



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE CAMAS

Heriberto Noé Cano Campos
Asesorado por Ing. Jorge Alberto Soto Bran

Guatemala, julio de 2005.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE CAMAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**HERIBERTO NOÉ CANO CAMPOS
ASESORADO POR ING. JORGE ALBERTO SOTO BRAN**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE CAMAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 2 de mayo de 2002.

Heriberto Noé Cano Campos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Alfonso René Aguilar Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Quebec Robles
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Carranza
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

Guatemala, 24 de noviembre de 2004

Ingeniera Marcia Ivonne Veliz Vargas
Directora Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Ingeniera Veliz:

Me dirijo a usted para informarle que ha finalizado la etapa de asesoría del trabajo de tesis titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE CAMAS**, presentado por el estudiante Heriberto Noé Cano Campos.

Después de haber revisado dicho trabajo, considero que este cumple con los objetivos propuestos en el protocolo aprobado por esta escuela, y para los efectos correspondientes me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Jorge Alberto Soto Bran
Colegiado No 1475

DEDICATORIA

A:

DIOS

María Santísima Auxiliadora

San Juan Bosco (padre y maestro de la juventud)

José Rodrigo Ávila Peña (guía de mi vida)

mi tía y madre	Thelma Lucrecia Campos de Batres
mi abuelita y madre	María Teresa Acuña viuda de Campos
mis padres	Jesús Heriberto Cano Arreaga María Magdalena Campos Acuña
mi esposa	Claudia Marisol Rodríguez Álvarez
mis hijos	Osiris y Rodrigo Noé
mis hermanos	Hildita, Vivi, Rodriguito, José Heriberto y Luis Omar.
mis tíos	Erick, Mario, Raúl (Q.E.P.D.), Miguel, Ronald, Sheny.
mis primos	En especial a Nancita, Teresita y Christopher.
mis amigos	René, Vera, Emilio, Raúl, Hugo, Claudia, Eddy, Julio, Ramiro, Estuardo, Jorge Luis, Erick, Carlos, Ricardo, Sergio, Jorge, Ana y Saúl (Q.E.P.D.).

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Jorge Alberto Soto Bran

Por su valiosa asesoría, en el presente trabajo de graduación, y en mi carrera laboral.

Ing. Julio Ricardo Morales

Por todo el apoyo recibido y sus múltiples enseñanzas.

Familia Castellanos Morales

Por la valiosa motivación y ánimo a escalar este peldaño en mi vida profesional.

Familia Batres Campos

Por brindarme una familia estable llena de amor, cariño y comprensión.

Familia Pacheco De León

Por el apoyo recibido en innumerables ocasiones para mí y mi familia.

Familia Rodríguez Álvarez

Por haberme recibido como un miembro más de la familia y todo el apoyo recibido, especialmente por doña Trinidad Álvarez.

Mi padre Jesús Heriberto Cano Arreaga

Por todas las noches de desvelo compartidas en la elaboración de este trabajo de graduación. Gracias por todas tus enseñanzas y sabiduría.

Compañía Diveco, S.A.

Por las facilidades brindadas para el desarrollo de este proyecto.

Compañía Plástica, S.A

Por todo el apoyo técnico recibido.

María Magaly Guerra Baños

Por el cariño, respeto y apoyo brindado siempre.

Universidad de San Carlos de Guatemala

En especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial por todos los conocimientos y principios inculcados en mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES	1
1.1. Historia de la industria de camas a nivel mundial y nacional	1
1.2. Situación actual de la industria de las camas a nivel mundial y nacional	7
1.3. Materias primas utilizadas en la fabricación de camas	8
1.4. Presentación de las camas en el mercado y nombres comerciales	9
1.5. Zonas de confort de una cama	11
1.6. Maquinaria utilizada en el proceso de producción	12
1.6.1 Área de esponja	12
1.6.2 Área de revestido	13
1.6.3 Área de carpintería	13
1.6.4 Área de ensamble del somier	13
1.6.5 Área de alambre	13
1.6.6 Área de ensamble del colchón	14

1.7.	Especificaciones y normas que las regulan	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	15
2.1	Descripción del proceso de producción	15
2.1.1	Área de esponja	15
2.1.2	Área de revestido	18
2.1.3	Área de carpintería	21
2.1.4	Área de ensamble del somier	22
2.1.5	Área de alambre	23
2.1.6	Área de ensamble del colchón	25
2.2	Sistema de control de producción	26
2.2.1	Área de esponja	27
2.2.2	Área de revestido	31
2.2.3	Área de carpintería	34
2.2.4	Área de ensamble del somier	35
2.2.5	Área de alambre	36
2.2.6	Área de ensamble del colchón	39
2.3	Procedimientos vigentes	40
2.3.1	Área de esponja	40
2.3.2	Área de revestido	41
2.3.3	Área de carpintería	43
2.3.4	Área de ensamble del somier	43
2.3.5	Área de alambre	44
2.3.6	Área de ensamble del colchón	45

3.	PROPUESTA DE MEJORAS	47
3.1	El proceso de producción de camas, visto como un sistema	47
3.2	El fenómeno del palo de jockey	49
3.3	Medición del desempeño	50
3.4	Mediciones financieras	51
3.5	Mediciones operativas	52
3.6	Productividad	54
3.7	Capacidad desbalanceada	54
3.8	Presentación del diseño de un sistema de control de producción mejorado	59
3.8.1	Área de esponja	62
3.8.2	Área de revestido	64
3.8.3	Área de carpintería	67
3.8.4	Área de ensamble del somier	68
3.8.5	Área de alambre	69
3.8.6	Área de ensamble del colchón	70
3.9	Cuantificación de mejoras que el nuevo sistema implica	71
3.10	Beneficios que para la empresa conlleva la implementación del nuevo sistema	72
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	75
4.1	Bases necesarias para garantizar la funcionalidad del sistema	75
4.1.1	Normas a seguir	76
4.1.2	Cambios y/o adaptaciones de los procedimientos actuales	76
4.2	Prueba piloto del nuevo sistema	77

5. LINEAMIENTOS A SEGUIR PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS Y ADAPTACIONES PARA LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL SISTEMA	79
5.1 Índices de evaluación de la efectividad del sistema	79
5.1.1 Tiempo de entrega del producto terminado	79
5.1.2 Costos de inventario en proceso	80
5.1.3 Eficiencia y productividad del proceso	81
5.1.4 Desperdicios	81
5.1.5 Cierre de órdenes de producción	82
5.2 Procedimiento de monitoreo de índices de evaluación de la efectividad del sistema	82
5.3 Planes de mejoramiento continuo al sistema de control de producción de acuerdo con las nuevas tendencias	83
5.4 Análisis de <i>softwares</i> disponibles, adaptables sistema de control de producción propuesto	83
5.5 MRP	84
5.6 MRP II	85
5.7 OPT	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Formas de espumado de la esponja	16
2.	Proceso de laminado y corrugado de las láminas de esponja	17
3.	Proceso de laminado de los cilindros de esponja	18
4.	Capa y borde enguatados, utilizados en el ensamble del colchón	19
5.	Funda del somier y fibra guardapolvo (<i>dust cover</i>)	19
6.	Base y costilla del camastrón	21
7.	Componentes del somier	23
8.	Componentes de la carcasa	24
9.	Componentes del colchón	26
10.	Hoja de control de producción del área de esponja	41
11.	Hoja de control de producción del área de revestido	42

12.	Hoja de control de producción del área de carpintería	43
13.	Hoja de control de producción del área de ensamble del somier	44
14.	Hoja de control de producción del área de alambre	45
15.	Hoja de control de producción del área de ensamble del colchón	46
16.	Ruta crítica del flujo de producción de las camas	57
17.	Flujo sincronizado del sistema de producción de las camas	58
18.	Hoja de control de producción del área de esponja, nuevo diseño	63
19.	Hoja de control de producción del área de revestido, nuevo diseño	66
20.	Hoja de control de producción del área de carpintería, nuevo diseño	67
21.	Hoja de control de producción del área de ensamble del somier, nuevo diseño	68

22.	Hoja de control de producción del área de alambre, nuevo diseño	69
23.	Hoja de control de producción del área de ensamble del colchón, nuevo diseño	70
24.	Organigrama del departamento de producción	96
25.	Diagrama de flujo del proceso de fabricación de camastrones	97
26.	Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carcasas	98

TABLAS

I.	<i>Share</i> de mercado, a nivel mundial, de la industria de camas	7
II.	<i>Share</i> de mercado, a nivel nacional, de la industria de camas	7
III.	Dimensiones y rendimientos aproximados de cada tamaño de <i>block</i>	28
IV.	Dimensiones y rendimientos aproximados de cada cilindro según su densidad	28
V.	Dimensiones y tipos de láminas de esponja utilizadas, en el área de ensamble del colchón, según el modelo de la cama	29
VI.	Dimensiones de las láminas de esponja utilizadas, en el área de ensamble del somier, acordes con el tamaño de la cama	30
VII.	Dimensiones de las capas enguatadas, por tamaño de cama	32
VIII.	Dimensiones de los bordes enguatados del colchón	32

IX.	Dimensiones de los bordes enguatados del somier	32
X.	Dimensiones de las capas antideslizantes del somier, por tamaño de cama	33
XI.	Dimensiones de las fibras guardapolvo del somier, por tamaño de cama	33
XII.	Dimensiones de los haladores de tela para borde del colchón	33
XIII.	Dimensiones de los camastrones terminados, por tamaño de cama	35
XIV.	Dimensiones de los somieres terminados, por tamaño de cama	36
XV.	Dimensiones del resorte terminado	37
XVI.	Consumo de resortes por carcasa ensamblada	37
XVII.	Dimensiones de los marcos, de carcasa, por tamaño de cama	38
XVIII.	Dimensiones de las carcasas espiraladas, por tamaño de cama	38
XIX.	Dimensiones de los colchones terminados, por tamaño de cama	39

XX.	Ciclos de fabricación de las áreas que conforman el flujo de producción de camas	58
XXI.	Porcentaje de participación de camas en el mercado, según su modelo y tamaño	61
XXII.	Proporcionalidad de producto, por modelo y tamaño, según una demanda de 5,000 camas mensuales	61

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
D-	Densidad de la esponja en (kg/m ³)
F-7	Resorte cuyo diámetro es igual a 7 cm.
F-8	Resorte cuyo diámetro es igual a 8 cm.
F-9	Resorte cuyo diámetro es igual a 9 cm.
I	Tamaño de las camas (imperial)
K	Tamaño de las camas (<i>king</i>)
M	Tamaño de las camas (matrimonial)
Q	Tamaño de las camas (<i>queen</i>)
S	Tamaño de las camas (semimatrimonial)

GLOSARIO

Acero	Aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos: silicio, fósforo, azufre, manganeso. Esta aleación posee entre el 0.5 y 1.5 % de riqueza en carbono caracterizada por una gran resistencia mecánica.
Acero SAE 1045	Acero con 0.45% de carbono en su estructura molecular.
Acero SAE 1070	Acero con 0.70% de carbono en su estructura molecular.
Alcohol Isopropílico	Se obtiene por reducción de acetona, así como del propileno obtenido del petróleo tratándolo con ácido sulfúrico e hidrolizado. Se parece al etanol en poder disolvente y propiedades físicas.
Algodón	Borda de la planta del mismo nombre, formada de fibras unicelulares, onduladas. Luego de pasar por una serie de procesos, se le utiliza en la industria para diferentes fines (fabricación de hilos y otros).
Amina	Producto orgánico básico, resultante de la sustitución de los átomos de hidrógeno del amoníaco por radicales hidrocarbonados.

Base de camastrón	Estructura inferior de un camastrón.
Bies	Trozo de tela cortada en sesgo respecto al hilo, que se aplica a los bordes de algunas prendas de vestir, camas, etc.
Block de esponja	Modalidad de fabricación de esponja de forma cúbica, de la cual se extraen las láminas de este producto.
Borde enguatado	Tiras de tela enguatada que se colocan en el perímetro de las camas (colchón/somier).
Camastrón	Estructura de madera (armazón) que sirve de base para la fabricación de un somier.
Capa antideslizante	Lienzo de tela que se coloca en la parte superior del somier, cuya función es evitar el deslizamiento del colchón.
Capa enguatada	Combinación de tela, esponja y entretela unidas mediante costuras de hilo, que conforma la cara superior e inferior del colchón.
Catalizador T-9	Sustancia que modifica la velocidad de reacción. Por sus efectos, es positivo si aumenta la velocidad, y negativo, si la retarda.

Cilindro de esponja	Modalidad de fabricación de esponja de forma cilíndrica, de la cual se obtienen rollos para el proceso de enguatado.
Cloruro de metileno	Radical derivado del metano. Líquido incoloro y venenoso, insoluble en agua.
Confort	Sensación de acolchonamiento de una cama.
Costilla de camastrón	Estructura superior de un camastrón.
Densidad	Cantidad de masa por unidad de volumen. En el sistema CGS se mide en g/cm ³ , en el sistema métrico, en kg/m ³ .
Disocianato de tolueno (T.D.I.)	Líquido incoloro, inflamable, olor a benceno. Soluble en alcohol, benceno y éter. Se obtiene generalmente de la destilación del petróleo y alquitrán.
Entretela (<i>quilt backing</i>)	Fibra utilizada en el proceso de enguate, cuya función es lograr un mejor amarre de las costuras.
Espumado	Proceso de fabricación de esponja.
Fibra guardapolvo (<i>dust cover</i>)	Fibra utilizada en el somier, como aislante de la madera y el polvo.

Fieltro aislante	Especie de paño no tejido, hecho de borra, lana o pelo conglomerados y prensados, que evita el contacto entre los resortes y la esponja.
Firmeza	Sensación de rigidez de una cama, al ser ensayada a compresión.
Flange	Fibra costurada, alrededor de las capas enguatadas cuya función es unir las a la carcasa por medio de grapas.
Funda	Cubierta o receptáculo de tela, piel u otro material flexible, en que se mete un objeto para conservarlo y guardarlo.
Gastos de operación	Todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en <i>throughput</i> .
Haladores de tela	Accesorios estéticos de los colchones, dispuestos en los dos extremos largos.
Hilo de coser	Hebra larga y delgada de una materia textil, fina y resistente, por lo general de dos cabos retorcidos, que se emplea para coser.
Humedad de madera	Cantidad de agua que contiene la madera, medida en grados.
Inventario	Todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender.

Lámina de esponja	Plancha de esponja utilizada en la estructura de la cama (colchón/somier).
Manufactura sincrónica	Modalidad de la manufactura que emplea un programa para asignarle el trabajo a cada estación, colocando inventario directamente frente a un cuello de botella, para garantizar un trabajo continuo; o en puntos específicos en la parte de abajo de un cuello de botella, para asegurar un flujo de productos.
Ojillo	Nudo hecho al final de cada espiral en los resortes, en el proceso de ensamble de la carcasa.
Polyol	Modalidad del alcohol usado en el proceso de espumado.
Share de mercado	Porcentaje de participación de un producto en determinada región.
Throughput	Velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas.
Silicona	Resina derivada de los compuestos orgánicos del silicio, cuyas propiedades son: gran estabilidad al calor, a la oxidación y a los ácidos; también posee buenas propiedades dieléctricas. Tiene diversos usos en la industria.
Somier	Estructura de madera, tapizada, sobre la que se coloca el colchón, para dar mayor comodidad a las camas.

RESUMEN

El proceso de fabricación de camas es uno de los menos estudiados en la industria nacional. Sin embargo, puede ser analizado bajo los principios de la administración de producción y operaciones, comunes a la mayoría de procesos de manufactura.

Al igual que sucede en muchas plantas de producción, el proceso de fabricación de camas es medido con base en eficiencias localizadas y aisladas, de cada tarea, sin tener en cuenta que la eficiencia de un proceso, no es igual a la sumatoria de las eficiencias de cada una de las que lo conforman.

Para controlar la producción de camas es necesario definir sus variables críticas a controlar, y relacionarlas directamente con la demanda real del mercado. También es necesario tomar en cuenta los beneficios que la producción pueda representar para la compañía entera.

En el presente trabajo de graduación se hace un análisis del sistema actual de control de producción de camas, identificándose las deficiencias y riesgos que, para la compañía, representa; se diseña un sistema de control que elimine dichas deficiencias y permita alcanzar la meta primordial: ganar dinero.

Para que el presente trabajo de graduación sea aplicable, se definen las bases necesarias para garantizar su funcionalidad, así como los lineamientos pertinentes para darle el mantenimiento que permita que el diseño se mantenga vigente durante más tiempo.

OBJETIVOS

- **General**

Diseñar, para la industria de camas, un sistema de control de producción que agilice las entregas de producto y reduzca los costos de inventario en proceso.

- **Específicos**

1. Organizar los procesos y procedimientos del departamento de producción de tal forma que el sistema sea aplicable.
2. Ayudar a reducir, en un 50%, el inventario de materias primas y semi-elaborados en proceso.
3. Minimizar los desperdicios de madera, alambre y tela en el proceso de producción.
4. Mejorar la eficiencia y productividad en el proceso.
5. Establecer un sistema de control de órdenes de producción, apertura, ejecución y cierre de las mismas.
6. Estandarizar el control de producción para las áreas involucradas en el proceso.
7. Determinar las variables críticas a controlar.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, al producir un bien, es imprescindible cumplir con los estándares de calidad deseados, al más bajo costo posible, ya que la competencia en el mercado se intensifica, y dado que la globalización es un hecho, los productos nacionales deben, también, competir con productos de otros países, por lo que es imperativo que los procesos de producción se lleven a cabo con la máxima eficiencia posible, con un buen rendimiento y una óptima utilización de recursos, es decir, con productividad. La fabricación de camas no es la excepción, pues conlleva una serie de variables a controlar, con lo cual se puede obtener una mejor forma de producir.

En la industria de camas se elaboran diversos modelos, de acuerdo a las expectativas del cliente, en cuanto a confort y firmeza, dando como resultado una gran gama de marcas a nivel nacional e internacional que ofertan su producto, compitiendo con base en precio y calidad, entrando en disputa por obtener cada vez un mejor posicionamiento en el mercado. Por lo tanto para poder ser más competitivos se hace necesario optimizar el sistema de control de producción y, debido a que en Guatemala existen varias empresas que se dedican a la fabricación de camas, esto adopta un carácter de urgente.

Para poder competir con las mejores compañías, reconocidas a nivel nacional e internacional, es necesario comprender que los procesos de fabricación de camas han dejado de ser artesanales y que con el transcurrir de las últimas décadas se han ido industrializando.

La industrialización conlleva a diseñar un sistema de control de producción, de clase mundial, que permita la utilización de mejores prácticas de manufactura y que se adapte a las tendencias más modernas, como lo son: la teoría de las restricciones y la manufactura sincrónica, contemplando el análisis profundo del desempeño del mercado, y amarrando la totalidad de operaciones (abastecimiento, logística) con el departamento de producción, de tal manera que se puedan cimentar las bases que permitan el crecimiento de las empresas y que faciliten la posterior utilización de *softwares* de planeación de la cadena de suministros con base en la automatización y estandarización de los procedimientos de trabajo, cubriéndose la brecha, para poder optar a una certificación ISO 9000.

1. GENERALIDADES

1.1 Historia de la industria de camas a nivel mundial y nacional

Anterior a la década de los 30 (1930), la fabricación de camas, a nivel mundial, tenía un carácter eminentemente artesanal. Con el correr del tiempo, los procesos fueron evolucionando con base en la aplicación de los principios de la ingeniería industrial: análisis de métodos de trabajo, estudio de tiempos y movimientos, simplificación de operaciones, división del trabajo, etc. Fue así como la fabricación de camas pudo manejarse a nivel industrial, permitiendo incrementar los volúmenes de producción, según las crecientes demandas, y desplazando, casi en su totalidad, el sistema artesanal. A manera de ilustración de lo apuntado anteriormente, se dará un vistazo a la historia.

En 1931, varios fabricantes independientes de colchones, pertenecientes al sistema artesanal, se reunieron para discutir el impacto de cada una de sus marcas en Estados Unidos. A raíz de esto, reconocieron que para ser competitivos debían asociarse. Sin embargo, cada uno conservaría sus compañías, clientes y mercado. Dichos fabricantes llegaron a ser los accionistas originales de una corporación con licencia nacional, denominada *Guardian Knight*, que posteriormente fue renombrada como *Sleeper Products*. Años más tarde (1938), se lanzó una exitosa campaña para renombrarla como *Serta Company*, denominación que el consumidor recordaría y que sería sinónimo de confianza en las siguientes décadas.

Serta fue la primera en introducir (en 1970) un cómodo y lujoso *pillow soft* en los colchones, y usar (en 1980) esponja corrugada; además, implementó el uso de resorte continuo, brindando mejor soporte a los hombros, espalda y caderas (del consumidor). Asimismo, en 1990 introdujo la mayor innovación en confort de la historia: la combinación de fibras de poliéster y esponja corrugada en las capas enguatadas del colchón. Cabe agregar que, en el 2003, *Serta* fue la primera marca en ofrecer camas con tela retardante de flama.

De la gran gama de compañías fabricantes de camas, a nivel mundial, es oportuno enumerar las siguientes: *Serta* -citada en párrafos precedentes- y *Seally* (Estados Unidos); *Camas Selter* y *Camas América* (México); *Colchones Talmar*, *Descanso 10* y *Descanso Integral* (España).

También en el ámbito centroamericano, el desarrollo de la industria de camas ha sido ostensible. Entre las empresas de renombre, se pueden citar: *Colchones Girón* (Costa Rica); *Camas Luna* (Nicaragua); *Camas Regina* (Honduras); *Indufoam* y *Mobilia* (El Salvador); *Camas Olympia*, *Camas Fómtext*, *Camas Siesta*, *Camas Florida*, *Camas Ultra* y *Camsa* (Guatemala). De las mencionadas, *Camas Luna*, *Indufoam* y *Camas Olympia* son, en Centroamérica, las más representativas, por lo que se hará, de éstas, una breve reseña histórica.

Se considera como precursora a la empresa *Camas Luna*, fundada en Nicaragua por Enrique Luna Cruz, en el año 1931. Según relata el actual gerente general, señor Otto Luna Chamorro (hijo del fundador), la idea inició con la fabricación de camas metálicas, para lo cual su padre contrató los servicios de un técnico guatemalteco.

De allí en adelante las operaciones fueron en aumento; ya en 1960 se confeccionaban colchones de resortes, mediante el otorgamiento de la patente respectiva por parte de una firma de Baltimore (EE.UU.); asimismo, se instaló la fábrica de esponja para relleno de colchones y colchonetas. Agrega el señor Luna que el éxito de su empresa radica en el uso de tecnología extranjera: alemana, norteamericana, etc. Su auge fue tal que, con el establecimiento del Mercado Común Centroamericano, se incursionó en la región. De tal cuenta, que fue fundada Camas Luna de Costa Rica y Guatemala, extendiendo las ventas a Honduras, El Salvador y Panamá.

En 1979, con la llegada del nuevo Gobierno (Sandinista), pues la empresa fue confiscada durante diez años (a partir de 1982), con lo cual desaparecieron las filiales de Camas Luna en Costa Rica y Guatemala. Después de este período, se logró su restablecimiento, cobrando nuevamente auge.

Por su parte, la empresa salvadoreña *Indufoam* revolucionó la industria del descanso y la forma de fabricar camas en Centroamérica. Desde su fundación en 1982, se dedicó a fabricar espuma de poliuretano en las instalaciones ubicadas en San Salvador. En ese entonces, *Indufoam* pertenecía a un grupo de empresarios guatemaltecos y al grupo *American Biltrite*, con oficinas corporativas en Boston, Massachussets, Estados Unidos. En febrero de 1985 ingresa un grupo de empresarios salvadoreños para formar parte de la empresa y su directiva. Durante ese mismo año se verifica el traslado de la planta y oficinas a las actuales instalaciones en Soyapango, dando inicio a la fabricación de camas y muebles.

En noviembre de 1989, la ofensiva guerrillera redujo a escombros la totalidad de las instalaciones físicas de *Indufoam*. Unos meses después (marzo de 1990), los accionistas extranjeros venden su participación a inversionistas locales, pasando la empresa a ser exclusivamente capital salvadoreño, y resurgiendo en un pequeño local.

Para finales de ese año la producción era de 500 unidades por mes. 1991 marcó el año de las primeras exportaciones; éstas se realizaron hacia los mercados de Honduras y Nicaragua. En 1993 se introdujo la cama fresco *foam*, con una tecnología de espuma firme y de alta densidad; este producto revirtió el paradigma de que las camas de espuma eran calientes y se convirtió, hasta la fecha, en el producto líder en ventas de la corporación. Para esa época ya se producían 100 unidades por día.

En 1994 se concretiza la alianza estratégica con *Simmons company*, la compañía que produce las camas más finas y de mayor venta en el mundo. Esta alianza otorga el privilegio a *Indufoam* de ensamblar el producto *Simmons* en El Salvador y distribuirlo en toda Centroamérica. En diciembre del mismo año produce la primera cama *simmons beautyrest*, el modelo más vendido por *Simmons* en todo el mundo. La capacidad productiva para este año se mejoró, a más de 200 unidades diarias. *Indufoam* se convirtió en el primer fabricante de la región en utilizar tecnología de punta y métodos de trabajo del primer mundo.

Al contar esta compañía con una calidad de nivel internacional, en 1996 se lanza la primera campaña masiva de publicidad, introduciendo las primeras y únicas camas ergonómicas en El Salvador, extendiéndose luego a toda Centroamérica. El sistema ergonómico ofrece a los consumidores una superficie firme, resistente y saludable para descansar.

En 1998 se introduce el *sistema airbags* en las cubiertas de los colchones *Indufoam*, sistema que permite mayor circulación de aire y confort en la superficie, mejorando aun más el sistema ergonómico y refrescando la superficie del colchón.

Los cambios tecnológicos que se introdujeron juntamente con la campaña publicitaria no tardaron en dar sus frutos, y para este año la producción excedía las 600 unidades por día. A finales de 2001 ya se había logrado una mayor productividad, fabricando hasta 1,200 unidades diarias. Para el nuevo milenio, la empresa lanza un producto al mercado con nueva tecnología: *Ergonomic top*, una cama diseñada especialmente para aquellas personas con gustos exigentes. El modelo involucra la tecnología *Ergo Top* basada en un *pillow top* especial y de mayor espesor, que proporciona un mejor soporte lumbar y ergonómico.

Siempre en el año 2001, *INDUFOAM* lanza la última innovación tecnológica: el *ergonomic border plus*, sistema basado en la inserción de cilindros de espuma firme en los resortes perimetrales del colchón, logrando con ello una mayor firmeza en el perímetro del mismo y, por consiguiente, mayor vida útil.

Finalmente, en Guatemala, que es el país en donde más fábricas de camas existen, como se pudo apreciar en la enumeración, sobresale Camas Olympia, por poseer la mayor participación de mercado, tecnología de punta y participación representativa en el resto de países centroamericanos. Por tal razón, se presenta una cronología de su desarrollo.

Camas Olympia inicia en el año 1974 en Guatemala, como fábrica de esponja, produciendo masivamente planchas de esponja de diferentes densidades y tamaños. En 1976 se invierte en maquinaria para la fabricación de camas, lo que le permite iniciarse en el mercado nacional de este producto. Con el afán de innovar e implementar tecnología de punta, Camas Olympia introduce sus nuevos modelos *pillow top* y doble *pillow top*.

Estos modelos se caracterizan por tener incorporadas gruesas capas de enguatado extra en ambas o en una cara del colchón. Con la inquietud de ofrecer una cama realmente ortopédica, en 1996 adquirió la franquicia de la empresa estadounidense *Therapedic International* y lanza al mercado el modelo THER•A•PEDIC. En 1998 se consolidan las operaciones en Honduras con una fábrica que apoya actualmente el abastecimiento a nivel centroamericano y del Caribe.

En 1999 se introduce la línea de lujo de Camas D'amani, y la cama especial para niños *Super Kid'z*, única en el mercado. Por sus altos estándares de calidad, Camas Olympia califica como miembro de ISPA, *International Sleep Products Association* (Asociación Internacional de Productos de Dormir). Hoy en día, Camas Olympia es la fábrica de camas más grande en Centroamérica. Con sus diferentes modelos, es la marca de camas más vendida y reconocida por su alta calidad. A través de sus 30 años de experiencia y con la misión de ser la empresa líder en la fabricación de camas en toda Centroamérica, ha implementado tecnología de punta e innovado en sistemas de descanso para brindar un producto de alta calidad, efectivo y garantizado.

1.2 Situación actual de la industria de las camas a nivel mundial y nacional

La industria de camas se mide de acuerdo con la participación de mercado que posee cada una de las compañías dedicadas al ramo. Esto es, la participación, porcentual en ventas que se tiene en una región determinada, en relación con el resto de compañías.

Para formarse una mejor idea de la situación actual de la industria de camas, a nivel mundial, se tiene la siguiente tabla.

Tabla I. *Share* de mercado, a nivel mundial, de la industria de camas

Marca de cama	<i>Share</i> de mercado mundial
Serta	34%
Seally	33%
Simmons	18%
Otras	15%

Fuente: FACASA, S.A. s.p.

Igualmente, a nivel nacional, la industria de camas en Guatemala se encuentra de la siguiente manera.

Tabla II. *Share* de mercado, a nivel nacional, de la industria de camas

Marca de Cama	<i>Share</i> de mercado mundial
Olympia	50%
Florida	20%
Fomtex	15%
Siesta	08%
Ultra	04%
Camsa	02%
Otras	01%

Fuente: FACASA, S.A. s.p.

1.3 Materias primas utilizadas en la fabricación de camas

En la industria de camas se utilizan diversas materias primas, entre las que destacan las siguientes:

- **Tela**

La tela es empleada para confeccionar los forros de las camas. En la industria de camas, las telas más comúnmente utilizadas son.

- Tela *jackard*
- Tela estampada *dacrón*
- Tela estampada *knit*
- Tela estampada *stitch*

De estas cuatro variedades la más común, por su uso, es la tela *jackard*, que está conformada por fibras naturales (hilos de algodón) y fibras sintéticas (poliéster). Las fibras de algodón brindan frescura en una cama y las fibras de poliéster permiten que los colores sean brillantes y llamativos.

- **Hilo**

El hilo que se utiliza para la fabricación de camas es el hilo de coser. De este tipo de hilo existe gran variedad, pudiéndose mencionar.

- Hilo de algodón
- Hilo de algodón -poliéster
- Hilo de nylon bondeado

- **Madera**

La madera es utilizada para la fabricación de piezas estructurales que sirven para ensamblar el camastrón. Los tipos de madera que se emplean con más frecuencia son.

- Madera de pino
- Madera de ciprés.

De estas dos clases de madera, la que más se utiliza es la madera de pino, por poseer buenas propiedades mecánicas.

- **Alambre**

El alambre es usado en la fabricación de las unidades de resorte que sirven para el ensamblado de los colchones. Realmente, se trata de alambre de acero, que va desde el SAE 1045 hasta el SAE 1070, según la parte que se vaya a fabricar.

1.4 Presentación de las camas en el mercado y nombres comerciales

En el mercado nacional guatemalteco, las camas son denominadas de muchas maneras, dependiendo de la compañía que las fabrique; sin embargo, unificando la presentación de éstas, se puede hacer la siguiente clasificación.

- **Camas ortopédicas de lujo**

Son las camas por las cuales el cliente paga más, en virtud de que poseen una firmeza excelente, acorde con lo recomendado por los terapeutas para aquellas personas que padecen problemas lumbares.

Estas camas se destacan del resto de modelos, debido a que en su fabricación se utilizan materiales de mejor calidad, de mayor resistencia mecánica a la deformación por compresión, lo cual se traduce en más vida útil. Dicho de otra manera, esta clase de cama ofrece una mayor garantía, por lo que su precio es visto por el cliente como una inversión.

Se presentan en tamaños: imperial, semimatrimonial, matrimonial, *queen* y *king*, siendo los tres últimos, los más vendidos en esta clase de cama.

- **Camas tipo ortopédicas**

Son aquellas que representan la versión económica de una cama de lujo ortopédica, en vista de que contienen menos cantidad de material, aún cuando la calidad de éste permanece igual. La diferencia en garantía, que el fabricante ofrece para esta clase de cama, oscila entre dos a tres años menos que una cama ortopédica de lujo.

La presentación de esta clase de cama en el mercado se da en todos los tamaños, predominando la venta de matrimonial, *queen* y *king*.

- **Camas tipo intermedio**

Las camas tipo intermedio combinan una firmeza media, con cierto grado de confort, ya que en su estructura contienen materiales firmes y suaves. Tienen buena aceptación en el mercado, sobre todo en la clase media-alta.

En el mercado se presentan en todos los tamaños; no obstante, imperial, semimatrimonial y matrimonial, se venden en mayor proporción.

- **Camas tipo semi-firme**

Se caracterizan por estar conformadas con materiales de mediana calidad, pero funcional; sus precios son más accesibles, pero los fabricantes ofrecen cobertura de garantía sólo hasta 3 años.

Generalmente, esta clase de camas se comercializa en tamaños imperial, semi-matrimonial y matrimonial, por lo que son los únicos tamaños disponibles en el mercado.

- **Camas tipo económico**

Las camas tipo económico son aquellas que fácilmente se encuentran a la venta en zonas populares. Se caracterizan por contener materiales estructurales de mediana calidad, y en menor proporción que las camas tipo semi-firme. Comúnmente, están fabricadas con tela de menor calidad (estampada, no tejida) y se encuentran en el mercado únicamente en tamaños imperial, semi-matrimonial y matrimonial.

1.5 Zonas de confort de una cama

Las camas poseen dos zonas de confort: la suavidad y la firmeza. Ambas pueden brindar al usuario confort, de acuerdo con su gusto. Existen personas que, por razones de salud, han tenido que dormir, una buena parte de su vida, en una cama firme; para éstas, la firmeza es sinónimo de confort; por el contrario, hay personas, que por costumbre o por herencia de hábitos, han dormido en una cama suave; éstas jamás encontrarían confort en una cama firme.

De esta manera, se puede notar que la cantidad de gustos es tan grande, que cada vez se hace más difícil satisfacer los requerimientos del cliente. Para ello, hay diferentes tipos de cama que pretenden ir cerrando esa brecha.

Las zonas de confort de una cama se pueden describir de la siguiente forma: de arriba hacia abajo, se encuentran las capas enguatadas del colchón y las láminas de esponja, que brindan suavidad. Seguidamente se localizan los fieltros aislantes, que ofrecen firmeza. A continuación están las carcacas, conformadas por resortes, que dan suavidad. Después figura el somier, constituido por un camastrón firme. La combinación de estas zonas es la que va definiendo el confort de una cama. He ahí la importancia de que dicha combinación sea óptima.

1.6 Maquinaria utilizada en el proceso de producción

La producción de camas conlleva una serie de procesos tan variada, que necesita, por igual, una amplia gama de máquinas para poder realizarlos. Entre las principales máquinas se encuentran, por área:

1.6.1 Área de esponja

- Máquina espumadora. Sirve para espumar esponja.
- Laminadora horizontal. Su función es cortar los blocks en láminas.
- Máquina corrugadora. Transforma las láminas de esponja en láminas corrugadas.

1.6.2 Área de revestido

- Máquinas enguatadoras. Éstas se utilizan para producir capas enguatadas y bordes enguatados, a partir de tela, esponja y entretela.
- Máquinas overlock. Sirven para unir las orillas de las capas y bordes enguatados.
- Máquinas zigzag. Se emplean para etiquetar las capas enguatadas, según el modelo al que pertenezcan.
- Máquinas planas. Su finalidad es cerrar los bordes enguatados de colchón y agregarles los haladores de tela.
- Máquinas cadenetas. Con éstas se fabrican las fundas de somier.

1.6.3 Área de carpintería

- Pistolas neumáticas (2"). Sirven para ensamblar el camastrón.

1.6.4 Área de ensamble del somier

- Pistolas neumáticas (1/4"). Son usadas en el ensamble de somier.

1.6.5 Área de alambre

- Máquinas resorteras. Fabrican resortes.
- Máquina enderezadora/dobladora. Enderezan varillas, las troquelan a la medida y las doblan, hasta formar los marcos.

- Máquinas ensambladoras. Se emplean para el ensamblado de carcasas.
- Máquinas espiraladoras. Se usan para fijar los marcos a la carcasa.

1.6.6 Área de ensamble del colchón

- Pistolas neumáticas (3/4"). Se utilizan en el ensamble del colchón.
- Máquinas cerradoras. Se emplean para hacerle el cierre final al colchón con bias.

1.7 Especificaciones y normas que regulan la fabricación de camas

A nivel mundial, la única entidad normativa de las especificaciones para fabricación de camas es la ISPA (*International Sleep Products Association*), cuya misión es proteger y realzar el crecimiento, lo beneficioso y la estatura de la industria fabril del colchón, fundada en Estados Unidos como la Asociación de los Fabricantes del Colchón, en 1915. Actualmente representa a más de 800 fabricantes, en más de 50 países, en los seis continentes.

En el caso particular de Guatemala, entre las diversas compañías que se dedican a la industria del ramo, Camas Olympia es la única que opera bajo las normas de la ISPA.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El diseño actual del proceso de producción de camas está dirigido a mantener una existencia en la bodega de producto terminado, con la finalidad de alcanzar eficiencias operativas en planta.

Dichas eficiencias han sido calculadas, diaria y semanalmente, con base en un pronóstico mensual de ventas. Sin embargo, este diseño no contempla la proporcionalidad de modelos, tamaños y colores, necesaria para brindar disponibilidad de producto en el momento que el cliente así lo requiera.

Esta situación no permite que el proceso de producción sea flexible a las exigencias inmediatas del mercado, eleva los costos de inventario de producto terminado e inventario en proceso, e impide que el tiempo de respuesta a un pedido sea el menor posible. (Ver figura 24).

2.1 Descripción del proceso de producción

El proceso de producción de camas está compuesto por seis áreas de manufactura, las cuales van entrelazadas de la siguiente manera:

2.1.1 Área de esponja

Es la encargada de la fabricación de esponja (espumado) y el abastecimiento a las áreas de revestido, ensamble de colchones y ensamble de somieres.

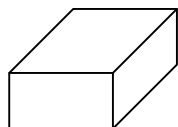
El proceso de espumado comienza con la formulación de la mezcla de acuerdo con la densidad de esponja que se quiera obtener, a partir de la cual se determina la proporción de los químicos a utilizar, que son

- Polyol
- Disocianato de tolueno (T.D.I.)
- Cloruro de metileno
- Silicona
- Catalizador T-9
- Amina
- Alcohol isopropílico

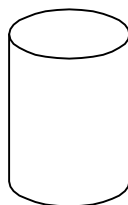
La fabricación de esponja se da en dos formas, de acuerdo con su posterior utilización:

- Blocks
- Cilindros

Figura 1. Formas de espumado de la esponja



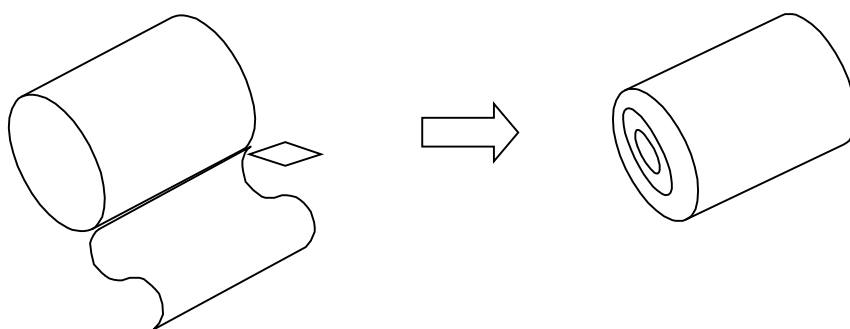
Blocks



Cilindros

Los cilindros son utilizados en el área de revestido para el enguatao de capas del colchón, enguatao de bordes de colchón y somier. Para el efecto, deben ser previamente laminados a rollos de esponja que permitan una alimentación lineal a las máquinas enguataadoras, de igual manera que se alimenta la tela y la entretela.

Figura 3. Proceso de laminado de los cilindros de esponja



Cilindro de esponja

Rollo de esponja

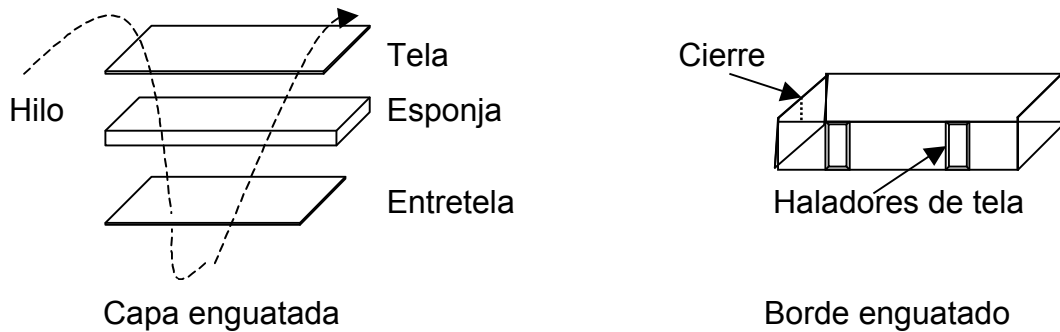
2.1.2 Área de Revestido

En ésta son confeccionados los enguates que sirven para el recubrimiento de los colchones y somieres.

Provee al área de ensamble de colchón (ver figura 4)

- Capas enguataadas
- Bordes enguataados
- Haladores de tela

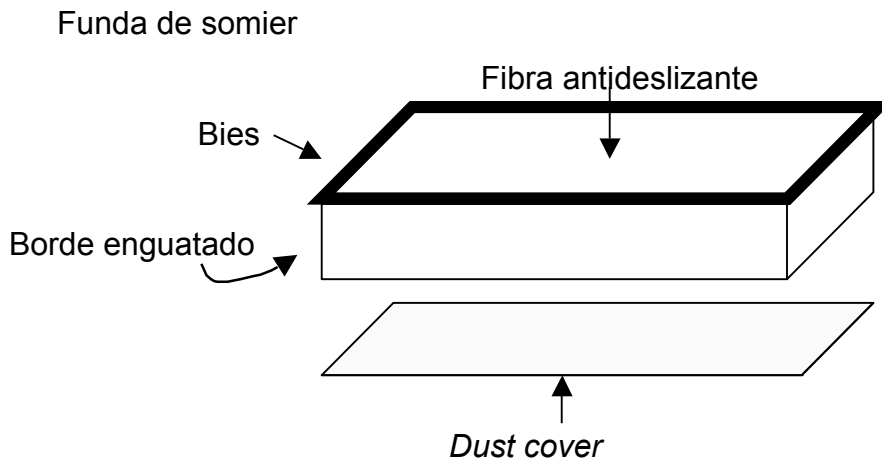
Figura 4. Capa y borde enguatados, utilizados en el ensamble del colchón



Y al área de ensamble del somier (ver figura 5)

- Fundas para recubrir el camastrón
- Fibras guardapolvo (*dust cover*), que sirven para aislar la madera del polvo.

Figura 5. Funda del somier y fibra guardapolvo (*dust cover*)



Todos los productos semielaborados del área de revestido tienen concordancia con el tamaño de cama que se esté produciendo; es decir, que existen capas y bordes en tamaños imperial, semimatrimonial, matrimonial, *queen* y *king*. De la misma forma, la calidad de las telas a utilizar va acorde con el modelo de cama. En el proceso se manejan cinco modelos de camas y quince tonalidades de color (tres por cada modelo).

Las capas son enguatadas con tela, esponja, hilo y entretela, en una máquina multi-agujas, en diversos diseños, diferentes espesores y densidades de esponja según el modelo. Luego, son cortadas en un pánel provisto de una cuchilla transversal, al tamaño deseado, para, posteriormente, ser overlockeadas, operación en la cual se les costura flange al perímetro; por último se les costura etiqueta y banda en la máquina de zig-zag, que identifica al modelo de cama al que pertenecen, quedando listas para ser ensambladas.

Los haladores de tela son medidos y cortados en tiras continuas, para luego ser dobleteados en una máquina. Finalmente, son cortados en haladores individuales, quedando listos para ser montados al borde del colchón.

Los bordes de colchón son enguataados con tela, esponja, hilo y entretela, en una máquina multi-agujas, en diferentes diseños, pero con el mismo espesor de esponja. Luego, son cortados en una máquina multi-cuchillas para obtener rollos de borde, los cuales son overlockeados, medidos, cortados de acuerdo con el tamaño, cerrados en la máquina plana y, por último, se les montan los cuatro haladores en la máquina plana, quedando listos para ser ensamblados.

Las capas antideslizantes, que son compradas en rollo, se obtienen al cortar dicho rollo en una máquina troqueladora a la cual se le ajusta el tamaño requerido y ésta, automáticamente, va cortándolas en serie. De la misma manera se obtienen las fibras guardapolvo o *dust cover*.

Los bordes de somier son enguatados y cortados de igual forma que el borde colchón, y posteriormente son añadidos con bies a la capa antideslizante, creándose de esta manera las fundas de somier, listas para ser ensambladas.

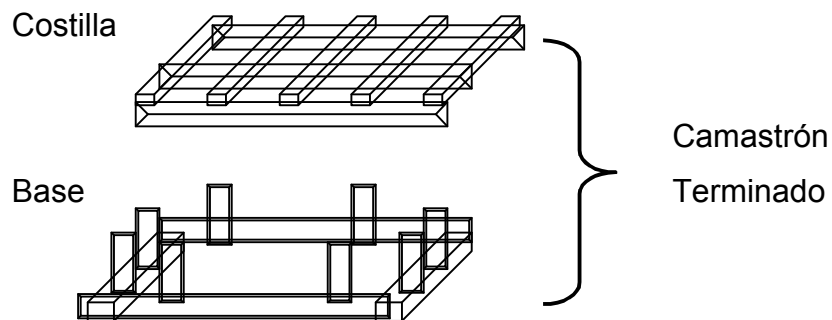
2.1.3 Área de carpintería

En esta área son ensambladas estructuras de madera de pino, que después servirán de base para la fabricación de los somieres. Dichas estructuras se conocen como camastrón.

El camastrón está compuesto de dos partes (ver figura 6)

- Base del camastrón (parte inferior)
- Costilla del camastrón (parte superior).

Figura 6. Base y costilla del camastrón



Tanto la costilla como la base están conformadas por piezas de madera que son unidas entre sí con grapas de 2", mediante pistolas neumáticas.

Los camastrones se fabrican en los tamaños imperial, semimatrimonial, matrimonial, *queen* y *king*, según sea la necesidad, y sirven como soporte a todo el peso de la cama.

La fabricación del camastrón inicia con la selección de la madera de acuerdo con sus atributos físicos, nudos en las piezas, rectitud de éstas, etc., y según el porcentaje de humedad que las referidas piezas tengan. Una vez pasado este filtro, se fabrican simultáneamente las bases y las costillas y, luego, se ensamblan ambas para obtener como resultado el camastrón terminado.

Cabe anotar que las piezas de madera son requeridas previamente a un aserradero, requerimientos que deben coincidir con los tamaños de cama que se manejan en el pronóstico de ventas mensual. (Ver figura 25).

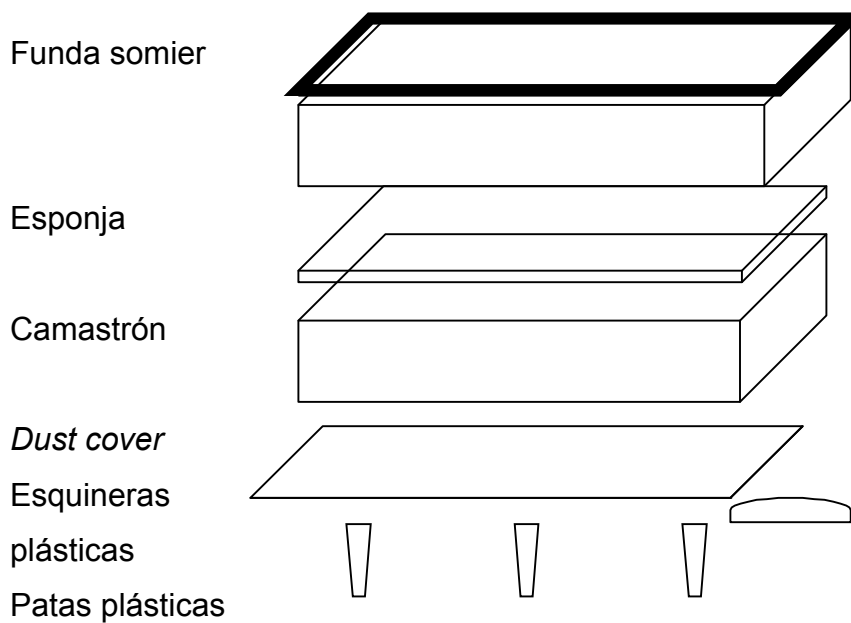
2.1.4 Área de ensamble del somier

El área de ensamble de somier se encarga de convertir el camastrón en somier e ingresarlo a la bodega como producto terminado. Para esto, se le engrapa una plancha de esponja al camastrón en la parte superior (atendiendo a la idiosincrasia del cliente centroamericano, que utiliza el somier para dormir al momento que recibe invitados en casa), cumpliendo la función de aislante entre la madera y la tela. Posteriormente, se le engrapa la funda de somier, asegurando de esta manera la esponja al mismo. Por último, se le engrapa la fibra guardapolvo en la parte inferior y se remata con la colocación de esquineras plásticas indicativas de la marca de la cama, en los cuatro extremos

inferiores. Luego de esto, pasa el somier por un control de calidad y empaque final, antes de llegar a la bodega como producto disponible para despacho.

La unión de todos los componentes mencionados al camastrón, es realizada con pistolas neumáticas que disparan grapas de _” (ver figura 7).

Figura 7. Componentes del somier



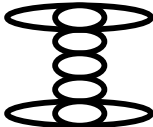


2.1.5 Área de alambre

En el área de alambre son ensambladas unidades de resorte que después servirán de estructura interna para la fabricación de los colchones. Dichas unidades de resorte son mejor conocidas como carcasas.

Las carcasas están compuestas por (ver figura 8).

- Resortes de acero
- Espirales de acero
- Marcos de acero.

Figura 8. Componentes de la carcasa

Resorte		Acero SAE 1070, calibre 13
Espiral		Acero SAE 1045, calibre 16
Marco		Acero SAE 1045, calibre 07

Los resortes son fabricados con acero SAE 1070 en calibre 13 mediante las máquinas resortereras, las cuales son alimentadas por atriles de alambre de estas características; el proceso se realiza automáticamente, obteniéndose el resorte terminado y listo para pasar al siguiente proceso.

En el segundo proceso, o proceso de ensamblado, los resortes son alimentados manualmente a las máquinas ensambladoras, en cantidad relativa al tamaño de carcasa que se necesite. Dichas máquinas se encargan de unir automáticamente todos los resortes a través de espirales de acero SAE 1045 en calibre 16, dando como resultado una carcasa ensamblada y lista para ser sometida a un nuevo proceso.

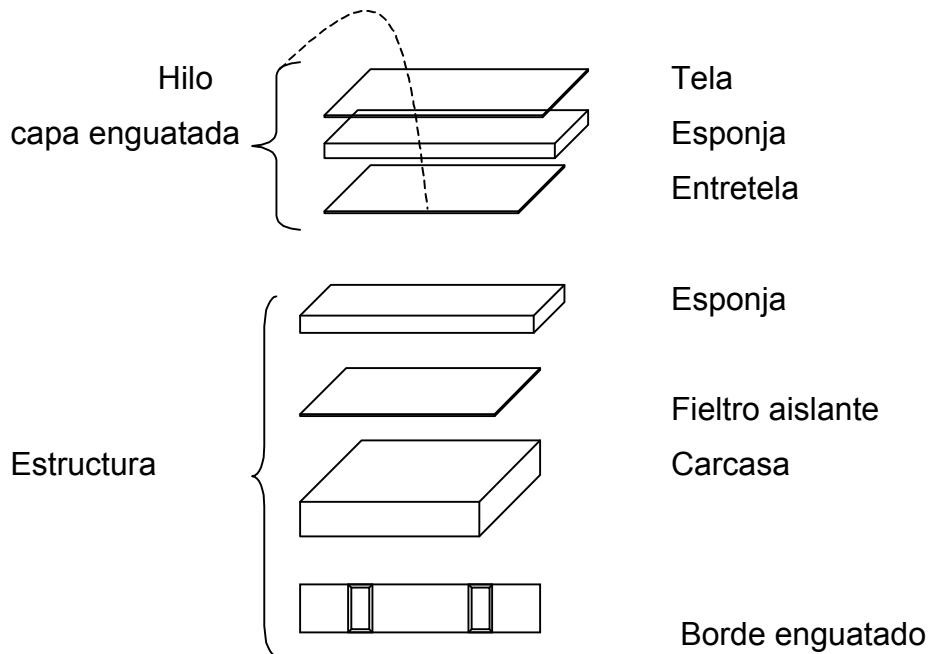
En el tercer proceso, o proceso de espiralado, se le unen a la carcasa ensamblada dos marcos de acero SAE 1045 en calibre 7, mediante espirales de acero que recorren todo el perímetro hasta llegar al punto final, en el cual se le hace un remate denominado ojillo. Una vez concluido este proceso, se obtiene una carcasa terminada, lista para ser trasladada al área de ensamble de colchón. (Ver figura 26).

2.1.6 Área de ensamble del colchón

El área de ensamble del colchón se encarga de transformar la carcasa en colchones, que son ingresados a la bodega como producto terminado. Para ello, se engrapan a las carcasas fieltros aislantes (uno a cada lado), que permitirán una mejor distribución del peso entre todos los resortes e impedirán el contacto de éstos con la esponja. Luego, son unidas a la carcasa esponjas lisas o corrugadas, según el modelo de cama, las cuales se terminan de asegurar al momento de colocar las capas enguatadas, que son engrapadas a la carcasa mediante el flange. La grapa que se utiliza es de _". Posteriormente, se le colocan los bordes al perímetro del colchón teniendo el cuidado de que los haladores queden centrados en los dos extremos largos (ver figura 9).

Finalmente, los colchones son cerrados por medio de bies, utilizando máquinas cerradoras, que no son más que máquinas de cadena con una inclinación de 35 grados. Después, al igual que los somieres, los colchones pasan por una etapa de control de calidad y empaque final, para luego ser trasladados a la bodega de producto terminado.

Figura 9. Componentes del colchón



2.2 Sistema de control de producción

El sistema de control de producción vigente en la empresa promueve la consecución de metas de trabajo de todas las áreas, en forma individual, haciendo apertura de órdenes de producción por cada una de ellas, pero por separado, valiéndose de un pronóstico de ventas en los meses pico, y de una capacidad de almacenaje de la bodega de producto terminado, en los meses bajos.

La demanda de camas, en el mercado nacional, está supeditada a la capacidad adquisitiva del cliente a lo largo del año. De ahí que los meses pico de demanda sean junio, julio, noviembre y diciembre, por el bono 14 y el aguinaldo; y mayo sea un mes mediano en demanda, por el Día de la Madre.

La producción se programa con un día de anticipación, con base en la revisión del status de existencia en la bodega de producto terminado; sin embargo, debido a que el ciclo de entrega de producto terminado es de tres días, dicha programación se va ejecutando tres días después de haber sido abiertas las órdenes de producción. Esto implica retrasos en la entrega de pedidos de ventas, y le resta credibilidad a la compañía con sus clientes.

Como no existe una planificación de la producción a mediano plazo, es muy frecuente que se realicen cambios urgentes en las líneas, lo cual redundaría en una acumulación innecesaria, en las áreas respectivas, de materias primas, semielaborados, y partes. Esto tampoco favorece el cierre de las órdenes de trabajo.

Las variables que emplea el sistema de control de producción vigente, por área, son:

2.2.1 Área de esponja

La producción del área de esponja es controlada por las siguientes variables:

- Cantidad de blocks espumados, de cada densidad y tamaño, por día.
- Cantidad de cilindros espumados, de cada densidad, por día.
- Cantidad de planchas laminadas, de cada densidad y tamaño, por día.
- Cantidad de rollos laminados, de cada densidad, por día.

Las dimensiones y rendimientos de cada *block* de esponja se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla III. Dimensiones y rendimientos aproximados de cada tamaño de *block*

Tamaño (<i>block</i>)	Largo	Ancho	Altura	Rendimiento en planchas laminadas
Imperial	75"	40"	40"	40 unidades
Semimatrimonial	75"	48"	40"	40 unidades
Matrimonial	76"	55"	40"	40 unidades
<i>Queen</i>	77 "	60"	40"	40 unidades
<i>King</i>	78"	80"	40"	40 unidades

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

De igual manera, obsérvense las dimensiones y el rendimiento de cada Cilindro de esponja en la siguiente tabla.

Tabla IV. Dimensiones y rendimientos aproximados de cada Cilindro según su densidad

Densidad (cilindro)	Diámetro	Altura	Rendimiento en yardas laminadas	Espesor laminado
15 kg / m ³	50"	90"	144 yardas	"
18 kg / m ³	50"	85"	72 yardas	1"
22 kg / m ³	50"	85"	72 yardas	1"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

También se manejan diferentes tipos de láminas de esponja de acuerdo con el modelo de cama, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla V. Dimensiones y tipos de láminas de esponja utilizadas, en el área de ensamble del colchón, según el modelo de la cama

Modelo	Tamaño	Densidad (kg/m ³)	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Grueso (pulg.)	Tipo
Ortopédico de lujo	Imperial	22	75"	40"	1"	Corrugada
	Semimatrimonial	22	75"	48"	1"	Corrugada
	Matrimonial	22	76"	55"	1"	Corrugada
	<i>Queen</i>	22	77"	60"	1"	Corrugada
	<i>King</i>	22	78"	80"	1"	Corrugada
Tipo ortopédico	Imperial	22	75"	40"	1"	Corrugada
	Semimatrimonial	22	75"	48"	1"	Corrugada
	Matrimonial	22	76"	55"	1"	Corrugada
	<i>Queen</i>	22	77"	60"	1"	Corrugada
	<i>King</i>	22	78"	80"	1"	Corrugada
Tipo intermedio	Imperial	18	75"	40"	1"	Lisa
	Semimatrimonial	18	75"	48"	1"	Lisa
	Matrimonial	18	76"	55"	1"	Lisa
Tipo semifirme	Imperial	18 /15	75"	40"	1"	Lisa
	Semimatrimonial	18 /15	75"	48"	1"	Lisa
	Matrimonial	18 /15	76"	55"	1"	Lisa
Tipo económico	Imperial	15	75"	40"	1"	Lisa
	Semimatrimonial	15	75"	48"	1"	Lisa
	Matrimonial	15	76"	55"	1"	Lisa

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

En el área de ensamble del somier también se utilizan diferentes medidas de láminas de esponja, pero no van acordes con el modelo de cama, pues son genéricas en un espesor de 1"; la única diferencia la determina el tamaño del somier. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla.

TABLA VI. Dimensiones de las láminas de esponja utilizadas en el área de ensamble del somier, acordes con el tamaño de la cama

Tamaño	Densidad (kg/m ³)	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Grueso (pulg.)	Tipo
Imperial	15	75"	40"	1"	Lisa
Semimatrimonial	15	75"	48"	1"	Lisa
Matrimonial	15	76"	55"	1"	Lisa
<i>Queen</i>	15	77 "	60"	1"	Lisa
<i>King</i>	15	78"	40"	1"	Lisa

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción en el área de esponja se basa en la cantidad de camas que se desee fabricar al día, lo cual va relacionado con el pronóstico de ventas mensual. Por ejemplo, si el pronóstico de ventas indica que la demanda en un mes determinado es de 5,000 camas, esto implicaría producir 238 camas al día, para lo cual se debería laminar:

- 476 láminas de esponja, para el área de ensamble del colchón, al día.
- 238 láminas de esponja, para el área de ensamble del somier, al día.
- 714 yardas de esponja para el área de revestido para enguatado de capas.
- 358 yardas de esponja para el área de revestido para enguatado de bordes.

Para cubrir esta demanda, el área de esponja debe espumar 18 *blocks*, 10 cilindros de 85" y 03 cilindros de 90".

En este caso hipotético, si el área de esponja cumple con esta producción en un día, se puede decir que ha conseguido su meta, pues de esta manera le fue hecha la apertura de órdenes de producción.

2.2.2 Área de revestido

La producción del área de revestido es controlada por las siguientes variables:

- Cantidad de capas enguataadas por día.
- Cantidad de capas etiquetadas por día.
- Cantidad de bordes de colchón terminados por día.
- Cantidad de capas antideslizantes cortadas por día.
- Cantidad de bordes de somier terminados por día.
- Cantidad de fundas de somier terminadas por día.

Las dimensiones de las capas enguatadas, terminadas, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII. Dimensiones de las capas enguatadas, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo	Ancho
Todos los modelos	Imperial	76"	41"
	Semi matrimonial	76"	49"
	Matrimonial	77"	56"
	<i>Queen</i>	78 "	61"
	<i>King</i>	80"	80"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

En las tablas que a continuación se presentan, se podrán observar las dimensiones de los otros semielaborados que se fabrican en el área de revestido.

Tabla VIII. Dimensiones de los bordes enguatados del colchón

Tamaño	Densidad (kg/m ³)	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Grueso (pulg.)	Tipo
Imperial	15	237"	8"	"	Rollo
Semimatrimonial	15	253"	8"	"	Rollo
Matrimonial	15	269"	8"	"	Rollo
<i>Queen</i>	15	282"	8"	"	Rollo
<i>King</i>	15	321"	8"	"	Rollo

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

Tabla IX. Dimensiones de los bordes enguatados del somier

Tamaño	Densidad (kg/m ³)	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Grueso (pulg.)	Tipo
Imperial	15	237"	10"	"	Rollo
Semimatrimonial	15	253"	10"	"	Rollo
Matrimonial	15	269"	10"	"	Rollo
<i>Queen</i>	15	282"	10"	"	Rollo
<i>King</i>	15	234"	10"	"	Rollo

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

Tabla X. Dimensiones de las capas antideslizantes del somier, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	76"	41"
	Semimatrimonial	76"	49"
	Matrimonial	77"	56"
	<i>Queen</i>	78 _ "	61"
	<i>King</i>	80"	40"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

TABLA XI. Dimensiones de las fibras guardapolvo del somier, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	78"	43"
	Semimatrimonial	78"	51"
	Matrimonial	79"	58"
	<i>Queen</i>	80 _ "	63"
	<i>King</i>	82" _ "	41 _ "

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

Los haladores de tela son genéricos en cuanto a sus dimensiones, las cuales son presentadas en la tabla siguiente.

Tabla XII. Dimensiones de los haladores de tela para borde del colchón

Modelo y tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Grueso (pulg.)
Todos	8 _ "	2"	_ "

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción del área de revestido está relacionado con la cantidad de camas que se desee fabricar al día, de acuerdo con el pronóstico de ventas mensual, pero especificando la cantidad de colchones y somieres a fabricar. Continuando con el ejemplo de una demanda mensual de 5,000 camas (238 camas al día), al área de revestido le correspondería fabricar los componentes de 238 colchones e igual número de somieres, al día, de la siguiente manera:

- 476 capas enguataadas para el área de ensamble de colchón al día.
- 238 bordes enguataados para el área de ensamble de colchón al día.
- 238 fundas para el área de ensamble de somier al día.
- 238 fibras guardapolvo para el área de ensamble de somier al día.

Es, según estas necesidades, como se controla la producción en el área de revestido, haciéndose apertura de órdenes cada final de día, después de haberse revisado el inventario de producto terminado. Si esta área cumple con los números anteriormente mencionados, se asume que la meta fue alcanzada.

2.2.3 Área de carpintería

La producción del área de carpintería es controlada por las siguientes variables:

- Cantidad de bases ensambladas, de cada tamaño.
- Cantidad de costillas ensambladas, de cada tamaño, por día.
- Cantidad de camastrones ensamblados, de cada tamaño, por día.

Las dimensiones de los camastrones terminados se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla XIII. Dimensiones de los camastrones terminados, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Alto (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	74"	39"	6"
	Semimatrimonial	74"	47"	6"
	Matrimonial	75"	54"	6"
	Queen	76 "	59"	6"
	King	77"	38 _ "	6"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción del área de carpintería está supeditado a la cantidad de somieres que se deseen fabricar al día, lo cual va en relación con el pronóstico de ventas mensual. Para el ejemplo ilustrativo que se está manejando, al área de carpintería le correspondería ensamblar

- 238 Camastrones, para el área de ensamble del somier, al día.

Si el área de carpintería cubre esta cifra, según el sistema de control de producción vigente, cumple con su meta.

2.2.4 Área de ensamble del somier

La producción del área de ensamble de somier es controlada por una sola variable.

- Cantidad de somieres ensamblados de cada tamaño por día.

Las dimensiones del somier, terminado, son contempladas en la siguiente tabla.

Tabla XIV. Dimensiones de los somieres terminados, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Alto (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	75"	40"	7"
	Semimatrimonial	75"	48"	7"
	Matrimonial	76"	55"	7"
	Queen	77"	60"	7"
	King	78"	39"	7"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción del área de ensamble del somier está en estrecha relación con la cantidad de camas que se desee fabricar al día, lo cual, a la vez, va relacionado con el pronóstico de ventas mensual. Según el ejemplo, al área de ensamble de somier le correspondería ensamblar:

- 238 somieres, para el área de bodega de producto terminado, al día.

Al momento de llegar a dicha cantidad de somieres, el área, según el sistema de control de producción vigente, habrá alcanzado su meta.

2.2.5 Área de alambre

La producción del área de alambre es controlada por las siguientes variables:

- Cantidad de resortes fabricados al día.
- Cantidad de marcos enderezados al día.
- Cantidad de carcasas ensambladas, de cada tamaño, al día.

- Cantidad de carcacas espiraladas, de cada tamaño, al día.

Las dimensiones del resorte, terminado, se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla XV. Dimensiones del resorte terminado

Calibre	Resorte	Diámetro de resorte (cm)	Altura del resorte	Compresión (lbs.)	
	Tipos utilizados			Mínima	Máxima
13	Resorte F-9	9 cm ± 1mm	14.5 cm ± 5mm	10 libras	14 libras
13	Resorte F-8	8 cm ± 1mm	14.5 cm ± 5mm	12 libras	16 libras
13	Resorte F-7	7 cm ± 1mm	14.5 cm ± 5mm	14 libras	18 libras

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El consumo de resortes, por carcaca ensamblada, es contemplado en la siguiente tabla.

Tabla XVI. Consumo de resortes por carcaca ensamblada

Tamaño	Tipo	Diámetro	Resortes a lo largo	Resortes a lo ancho	Total
Imperial	F-9	9 cm	21	10	210
Semimatrimonial	F-9	9 cm	21	12	252
Matrimonial	F-8	8 cm	24	13	312
<i>Queen</i>	F-7	7 cm	28	18	504
<i>King</i>	F-7	7 cm	28	22	616

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

En la siguiente tabla se pueden observar las dimensiones de los marcos utilizados en el proceso de espiralado.

Tabla XVII. Dimensiones de los marcos, de carcasa, por tamaño de cama

Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Traslape (pulg.)
Imperial	74"	40"	8" c/lado
Semi-matrimonial	74"	48"	8" c/lado
Matrimonial	75 _"	55"	8" c/lado
<i>Queen</i>	77"	60"	8" c/lado
<i>King</i>	77"	78"	8" c/lado

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

Las dimensiones de la carcasa, como producto final, están incluidas en la siguiente tabla.

Tabla XVIII. Dimensiones de las carcasas espiraladas, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Alto (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	74"	40"	5 _"
	Semimatrimonial	74"	48"	5 _"
	Matrimonial	75 _"	55"	5 _"
	<i>Queen</i>	77"	60"	5 _"
	<i>King</i>	77"	78"	5 _"

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción del área de alambre está supeditado a la cantidad de colchones que se desee fabricar al día, lo cual va relacionado con el pronóstico de ventas mensual.

De acuerdo con el ejemplo que se está manejando, al área de alambre le correspondería producir:

- 238 carcasas ensambladas al día.
- 476 marcos enderezados al día.
- 238 carcasas espiraladas, para el área de ensamble de colchón al día.

Si el área de alambre cubre esta cifra, según el sistema de control de producción vigente, cumple con su cometido.

2.2.6 Área de ensamble del colchón

La producción del área de ensamble del colchón es controlada por una sola variable.

- Cantidad de colchones ensamblados de cada tamaño por día.

Las dimensiones del colchón terminado son contempladas en la siguiente tabla.

Tabla XIX. Dimensiones de los colchones terminados, por tamaño de cama

Modelo	Tamaño	Largo (pulg.)	Ancho (pulg.)	Alto (pulg.)
Todos los modelos	Imperial	75"	41"	10" +/- "
	Semimatrimonial	75"	49"	10" +/- "
	Matrimonial	76"	56"	10" +/- "
	Queen	78"	61"	10" +/- "
	King	78"	79"	10" +/- "

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

El control de producción del área de ensamble del colchón está entrelazado con la cantidad de camas que se desee fabricar al día, lo cual va relacionado con el pronóstico de ventas mensual. Según el ejemplo, al área de ensamble del colchón le correspondería ensamblar

- 238 colchones, para el área de bodega de producto terminado, al día.

Al momento de ingresar 238 colchones al área de bodega de producto terminado, el área de ensamble del colchón, según el sistema de control de producción vigente, habrá alcanzado su meta.

2.3 Procedimientos vigentes

En este apartado se anotarán los procedimientos vigentes utilizados para el control de la producción.

2.3.1 Área de esponja

Esta área tiene como clientes internos a las áreas de revestido, ensamble del colchón y ensamble del somier. En el caso del área de revestido, el semielaborado que se le entrega es esponja en rollos, para el enguate de capas de colchón y de bordes de colchón y somier, por lo que su eficiencia es calculada con base en una meta predefinida (de acuerdo con el pronóstico de ventas mensual). En consecuencia, el porcentaje de eficiencia es igual a la razón que existe entre la cantidad de yardas entregada al área de revestido y la meta antes mencionada.

Referente a las áreas de ensamble del colchón y ensamble del somier, el semielaborado demandado es láminas de esponja; por lo tanto, el porcentaje de eficiencia viene dado de la razón entre la cantidad de láminas de esponja entregada y la cantidad de láminas de esponja demandada. Para ilustrar lo anteriormente señalado, ver figura 10.

Figura 10. Hoja de control de producción del área de esponja

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de esponja								
Fecha: / /								
Proceso de espumado								
Blocas	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	18							%
Cilindros	Meta		85"	10 unid.	90"	03 unid.	Total	Eficiencia
	13							%
Proceso de laminado								
Láminas	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Ensamble de colchón	476							%
Ensamble de somier	238							%
Cilindros	Meta	Total	Eficiencia	Observaciones:				
Revestido (capas)	714 yardas		%					
Revestido (bordes)	358 yardas		%					

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

2.3.2 Área de revestido

El área de revestido tiene como clientes internos a las áreas de ensamble del colchón y ensamble del somier.

En lo relativo al área de ensamble del colchón, los semielaborados que se le entregan son capas enguatadas y bordes enguatados, para el ensamble de colchones, siendo calculada su eficiencia según una meta predefinida (de conformidad con el pronóstico de ventas mensual).

Por consiguiente, el porcentaje de eficiencia es igual a la razón que existe entre la cantidad de capas y bordes enguatados y la meta precitada.

En cuanto al área de ensamble del somier, los semielaborados demandados son fundas de somier y fibras guardapolvo, por lo que el porcentaje de eficiencia viene dado de la razón entre la cantidad de estos semielaborados entregada y la demanda de ventas. La figura 11 ilustra lo apuntado en el párrafo anterior.

Figura 11. Hoja de control de producción del área de revestido

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de revestido								
Fecha: / /								
Proceso de enguatado								
Capas Colchón	Meta	Imperial	Semimatrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	476							%
Bordes Colchón	Meta						Total	Eficiencia
	238							%
Proceso de costurado								
Fundas Somier	Meta	Imperial	Semimatrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	238							%
Proceso de corte								
Fibras Guardapolvo	Meta	Imperial	Semimatrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	238							%
Observaciones: _____								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

2.3.3 Área de carpintería

Su cliente interno es el área de ensamble del somier, a quien entrega, como semielaborado, camastrón terminado, para la fabricación de somieres, por lo que su eficiencia es calculada con base en una meta predefinida (según el pronóstico de ventas mensual). En tal virtud, el porcentaje de eficiencia es igual a la razón que existe entre la cantidad de camastrones entregada y la meta antes mencionada. Lo anteriormente escrito, es ilustrado en la figura 12.

Figura 12. Hoja de control de producción del área de carpintería

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de carpintería								
Fecha: / /								
Proceso de ensamble								
Base	Meta	Imperial	Semim atrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Camastrón	238							%
Costilla	Meta						Total	Eficiencia
Camastrón	238							%
Camastrón Terminado	Meta	Imperial	Semi matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	238							%
Observaciones:								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

2.3.4 Área de ensamble del somier

Esta área tiene como cliente interno al área de bodega de producto terminado. El producto terminado que le entrega es somier, para su comercialización; su eficiencia es calculada con base en una meta predefinida (conforme al pronóstico de ventas mensual). Por tal razón, el porcentaje de eficiencia es igual a la relación existente entre la cantidad de somieres entregada y la meta propuesta. En la figura 13 se ilustra lo anotado en el párrafo precedente.

Figura 13. Hoja de control de producción del área de ensamble del Somier

Departamento de producción Control de producción Área de ensamble del somier								
Fecha: / /								
Proceso de ensamble								
Somier	Meta	Imperial	Semimatrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Terminado	238							%
Observaciones:								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

2.3.5 Área de alambre

Ésta tiene como cliente interno al área de ensamble del colchón. El semielaborado que le entrega es carcasa terminada, destinada a la fabricación de colchones; su eficiencia se calcula tomando como referencia una meta predefinida (según el pronóstico de ventas mensual). Consecuentemente, el porcentaje de eficiencia es igual a la razón que existe entre la cantidad de carcasas entregada y la meta antes señalada. Para ilustrar lo anteriormente señalado, ver figura 14.

Figura 14. Hoja de control de producción del área de alambre

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de alambre								
Fecha: / /								
Proceso de fabricación	Meta	F-9 Resortes		F-8 Resortes	F-7 Resortes		Total	Eficiencia
Resortes	74, 256							%
Proceso de doblado	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Marcos	476							%
Proceso de ensamblado	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Carcasas ensambladas	238							%
Proceso de espiralado	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Carcasas espiraladas	238							%
Observaciones:								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

2.3.6 Área de ensamble del colchón

El cliente interno de esta área es el área de bodega de producto terminado, a quien entrega colchón terminado, para su comercialización, por lo que su eficiencia es calculada con base en una meta predefinida (de acuerdo con el pronóstico de ventas mensual). Por consiguiente, el porcentaje de eficiencia es igual a la relación existente entre la cantidad de colchones entregada y la meta en mención. Lo mencionado en el párrafo anterior se ilustra en la figura 15.

Figura 15. Hoja de control de producción del área de ensamble del colchón

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de ensamble de colchón								
Fecha: / /								
Proceso de ensamble								
Colchón Terminado	Meta	Imperial	Semimatrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
	238							%
Observaciones: _____								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3. PROPUESTA DE MEJORAS

En el presente capítulo se analizará el funcionamiento de la planta de producción de camas, desde dos puntos de vista. El primero consistirá en observar todas las áreas que conforman el proceso en análisis, como un sistema. En el segundo se entrará en detalle en cada Área, al estudiar cada uno de sus procesos relacionados, con miras a proponer mejoras que coadyuven a su optimización.

3.1 Proceso de producción de camas, visto como un sistema

Visto como un sistema, el proceso de producción de camas puede ser tratado con manufactura sincrónica, que se refiere a todas las áreas trabajando en armonía, para alcanzar los objetivos de la empresa. Cabe mencionar que el objetivo primordial de toda compañía es hacer dinero, pese a que pueden existir otros tantos como: proveer empleos, consumir materias primas, incrementar las ventas, aumentar la cuota de mercado, desarrollar tecnología o producir bienes de alta calidad. Sin embargo, éstos no garantizan la supervivencia de la empresa a largo plazo. Los anteriores son medios para lograr el objetivo, pero no son el objetivo mismo. Si la compañía hace dinero, sólo entonces prosperará. Cuando una compañía posee dinero, puede ponerle énfasis a los demás objetivos.

La lógica de la manufactura sincrónica trata de coordinar todos los recursos, de manera tal que éstos trabajen juntos en forma armónica o que estén sincronizados. En este estado sincrónico, el énfasis está en el desempeño total del sistema y no en las medidas de desempeño localizadas, tales como la utilización de la mano de obra o de las máquinas.

La manufactura sincrónica se deriva de la Teoría de las Restricciones de Goldratt (TOC, *Theory of Constraints*), que brinda las siguientes reglas sobre la programación de la producción:

- No equilibre la capacidad, equilibre el flujo.
- El nivel de utilización de un recurso sin cuello de botella no se determina por su propio potencial sino por alguna otra restricción del sistema.
- La utilización y la activación de un recurso no son la misma cosa.
- Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida para todo el sistema.
- Una hora ahorrada en un no embotellamiento es un espejismo.
- Los cuellos de botella rigen tanto el *throughput* o demanda atendida como el inventario en el sistema.
- El lote de transferencia no puede y, muchas veces, no debe ser igual al lote del proceso.
- Un lote de proceso debe ser variable tanto a lo largo de su ruta como en el tiempo.
- Las prioridades pueden fijarse únicamente examinando las restricciones del sistema. El plazo se deriva del programa.

- Identificar las restricciones del sistema. (No es posible ningún mejoramiento a menos que se encuentre la limitación o el nexo más débil).
- Decidir en qué forma se deben explotar las restricciones del sistema. (Hacer las restricciones efectivas como sea posible).
- Subordinar todo lo demás a esa decisión. (Alinear cada una de las demás partes del sistema para apoyar las restricciones, incluso si ello reduce la eficiencia de los recursos no limitados).
- Elevar las restricciones del sistema. (Si la producción sigue siendo inadecuada, adquirir más de este recurso para que ya no sea una restricción).
- Si en los pasos anteriores se han roto las restricciones, volver al paso 1, pero no permitir que la inercia se convierta en la restricción del sistema. (Después de que este problema de restricción sea resuelto, volver al comienzo y empezar de nuevo. Éste es un proceso de mejoramiento permanente; identificar las restricciones, romperlas y, luego, identificar las nuevas que resulten).

3.2 El fenómeno del palo de jockey

Casi todas las compañías se enfrentan a un problema llamado el fenómeno del palo de jockey, precipitándose a cumplir con las cuotas al final del período de tiempo. Si el período de tiempo es un mes, se trata de un síndrome

de final de mes; si el período es un trimestre, es un síndrome de final de trimestre.

Este problema se describe como un palo de jockey, porque se parece a éste: con un extremo relativamente plano y una elevación larga y rápida como una manija. La razón de que esto sea un problema es básicamente el caos que se presenta al final del mes. El sistema nunca funciona de manera uniforme; cada uno trabaja bajo presión durante la primera parte plana del ciclo, al igual que durante el final del ciclo. La causa del problema es que se están empleando dos series de mediciones.

Al comienzo del período se utilizan mediciones (locales) de la eficiencia contable de los costos. Esto estimula la minimización de las preparaciones a través de lotes grandes. Sin embargo, a medida que se acerca el final del mes, la presión aumenta para cumplir una serie diferente de mediciones, esto es, una serie que se refiere al desempeño financiero. Las mediciones se formulan en términos tales como dólares de producción embarcada. En los estados financieros, estas mediciones se expresan como utilidades netas, rendimientos sobre la inversión y flujo de efectivo. Tan pronto como pasa el final del mes (con sus horas extras diarias, su trabajo durante los fines de semana, sus expediciones constantes y sus ajustes de equipo frecuentes orientados a sacar el producto), la presión disminuye y todos vuelven a mirar las mediciones contables de los costos estándares y utilización, y así se repite el ciclo.

3.3 Medición del desempeño

Para medir de manera adecuada el desempeño de una empresa, deben utilizarse dos series de mediciones: la primera, desde el punto de vista financiero y la segunda, desde el punto de vista de las operaciones.

3.4 Mediciones financieras

Existen tres medidas de la capacidad de una empresa para hacer dinero:

- a) Utilidad neta: una medición absoluta en dólares.
- b) Rendimiento sobre la inversión: una medida relativa basada en la inversión.
- c) Flujo de efectivo: una medida de supervivencia.

Estas tres medidas deben utilizarse juntas. Por ejemplo, una utilidad neta de US\$10 millones es importante como medición, pero no tiene significado real hasta saber cuánta inversión hubo que hacer para generar esos US\$10 millones. Si la inversión fue de US\$100 millones, este es un rendimiento sobre la inversión del 10%. El flujo de efectivo es importante porque el efectivo es necesario para pagar las cuentas de las operaciones diarias; sin efectivo, una compañía puede ir a la quiebra incluso si es muy sólida en términos contables normales. Una empresa puede tener altas utilidades y altos rendimientos sobre la inversión pero quedarse corta en efectivo si, por ejemplo, las utilidades se invierten en nuevos equipos o están vinculadas al inventario.

3.5 Mediciones operativas

Las mediciones financieras funcionan bien al más alto nivel, pero no pueden utilizarse al nivel operativo.

Se necesita otra serie de mediciones que darán orientación.

- a) Demanda atendida o *throughput*: tasa a la cual el dinero es generado por el sistema a través de las ventas.
- b) Inventario: todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que intenta vender.
- c) Gastos operativos: todo el dinero que el sistema gasta para cambiar el inventario a demanda atendida o *throughput*.

La demanda atendida o *throughput* se define específicamente como los bienes vendidos. Un inventario de bienes terminados no es la demanda atendida sino el inventario; se deben registrar las ventas reales. Se define específicamente de esta manera para evitar que el sistema siga produciendo con la ilusión de que los bienes puedan venderse. Tal medida simplemente incrementa los costos, aumenta el inventario y consume efectivo. El inventario que se lleva (ya sea trabajo en proceso o bienes terminados) se valora sólo según el costo de los materiales que contiene. Los costos de la mano de obra y de las horas de maquinaria se ignoran. (En términos contables tradicionales, el dinero gastado se llama valor agregado).

Aunque éste es con frecuencia un punto discutible, el hecho de utilizar sólo el costo de las materias primas es una idea conservadora. Al utilizar el método del valor agregado (que incluye todos los costos de producción), el inventario se infla y presenta algunos problemas de ingresos y balance. Considérese, por ejemplo, un inventario de trabajo en proceso o de bienes terminados que se ha vuelto obsoleto o para el cual un contrato se ha cancelado.

Una decisión gerencial difícil es declarar grandes cantidades de inventario como material de desecho, porque con frecuencia, se llevan en los libros como activos, e incluso, aunque realmente ya no tengan valor. El hecho de utilizar sólo el costo de las materias primas también evita el problema de determinar qué costos son directos y cuáles son indirectos.

Los gastos operativos incluyen los costos de producción (tales como la mano de obra directa, la mano de obra indirecta, los costos de mantenimiento del inventario, la depreciación de los equipos y los materiales y suministros utilizados en la producción) y los costos administrativos. La diferencia clave aquí es que no hay necesidad de separar la mano de obra directa y la indirecta.

Tal como se indicó anteriormente, el objetivo de una firma es tratar las tres mediciones de manera simultánea y continua; esto alcanza el objetivo de hacer dinero.

Desde el punto de vista de las operaciones, el objetivo de la empresa es:

Incrementar la demanda atendida o *throughput* y de manera simultánea reducir el inventario y reducir el gasto operativo.

3.6 Productividad

En general, la productividad se mide en términos de producción por hora de trabajo. Sin embargo, esta medición no asegura que la empresa haga dinero (por ejemplo, cuando la producción extra no se vende y se acumula como inventario).

Para probar si la productividad ha aumentado, es necesario preguntarse lo siguiente: ¿Las medidas tomadas han incrementado el *throughput* o demanda atendida? ¿Han reducido el inventario? ¿Han disminuido el gasto operativo? Esto conduce a una nueva definición:

Productividad son todas las medidas que llevan a la compañía más cerca de sus objetivos.

3.7 Capacidad desbalanceada

Históricamente (y aún de manera típica en la mayoría de las empresas), los fabricantes han tratado de balancear la capacidad a través de una secuencia de procesos en un intento por igualar la capacidad con la demanda del mercado. Sin embargo, esto es un error; la capacidad desbalanceada es mejor. El reto es utilizar esta diferencia de manera ventajosa.

Considérese por ejemplo una línea de proceso simple con varias estaciones. Una vez que la tasa de producción de la línea ha sido establecida, la gente de producción trata de igualar las capacidades de todas las estaciones. Esto se logra ajustando las máquinas o el equipo utilizados, las cargas de trabajo, la habilidad y el tipo de trabajo asignado, las herramientas utilizadas, el tiempo extra presupuestado, etc.

No obstante, en el pensamiento de la manufactura sincrónica, la igualación de todas las capacidades se ve como una mala decisión. Tal equilibrio sería posible sólo si los tiempos de producción de todas las estaciones fueran constantes o tuvieran una distribución muy estrecha. Una variación normal en los tiempos de producción hace que las estaciones de abajo tengan tiempos de inactividad cuando las estaciones de arriba se toman más tiempo en el proceso.

De manera inversa, cuando las estaciones de arriba procesan en un tiempo más corto, el inventario entre las estaciones aumenta. El efecto de la variación estadística es acumulativo. La única manera de que esta variación se pueda uniformar es incrementando el trabajo en proceso para absorber la variación (una mala elección porque se estaría tratando de reducir el trabajo en proceso), o incrementar las capacidades de abajo para compensar los tiempos más largos de arriba. La regla aquí es que las capacidades dentro de la secuencia del proceso no deben balancearse en los mismos niveles. Más bien, debe intentarse balancear el flujo de producto a través del sistema. Cuando el flujo está balanceado, las capacidades están desbalanceadas.

Cada sistema de producción necesita algún punto o puntos de control para verificar el flujo de productos a través del mismo. Si el sistema contiene un cuello de botella, éste es el mejor lugar para el control. Este punto de control se llama tambor porque lleva el pulso que el resto del sistema (o aquellas partes que influencia) utiliza para funcionar.

Recuérdese que un cuello de botella se define como un recurso que no tiene la capacidad de satisfacer la demanda. En consecuencia, un cuello de botella está trabajando todo el tiempo y una razón para utilizarlo como punto de control es que garantiza que las operaciones de arriba no producen demasiado ni crean un inventario excesivo de trabajo en proceso que el cuello de botella no pueda manejar).

Manejar el cuello de botella es lo más crítico y el análisis se enfoca en el hecho de garantizar que el cuello de botella tenga siempre trabajo para hacer.

Existen dos cosas que se deben hacer con este cuello de botella.

a) Mantener un inventario de amortiguación frente a éste para garantizar que siempre tenga algo sobre lo cual trabajar. Dado que se trata de un cuello de botella, su producción determina el *throughput* o demanda atendida del sistema.

b) Volver a comunicarle arriba al área que inicia el sistema, lo que el Área Tambor ha producido, para que la primera de las nombradas suministre sólo esa cantidad. Esto evita que el inventario aumente. Esta comunicación se llama cuerda. Puede ser formal (como un programa) o informal (como un análisis diario).

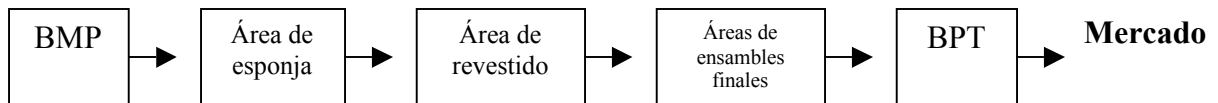
Definitivamente, la empresa que ocupa la atención del presente estudio, adolece, tanto del fenómeno del palo de jockey como de una inadecuada medición del desempeño, sin contar que el inventario de materias primas y semielaborados en proceso es alto.

Como se dijo a un inicio, la solución a este problema es visualizar a todas las áreas que conforman el proceso como un sistema. A dicho sistema se le aplicará manufactura sincrónica. Esto implica que es necesario determinar las áreas que realmente constituyen la ruta crítica del proceso y que, por ende, determinan el ciclo de producción del sistema.

La ruta crítica del proceso está conformada por las siguientes áreas: área de esponja, área de revestido, área de ensambles (unificando colchones y somieres, para que la aplicación sea factible), área de bodega de producto terminado.

Es oportuno mencionar que el orden en que aparecen escritas las áreas en el párrafo anterior, es el orden del flujo de producción (ver figura 16).

Figura 16. Ruta crítica del flujo de producción de las camas



Para los propósitos de la implementación de manufactura sincrónica, es necesario definir cuál de las áreas representa el cuello de botella del flujo de producción (tambor), para lo cual se muestra en la siguiente tabla el ciclo de fabricación de cada una de las áreas que conforman la ruta crítica.

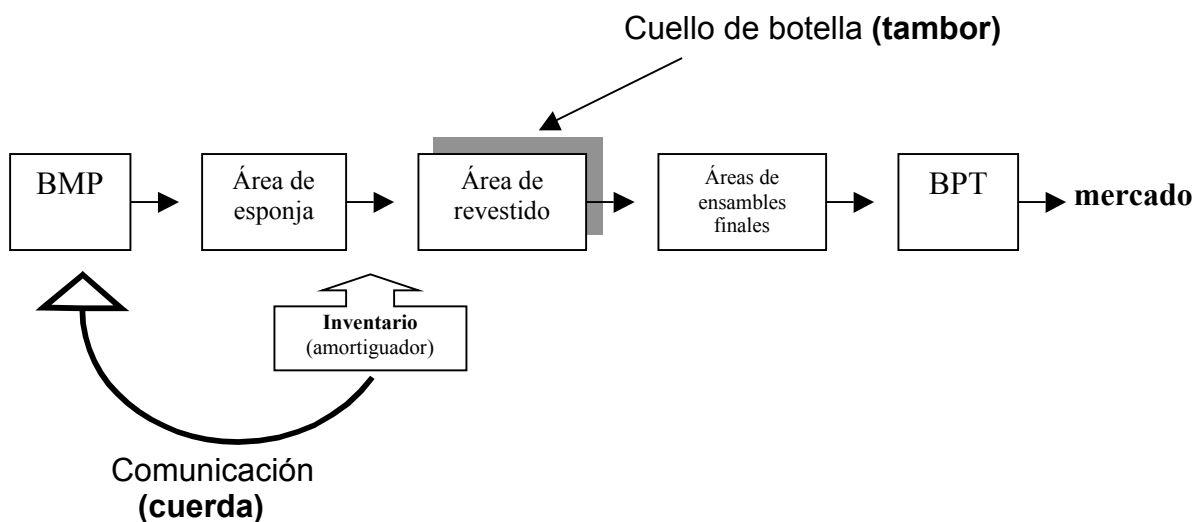
Tabla XX. Ciclos de fabricación de las áreas que conforman el flujo de producción de camas

Área de producción	Ciclo de fabricación (días)
Área de esponja	1
Área de revestido	3
Área de ensambles finales	1
Área de bodega de producto terminado	1

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

Es fácil reconocer que el área de revestido representa el cuello de botella del flujo de producción, ya que posee un ciclo mayor, por lo que ésta representará el tambor del sistema, tendrá un punto de control especial, la mayor atención por parte del área de mantenimiento y un servicio de excelencia, con base en la definición del área de esponja como amortiguador del sistema (ver figura 17).

Figura 17. Flujo sincronizado del sistema de producción de las camas



Como se puede observar en la tabla XX, el ciclo de fabricación del sistema es de seis días. Al aplicar manufactura sincrónica, el ciclo de fabricación del sistema sería igual al ciclo de fabricación del tambor, es decir, tres días.

3.8 Presentación del diseño de un sistema de control de producción mejorado

En este apartado se entrará a analizar en detalle, cada una de las áreas del proceso de producción de camas, para determinar las acciones a tomar, que apoyen la implementación de manufactura sincrónica al sistema.

Para lograr este cometido, se aplicarán en todas las áreas algunos preceptos de la manufactura de clase mundial (MCM), como por ejemplo: simplificación de la producción (lotes menores de producción, agrupación por familias de producto), mejoramiento continuo y rápido (en calidad, tiempo de producción, servicio al cliente, flexibilidad), control total de calidad (CTC) y mantenimiento preventivo total (MPT).

Un precepto de la MCM es producir algo de cada cosa todos los días y en las cantidades que se vendan aquel día, trátase de líquidos (las industrias de proceso) o de artículos que se cuenten por unidades. Fabricar más de lo que se pueda vender es costoso e implica desperdicio; los costos se multiplican muchas veces a medida que las irregularidades en la demanda se reflejan en todas las etapas de la fabricación, incluyendo los proveedores externos.

En la era anterior a la MCM se pensaba que la producción se podía manejar por cifras. Las cifras indicarían qué debía producirse, qué había que comprar y a quién se debía culpar. Por ejemplo, si el último informe sobre costos muestra una elevación en los costos de soldadura, corresponderá al supervisor de soldadura reducir estos costos.

Pero ¿cómo? No hay datos sobre las causas del exceso. El supervisor puede utilizar el látigo para conseguir mayor rendimiento con los mismos costos laborales. O bien podrá pedirle al departamento de ingeniería industrial o ingeniería de calidad que haga un estudio.

Las cifras sí son útiles para el fabricante de categoría mundial cuando indican la cantidad del producto y del servicio, en qué medida están mejorando éstos, qué problemas hay que atacar en seguida y cuáles pueden ser las causas. La MCM requiere simplificación y acción directa: fabríquelo, júzguelo, mídalo, diagnóstíquelo, arréglo, adminístrelo en la planta misma. No espere a saber del problema leyendo un informe tardío.

El control de producción propuesto debe ir enfocado a que cada área fabrique la cantidad de camas que el tambor indique, tomando en cuenta la proporcionalidad óptima de modelos y tamaños que el mercado demande. Para esto fue necesario estudiar el desempeño de las ventas de un año, en relación a los modelos de cama y sus respectivos tamaños.

Según el estudio realizado, se obtuvo la información relacionada con la participación de venta de camas, por modelo y tamaño. Datos en la siguiente tabla.

Tabla XXI. Porcentaje de participación de camas en el mercado, según su modelo y tamaño.

Modelo de cama	Porcentaje de participación por modelo	Porcentaje de participación por tamaño				
		Imperial	Semi - matrimonial	Matrimonial	Queen	King
Ortopédico de lujo	5%	20%	15%	50%	10%	05%
Tipo ortopédico	5%	20%	15%	50%	10%	05%
Tipo intermedio	15%	30%	30%	40%	N.A.	N.A.
Tipo semi-firme	25%	25%	15%	60%	N.A.	N.A.
Tipo económico	50%	30%	20%	50%	N.A.	N.A.

Fuente: Comercialización empresa en estudio. s.p.

Tomando como base estos datos y comparándolos con el ejemplo inicial, en el que se suponía una demanda de 5,000 camas al mes, la proporcionalidad de producto a fabricar se consigna en la siguiente tabla.

Tabla XXII. Proporcionalidad de producto, por modelo y tamaño, según una demanda de 5,000 camas mensuales.

Modelo De cama	Participación por modelo	Participación por tamaño				
		Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King
Ortopédico de lujo	250	50	38	125	25	12
Tipo ortopédico	250	50	38	125	25	12
Tipo intermedio	750	225	225	300	N.A.	N.A.
Tipo semi-firme	1, 250	312	188	750	N.A.	N.A.
Tipo económico	2, 500	750	500	1, 250	N.A.	N.A.

Fuente: Comercialización empresa en estudio. s.p.

De lo anterior, se concluye que el control de producción por área se debe dar de la siguiente manera:

3.8.1 Área de esponja

En esta área, el control de producción se debe ejercer de tal forma que las 476 láminas de esponja destinadas para el área de ensamble de colchón, se encuentren especificadas con base en todas las variables que las afectan. Por ejemplo, deben ser desglosadas según el tipo de lámina (lisa/corrugada), densidad, tamaño. De igual manera sucede con el resto de semielaborados que se fabrican en el área.

Retomando el ejemplo citado en el capítulo 2 (5,000 camas al mes), 238 camas al día, al área de esponja le correspondería producir así:

- 476 láminas de esponja para el área de ensamble de colchón, al día, desglosadas de la siguiente forma: 130 láminas lisas D-18 (34 I, 34 S, 62 M), 298 láminas lisas D-15 (86 I, 56 S, 156 M), 48 láminas corrugadas D-22 (10 I, 08 S, 24 M, 04 Q, 02 K).
- 238 láminas de esponja para el área de ensamble del somier, al día, (66 I, 46 S, 122 M, 02 Q, 02 K).
- 670 yardas de esponja para el área de revestido para enguatado de capas, 71 yardas D-22 y 599 yardas D-18.
- 358 yardas de esponja para el área de revestido para enguatado de bordes, todas en D-15.

Ahora bien, tomando en consideración que el área de esponja será el amortiguador del sistema, su producción se debe mantener al doble de lo anteriormente anotado (ver figura 18).

Figura 18. Hoja de control de producción del área de esponja, nuevo diseño

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de esponja								
Fecha: / /								
Proceso de espumado		D-22	D-18	D-15				
Blocks	Meta	01	04	12			Total	Eficiencia
	17							%
Cilindros	Meta	02	18	06			Total	Eficiencia
	26							%
Proceso laminado								
Láminas	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Ensamble del colchón	476							%
Láminas lisas D-18	130	34	34	62				
Producción real								%
Láminas lisas D-15	298	86	56	156				
Producción real								%
Láminas corrugadas D-22	48	10	08	24	04	02		
Producción real								%
Ensamble del somier	238	66	46	122	02	02		
Producción real								%
Proceso laminado de cilindros	Meta	D-22	D-18	D-15	Observaciones			
Revestido (capas)	1, 340 yardas	142 yardas	1, 198 yardas		Eficiencia			
Producción real					%			
Revestido (bordes)				716 yardas	Eficiencia			
Producción real					%			

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.8.2 Área de revestido

El área de revestido es el tambor del flujo de producción; una de las recomendaciones más importantes de la teoría de restricciones, en relación al tambor, es que todas las partes que pasen por esta área reciban un tratamiento de control total de calidad, ya que si una pieza sale defectuosa tendrá que regresar para ser reprocesada, pero deberá esperar que pasen antes las piezas que están en cola.

Esta área también es la encargada de reportar al área de bodega de Materia Prima qué cantidad de materiales se puede inyectar al sistema. Por ejemplo, en este caso en el cual el ciclo de fabricación del área de revestido es de tres (3) días, cada fin de mes, cuando falten exactamente tres días se debería dejar de inyectar material al sistema, pues durante ese período absolutamente todo el inventario en proceso fluirá hacia la bodega de producto Terminado, convirtiéndose en producto despachable (*throughput*). Simultáneamente, el inventario en proceso se reducirá al mínimo, cumpliéndose así con la manufactura sincrónica. En el caso del gasto operativo, también es controlado, ya que sólo se asignará tiempo extraordinario en esta área, y únicamente en los cuellos de botella.

Para una demanda de 238 camas, el nuevo diseño de control de producción indicaría al área de revestido fabricar así.

- 476 capas enguataadas para el área de ensamble del colchón al día, desglosadas de la siguiente manera: modelo ortopédico de lujo, 26 capas (06 I, 04 S, 12 M, 02 Q, 02 K); tipo ortopédico, 24 capas (04 I, 04 S, 12 M, 02 Q, 02 K); tipo intermedio, 70 capas (20 I, 20 S, 30 M); tipo semifirme, 118 capas (30 I, 18 S, 70 M); tipo económico, 238 capas (70 I, 48 S, 120 M).

- 238 bordes enguatados para el área de ensamble del colchón al día, desglosados así: modelo ortopédico de lujo 13 bordes (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico 12 bordes (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio 35 bordes (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme 59 bordes (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico 119 bordes (35 I, 24 S, 60 M).
- 238 fundas para el área de ensamble del somier al día, desglosadas de la forma siguiente: modelo ortopédico de lujo 13 fundas (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico 12 fundas (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio 35 fundas (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme 59 fundas (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico 119 fundas (35 I, 24 S, 60 M).
- 238 fibras guardapolvo para el área de ensamble del somier al día, desglosadas de la siguiente manera: modelo ortopédico de lujo 13 fibras guardapolvo (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico 12 fibras guardapolvo (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio 35 fibras guardapolvo (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme 59 fibras guardapolvo (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico 119 fibras guardapolvo (35 I, 24 S, 60 M) (ver figura 19).

Figura 19. Hoja de control de producción del área de revestido, nuevo diseño

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de revestido								
Fecha: / /								
Proceso de enguatado								
Capas	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Colchón	476							%
Ortopédico de lujo	26	6	4	12	2	2	26	%
Tipo ortopédico	24	4	4	12	2	2	24	%
Tipo intermedio	70	20	20	30			70	%
Tipo semifirme	118	30	18	70			118	%
Tipo económico	238							%
Bordes	META						Total	Eficiencia
Ortopédico de lujo	13	3	2	6	1	1	13	%
Tipo ortopédico	12	2	2	6	1	1	12	%
Tipo intermedio	35	10	10	15			35	%
Tipo semifirme	59	15	9	35			59	%
Tipo económico	119	35	24	60			119	%
Colchón	238							%
Proceso de costurado								
Fundas	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Somier	238							%
Ortopédico de lujo	13	3	2	6	1	1	13	%
Tipo ortopédico	12	2	2	6	1	1	12	%
Tipo intermedio	35	10	10	15			35	%
Tipo semifirme	59	15	9	35			59	%
Tipo económico	119	35	24	60			119	%
Proceso de corte								
Fibras	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
guardapolvo	238	65	47	122	2	2	238	%
Observaciones								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.8.3 Área de carpintería

El área de carpintería no pertenece a la ruta crítica del flujo del sistema, no obstante, es necesario que su producción esté controlada.

Para una demanda de 238 camas por día, el programa de órdenes quedaría así.

- 238 camastrones para el área de ensamble del somier al día, desglosado de la siguiente manera: modelo ortopédico de lujo: 13 camastrones (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico: 12 camastrones (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio: 35 camastrones (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme, 59 camastrones (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico: 119 camastrones (35 I, 24 S, 60 M) (ver figura 20).

Figura 20. Hoja de control de producción del área de carpintería, nuevo diseño

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de carpintería								
Fecha: / /								
Proceso de ensamble								
Base	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Camastrón	238	65	47	122	2	2	238	%
Costilla	Meta						Total	Eficiencia
Camastrón	238	65	47	122	2	2	238	%
Camastrón	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Terminado	238	65	47	122	2	2	238	%
Observaciones:								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.8.4 Área de ensamble del somier

En esta área el nuevo diseño de control de producción sería de la forma siguiente.

- 238 somieres para el área de bodega de producto terminado al día, desglosados así: modelo ortopédico de lujo: 13 somieres (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K), tipo ortopédico: 12 somieres (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio: 35 somieres (10 I, 10 S, 15 M); tipo semi-firme: 59 somieres (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico: 119 somieres (35 I, 24 S, 60 M) (ver figura 21).

Figura 21. Hoja de control de producción del área de ensamble del somier, nuevo diseño

Departamento de producción Control de producción Área de ensamble del somier								
Fecha: / /								
Proceso del ensamble								
Somier	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Terminado	238							%
Ortopédico de lujo	13	3	2	6	1	1	13	%
Tipo ortopédico	12	2	2	6	1	1	12	%
Tipo intermedio	35	10	10	15			35	%
Tipo Semifirme	59	15	9	35			59	%
Tipo económico	119	35	24	60			119	%

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.8.5 Área de alambre

El área de alambre no pertenece a la ruta crítica del flujo del sistema, sin embargo, es necesario controlar su producción.

Para una demanda de 238 camas por día, el programa de órdenes quedaría así:

- 238 carcasas para el área de ensamble de colchón al día, desglosado de la siguiente manera: modelo ortopédico de lujo: 13 carcasas (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico: 12 carcasas (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio: 35 carcasas (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme: 59 carcasas (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico: 119 carcasas (35 I, 24 S, 60 M) (ver figura 22).

Figura 22. Hoja de control de producción del área de alambre, nuevo diseño

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de alambre								
Fecha: / /								
Proceso de fabricación	Meta	F-9	Resortes	F-8 Resortes	F-7	Resortes	Total	Eficiencia
Resortes	74, 256	25, 494		38, 064	2, 240			
Producción real								%
Proceso de doblado	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Marcos	476	130	94	244	4	2	476	%
Proceso de ensamblado	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Carcasas ensambladas	238	65	47	122	2	2	238	%
Proceso de espiralado	Meta						Total	Eficiencia
Carcasas espiraladas	238	65	47	122	2	2	238	%
Observaciones: _____								

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.8.6 Área de ensamble del colchón

En esta área el nuevo diseño de control de producción se aplica de la siguiente forma.

- 238 colchones para el área de bodega de producto terminado al día, desglosados así: modelo ortopédico de lujo: 13 colchones (03 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo ortopédico: 12 colchones (02 I, 02 S, 06 M, 01 Q, 01 K); tipo intermedio: 35 colchones (10 I, 10 S, 15 M); tipo semifirme: 59 colchones (15 I, 09 S, 35 M); tipo económico: 119 colchones (35 I, 24 S, 60 M) (ver figura 23).

Figura 23. Hoja de control de producción del área de ensamble del colchón, nuevo diseño

Departamento de producción								
Control de producción								
Área de ensamble de colchón								
Fecha: / /								
Proceso de ensamble								
Colchón	Meta	Imperial	Semi-matrimonial	Matrimonial	Queen	King	Total	Eficiencia
Terminado	238							%
Ortopédico de lujo	13	3	2	6	1	1	13	%
Tipo ortopédico	12	2	2	6	1	1	12	%
Tipo intermedio	35	10	10	15			35	%
Tipo Semifirme	59	15	9	35			59	%
Tipo económico	119	35	24	60			119	%

Fuente: Manual de especificaciones de la empresa en estudio. s.p.

3.9 Cuantificación de mejoras que el nuevo sistema implica

En esta sección se darán a conocer la cuantificación de los logros que pretende la implementación de un sistema de control de producción mejorado, en la empresa objeto de estudio.

Los parámetros con los que será medida la efectividad en términos monetarios del diseño propuesto son:

- $Throughput/día = \text{unidades despachadas} * \text{margen de ganancia}.$

$$Throughput \text{ del nuevo sistema/día} = 238 * US\$90.00 = US\$21,420.00.$$

- $\text{Inventario/día} = US\$18,000.00.$ Fue reducido de $US\$40,000.00$ a esta cantidad.
- $\text{Gastos de operación/día} = US\$685.00.$
- $\text{Utilidad neta/día} = throughput/día - \text{gastos de operación/día}.$

$$\text{Utilidad neta/día} = US\$21,420.00 - US\$685.00 = US\$20,735.00$$

- $\text{Ciclo de fabricación}.$ Fue reducido de 6 a 3 días.

El *throughput* se incrementó a razón de $US\$10,710.00$ en el momento en que el ciclo de fabricación fue reducido en un 50%. Por lo tanto, la utilidad neta del sistema también aumentó.

El inventario en proceso se redujo en un 55% (US\$18,000.00/día).

Desde el punto de vista de las operaciones, el objetivo de la empresa se cumple, ya que simultáneamente se incrementa el *throughput*, se reduce el inventario en proceso y, por ende, se reduce el gasto operativo.

Todo esto se resume en una sola palabra: PRODUCTIVIDAD, que, como ya quedó anotado:

Productividad son todas las medidas que llevan a la compañía más cerca de sus objetivos.

3.10 Beneficios que, para la empresa, conlleva la implementación del nuevo sistema

El sistema de control de producción mejorado que se propone, ha sido diseñado de tal forma que la empresa goce de los beneficios que éste conlleva, al poner en marcha estrategias de control tendientes a percibir dichos beneficios, tanto cuantitativa como cualitativamente. El primer aspecto (cuantitativo) fue tratado en el inciso anterior; el segundo será abordado seguidamente.

Entre los beneficios más significativos que ofrece este diseño, se pueden citar.

- Satisfacción del cliente, que permitirá establecer relaciones comerciales a mediano y largo plazo, propiciando una comunicación recíproca que garantizará la lealtad de éste (el cliente) hacia la compañía, pudiendo constituirse en un efectivo ente publicitario, que contribuirá a la promoción del producto.

- Al momento de identificar el cuello de botella en el sistema (el tambor), permitirá brindarle una mejor atención, organizando la producción de acuerdo con la capacidad del tambor, disponiendo los controles de calidad más rigurosos antes del ingreso al mismo y garantizando un flujo balanceado y un ciclo de fabricación menor.
- Evitará el mantenimiento de grandes inventarios de materias primas y semielaborados en proceso, siguiendo la pulsación del tambor, lo cual, entre otros aspectos, también evitará que se generen costos ocultos y desorden en las áreas de trabajo.
- Al momento de designar el área que será el amortiguador del sistema, se establece una capacidad protectora que evitará que éste se vea afectado por *Murphy*. Dicho de otra manera, el flujo del sistema no se estancará y se podrá seguir generando *throughput* para la compañía.
- Como se demostró en el inciso precedente, al aplicar manufactura sincrónica al proceso de producción de camas, se alcanza la meta: ganar dinero. En el momento en que la empresa percibe más dinero, automáticamente se pueden empezar a lograr todos los objetivos restantes, que implicarán un mejoramiento continuo.

4 IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN

En este capítulo se abarcarán todos los aspectos necesarios para que el nuevo diseño sea aplicable, controlable y óptimo para el proceso.

4.1 Bases necesarias para garantizar la funcionalidad del sistema

El primer paso para garantizar la funcionalidad del nuevo sistema, consiste en llevar a cabo una amplia campaña informativa acerca del mismo, a todas las áreas involucradas.

En virtud de que el nuevo diseño del control de producción contiene sus propios índices de evaluación, hay que prestar especial cuidado en la enseñanza de dichos índices al personal operativo; es decir, ilustrarlo respecto de qué son, cómo se miden y para qué sirven.

La teoría de restricciones y el flujo sincronizado (tambor-amortiguador-cuerda) son tendencias novedosas de manufactura de productos, lo cual es importante tomar en cuenta a la hora de implementarlas en una planta, ya que sus procedimientos e índices de evaluación difieren grandemente de la manera típica de manejar estas industrias. Se hace necesario, entonces, el convencimiento, a todo nivel, acerca de los beneficios que brindan.

Una de las bases primordiales para que el sistema funcione, consiste en la verificación continua de su desarrollo, directamente en el piso de producción.

4.1.1 Normas a seguir

- Verificar a diario el status y la proporcionalidad de producto terminado, en la bodega.
- Verificar diariamente si el área de revestido (el tambor) está cumpliendo según su capacidad; de lo contrario, hacer lo que sea necesario para que cumpla.
- A diario, supervisar que al área de revestido no le falte trabajo. En caso contrario, rediseñar la cantidad óptima de amortiguamiento.
- Establecer una reunión, una vez al día, en un horario y lugar predeterminados, para revisar en qué medida se está cumpliendo el sistema, en qué medida está fluyendo el producto en relación a lo esperado, qué modelos y qué tamaños de cama están pendientes de despacharse. Dicha reunión no debe exceder de 20 minutos.

4.1.2 Cambios y/o adaptaciones de los procedimientos actuales

- Todas las operaciones que se realicen en el proceso de producción, tienen que ir enfocadas a generar *throughput* para la compañía. Asimismo, todos los cambios y adaptaciones que se tengan que hacer en el proceso para este cometido, son válidos.
- Se debe simplificar la producción, agrupando los productos por familias, a fin de obtener mayor flexibilidad para hacer cambios en las

líneas y tener una buena capacidad de respuesta ante pedidos urgentes.

- Todas las áreas deben supeditar sus operaciones de acuerdo con la capacidad del área de revestido (el tambor); nadie está autorizado, con excepción del área de esponja (el amortiguador), a inyectar más material al proceso, que el que puede ser trabajado en el área de revestido.
- La apertura de órdenes de producción debe hacerse en lotes más pequeños, a efecto de que cada día se produzca de todo un poco, es decir, de todos los modelos y tamaños de camas, con el propósito de mantener proporcionada el área de bodega de producto terminado, contrarrestando así el fenómeno del palo de jockey.
- El objetivo de toda empresa es crecer en ventas, crecer en volumen, etc. Las demandas son cambiantes y con tendencia a incrementarse si se brinda un buen servicio. Esto implica que, en determinado momento, el sistema de flujo de producción sincronizada llegue a ser inoperante porque ha sido necesario comprar más maquinaria que alivie el tambor (área de revestido). En esa instancia, es necesario reevaluar el flujo de producción, redefinir el tambor, redefinir el amortiguador y, definitivamente, volver a realizar los cambios y adaptaciones pertinentes.

4.2 Prueba piloto del nuevo sistema

En este último apartado del capítulo concerniente a la implementación del nuevo sistema de control de producción, se consignan algunas de las acciones que, en tal sentido, desarrolló la compañía motivo de estudio, y que

incluyen la puesta en marcha de una prueba piloto del diseño propuesto, como se comenta en seguida.

La primera acción tomada al respecto, fue la capacitación de supervisores de producción, en cuanto al conocimiento de esta nueva metodología de trabajo. Para el efecto, entre otras actividades, al citado personal le fue impartido el seminario denominado buenas prácticas de manufactura, por parte de la Asociación de Gerentes de Guatemala.

Asimismo, el equipo de supervisores de producción participó en el taller manufactura sincronizada DBR, organizado por la Cámara de Industria de Guatemala y *Visual Knowledge C.A.*

Dicho personal, a su vez, transmitió al resto de personal de la empresa los conocimientos adquiridos en estas actividades de capacitación, para facilitar la labor de implementación.

De tal cuenta que luego de la capacitación previa al personal, se dio inicio a la prueba piloto en referencia, con participación activa del equipo de trabajo del departamento de producción. Los resultados obtenidos a raíz de esta Prueba, se contemplan, detalladamente, en el inciso 3.2 del capítulo 3 anterior (propuesta de mejoras).

5. LINEAMIENTOS A SEGUIR PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS Y ADAPTACIONES PARA LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL SISTEMA

En las siguientes líneas se describen los lineamientos que servirán como parámetros de medición de las mejoras alcanzadas con el nuevo diseño. Así también, se plantean sugerencias para darle mantenimiento al nuevo sistema de control de producción, e incluso prolongarle la vida útil, apoyándose en *softwares* que le permitan una mayor trascendencia.

5.1 Índices de evaluación de la efectividad del sistema

Los índices de evaluación que a continuación se presentan, son útiles como parámetros de medición del cumplimiento de las mejoras esperadas del nuevo sistema de control de producción.

Estos índices guardan una estrecha relación con los requerimientos y las necesidades de la industria de camas, citándose los siguientes.

5.1.1 Tiempo de entrega del producto terminado

La importancia de este índice radica en la credibilidad y satisfacción del cliente, ya que, además de recibir un producto de alta calidad y a un precio justo, recibe un servicio de excelencia, y en el tiempo requerido.

Este nivel de servicio se debe fomentar y medir, también, entre los clientes internos que conforman el sistema de producción de la empresa en estudio.

Una manera fácil de medirlo es relacionarlo directamente con el ciclo de fabricación del sistema. Y una manera de agilizarlo es el procuramiento de que por el sistema (específicamente por el área de revestido) fluyan modelos y tamaños de camas que estén acordes a la proporción de los pedidos.

5.1.2 Costos de inventario en proceso

Si se mantiene un flujo sincronizado de producción, el inventario en proceso en cualesquiera de las áreas de producción que se encuentren inmediatamente después del tambor, no debe ser mayor a la capacidad de este último.

Una forma fácil de medir este índice, la constituye el concepto de días en dólares, una medición del valor del inventario y del tiempo que éste permanece dentro de un área. Para utilizar esta medida, se podría simplemente multiplicar el valor total del inventario por el número de días que el mismo permanece dentro del área.

Los días en dólares pueden resultar beneficiosos de varias maneras. Considérese la práctica corriente de utilizar las eficiencias o el uso de los equipos como medida de desempeño. Para obtener altas utilidades se mantienen grandes cantidades de inventario para que todo siga funcionando. Sin embargo, unos grandes inventarios darían como resultado un alto número de días en dólares.

5.1.3 Eficiencia y productividad del proceso

La eficiencia y productividad del proceso estarán determinadas por los tres parámetros de evaluación de la teoría de las restricciones: *throughput*, inventario y gasto de operación; si se logra controlar esas tres variables incrementando el *throughput*, y disminuyendo las otras dos, automáticamente se estará siendo eficientes y productivos.

5.1.4 Desperdicios

Al dirigir la producción directamente hacia la demanda, se obtiene como resultado un menor volumen de inventario en proceso. Mientras menor sea dicho volumen, menor será también la cantidad que se desperdicie de materia prima.

Para monitorear el desperdicio de materia prima en proceso, es necesario delimitar el estudio hacia las cuatro materias primas más usadas: madera, alambre, tela e hilo.

También coadyuva al monitoreo la medición días en dólares del inventario en proceso.

El flujo sincronizado ayuda también en el sentido de que restringe y ordena la óptima utilización de la materia prima, por área.

5.1.5 Cierre de órdenes de producción

La manufactura sincrónica promueve el cierre de órdenes de producción, en vista de que alimenta al sistema, órdenes que están relacionadas con el ciclo de fabricación y que por lo tanto deben ser cerradas en dicho ciclo.

Debido a la necesidad de que el proceso de fabricación de camas sea más flexible, se hace imperativo que los lotes de fabricación sean cada vez más pequeños. Esto también simplifica el procedimiento de apertura y cierre de órdenes de producción.

5.2 Procedimiento de monitoreo de índices de evaluación de la efectividad del sistema

El procedimiento más eficaz de monitoreo es aquél que se realiza frecuentemente. Para este caso se creará un comité evaluador que se reunirá todos los días para el chequeo de pedidos pendientes, días en dólares de inventario, generación de *throughput* y cierre de órdenes de producción.

Para lograr que la evaluación sea colegiada, el comité estará integrado por un representante del departamento de ventas, un representante del departamento de logística y un representante del departamento de producción. Este comité será el encargado de identificar las amenazas al cumplimiento de los índices y poder así prevenirlas.

5.3 Planes de mejoramiento continuo al sistema de control de producción de acuerdo con las nuevas tendencias

A este respecto conviene, después de implementarse el sistema, buscar apoyo en programas de computación que agilicen la automatización de los controles y brinden información en línea que coadyuve a una mejor toma de decisiones.

Cabe mencionar que cuando una restricción se rompe, todo el sistema de control que anteriormente era el óptimo, puede dejar de serlo. Por lo que es preciso tomar en cuenta en los planes de mejoramiento continuo que, al momento de suceder esto, se debe implementar el estudio y diseño de un nuevo control de producción, acorde con las nuevas necesidades.

5.4 Análisis de *softwares* disponibles, adaptables al sistema de control de producción propuesto.

En la actualidad, la mayoría de las empresas manufactureras utilizan un programa de producción maestra, que es la mejor conjetura de la administración acerca de los requerimientos de producción que se anticipan para el futuro. Mientras que los requerimientos del programa de producción a corto plazo representan los pedidos de la empresa, los pedidos a largo plazo generalmente representan estimaciones de ventas. Conforme las condiciones económicas y de otro tipo cambian con el tiempo, todas las estimaciones anteriores se ajustan a la luz del conocimiento presente respecto de las condiciones y perspectivas. La actualización del programa de producción maestra es, obviamente, un proceso en constante evolución y que nunca termina.

5.5 MRP

Los paquetes de *software* de planeación de requerimientos de materiales (MRP) se usan generalmente para explorar (es decir, procesar la estructura jerárquica de partes y armados) requerimientos del producto, comenzando con los compromisos de fecha requerida de producto terminado, hasta las fechas en las cuales todos los materiales del producto deben ser comprados, recibidos, submontados y montados antes del embarque, a fin de cumplir con los compromisos de entrega. Esta fase se conoce como la parte de máquina de proceso MRP. La fase en la cual el producto se fabrica en el piso de producción antes del embarque al cliente se conoce como extremo posterior del proceso.

Una conjetura generalmente válida es que la producción del producto es relativamente fácil en la fase de extremo posterior, si todo lo demás en las fases de extremo frontal y de máquinas se llevó a cabo puntualmente. Sin embargo, los contratiempos en la fabricación a menudo se debe al fracaso del proceso de planeación para proporcionar documentación, equipo, herramientas, materiales y recursos humanos cuando se necesitan. Es como hornear un pastel: si se dispone de todos los ingredientes especificados, es fácil hornear el pastel. Si faltan algunos ingredientes, es probable que se tenga que hacer sustituciones u otros ajustes y que esto ponga en riesgo la calidad final del producto. La mayoría de los sistemas MRP intentan reducir al mínimo la ocurrencia de estos problemas con el tiempo.

5.6 MRPII

Muchas empresas han padecido o han escuchado historias de horror (muchas verdaderas) acerca de intentos frustrados, desorganizados y costosos de otras compañías para implementar sistemas MRPII (es decir, planeación de requerimientos de material, generación II). Sin embargo, normalmente no hay otra elección racional que no sea la transición. MRPII es una necesidad para la mayoría de empresas manufactureras en el ambiente actual de competencia a escala internacional y, por lo tanto, debe implementarse para que la organización siga siendo competitiva en el futuro. Así, el objetivo debería ser avanzar cuidadosamente y obtener la ayuda profesional necesaria para elevar al máximo el éxito y reducir al mínimo los problemas de la implementación.

De forma análoga, muchas empresas han pagado costos considerables, y algunas han estado a punto de quebrar, cuando intentan implantar un sistema CAD apropiado y viable para sus operaciones. No obstante, para la mayoría de las empresas en el negocio del diseño hoy en día, CAD es una necesidad profesional. La única acción racional consiste en intentar asegurar una transición exitosa a un sistema CAD apropiado para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

5.7 OPT

Goldratt sostuvo que los fabricantes no estaban haciendo un buen trabajo al programar y controlar sus recursos e inventarios. Para resolver este problema, Goldratt y sus asociados desarrollaron, en una compañía llamada *Creative Output*, un *software* que programaba las tareas a través de los procesos de fabricación.

Teniendo en cuenta las restricciones en las instalaciones, las máquinas, el personal, las herramientas, los materiales y otras restricciones que pudieran afectar la capacidad de una firma para adherirse a un programa.

Esto se llamó tecnología de producción optimizada (*optimized production technology* OPT). Los programas eran factibles y exactos, y podían correrse en un computador en una fracción de tiempo necesario para un sistema de MRP. Esto se debía al hecho de que la lógica de programación estaba basada en la separación de las operaciones de cuello de botella y de no embotellamiento. Para ayudar a comprender los principios que están detrás de la lógica de programación OPT, Goldratt describió nueve reglas de programación de la producción. Después de que aproximadamente cien firmas habían instalado este *software*, Goldratt decidió promover la lógica del enfoque en lugar del *software*. Este último se está desarrollando y vendiendo aún en *software technology limited* (<http://www.stg.co.uk>).

Para el área de Centroamérica existe un proveedor de *software* basado en la teoría de restricciones; siendo éste *Visual knowledge*, cuyo *Website* es www.visualk.com.

CONCLUSIONES

1. El proceso de fabricación de camas se organizó de tal forma que pudiera ser aplicado el sistema de flujo sincronizado, identificando al área de revestido como el tambor y el área de esponja como el amortiguador del proceso.
2. A partir de supeditar todas las operaciones a la capacidad de producción del área de revestido, el inventario en proceso fue reducido en un 55%.
3. En el proceso de fabricación de camas han sido reducidos los desperdicios de madera, alambre y tela, optimizando el aprovechamiento de las materias primas, de acuerdo con el ritmo de línea establecido.
4. Al clasificar los productos por familias y programar la producción, según esta clasificación, se mejoró la eficiencia del proceso.
5. Con el sistema de control de producción de camas diseñado, se logró un mejor control de apertura, seguimiento y cierre de órdenes de producción, en virtud de que se definió el ciclo de fabricación de una cama con base en la capacidad del tambor, y se estableció la apertura de órdenes en lotes más pequeños.
6. El control del flujo de producción, por cada área del proceso, se estandarizó de acuerdo con la relación establecida entre cada una de éstas, mediante la manufactura sincrónica, para lo cual se definieron los formatos estandar de registro de datos.

7. En el proceso de fabricación de camas, las variables críticas a controlar son: la proporcionalidad óptima de modelos y tamaños de camas a producir, y la restricción del proceso.

8. Con el nuevo sistema de control de producción se logró aumentar la venta, disminuir el inventario, disminuir los gastos de operación y, con esto, aumentar la productividad del proceso.

RECOMENDACIONES

1. Programar la producción de camas en el área de revestido (tambor), de acuerdo con las necesidades del mercado.
2. Establecer un control crítico de calidad en el área de esponja, a manera de que toda la esponja que se surta al área de revestido, llegue libre de defectos, evitando de esta manera pérdida de tiempo en el área crítica del proceso.
3. Asegurarse, con base en el monitoreo diario, que el área de revestido tenga siempre trabajo y que el área de esponja mantenga stock suficiente.
4. Clasificar las camas en familia de producto, a fin de facilitar su planificación, programación y control.
5. Establecer controles de calidad bajo el criterio de aceptación/rechazo en la recepción de materias primas, tales como madera, alambre y tela.
6. No abrir órdenes de producción de camas, sin tener la certeza de que éstas serán vendidas.
7. Evaluar a cada una de las áreas de fabricación de camas, bajo los mismos índices de efectividad con que fue evaluado el proceso visto como un todo.

BIBLIOGRAFÍA

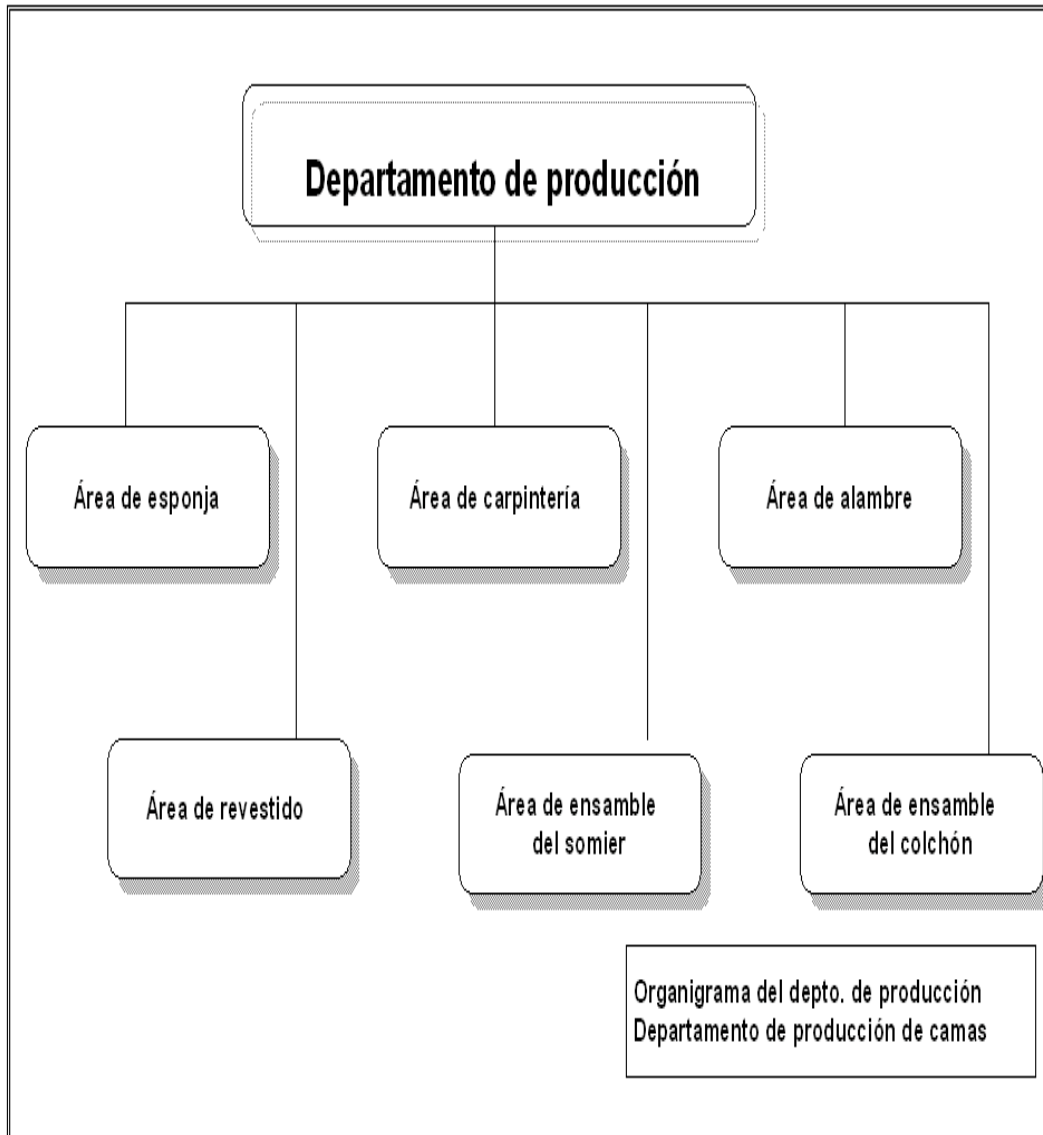
1. Askeland, Donald. **La ciencia e ingeniería de los materiales**. México: Grupo Editorial Iberoamericana, S.A., 1992.
2. Cámara de Industria. **Seminario: Sistema de flujo sincronizado, tambor, amortiguador, cuerda, aplicado a manufactura**. Guatemala, 2004.
3. Camas Olympia. www.camasolympia.com, 2002.
4. Chase, Richard B., y otros. **Administración de producción y operaciones manufactura y servicios**. 8ª edición. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2003.
5. Colchones Talmar, S.L. www.talmar.com, 2004.
6. David, Fred R. **Conceptos de administración estratégica**. 9ª edición. México: Pearson Educación, 2003.
7. Departamento de Control de Calidad, Camas Olympia. **Manual de Especificaciones**. Guatemala, 2003.
8. Descanso 10. www.descanso10españa.com, 2004.
9. Descanso Integral. www.descansointegralespaña.com, 2004.
10. Franklin, Enrique Benjamín. **Organización de Empresas. Análisis, diseño y estructura**. México: McGraw-Hill Interamericana, 2000.
11. Gaither, Norman, y Grez Frazier. **Administración de producción y operaciones**. 8ª edición. México: Internacional Thomson Editores, 2000.
12. Goldratt, Eliyahu M., y Jeff Cox. **La meta**. 2ª edición corregida. Estados Unidos: The North River Press Publishing Corporation, 1999.
13. Goldratt, Eliyahu M. **La carrera**. Estados Unidos: The North River Press Publishing Corporation, 2001.

14. Gómez Ceja, Guillermo. **Planeación y organización de empresas**. 8ª edición. México: McGraw-Hill Interamericana, 1996.
15. Goodstein, Leonard D., y otros. **Planeación estratégica aplicada**. México: McGraw-Hill Interamericana, 2001.
16. Hicks, Philip E. **Ingeniería Industrial y administración**. 2ª edición. México: Grupo Patria Cultural, S.A., 2001.
17. Indufoam. www.indufoamelsalvador.com , 2004.
18. Kutz, Myer. **Fundamentos de la mecánica, ingeniería y técnica**. México: Grupo Editorial Océano, 1997.
19. La Prensa de Nicaragua. **Entrevista con el empresario Otto Luna Chamorro, Gerente General de Camas Luna**. www.laprensadenicaragua.com., 2003.
20. Lezana, Manuel Enrique. **Seminario: Buenas prácticas de manufactura**. Guatemala: Asociación de Gerentes de Guatemala, 2000.
21. Panamerican Consulting Group. **Seminario: Diplomado en gerencia y liderazgo para mandos medios**. Guatemala, 2002.
22. Rodríguez, Juan. Técnicas para la distribución de equipo en plantas industriales. Tesis Ing. Ind. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995.
23. Salvat Editores. **Enciclopedia Salvat**. XII Vols. España: Salvat Editores, S.A., 1972.
24. Schonberger, Richard J. **Manufactura de categoría mundial**. Colombia: Editorial Norma, S.A., 1992.
25. Schroeder, Roger G. **Administración de operaciones**. 3ª edición. México: McGraw-Hill Interamericana, 1999.
26. Seally. www.seally.com, 2004.
27. Serta. www.serta.com, 2004.
28. Spotts. **Diseño de máquinas**. México: s.e., s.a.

29. Streeter, Víctor L., y E. Benjamín Wylie. **Mecánica de los fluidos**. 8ª edición. México: McGraw-Hill Interamericana, 1993.
30. Umble, Michael , y Mokshagundam L. Srikanth. ***synchornous management***. Estados Unidos: s.e., s.a.

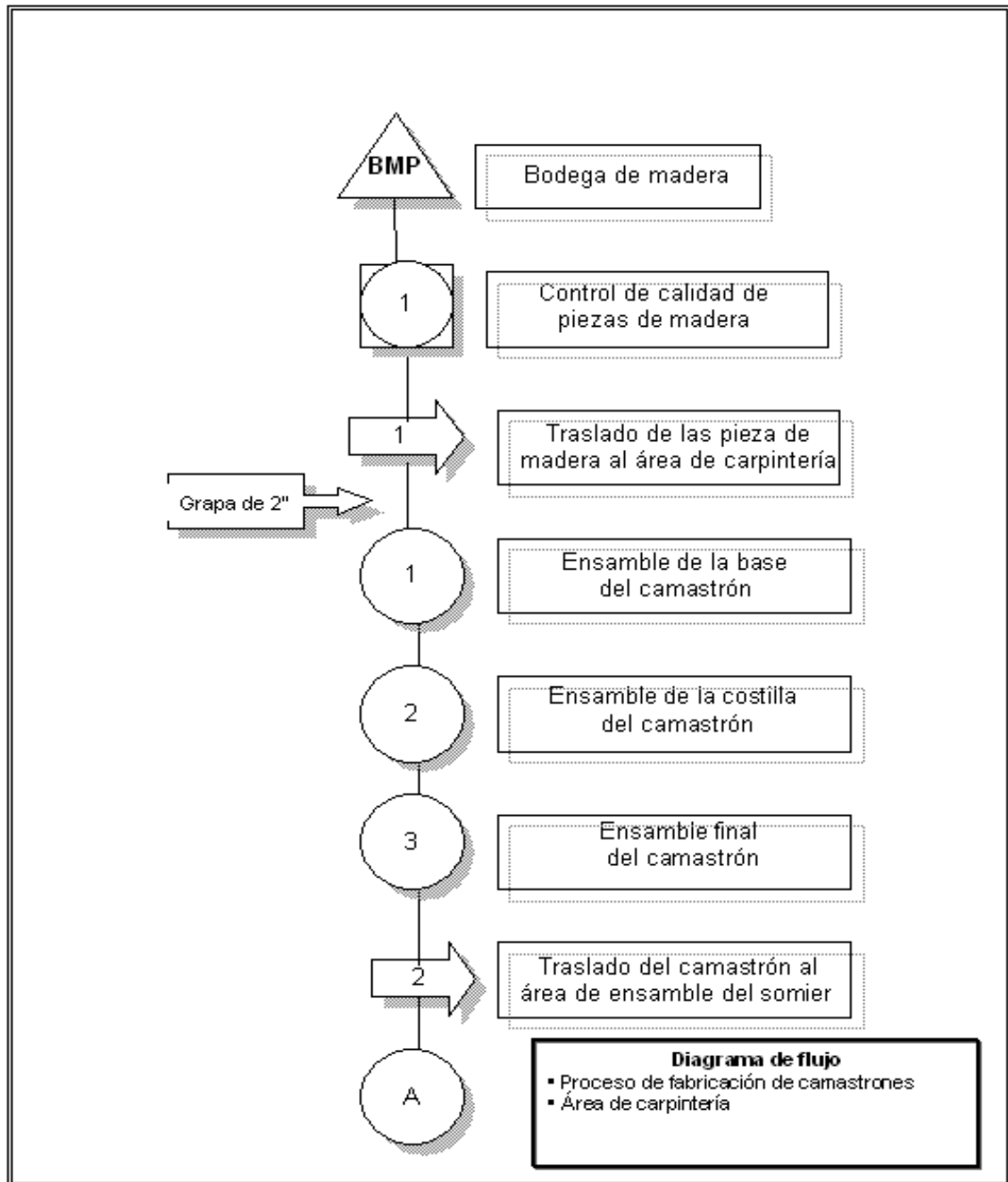
A N E X O S

Figura 24. Organigrama del departamento de producción



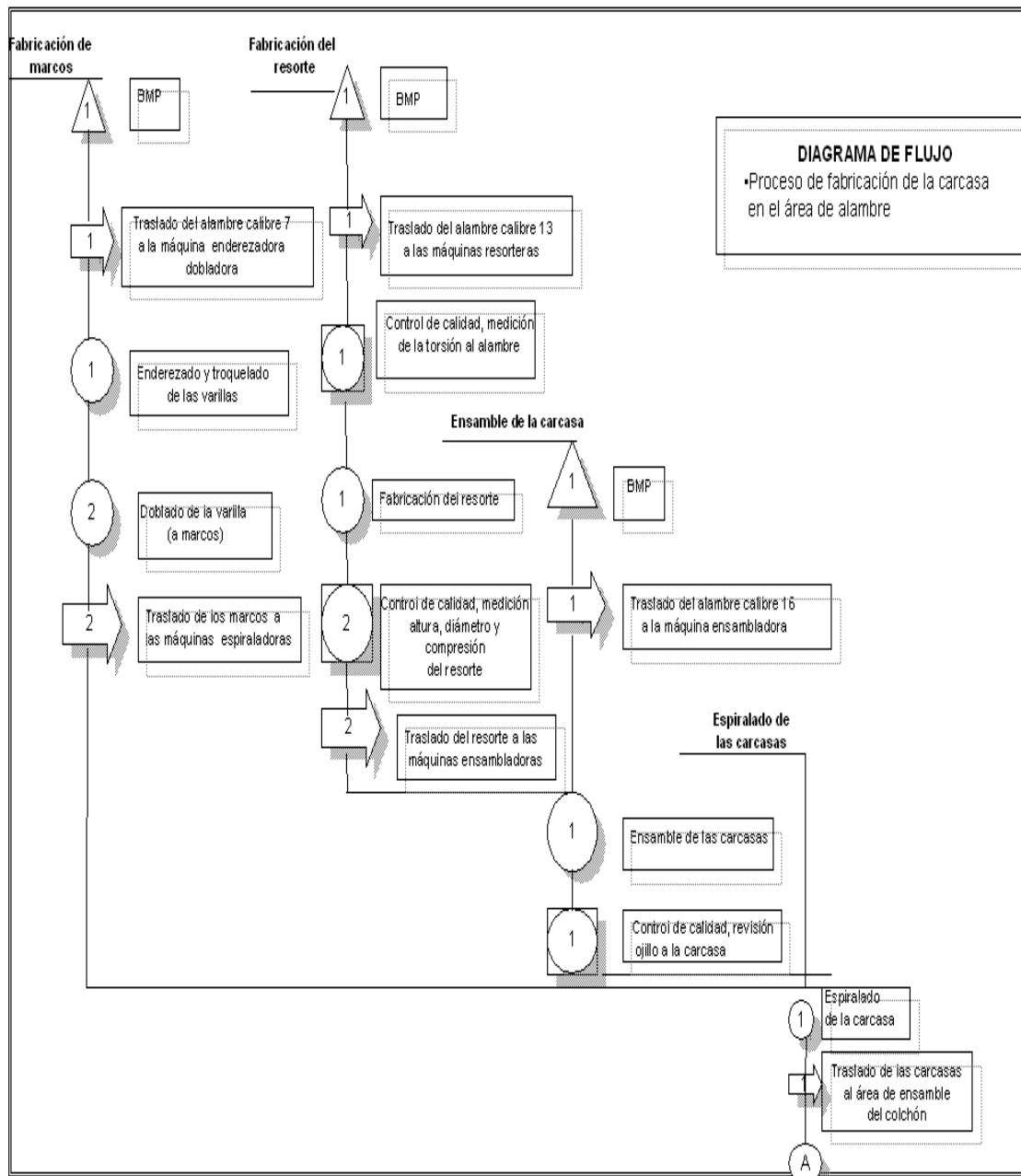
Fuente: Manual de métodos Facasa

Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de camastrones



Fuente: Manual de métodos Facasa

Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de carcassas



Fuente: Manual de métodos Facasa

