarios. El primero, el cual es el más común, sería la existencia de una excesiva cantidad de componentes almacenados en comparación con la cantidad requerida real para cumplir con la orden de producción, lo cual genera, entre otras consecuencias, costos de almacenamiento innecesarios. El segundo escenario es menos común y se aprecia en las últimas dos revisiones de niveles de inventario realizadas en el año 2015, el cual es que la cantidad en inventario de componentes no es suficiente para cumplir con la orden de producción, lo cual, de no ser posible la fabricación de estos componentes faltantes se generaría, entre otras consecuencias, un costo de oportunidad por unidades no producidas y por lo tanto no vendidas.

Las afirmaciones hechas están sustentadas por los datos reflejados en los cuadros comparativos de niveles de inventario de componentes no limitados de este TEG, ubicados en el tomo de anexos.

Para solventar esta situación y evitar que en un futuro se repitan escenarios como los mencionados, es necesario un mejor control y una mejor planificación de los niveles de inventario de componentes por parte de la empresa. Para lograr esto, se deben combinar las estimaciones de la demanda futura realizadas por el Departamento de Ventas con la herramienta "Bill of Materials" (BOM) para conocer una cantidad de componentes requerida para satisfacer esta demanda estimada y así conocer una aproximación de los niveles adecuados de inventario que se deben mantener en el periodo de tiempo considerado al realizar dicha estimación.

A continuación se presenta una tabla que refleja la aplicación de la herramienta BOM, dando a conocer los componentes requeridos para satisfacer la demanda estimada, así como la cantidad de cajas requeridas para el almacenamiento de estos componentes en su respectivo almacén.

Total de unidades requeridas de cada componente para satisfacción de la demanda estimada

Componente	Unidades	Cajas
ESTANTERIAS PEQUEÑAS		
Patas Cortas	16396	28
Protectores (Esquineros) superiores	16396	22
Protectores (Esquineros) inferiores	16396	22
Divisores Tramos	52768	106
Tramos Pequeños	17291	Componente Limitado
Tapones	16396	11
Patas Largas	52768	118
Gancho (soporte) de pared	8198	9
ESTANTERIAS GRANDES		
Patas Cortas	16340	41
Protectores (Esquineros) superiores	16340	30
Protectores (Esquineros) inferiores	16340	22
Divisores Tramos	26658	54
Tramos Grandes	17414	Componente Limitado
Patas Largas	53316	178
Esposas 1	24510	33
Esposas 2	8170	3
Gancho pared	8170	17

GAVETEROS Y GAVETAS MODULARES APILABLES		
Ruedas	24426	25
Pata Delantera Derecha	12213	11
Pata Delantera Izquierda	12213	11
Pata Trasera Derecha	12213	11
Pata Trasera Izquierda	12213	11
Protectores	48852	163
Tapa 1	12213	Componente Limitado
Gaveta Grande	38283	Componente Limitado
Gaveta Pequeña	12320	Componente Limitado
Estructura Grande	41022	Componente Limitado
Estructura Pequeña	12320	Componente Limitado
Tapa 2	4953	Componente Limitado

Tabla 9. Total de unidades requeridas de cada componente para satisfacción de la demanda estimada
Fuente: Elaboración Propia

5.2. Demoras en el Proceso Productivo de los productos contemplados

Conociendo las causas de estas demoras, ilustradas en la Figura 8. Diagrama Causa-Efecto de demoras en la producción de componentes contemplados. (Véase Pág. 38 del presente tomo), se solventarán o disminuirán las demoras que conciernen a este TEG al realizar la consideración del “Lead Time” involucrado en los procesos productivos y reflejarlo en La Estructura del Producto Desplazada en el Tiempo (hacia atrás) para cada unos de los productos considerados, permitiendo así observar de manera sencilla los tiempos requeridos para la ejecución de cada fase del proceso productivo y lograr que las etapas que requieran coincidencia en sus tiempos de finalización inicien de tal manera que finalicen simultáneamente para dar paso a la siguiente etapa.

A continuación se presenta de forma gráfica la Estructura del Producto Desplazada en el Tiempo (hacia atrás) para la producción unitaria de Gaveteros modelo 0069 y Estanterías modelo 9063. Los gráficos correspondientes a los demás productos considerados se encuentran disponibles en el tomo de anexos a partir de la Pág. 44.

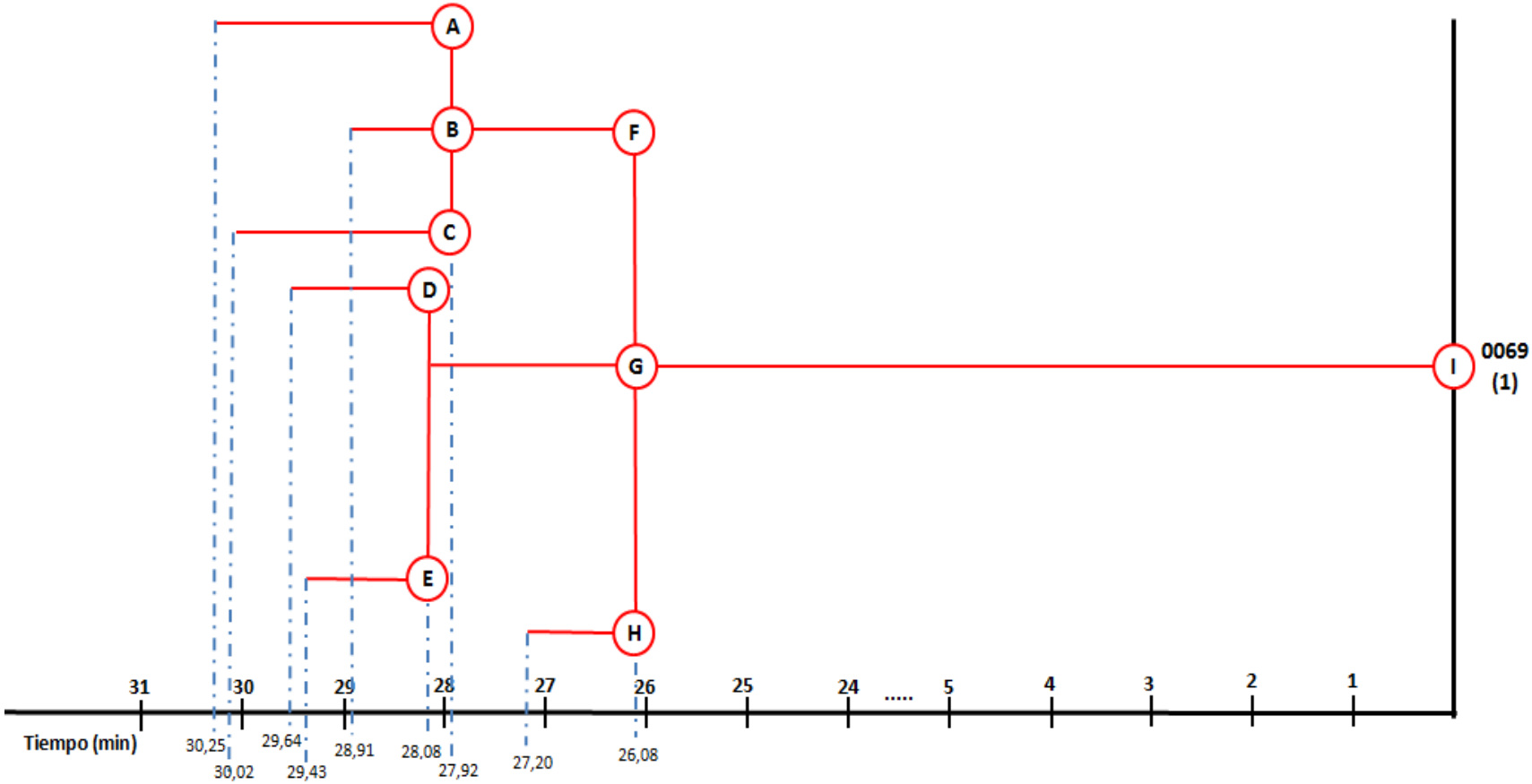

Figura 9. Representación gráfica de estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) – Gavetero modelo 0069

Fuente: Elaboración Propia

Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás)
Gavetero Modelo 0069

Actividad	Tiempo (min)
Segmento "A"	
Fabricar Gavetas Grandes (3)	1,84
Trasladar Gavetas Grandes a máquina de Estructuras Grandes	0,49
Segmento "B"	
Fabricar tapas Tipo 1 (1)	0,50
Trasladar Tapas Tipo 1 a máquina de Estructuras Grandes	0,49
Segmento "C"	
Fabricar Estructuras Grandes (3)	2,10
Segmento "D"	
Fabricar Ruedas (4)	0,55
Trasladar Ruedas a Área de Ensamblado	1,01
Segmento "E"	
Fabricar Patas (4)	0,58
Trasladar Patas a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "F"	
Ensamblar Estructuras, Agregar Tapas y Gavetas y colocar producto en proceso en paletas	0,83
Trasladar producto en proceso a Área de Ensamblado	1,01
Segmento "G"	
Quemar ruedas a Patas Traseras y armar Kit de Gaveteros	2,00
Segmento "H"	
Fabricar Protectores (4)	0,35
Trasladar Protectores a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "I"	
Agregar kit de ruedas, protectores y código de barras, etiquetar y colocar en paleta	1,70
Trasladar a horno de empaquetamiento	0,16
Tiempo de espera en cola para ser empaquetado	18,00
Empaquetar individualmente	1,24
Trasladar a almacén de Gaveteros	4,98

Tabla 10. Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) Gavetero Modelo 0069

Fuente: Elaboración Propia

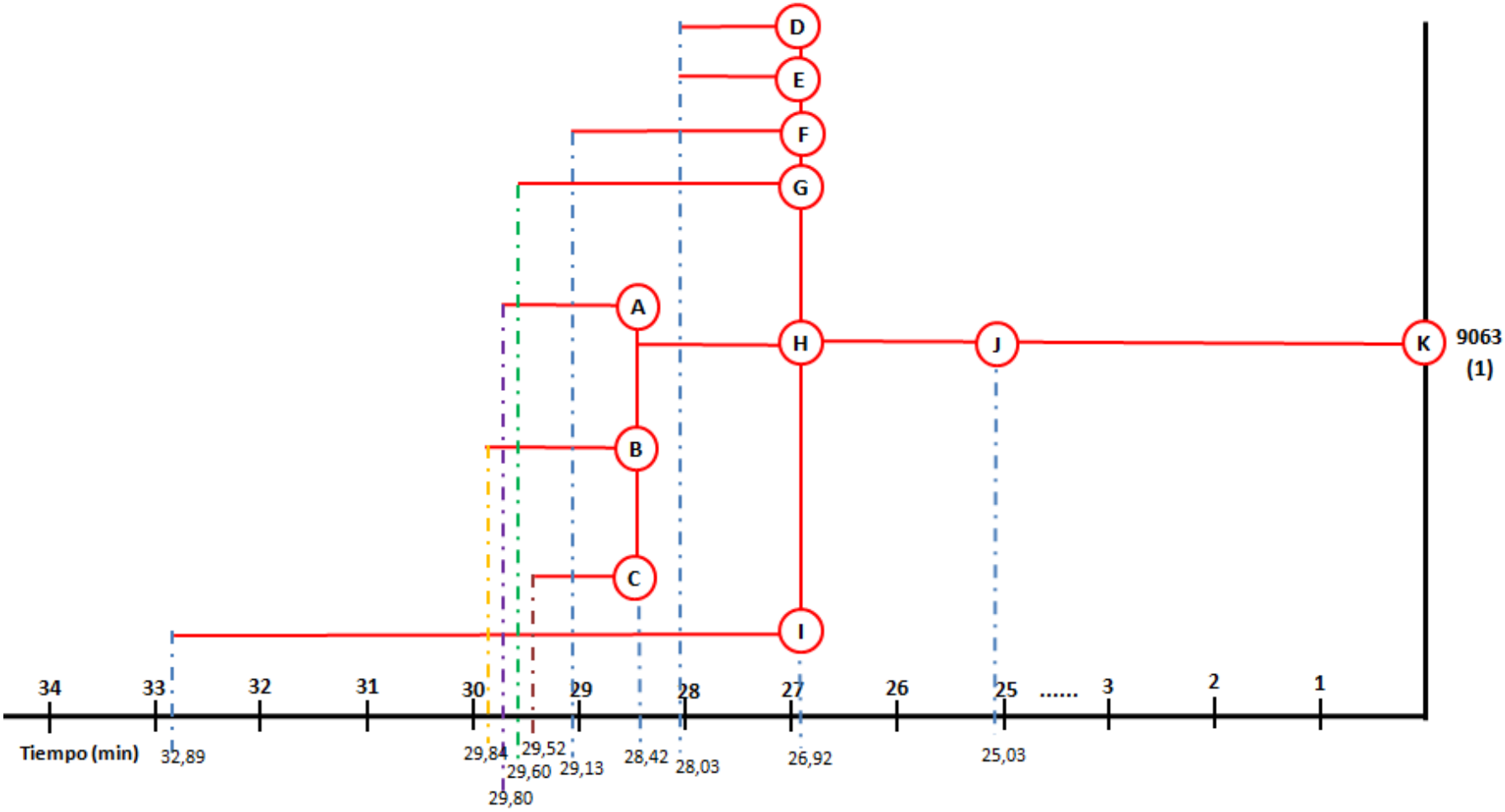

Figura 10. Representación gráfica de estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) – Estantería modelo 9063

Fuente: Elaboración Propia

Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás)
Estantería Modelo 9063

Actividad	Tiempo (min)
Segmento "A"	
Fabricar Patas Cortas (4)	0,60
Trasladar Patas Cortas a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "B"	
Fabricar Tapones (4)	0,40
Trasladar Tapones a Área de Ensamblado	1,01
Segmento "C"	
Fabricar Ganchos de Pared (4)	0,32
Trasladar Ganchos de Pared a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "D"	
Fabricar Protectores Superiores (4)	0,33
Trasladar Protectores Superiores a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "E"	
Fabricar Protectores Inferiores (4)	0,33
Trasladar Protectores Inferiores a Área de Ensamblado	0,77
Segmento "F"	
Fabricar Divisores Tramos (8)	1,20
Trasladar Divisores Tramos a Área de Ensamblado	1,01
Segmento "G"	
Fabricar Patas Largas (8)	1,67
Trasladar Patas Largas a Área de Ensamblado	1,01
Segmento "H"	
Ensamblar Kit de Estanterías	1,50
Segmento "I"	
Fabricar Tramos (3)	2,25
Trasladar a horno de empaquetamiento	3,72
Segmento "J"	
Etiquetar, Ensamblar, Agregar Kit de Estanterías y colocar en paleta	1,90
Segmento "K"	
Trasladar a Área de Hornos	0,17
Tiempo de espera en cola para ser empaquetado	23,50
Empaquetar	1,24
Trasladar a Almacén de Conservadores	0,12

Tabla 11. Estructura del producto desplazada en el tiempo (hacia atrás) Estantería modelo 9063

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el contenido de esta propuesta es muy extenso, la inclusión del "Lead Time" en el proceso productivo de los productos considerados a través de tablas automatizadas en el programa Excel, se puede observar en forma digital en el CD que contiene el tomo de anexos del TEG. En dichas tablas se toman en cuenta los tiempos de producción y ensamblado de componentes, tiempos de traslado de componentes, de producto en proceso y de producto terminado dentro de la planta, tiempo de ciclo de cada molde involucrado, cantidad de componentes fabricados por golpe de molde y cantidad de componentes requeridos por cada unidad de producto terminado. Al estar automatizadas las tablas, lo único requerido por parte del personal encargado de su utilización es introducir la cantidad de producto terminado que se tiene planificado producir para que se refleje el tiempo total requerido y el tiempo requerido por cada etapa para la producción de la cantidad de producto terminado introducida.

5.2.1. Impacto del plan de producción que se propone en los tiempos de fabricación de los productos contemplados

A continuación, para el mes de enero del año 2015, se presenta un cuadro comparativo de los tiempos de producción empleados realmente para la fabricación de los productos contemplados versus los tiempos de producción requeridos para la fabricación de dichos productos al considerar "Lead Time" en sus procesos productivos, con el fin de valorar el impacto del plan de producción que se propone en lo que se refiere a un mejor aprovechamiento del tiempo de producción al evitar demoras por falta de sincronización entre las diversas etapas del proceso productivo:

NOTA: Los tiempos expresados en la siguiente tabla son basados en los tiempos de producción de componentes limitados, ya que estos son los de carácter de importancia en el presente TEG, precisamente por su condición de limitados explicada anteriormente en el capítulo dedicado a la Situación Actual.

Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (tiempos de fabricación de productos contemplados) – Enero de 2015

Ref.	*(A) Tiempo unitario (hrs) de producción. Situación contemplada*	*(B) Tiempo unitario (hrs) de producción. Escenario Propuesto*	*(C) Demanda Enero de 2015*	*(D) Horas efectivas requeridas para satisfacer la demanda. Situación contemplada*	*(E) Horas efectivos requeridas para satisfacer la demanda. Escenario Propuesto*	*(F) % de reducción de horas efectivas requeridas para satisfacer la demanda*
0069	1,241	0,174	3.294	488,99	377,82	22,73%
0100	1,277	0,176	4.482	849,58	611,66	28,00%
0101	1,483	0,182	2.623	361,14	269,47	25,38%
0102	1,486	0,184	2.970	505,97	359,24	29,00%
0108	1,156	0,172	3.858	308,31	282,66	8,32%
0109	1,186	0,171	2.892	447,43	437,09	2,31%
9063	0,686	0,119	1367	157,75	152,84	3,11%
9064	0,746	0,130	1624	232,94	225,17	3,33%
9065	0,790	0,140	1975	332,07	322,62	2,85%
9066	0,681	0,097	646	77,77	70,27	9,64%
9067	0,684	0,101	965	139,53	124,56	10,73%
9068	0,721	0,104	2431	409,56	368,89	9,93%

Tabla 12. Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (tiempos de fabricación de productos contemplados) – Enero de 2015

Fuente: Elaboración Propia

Es importante destacar que los tiempos expresados en las columnas “D” y “E” no se obtienen de multiplicar las columnas “A” y “C” y las columnas “B” y “C” respectivamente, ya que los productos considerados se elaboran por lotes y los tiempos contemplados en las columnas “D” y “E” incluyen los tiempos de traslado de esos lotes dentro de la planta. De igual forma, también se debe aclarar que para que los datos expresados en la tabla anterior se cumplan, no deben existir demoras significativas o paradas durante el proceso productivo de los productos contemplados, ya que de ocurrir esto, se incrementarían los tiempos de producción y no se cumpliría con la satisfacción de la demanda en el tiempo establecido. Si bien es cierto que al considerar el “Lead Time” en los procesos productivos se eliminan o se disminuyen las demoras, también se deben considerar otros factores que intervienen en el buen desenvolvimiento del proceso productivo, los cuales se escapan de los objetivos y el alcance del TEG, tales como, la disposición y desempeño del personal involucrado durante su jornada laboral, buena gestión de la planificación de mantenimiento de los equipos involucrados y disponibilidad de materia prima suficiente. Algunos de estos factores

mencionados han sido considerados en los Trabajos Especiales de Grado previamente hechos por estudiantes de ingeniería en Manaplas S.A, los cuales están referenciados en la sección de antecedentes de este documento.

Las tablas correspondientes al impacto del plan de producción que se propone en los tiempos de fabricación de los productos contemplados para los meses de Febrero a Junio del año 2015 se pueden apreciar en el tomo de anexos a partir de la Pág. 39.

A partir de la Pág. 64 del tomo de anexos de este TEG, se encuentran los Diagramas de Flujo de Procesos para la fabricación de los productos contemplados al incluir el "Lead Time" en sus procesos productivos, en donde se puede apreciar con detalle los tiempos de fabricación requeridos al implementar esta mejora y a su vez es posible la contrastación de dichos tiempos con los expresados en los Diagramas de Flujos de Procesos para la fabricación de los productos contemplados empleando la metodología actual ubicados en el mismo tomo a partir de la Pág. 7.

5.2.2. Utilización de máquinas para la fabricación de componentes limitados de los productos contemplados

Debido a que la cartera de productos ofrecidos por Manaplas S.A, es muy amplia, sus productos compiten por tiempo de máquina para ser producidos. Partiendo del hecho de que los productos contemplados en este TEG son "Top Sellers", a continuación se presenta el porcentaje de utilización de máquina que requieren estos productos para ser fabricados con respecto a la totalidad de máquinas disponibles para tal fin, tomando en cuenta la premisa de prioridad de producción de estos productos debido a su condición de "Top Sellers" procurando disponibilidad total de máquinas para su fabricación.

Porcentaje de utilización de máquinas requeridas para fabricar componentes limitados con respecto al total de máquinas disponible			
Componente Limitado	**% de utilización de máquina por componente**	**Producto**	**% de utilización de máquina por producto**
Máquinas de 500 Toneladas de cierre de molde			
Gaveta Grande	6,25%	Gaveteros y Gavetas Modulares Apilables	37,5%
Gaveta Pequeña	6,25%		
Estructura Grande	6,25%		
Estructura Pequeña	6,25%		
Tapa 1	6,25%		
Tapa 2	6,25%		
Máquinas de 750 Toneladas de cierre de molde			
Tramo Grande	33,33%	Estanterías	33,33%
Tramo Pequeño	33,33%		

Tabla 13. Porcentaje de utilización de máquinas requeridas para fabricar componentes limitados con respecto al total de máquinas disponible
Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, al saber el porcentaje de utilización de máquina requerido por los componente limitados que se muestran en la tabla anterior, el Departamento de Producción puede planificar las corridas de fabricación de los los demás productos, así como de los componentes no limitados de los productos contemplados en este TEG en las máquinas disponibles restantes para tal fin.

5.3. Desconocimiento de cantidad de Gaveteros y Estanterías a ensamblar y empaquetar para obtener una máxima ganancia para la empresa

Esta problemática puede ser solventada a través de la implementación de Modelos de Programación Lineal Entera, los cuales al considerar los productos contemplados, los niveles de inventario de componentes y producto terminado, la cantidad de componentes que le es posible producir al Departamento de Producción, la cantidad de cada componente requerida para la fabricación de los productos considerados, la demanda de cada producto y los precios de venta unitario de cada producto, es capaz de determinar la cantidad exacta de cada tipo de producto a ensamblar y a empaquetar para satisfacer la parte de la demanda del mercado que origine mayor ganancia para la empresa.

A continuación se muestran los MPLE propuestos:

5.3.1. Modelo de Programación Lineal Entera (MPLE) para ensamblado de Estanterías

5.3.1.1. VARIABLES DE DECISIÓN:

- Xi = Cantidad de producto "i" a fabricar.
- Yi = { 1 → Se fabrica el producto "i". ; 0 → C.O.C (No se fabrica el producto "i"). }

Donde, "i" = {9063 (1), 9064 (2), 9065 (3), 9066 (4), 9067 (5), 9068 (6)}.

5.3.1.2. DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO

- Función = Ganancia (G)
- Objetivo = Maximizar (MAX)
- Función Objetivo:

$$\text{MAX G} = (PV_1 * X_1) + (PV_2 * X_2) + (PV_3 * X_3) + (PV_4 * X_4) + (PV_5 * X_5) + (PV_6 * X_6)$$

Donde, $PV_{\text{i}} =$ Precio de Venta del producto "i".

Siendo "i" = {9063 (1), 9064 (2), 9065 (3), 9066 (4), 9067 (5), 9068 (6)

5.3.1.3. DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES PARA COMPONENTES LIMITADOS

- <u>DISPONIBILIDAD EN INVENTARIO:</u>

Cantidad de TRAMOS PEQUEÑOS disponibles en INVENTARIO

$$(\mathbf{3} * \boldsymbol{X_1}) + (\mathbf{4} * \boldsymbol{X_2}) + (\mathbf{5} * \boldsymbol{X_3}) =$$ Cantidad de Tramos Pequeños disponibles en inventario

Cantidad de TRAMOS GRANDES disponibles en INVENTARIO

$$(\mathbf{3} * \boldsymbol{X_4}) + (\mathbf{4} * \boldsymbol{X_5}) + (\mathbf{5} * \boldsymbol{X_6}) =$$ Cantidad de Tramos Grandes disponibles en inventario

- <u>CANTIDAD DE PRODUCTO FINAL A PRODUCÍR:</u>

Cantidad de Producto 1 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_1}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_1}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_1})] * (\boldsymbol{Y_1})$$

Cantidad de Producto 2 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_2}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_2}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_2})] * (\boldsymbol{Y_2})$$

Cantidad de Producto 3 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_3}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_3}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_3})] * (\boldsymbol{Y_3})$$

Cantidad de Producto 4 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_4}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_4}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_4})] * (\boldsymbol{Y_4})$$

Cantidad de Producto 5 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_5}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_5}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_5})] * (\boldsymbol{Y_5})$$

Cantidad de Producto 6 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_6}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_6}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_6})] * (\boldsymbol{Y_6})$$

- LÓGICAS:

$$(\boldsymbol{X_i}) \geq \boldsymbol{0\ unidades\ de\ producto}$$
$$(\boldsymbol{Y_i}) \geq \boldsymbol{0}\ , \boldsymbol{enteras\ y\ binarias}$$

Observaciones importantes del modelo:

1. $Demanda_i$ = Demanda del producto "i".
   Siendo "i" = {9063 (1), 9064 (2), 9065 (3), 9066 (4), 9067 (5), 9068 (6)}.

2. $Inventario_i$ = Inventario disponible de producto "i".

   Siendo "i" = {9063 (1), 9064 (2), 9065 (3), 9066 (4), 9067 (5), 9068 (6)}.

3. El inventario disponible de componentes SIEMPRE incluye el inventario existente de componentes y la cantidad de componentes enviados desde el departamento de producción al momento de planificar la cantidad de cada producto a ensamblar.

INV. DISPONIBLE = INV. EXISTENTE + COMPONENTES PRODUCIDOS

4. En las restricciones de "DISPONIBILIDAD EN INVENTARIO" se emplea "=" para asegurar que la cantidad de componentes fabricados por el Departamento de Producción a partir de la orden emitida por el Departamento de Ventas sea usada en su totalidad, recordando la condición de componentes limitados de los involucrados en el MPLE.

5. Las restricciones de "CANTIDAD DE PRODUCTO FINAL A PRODUCÍR" existen para asegurar que, con la cantidad de componentes disponibles, no se ensamble una mayor cantidad de producto tipo "i" a la demandada por el cliente.
6. Se formularon adicionalmente restricciones correspondientes a los COMPONENTES NO LIMITADOS, las cuales se encuentran ilustradas en la Pág. 76 del tomo de anexos del TEG. Estas restricciones adicionales tienen como función ser incorporadas al MPLE en el caso de que alguno de los componentes no limitados, por alguna razón atípica, no se encuentre disponible en inventario y requiera ser producido, en otras palabras, que un componente no limitado por alguna razón se convierta en limitado.
7. No se consideran los diferentes colores ofertados por la empresa, ya que se mantiene la premisa mencionada en la situación actual, en la cual la empresa fabrica lotes de componentes de un único color.

5.3.2. Modelo de Programación Lineal Entera (MPLE) para ensamblado de Gaveteros y Gavetas Modulares Apilables

5.3.2.1. VARIABLES DE DECISIÓN:

- Xi = Cantidad de producto "i" a fabricar.
- Yi = { 1 → Se fabrica el producto "i". ; 0 → C.O.C (No se fabrica el producto "i"). }

Donde, "i" = {0069 (7), 0100 (8), 0101 (9), 0102 (10), 0108 (11), 0109 (12)}.

5.3.2.2. DEFINICIÓN DE FUNCIÓN OBJETIVO

- Función = Ganancia (G)
- Objetivo = Maximizar (MAX)
- Función Objetivo:

$$\text{MAX G} = (PV_7 * X_7) + (PV_8 * X_8) + (PV_9 * X_9) + (PV_{10} * X_{10}) + (PV_{11} * X_{11}) + (PV_{12} * X_{12})$$

Donde, PV_i = Precio de Venta del producto "i".

Siendo "i" = {0069 (7), 0100 (8), 0101 (9), 0102 (10), 0108 (11), 0109 (12)}.

5.3.2.3. DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES PARA COMPONENTES LIMITADOS

- DISPONIBILIDAD EN INVENTARIO:

Cantidad de ESTRUCTURAS GRANDES disponibles en INVENTARIO

$$(3 * X_7) + (4 * X_8) + (2 * X_9) + (3 * X_{10}) + X_{11} =$$ Cantidad de Estructuras Grandes disponibles en inventario

Cantidad de ESTRUCTURAS PEQUEÑAS disponibles en INVENTARIO

$$(2 * X_9) + (2 * X_{10}) + X_{12} =$$ Cantidad de Estructuras Pequeñas disponibles en inventario

Cantidad de TAPAS TIPO 1 disponibles en INVENTARIO

$$X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} =$$ Cantidad de Tapas Tipo 1 disponibles en inventario

Cantidad de TAPAS TIPO 2 disponibles en INVENTARIO

$$X_{11} + X_{12} =$$ Cantidad de Tapas Tipo 2 disponibles en inventario

Cantidad de GAVETAS GRANDES disponibles en INVENTARIO

$$(3 * X_7) + (4 * X_8) + (2 * X_9) + (3 * X_{10}) + X_{11} =$$ Cantidad de Gavetas Grandes disponibles en inventario

Cantidad de GAVETAS PEQUEÑAS disponibles en INVENTARIO

$$(2 * X_9) + (2 * X_{10}) + X_{12} =$$ Cantidad de Gavetas Pequeñas disponibles en inventario

- CANTIDAD DE PRODUCTO FINAL A PRODUCÍR:

Cantidad de Producto 7 a fabricar.

$$(X_7) \leq [(Demanda_7) - (Inventario\ Existente_7)] * (Y_7)$$

Cantidad de Producto 8 a fabricar.

$$(X_8) \leq [(Demanda_8) - (Inventario\ Existente_8)]$$

Cantidad de Producto 9 a fabricar.

$$(X_9) \leq [(Demanda_9) - (Inventario\ Existente_9)] * (Y_9)$$

Cantidad de Producto 10 a fabricar.

$$(X_{10}) \leq [(Demanda_{10}) - (Inventario\ Existente_{10})] * (Y_{10})$$

Cantidad de Producto 11 a fabricar.

$$(X_{11}) \leq [(Demanda_{11}) - (Inventario\ Existente_{11})] * (Y_{11})$$

Cantidad de Producto 12 a fabricar.

$$(\boldsymbol{X_{12}}) \leq [(\boldsymbol{Demanda_{12}}) - (\boldsymbol{Inventario\ Existente_{12}})] * (\boldsymbol{Y_{12}})$$

- LÓGICAS:

$$(\boldsymbol{X_i}) \geq \mathbf{0}\ \boldsymbol{unidades\ de\ producto}$$

$$(\boldsymbol{Y_i}) \geq \mathbf{0}\ , \boldsymbol{enteras\ y\ binarias}$$

Observaciones importantes del modelo:

1. $Demanda_i$ = Demanda del producto "i".

   Siendo "i" = {0069 (7), 0100 (8), 0101 (9), 0102 (10), 0108 (11), 0109 (12)}.
2. $Inventario_i$ = Inventario disponible de producto "i".

   Siendo "i" = {0069 (7), 0100 (8), 0101 (9), 0102 (10), 0108 (11), 0109 (12)}.
3. El inventario disponible de componentes SIEMPRE incluye el inventario existente de componentes y la cantidad de componentes enviados desde el departamento de producción al momento de planificar la cantidad de cada producto a ensamblar.

   INV. DISPONIBLE = INV. EXISTENTE + COMPONENTES PRODUCIDOS
4. En las restricciones de "DISPONIBILIDAD EN INVENTARIO" se emplea "=" para asegurar que la cantidad de componentes fabricados por el Departamento de Producción a partir de la orden emitida por el Departamento de Ventas sea usada en su totalidad, recordando la condición de componentes limitados de los involucrados en el MPLE.
5. Las restricciones de "CANTIDAD DE PRODUCTO FINAL A PRODUCÍR" existen para asegurar que, con la cantidad de componentes disponibles, no se ensamble una mayor cantidad de producto tipo "i" a la demandada por el cliente.
6. Se formularon adicionalmente restricciones correspondientes a los COMPONENTES NO LIMITADOS, las cuales se encuentran ilustradas en la Pág. 76 del tomo de anexos del TEG. Estas restricciones adicionales tienen como función ser incorporadas al MPLE en el caso de que alguno de los componentes no limitados, por alguna razón atípica, no se encuentre disponible en inventario y requiera ser producido, en otras palabras, que un componente no limitado por alguna razón se convierta en limitado.
7. No se consideran los diferentes colores ofertados por la empresa, ya que se mantiene la premisa mencionada en la situación actual, en la cual la empresa fabrica lotes de componentes de un único color.

5.3.3. Impacto del plan de producción que se propone en la utilidad bruta obtenido por fabricación de los productos contemplados

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de la utilidad bruta obtenida por ventas reales del primer semestre de año 2015 versus la utilidad bruta obtenida por ventas al aplicar el MPLE propuesto a la cantidad de componentes fabricados para cumplir con las ventas reales de este mismo periodo de tiempo, con el fin de valorar el impacto del plan de producción diseñado, en lo que se refiere a un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa, buscando ensamblar y empaquetar la cantidad de producto terminado que genere una máxima ganancia a partir de la cantidad de componentes fabricados por el Departamento de Producción:

Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (Utilidad bruta obtenida por fabricación de productos contemplados) – Enero a Junio de 2015							
Mes	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Totalización Semestral**
Utilidad Bruta - Ventas Reales							
Totalización para Gaveteros	Bs. 15.761.353,00	Bs. 13.046.992,00	Bs. 24.098.482,00	Bs. 19.145.221,00	Bs. 15.590.758,00	Bs. 21.474.514,00	Bs. 109.117.320,00
Totalización para Estanterías	Bs. 18.493.188,00	Bs. 20.738.408,00	Bs. 10.519.277,00	Bs. 15.087.167,00	Bs. 17.199.095,00	Bs. 26.505.280,00	Bs. 108.542.415,00
Utilidad Bruta - MPLE							
Totalización Mensual para Gaveteros	Bs. 15.814.331,00	Bs. 13.086.395,00	Bs. 24.147.263,00	Bs. 19.167.557,00	Bs. 15.626.540,00	Bs. 21.524.423,00	Bs. 109.366.509,00
Totalización para Estanterías	Bs. 18.536.555,00	Bs. 20.786.952,00	Bs. 10.538.699,00	Bs. 15.135.173,00	Bs. 17.236.332,00	Bs. 26.514.481,00	Bs. 108.748.192,00
Impacto en unidades monetarias de la utilización del MPLE en la Utilidad Bruta obtenida							
Gaveteros	Bs. 52.978,00	Bs. 39.403,00	Bs. 48.781,00	Bs. 22.336,00	Bs. 35.782,00	Bs. 49.909,00	Bs. 249.189,00
Estanterías	Bs. 43.367,00	Bs. 48.544,00	Bs. 19.422,00	Bs. 48.006,00	Bs. 37.237,00	Bs. 9.201,00	Bs. 205.777,00
Impacto porcentual de la utilización del MPLE en la Utilidad Bruta obtenida							
Gaveteros	0,3361%	0,3020%	0,2024%	0,1167%	0,2295%	0,2324%	0,2284%
Estanterías	0,2345%	0,2341%	0,1846%	0,3182%	0,2165%	0,0347%	0,1896%

Tabla 14. Valoración del impacto y validación del plan de producción que se propone (Utilidad bruta obtenida por fabricación de productos contemplados) – Enero a Junio de 2015

Fuente: Elaboración Propia

Al observar los datos contenidos en la tabla anterior, se aprecia un aumento en la utilidad bruta percibida por la empresa al aplicar los MPLE al proceso productivo de los productos contemplados. Es importante destacar que, si bien el porcentaje de aumento de ganancias es bajo, la empresa está obteniendo mayor utilidad con la misma cantidad de componentes fabricados a partir de la orden de producción emitida por el Departamento de Ventas, pero, orientada esta cantidad de componentes a la fabricación de los modelos de productos que generen una máxima ganancia. Es decir, la empresa está fabricando la misma cantidad de componentes pero obteniendo una mayor ganancia de los mismos. A partir de la Pág. 79 del tomo de anexos se pueden apreciar de manera más detallada los resultados arrojados por el software WinQSB, en el cual se desarrollaron los ya mencionados MPLE, así como una serie de tablas que resumen estos resultados.

5.4. Recursos necesarios en la fabricación de las familias de productos, con base en los resultados del programa de producción formulado.

En cuanto a los recursos requeridos con base al plan de producción formulado, estos son los mismos que emplea la empresa en la actualidad para fabricar cada uno de los productos considerados. Siendo estos ilustrados en la siguiente tabla:

Recursos necesarios para el desarrollo del plan de producción formulado

Procesos dentro del Departamento de Producción
Materia prima (polipropileno)
Moldes de los componentes que lo conforman los productos contemplados
Máquina de moldeo por inyección de 300, 400, 500 y 750 TON de cierre de molde
Carros, paletas y transpaletas para transporte de componentes y producto en proceso a través del departamento
Personal obrero encargado de la manipulación, ensamblado y transporte de componentes y producto en proceso a través del departamento
Herramientas manuales para eliminación de rebaba de los componentes fabricados
Procesos dentro del Departamento de Empaque
Personal obrero encargado de la manipulación, ensamblado, etiquetado y transporte de componentes y producto en proceso a través del departamento
Carros, paletas y transpaletas para transporte de componentes y producto en proceso y producto terminado a través del departamento y hacia los almacenes
Máquina(s) termoempacadora(s)
Material para embolsado de producto terminado
Etiquetas y códigos de barras para cada uno de los productos contemplados
Películas termoencogibles de polietileno para empaque de producto terminado
Personal obrero encargado de efectuar labores de empaquetamiento en máquinas termoempacadoras

Recursos adicionales
Cajas para almacenamiento de componentes no limitados en los almacenes de componentes
Técnicos de máquinas termoempacadoras (hornos)
Supervisores de turno
Equipo de seguridad para personal obrero que lo requiera (guantes, lentes, tapa iodos y botas)

Tabla 15. Recursos necesarios para el desarrollo del plan de producción formulado
Fuente: Elaboración Propia

Al aplicar el plan de producción que se propone se reducirán los tiempos de fabricación de los productos contemplados, por lo tanto, hasta que el Departamento de Ventas realice una reevaluación de la capacidad productiva de los departamentos involucrados, los recursos empleados en los procesos productivos contenidos en dicho plan podrán ser destinados a otras actividades en las cuales la gerencia de la empresa requiera de su utilización, debido a la culminación temprana en la fabricación de los productos contemplados.

CAPÍTULO VI

6.1. Conclusiones

La realización de este trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal fue diseñar un plan de producción de familias de productos que poseen componentes comunes, en una empresa manufacturera de productos plásticos, ubicada en el área metropolitana de Caracas, proporcionó la información necesaria, que junto a las referencias teóricas y el análisis general permitió el cumplimiento de los objetivos y por consiguiente la formulación de las siguientes conclusiones:

- Se determinó la cantidad de componentes requeridos para cada producto integrante de las familias de productos consideradas, a través de la implementación de la herramienta "Bill of Materials" (BOM) (Véase Tabla 6 del presente tomo, ubicada en la Pág. 33).
- Se documentaron los procesos de planificación y de fabricación de los productos contemplados dentro de Manaplas, a través de diagramas de flujo de procesos, diagramas de recorrido y descripción escrita, con el objetivo de caracterizar los procesos que se realizan en la empresa que sean de interés para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado.
- Al emplear la ya mencionada herramienta BOM, se calculó la cantidad de componentes requeridos para la satisfacción de la demanda estimada por el Departamento de Ventas para el mes de Julio de 2015, obteniéndose así una aproximación a los niveles de inventario de componentes no limitados que debe tener la empresa para el mes en cuestión.
- Se analizaron los tiempos de fabricación de los productos contemplados, siendo estos mejorados a través de la consideración de "Lead Time", lo cual se refleja en la Estructura del Producto Desplazada en el Tiempo (hacia atrás), buscando la reducción de tiempos de demora por falta de coordinación en los departamentos involucrados, lo cual se traduce en un aumento de la capacidad productiva de la planta al requerir menos tiempo para fabricar sus productos. Siendo la orden de producción dada por el Departamento de Ventas con base en datos históricos de producción, el impacto que tendrá esta mejora se verá reflejado en la cantidad de producto que será planificado por el mencionado departamento para generar su orden de producción.

- Se estudió la variación de los niveles de inventario de componentes que conforman los productos contemplados. En el caso de los componentes no limitados, se verificó su condición de existencia suficiente para satisfacer los datos históricos de ventas y en caso de no cumplirse esta condición (como es en las revisiones del año 2015) se indicó la causa de dicha anomalía, la cual es la situación que atraviesa las empresa en cuestión de obtención de materia prima debido a la situación actual de país. Así mismo, se emplearon las estimaciones de la demanda realizadas por el Departamento de Ventas en conjunto con la herramienta BOM para conocer una aproximación de los niveles de inventario de componentes adecuados para el mes de Julio del año 2015.
- Partiendo de la premisa de que la demanda del mercado supera la capacidad productiva de la empresa, se formularon Modelos de Programación Lineal Entera, cuya finalidad es conocer la cantidad de cada modelo de producto a ensamblar para generar una máxima ganancia para la empresa, a partir de datos de demanda y cantidad en inventario de componentes y producto terminado. Este modelo incide en la planificación de la producción de cada tipo de Gavetero y Gaveta Modular Apilable, debido a que sus procesos de ensamblado inician aguas arriba en su proceso productivo, determinando el recorrido que deben realizar los componentes y producto en proceso a través del Departamento de Producción hasta llegar al Departamento de Empaque. De igual forma incide en la planificación de la producción de Estanterías, al permitir un mejor aprovechamiento de los componentes enviados del Departamento de Producción al Departamento de Empaque, ensamblando los modelos de Estanterías en las cantidades que le generen máxima ganancia a la empresa.
- Se valoró el impacto de las propuestas presentadas al realizar este proyecto en lo que se refiere a la fabricación de los productos contemplados en materia de tiempo empleado y ganancias percibidas por la empresa. En ambos casos se ve mejoría al existir un aumento de las ganancias obtenidas y una disminución de los tiempos de producción, lo cual se traduce para la empresa en obtención de mayores ganancias en un menor tiempo.

6.2. Recomendaciones

- Implementar las propuestas presentadas en este Trabajo Especial de Grado y mantener un constante seguimiento una vez aplicadas las mismas.
- Implementar los TEG elaborados para la empresa por Nyloha Chávez, Mariamilagro Rodríguez y Carlos Chivico, los cuales se encuentran referenciados en la sección de antecedentes, con la finalidad de complementar los estudios y propuestas presentados en este proyecto.
- Realizar, por parte del Departamento de Ventas, una primera evaluación de la capacidad productiva de los Departamentos de Producción y Empaque luego de incluir el "Lead Time" en los procesos productivos, para así adaptar las ordenes de producción a esta nueva capacidad, con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Realizar un estudio enfocado en reestructuración física de almacenes de componentes, a fin de realizar un mejor aprovechamiento de sus espacios para mantener niveles adecuados de componentes no limitados en los mismos y así permitir la inclusión de componentes limitados en dichos almacenes.
- Estimar continuamente la demanda de los productos contemplados en este TEG, al igual que establecer revisiones rutinarias de los niveles de componentes en almacenes, a fin de controlar y planificar la producción de los mismos de una manera más eficiente.
- Realizar una planificación de la producción para los productos ofrecidos por la empresa que no están contemplados en este TEG, con base en los lineamientos que se presentan en este documento, con el fin de lograr una mejor coordinación entre los procesos productivos de dichos productos.
- Mejorar la gestión de planes de mantenimiento de los equipos y moldes que posee la empresa, en búsqueda de lograr que la fluidez del proceso productivo no se vea afectada por demoras originadas por fallas de dichas máquinas y/o moldes. A partir de la Pág. 87 del tomo de anexos del TEG, se presenta un modelo de planificación de mantenimiento creado por el Ingeniero Mecánico egresado de la U.C.V, Sebastián Ribis, a fin de facilitar el cumplimiento de esta recomendación.

` Sebastián Ribis, además de ser Ingeniero Mecánico egresado de la U.C.V, es técnico en Electrónica y tiene un Postgrado en Gerencia de Empresas. Actualmente

es profesor de la Universidad Católica Andrés Bello (en donde imparte la materia "Gestión de Planes de Mantenimiento"), así como en las Universidades Metropolitana y UCV ubicadas en Caracas.

Su formación en el área de Mantenimiento Industrial está ligada con P.D.V.S.A., así como con actividades técnicas en diferentes entes públicos y privados.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

ARNAL, M Y RODRÍGUEZ, M. (2010). *"Formulación de propuestas para la mejora de los procesos de fabricación y planificación de la producción de una empresa manufacturera de envases plásticos"*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

CHASE, R., JACOBS, F. y AQUILANO, N. *"Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros"*. 12va Edición. Editorial: Mc Graw-Hill. México. 2009.

CHÁVEZ, N. (2015). *"Propuesta de mejoras para los procesos de ensamblado y empaquetado de productos en una empresa manufacturera de artículos plásticos"*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

CHIVICO, C y RODRÍGUEZ, M. (2015). *"Diseño de una propuesta de mejoras para los procesos productivos en las líneas de inyección en una empresa manufacturera de productos plásticos ubicada en el Área Metropolitana de Caracas."*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

GALINDO, V. (2015). "*Documentación de procedimientos de empaque y almacenamiento de producto terminado. Empresa Manaplas S.A.*" Informe de Pasantías. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

HEIZER, J., RENDER, B. *"Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas"*. Editorial: Prentice Hall. 8va Edición.

HURTADO, J. "El proyecto de investigación. Ediciones Quirón Sypal. Bogotá. 2006

NAVARRO, L. "*Desarrollo, Ejecución y Presentación del Proyecto de Investigación*". Liven Editores. Venezuela. 2009.

NIEBEL, B. y FREIVALDS, A. "*Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*". 11va Edición. Editorial Alfaomega. México. 2004.

SUÑÉ, A., GIL, F. y ARCUSA, I. "*Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos*". Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid. 2004.

SABINO, C. "*El proceso de investigación*". Editorial: Panapo. Caracas. 2000.

WINSTON, W. "*Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos*". 4ta Edición. International Thompson Editors S.A. México. 2006.

Referencias de Internet

"*Estimación de la demanda: Pronósticos*". Universidad Simón Bolívar. Láminas de clases de la asignatura de pregrado Gestión de la Producción I como parte del pensum de Ingeniería de Materiales. Caracas. Extraído el 14/07/2015. Disponible en: prof.**usb**.ve/nbaquero/**Pronostico**s.pdf