



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

## **PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO**

**Carlos Alfredo López Morales**

Asesorado por el Ing. Erick Adolfo Jiménez Vargas

Guatemala, abril de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL  
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**CARLOS ALFREDO LÓPEZ MORALES**  
ASESORADO POR EL ING. ERICK ADOLFO JIMÉNEZ VARGAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Hernán Cortez Urioste
EXAMINADOR	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**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:

**PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL  
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en agosto de 2002.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Alfredo López Morales', with a long horizontal flourish underneath.

Carlos Alfredo López Morales

Guatemala, 15 de Febrero del 2,007

Ingeniero  
Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial,  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he revisado el trabajo de graduación titulado PLANIFICACION DE LA AMPLIACION DE OPERACIONES EN EL AREA DE PRODUCCION DE ESPONJA DE POLIURETANO, elaborado por el estudiante Carlos Alfredo López Morales, y asesorado por mi persona.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y reconociendo la importancia del tema, doy mi respectiva autorización, agregando que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted atentamente,



Ingeniero Erick Adolfo Jiménez Vargas  
Asesor  
Colegiado 4,173

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo López Morales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

**Ing. Edwin Echeverría**  
**COLEGIADO 4133**

Guatemala, octubre de 2007.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo López Morales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2009.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ESPONJA DE POLIURETANO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo López Morales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, abril de 2009.

/gdech

**ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS:** Por las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.

**MIS PADRES:** Mario Rigoberto López y Mirna Yolanda Morales de López.

**MIS HERMANOS:** Mario Estuardo y Vivian María de los Ángeles.

**FAMILIARES:** Por su apoyo y cariño.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por brindarme valiosos conocimientos.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>

<b>1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Demandas.....	1
1.2 Medios gráficos para el análisis de operaciones productivas.....	1
1.2.1 Diagrama de operaciones del proceso.....	1
1.2.2 Diagrama de flujo del proceso.....	1
1.2.3 Diagrama de recorrido.....	1
1.2.4 Diagrama hombre máquina.....	2
1.3 Balance de líneas.....	2
1.4 Análisis y evaluación de puestos de trabajo.....	2
1.5 Políticas de inventarios.....	2
1.6 Principios de la gestión de la calidad.....	3
1.6.1 Enfoque al cliente.....	3
1.6.2 Liderazgo.....	3
1.6.3 Participación del personal.....	3
1.6.4 Enfoque basado en procesos.....	3
1.6.5 Enfoque de sistema para gestión .....	3
1.6.6 Mejora continua.....	3
1.6.7 Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.....	3

1.6.8	Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.....	3
1.7	Costos de producción.....	3
1.8	Estudio de tiempos.....	4
<b>2.</b>	<b>CONTEXTO O ESTATUS ACTUAL DE LA EMPRESA.....</b>	<b>5</b>
2.1	Breve descripción de las actividades de la empresa.....	5
2.2	Organigrama actual de la empresa.....	6
2.3	Descripción de los productos de esponja utilizados.....	7
2.4	Demanda actual de los productos de esponja.....	11
2.4.1	Análisis Primario de la demanda.....	11
2.4.2	Análisis Secundario de la demanda.....	12
2.5	Costo actual de los productos de esponja.....	14
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
3.1	Generalidades sobre el proceso de fabricación de esponja.....	17
3.1.1	Recetas de fabricación de esponja.....	16
3.1.2	Zonas de tolerancia industrial.....	18
3.1.3	Descripción del proceso de fabricación de esponja.....	18
3.2	Diagrama de operaciones del proceso.....	19
3.3	Áreas de trabajo y maquinaria.....	19
3.3.1	Laboratorio.....	20
3.3.2	Área de secado.....	20
3.3.3	Corte.....	20
3.3.4	Pegado.....	20
3.3.5	Empaque.....	21
3.3.6	Bodega de materia prima y suministros.....	21
3.3.7	Bodega de producto terminado.....	21
3.4	Métodos de trabajo.....	21
3.4.1	Laboratorio.....	21

3.4.2	Corte.....	24
3.4.3	Pegado.....	28
3.5	Distribución de la planta de producción.....	30
3.5.1	Laboratorio.....	30
3.5.2	Corte.....	30
3.5.3	Pegado.....	31
3.5.4	Bodega de materia prima.....	31
3.5.5	Bodega de producto terminado.....	31
3.5.6	Área de secado.....	31
3.5.7	Bodega de Moldes.....	31
3.6	Diagrama de flujo.....	32
3.7	Diagrama de recorrido.....	32
3.8	Programa de trabajo.....	32
4.	<b>REQUERIMIENTO DE RECURSOS.....</b>	<b>37</b>
4.1	Recurso humano.....	37
4.1.1	Organigrama de la empresa propuesto.....	37
4.1.2	Descripción de puestos.....	38
4.1.3	Evaluación de puestos.....	39
4.2	Maquinaria y equipo.....	40
5.	<b>GESTIÓN DE LA CALIDAD.....</b>	<b>41</b>
5.1	Identificación y secuencia de los procesos.....	41
5.2	Objetivos de los procesos enfocados al cliente.....	42
5.2.1	Densidad.....	42
5.2.2	Dureza.....	42
5.2.3	Porosidad.....	42
5.2.4	Resistencia Tensora.....	43
5.2.5	Elongación.....	43

5.2.6	Dimensión del área de planchas.....	43
5.2.7	Dimensión del ancho de los rollos de esponja.....	43
5.2.8	Grosor de las planchas.....	43
5.3	Medición de los procesos.....	44
5.3.1	Índices de producción.....	44
5.3.2	Índices de productividad.....	46
5.3.3	Defectos.....	48
5.4	Formatos para controles industriales.....	49
5.5	Manejo de Subproductos.....	53
5.6	Mejora continua de procesos y productos.....	55
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>125</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>131</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Organigrama actual de la empresa.....	56
2. Diagrama de operaciones del proceso.....	57
3. Diagrama hombre-máquina para un operario y un molde.....	58
4. Diagrama hombre-máquina para un operario y dos moldes.....	59
5. Diagrama hombre-máquina para dos operarios y dos moldes.....	60
6. Diagrama de flujo del proceso.....	61
7. Diagrama de recorrido del proceso.....	62
8. Organigrama propuesto de la empresa.....	63
9. Distribución general de la empresa.....	64
10. Distribución de áreas de trabajo en la planta productora de esponja.....	65
11. Análisis primario demanda por mes.....	66
12. Análisis primaria demanda por año.....	67
13 Máquina cortadora horizontal .....	68
14. Máquina cortadora vertical.....	69
15. Control diario de entregas de productos de esponja a bodega de materia prima.....	70
16. Consumo diario de materia prima.....	71
17. Consumo diario de suministros.....	72
18. Reporte diario de mano de obra.....	73
19. Aseguramiento de calidad por bloque de esponja.....	74
20. Reporte diario de producción y productividad del laboratorio.....	75
21. Reporte diario de producción y productividad del cuadrado de bloques de esponja.....	76

22. Reporte diario de producción y productividad del laminado de bloques de esponja.....	77
23. Control diario de producción para corte de LFL y pegado de láminas.....	78
24. Reporte diario de producción y productividad de pegado de láminas para rollos de esponja.....	79
25 Reporte diario de producción y productividad de corte de LFL.....	80
26. Reporte diario de tiempo perdido.....	81

## TABLAS

I. Requerimiento de planchas de esponja, según línea y tamaño de cama.....	82
II. Requerimiento de metros de rollos de esponja, según línea y tamaño de cama.....	83
III. Demanda de camas por línea y tamaño, en los últimos cinco años.....	84
IV. Demanda de camas por mes, durante los últimos cinco años.....	85
V. Pronóstico de demanda método de índices, cálculo de error para año cinco.....	86
VI. Pronóstico de demanda método combinado, demanda ajustada.....	87
VII. Pronóstico de demanda método combinado, cálculo de error para año cinco.....	88
VIII. Pronóstico de demanda método combinado, demanda ajustada.....	89
IX. Pronóstico de demanda método combinado, pronóstico año seis.....	90
X. Requerimiento de productos de esponja para el año seis.....	91
XI. Comparación de métodos de trabajo para producción de bloques de esponja en el laboratorio.....	92
XII. Porcentajes de demanda de productos de esponja clasificados por área.....	93
XIII. Calculo de las dimensiones de los moldes para producción de bloques de esponja.....	94
XIV. Análisis de moldes.....	95

XV.	Cantidad de lomos, fondos y laterales por bloque de esponja.....	96
XVI.	Capacidad del área de corte.....	97
XVII.	Capacidad del área de pegado.....	98
XVIII.	Resumen de capacidad de los procesos para producción de esponja.....	99
XIX.	Capacidad de la planta productora de esponja contra tiempo disponible.....	100
XX.	Requerimiento de tiempo clasificado por mes y por proceso.....	101
XXI.	Programa de producción para el año seis en el laboratorio tomando como base el método de trabajo del diagrama de la Figura 4.....	102
XXII.	Programa de producción para el año seis, en el laboratorio tomando como base el método de trabajo del diagrama de la Figura 5.....	103
XXIII.	Programa de producción para el año seis, en el área de corte.....	104
XXIV.	Programa de producción para el año seis, en el área de pegado.....	105
XXV.	Programa de producción para el año seis, en el área de corte de LFL.....	106
XXVI.	Requerimiento de recurso humano para la planta productora de esponja durante el año seis.....	107
XXVII.	Requerimiento de equipo de protección personal para la planta productora de esponja durante el año seis.....	108
XXVIII.	Requerimiento de maquinaria y equipo para planta productora de esponja durante el año seis.....	109
XXIX.	Muestreo para grosor de planchas en el laminado.....	110
XXX.	Jefe de fábrica de esponja.....	111
XXXI.	Técnico de laboratorio de fábrica de esponja.....	112
XXXII.	Asistente de laboratorio.....	113
XXXIII.	Operador máquina cortadora.....	114
XXXIV.	Ayudante de corte.....	115
XXXV.	Operario de pegado.....	116
XXXVI.	Asignación de puntos por grado y por factor para evaluación de puestos de trabajo.....	117
XXXVII.	Evaluación de puestos de trabajo Jefe de fábrica de esponja.....	118

XXXVIII. Evaluación de puestos de trabajo Técnico de laboratorio de fábrica de esponja.....	119
XXXIX. Evaluación de puestos de trabajo Asistente de laboratorio.....	120
XL. Evaluación de puestos de trabajo Operador de máquina cortadora.....	121
XLI. Evaluación de puestos de trabajo Ayudante de corte.....	122
XLII. Evaluación de puestos de trabajo Operario de Pegado.....	123
XLIII. Asignación de Salarios según evaluación de puestos y comparación con salarios del mercado guatemalteco.....	124

## JUSTIFICACIÓN

La planificación adecuada de la ampliación de operaciones permite ser competitivos en un mercado cada vez más exigente, en el cual, compiten productos de diferente origen. Cualquiera que sea la actividad y el tamaño de la empresa, tendrá mejores oportunidades de éxito si parte de una adecuada planificación, porque ella le permitirá reducir el riesgo futuro y hacer más viable la solución de problemas imprevistos.

El uso eficiente de los recursos permitirá la realización de volúmenes más altos de producción, lo cual dará por resultado la reducción del costo fijo. Sumado a lo anterior, bajo un proceso planificado correctamente, el costo no se incrementará significativamente por aspectos como falta de materia prima e insumos, alta rotación de personal, pago excesivo de tiempo extraordinario y reproceso. Lo cual hará a la empresa más rentable.

El cliente se beneficiará por el cumplimiento de sus expectativas hacia nuestro producto, esta percepción tiene como base el cumplimiento de lo ofrecido por la empresa, por ejemplo, tiempo de entrega, vida útil del producto, servicio post venta, etc.

La comunidad además se beneficiará de la creación de fuentes de trabajo, tan necesarias en nuestro país, siendo puestos de trabajo que ofrezcan mayor estabilidad y seguridad, a largo plazo, para trabajador.



## **RESUMEN**

La búsqueda de competitividad por parte de la industria guatemalteca hace importante evaluar diferentes alternativas de producción de bienes y servicios, de manera que el producto cumpla con las expectativas de nuestro cliente. De esta manera, cuando se identifica la oportunidad de aumentar la participación en el mercado, se debe planificar este crecimiento de forma congruente a los objetivos que tenemos como empresa.

Partiendo de nuestra situación actual y con la visión clara de lo que queremos lograr, partiremos del análisis del proceso que se quiere implementar, listando las operaciones, identificando los recursos necesarios para realizar dichas operaciones y elaborando los métodos de trabajo que hagan óptimo el aprovechamiento de los recursos.

Parte importante de la planificación lo constituye el recurso humano, que por medio del diseño de puestos de trabajo y la asignación de actividades a desempeñar, logre el cumplimiento de los objetivos de la empresa y la satisfacción de las expectativas del trabajador.

Lo anterior debe ser analizado tomando como punto de referencia la satisfacción del cliente, asegurándonos que nuestro proceso sea evaluado bajo un sistema de gestión de calidad que permitirá mejorar continuamente.



## OBJETIVOS

### GENERAL

Planificar la implementación un nuevo departamento de producción en una empresa de manufactura, que logre producir con la calidad requerida por el cliente, a un costo rentable para la empresa.

### ESPECÍFICOS

1. Bajar el costo de producción del producto terminado, por medio del uso eficiente de los recursos.
2. Mantener la calidad del producto en niveles que satisfaga las expectativas del cliente.
3. Medir y evaluar adecuadamente el proceso productivo.
4. Fomentar la mejora constante de los procesos, aumentando de esta manera la competitividad a largo plazo.
5. Distribuir adecuadamente la planta de producción, minimizando de esta manera riesgos de accidentes y tiempos de transporte en general.
6. Asegurar el bienestar del empleado por medio del diseño de puestos de trabajo.
7. Procurar el beneficio de la comunidad por medio del uso adecuado de materia prima y suministros, desechando de manera adecuada los subproductos y respetando los reglamentos municipales de localización industrial.



## INTRODUCCIÓN

En el capítulo uno se define de manera breve los conceptos de la Ingeniería Industrial, aplicados al presente trabajo y que sirven como fundamento y soporte para la propuesta de una solución.

El capítulo dos presenta una idea general de la actividad industrial de la empresa, su organización, los productos que elabora y se analiza la demanda. Además, se identifica la oportunidad de participación en el mercado que origina el presente proyecto.

En el capítulo tres se realiza el diseño del proceso de fabricación de esponja, se describe la receta básica proporcionada por los proveedores de materia prima, se establece si la ubicación de la empresa cumple con el reglamento de localización industrial de la Municipalidad de Guatemala y se describe el proceso de fabricación de esponja. Se crea el Diagrama de Operaciones del proceso, se establecen las áreas de trabajo, se evalúan diferentes métodos de trabajo y se obtienen las capacidades de producción de cada actividad del proceso. Finalmente se eligen los métodos de trabajo, se distribuye la planta y se propone un programa de trabajo.

En el capítulo cuatro se determinan los recursos necesarios para implementar los métodos de trabajo, principalmente en lo referente al recurso humano. Se identifica la necesidad de hacer cambios en la organización con el propósito de ser más competitivos y mejorar la administración de la calidad.

Finalmente, se establecen las bases para implementar un sistema de gestión de la calidad que permita medir, evaluar y mejorar continuamente la calidad de los productos.

# 1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. **Demandas:** cantidad máxima de un producto que un consumidor está dispuesto a adquirir en un momento determinado a diferentes precios y si otros factores no lo modifican. Puede variar por una serie de aspectos tales como: ingreso del consumidor, gusto del consumidor, precio de productos sustitutos, precio de productos suplementarios, expectativa sobre el precio del producto, expectativa sobre cantidad de producción, efectos del producto. La demanda a través del tiempo puede ser: constante, cíclica y de tendencia lineal.
  
- 1.2. **Medios gráficos para el análisis de operaciones productivas:** es el uso de dibujos y signos como medio de análisis de las interrelaciones entre operaciones productivas que tienen como objetivo el incremento de la productividad.
  - 1.2.1. **Diagrama de operaciones del proceso:** muestra de manera cronológica la secuencia de las operaciones de un proceso productivo, tiene carácter general y es el primer paso para identificar puntos de mejora en el proceso.
  - 1.2.2. **Diagrama de flujo del proceso:** es más específico que el diagrama anterior y su objetivo es el incremento de la productividad por medio de la identificación de costos ocultos en el proceso como pueden ser las distancias recorridas, las demoras ocasionadas por esperas o almacenamientos temporales.
  - 1.2.3. **Diagrama de recorrido:** es la representación gráfica del diagrama de flujo del proceso mostrado en el plano de la planta de producción, y su objetivo es mejorar la distribución de la planta.

- 1.2.4. **Diagrama hombre-máquina:** su objetivo es lograr un balance cronológico en las relaciones entre un operario y el equipo asignado en una operación, buscando la reducción del tiempo ocioso. Este diagrama también puede ser llamado diagrama de cuadrilla cuando a un operario se le asigna más de una máquina.
- 1.3. **Balance de líneas:** es el análisis de las operaciones del proceso productivo para determinar las operaciones que por su naturaleza, consumen mas recursos y por tanto, limitan el flujo normal del proceso. Como primer objetivo tiene la asignación de recursos, sin embargo, el fin último es el incremento de la productividad de dicha operación por medio de una mejora en los métodos de trabajo. El balance de líneas es de carácter permanente puesto que toda empresa debe buscar la mejora continua.
- 1.4. **Análisis y evaluación de puestos de trabajo:** los puestos de trabajo son el conjunto de deberes, obligaciones y condiciones generales para que el recurso humano realice una actividad productiva; es necesario evaluar los puestos con el fin de asignar una remuneración justa basada en la habilidad, el esfuerzo requerido, la responsabilidad, las condiciones en que se realizan las tareas y . Los puestos de trabajo se crean de acuerdo a los principios de división del trabajo que pretende maximizar la eficiencia de las personas, por medio del aprendizaje y la estandarización; y a principios de comportamiento humano que pretende crear condiciones de satisfacción personal en los trabajadores para obtener un mutuo beneficio con la organización.
- 1.5. **Políticas de inventarios:** es la manera que la empresa utiliza para abastecerse de bienes y materiales. Basada en datos históricos, determina que cantidad pedir y a que nivel de inventario realizar el pedido.

- 1.6. **Principios de la gestión de la calidad:** con el fin de mejorar el desempeño de una organización se han identificado 8 principios en la gestión de la calidad:
- 1.6.1. **Enfoque al cliente:** esfuerzo por satisfacer y exceder los requisitos del cliente.
  - 1.6.2. **Liderazgo:** la dirección de la empresa debe mantener un ambiente en el cual todo el personal se involucre en alcanzar los objetivos de la empresa.
  - 1.6.3. **Participación del personal:** comprender que el personal es la esencia de la organización y su compromiso es beneficioso para la organización.
  - 1.6.4. **Enfoque basado en procesos:** gestionar las actividades y recursos como procesos.
  - 1.6.5. **Enfoque de sistema para la gestión:** identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema.
  - 1.6.6. **Mejora continua:** la mejora continua en el desempeño de una organización debe ser un objetivo permanente.
  - 1.6.7. **Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones:** las decisiones eficaces se basan en el análisis de datos e información.
  - 1.6.8. **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** comprender que ambos son interdependientes para incrementar valor.
- 1.7. **Costos de producción:** valor de un bien o un recurso para transformación en otro. Los costos de producción se dividen en dos tipos: costos fijos, aquellos que son independientes del volumen de producción y costos variables que son los que dependen del volumen de producción. La suma de ambos costos, el costo total, nos permite establecer el punto de equilibrio junto a la curva de ingresos. El punto donde las curvas de costo total e ingresos se cruzan se le llama punto de equilibrio y representa el punto donde el costo total es igual a los ingresos. Un incremento en la producción disminuye el componente unitario de costo fijo por unidad producida, haciendo que el volumen haga crecer la utilidad total.

1.8. **Estudio de tiempos:** consiste en el establecimiento de estándares de tiempo para realizar una tarea. Los medios para establecer dichos estándares son por medio de estimaciones, datos históricos y medición. Es importante considerar la fatiga del operario al realizar un trabajo, así como las demoras y retrasos; cuando se realiza un estudio de este tipo. Es ampliamente recomendable la implementación de estándares cuando un método de trabajo ha sido estandarizado en todos sus elementos y el operario ha sido adiestrado debidamente. Además se recomienda que los estándares se basen mayormente la medición de hechos y no tanto en criterios y estimaciones. El objetivo del estudio de tiempos y por tanto, la implementación de estándares de tiempo, es el incremento de la productividad.

## 2. CONTEXTO O ESTATUS ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. **Breve descripción de las actividades de la empresa:** La empresa se dedica a la fabricación de camas cuyo mercado principal es el interior del país. Es parte de un grupo de empresas familiares las cuales incluyen aserraderos, distribuidoras de materiales de ferretería y construcción. La venta al consumidor final se lleva a cabo por medio de distribuidores independientes, quienes en algunos casos, venden camas de otras marcas. Todas las camas fabricadas por la empresa se garantizan por un año.

Actualmente se quiere incrementar las ventas, principalmente en la ciudad capital, dando a conocer sus productos por medio de una campaña publicitaria transmitida por las radio emisoras locales. Como parte de esta estrategia de crecimiento se incluye la instalación de una planta productora de esponja que tiene por objetivo la competitividad de los productos fabricados a través de la mejora en productividad y calidad de los procesos.

Actualmente las instalaciones de la empresa cuentan con 2400 metros cuadrados, distribuidos en tres naves. La primera cuenta con 1200 metros cuadrados y alberga la planta productora de camas y la bodega de materia prima. Las otras dos naves miden 600 metros cuadrados cada una; actualmente una de ellas se ocupa como bodega de producto terminado y la otra como una bodega de usos múltiples, la cual no tiene una función esencial ni específica en la operación actual de la empresa, la distribución general se presenta en la Figura 9. La materia prima utilizada para la fabricación de camas, es de origen nacional y extranjero. La madera y gran parte de los suministros utilizados, son comprados a empresas del mismo grupo familiar y a empresas locales.

La esponja es comprada localmente a 3 proveedores y las telas son importadas. Con respecto a la administración de la calidad, no hay implementado un Sistema de Aseguramiento de la Calidad. La calidad es responsabilidad de cada operario y verificada por el Supervisor de Calidad, el cual, por su experiencia resuelve, sin documentar, la mayoría de problemas (no conformidades). Los datos históricos existentes se refieren a volumen de producción.

**2.2. Organigrama actual de la empresa:** La empresa esta organizada en cuatro Gerencias coordinadas por la Gerencia General, 11 Departamentos y 3 Sub Departamentos:

- Gerencia General
- Gerencia de Recursos Humanos
- Gerencia de Finanzas:
  - Departamento de Créditos
  - Departamento de Contabilidad
  - Departamento de Auditoría
  - Departamento de Sistemas de Información
- Gerencia de Operaciones
  - Departamento de Inventarios
  - Departamento de Compras e Importaciones
  - Departamento de Producción
    - Sub-departamento de Fabrica
    - Sub-departamento de Mantenimiento
    - Sub-departamento de Servicios Generales
- Gerencia de Ventas y Mercadeo
  - Departamento de Ventas
  - Departamento de Despachos
  - Departamento de Mercadeo

Los puestos de trabajo están clasificados en 13 categorías jerárquicas y 11 niveles de jerarquía:

- Gerente 1 nivel 1
- Gerente 2 nivel 2
- Gerente 3 nivel 3
- Jefe 1 nivel 4
- Jefe 2 nivel 5
- Supervisor 1 nivel 6
- Supervisor 2 nivel 7
- Técnico 1 nivel 6
- Técnico 2 nivel 7
- Asistente 1 nivel 8
- Asistente 2 nivel 9
- Operario 1 nivel 10
- Operario 2 nivel 11.

La Gerencia General y las Gerencias de Finanzas, Ventas y Operaciones, están ocupadas por personas pertenecientes a la familia dueña de la empresa. Todos los trabajadores, a excepción del personal de seguridad, son empleados de la empresa. La organización de la empresa se presenta en el organigrama de la Figura 1.

**2.3. Descripción de los productos de esponja utilizados:** En la empresa se fabrican 2 líneas de camas:

- Línea Estándar.
- Línea Superior.

Para cada una de las líneas, se fabrican cinco tamaños de camas:

- Imperial
- Semi-matrimonial
- Matrimonial.
- Queen
- King

Una cama está formada de dos partes:

- Base
- Colchón

La base de la cama es una estructura de madera unida por clavos, grapas y tornillos. La parte superior de la base se denomina cara. En la cara de la base es colocada una plancha de esponja antes de ser forrada. El forro de la base se divide en forro para la cara y forro lateral. Para ambos forros se utiliza esponja como enguate. En cada una de las cuatro esquinas, la base lleva un trozo de esponja que proporciona protección adicional. La base de las camas tamaño King está formada por dos bases tamaño Imperial.

El colchón está formado por un conjunto de resortes sujetos a una estructura de alambre acerado. El lado superior y el inferior se denominan caras. En ambas caras del colchón se coloca una plancha de esponja. El forro del colchón se divide en forro para caras y forro lateral llamado fuelle. Ambos forros utilizan esponja como enguate. También el colchón lleva en cada esquina un trozo de esponja que proporciona protección adicional.

La diferencia entre estas dos líneas radica en 4 puntos:

- La clase de tela utilizada para el forro de la base y el colchón.
- El grosor de la esponja.
- El diseño de la puntada de costura usada en el forro de la base y el colchón.
- La cantidad de piezas de mantillón utilizadas en el colchón.

Los productos de esponja utilizados para la fabricación de camas son los siguientes:

- Plancha 41” por 77” por 1/4” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño imperial de la línea estándar.
- Plancha 41” por 77” por 1/2” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño imperial de la línea superior.
- Plancha 51” por 77” por 1/4” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño semimatrimonial de la línea estándar.
- Plancha 51” por 77” por 1/2” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño semimatrimonial de la línea superior.
- Plancha 57” por 77” por 1/4” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño matrimonial de la línea estándar.

- Plancha 57” por 77” por 1/2” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño matrimonial de la línea superior.
- Plancha 60” por 80” por 1/2” de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño queen de las línea estándar y superior.
- Plancha 80” por 80” por 1/2 de grosor: para cara superior e inferior del colchón. Para cara superior de la base. En camas tamaño king de las líneas estándar y superior.
- Rollo 9” por 1/4” de grosor: para enguate del fuelle en las líneas estándar y superior. Como enguate del forro lateral de la base para la línea superior.
- Rollo 78” por 3/4” de grosor: para enguate del forro de ambas caras del colchón y la cara superior de la base, en la línea estándar.
- Rollo 82” por 3/4” de grosor: para enguate del forro de ambas caras del colchón y la cara superior de la base, en la línea superior.
- Fondos, lomos y laterales: para el recubrimiento de las esquinas de la base y el colchón. Cabe mencionar que los fondos son más demandados por la uniformidad de sus dimensiones.

Los requerimientos de esponja para cada cama, según la línea y tamaño se muestra en la Tabla I en el caso de las planchas y en la Tabla II para rollos.

2.4. **Demanda actual de los productos de esponja:** durante el último año (año cinco) las ventas ascendieron a 25,862 camas; 1,219 camas más que el año anterior, significa un aumento del 5% en las ventas. La demanda de camas se ha venido incrementando, en promedio, 6% anualmente durante los últimos cinco años. El modelo de cama más vendido es el Matrimonial de la línea Superior con un 37% de la demanda anual. Los menos vendidos son los modelos Queen y King de la línea Estándar, ambos con aproximadamente 1% de la demanda anual. Ver Tabla III. Los meses de mayor venta son diciembre con 14.82%, julio con 14.19%, mayo con 12.47% y febrero con 8.23%, con respecto a la demanda anual. Los meses de enero, marzo, abril, septiembre y octubre son los meses de menor venta con menos del 6% de la demanda anual cada uno. Ver Tabla IV. Un aspecto importante de señalar es que los proveedores de esponja no siempre cuentan con inventario para despachar, teniendo que recurrir a productos sustitutos, por ejemplo planchas de diferente tamaño. Durante el año cinco, el 11% del total de planchas compradas corresponden a productos sustitutos.

2.4.1. **Análisis primario de la demanda:** se graficaron los datos de demanda mensual de los últimos cinco años, es decir 60 meses. La media aritmética de dichos datos es de 1,915 camas mensuales. A la media aritmética se le aplicó un rango de  $\pm 15\%$ , como límite de control. El resultado se muestra en la Figura 11. En dicha gráfica se observa que 11 de los 60 puntos (18%) están dentro de los límites de control. Debido a lo anterior se graficaron de nuevo los mismos datos esta vez en series anuales con el fin de observar el comportamiento de la demanda en los diferentes meses. Ver Figura 12. Se puede observar que en general, el comportamiento mensual coincide en cada año.

Podemos concluir del análisis primario que la demanda de camas, y en consecuencia la de esponja es de tipo cíclica, teniendo los valores máximos de venta en los meses de febrero, mayo, julio y diciembre.

2.4.2. **Análisis secundario de la demanda:** el objetivo en esta sección es hacer un pronóstico de ventas para el año seis, año en que empezará a operar la planta productora de esponja. Este pronóstico servirá para planificar de mejor manera la instalación de la planta productora de esponja, sobre todo en lo referente a la capacidad de producción y costo de producción. Se evalúan a continuación dos métodos de pronóstico para demanda cíclica. Se utilizaron los datos de demanda de los primeros cuatro años para hacer los pronósticos de demanda del año cinco. Los datos pronosticados se comparan con los datos reales del año cinco, luego, se calcula el error absoluto acumulado, para cada método. Finalmente, el método de pronóstico que tenga menor error absoluto acumulado será utilizado para pronosticar la demanda del año seis.

2.4.2.1. **Método de índices:** se obtiene el promedio general de demanda (para 48 meses), en este caso 1,855 camas. Para cada mes se calcula el promedio de demanda mensual tomando en cuenta los años del uno al cuatro. Luego se relaciona el promedio de demanda mensual y el promedio general de demanda, por ejemplo, para enero es  $1,215/1,855$ . El resultado es 0.655. Este valor es el índice mensual de demanda para enero. Este índice se multiplica por los valores de demanda del año cuatro. El resultado es el pronóstico de demanda para el año cinco. Para este método se obtuvo un pronóstico de demanda anual de 28,601 camas, 2,739 camas arriba del valor real (10.60%), sin embargo el error absoluto acumulado es de 10,053 camas (38.87%).

El resultado de este método es justificable debido a que no toma en cuenta el incremento anual de la demanda. La diferencia en la demanda anual contrasta con el 38.87% de error absoluto acumulado, lo que nos indica que este método es altamente inexacto para la planificación mensual para este caso en particular. Los resultados de este método se presentan en la Tabla V.

**2.4.2.2.Método combinado:** este método introduce el análisis de regresión para pronosticar. Al igual que el método anterior, se pronostica la demanda del año cinco y se compara con los valores reales para obtener el error absoluto acumulado. Primero se calcula el valor de los parámetros a y b de la recta de regresión. Luego se calculan los datos de demanda ajustada por medio de la fórmula: Demanda Ajustada = Demanda – (b \* Número de mes). Por ejemplo, para enero del año uno, Demanda Ajustada = 956 – (13.12 \* 1) = 942.88 camas. Para enero del año dos, Demanda Ajustada = 1069 – (13.12 \* 13) = 898.44 camas. Los resultados de demanda ajustada para los 48 meses analizados se presentan en la Tabla VI. El siguiente paso es calcular el promedio de demanda ajustada de cada mes, por ejemplo para enero es 966, para febrero 1577. Se calcula luego el promedio general de demanda ajustada, en este caso 1,534 camas. La relación entre el promedio de demanda ajustada mensual y el promedio general de demanda ajustada, es el índice mensual de demanda. Para enero el índice es 0.630 ( 966/1,534 ). El pronóstico se calcula multiplicando el índice por el promedio general de demanda mas la multiplicación del parámetro “b” por el número de mes a pronosticar; por ejemplo el mes de enero, (0.630 \* 1534) + (13.12 \* 49), dando un resultado de 1,609 camas. Para este método se obtuvo un pronóstico de demanda anual de 26,986 camas, 1,124 camas arriba del valor real de la demanda ( 4.35% ).

El error absoluto acumulado asciende a 2,298 camas (8.89%), significativamente menor que el error del método anterior. Los resultados de este método se presentan en la Tabla VII.

Utilizando el método de índices tuvimos un error absoluto acumulado de 10,053 camas (38.87% con respecto a la demanda anual real), el método combinado tuvo un error acumulado de 2,298 camas (8.89 % con respecto a la demanda anual real). Por consiguiente se utilizará el método combinado para hacer los pronósticos del año seis. El pronóstico de demanda anual para el año seis es de 28,231 camas. Los datos de demanda ajustada se presentan en la Tabla VIII. Los pronósticos mensuales del año seis, según el método combinado, se presentan en la Tabla IX.

La información obtenida hasta el momento es:

- Requerimiento de planchas por modelo de cama (Gerencia de Operaciones, Departamento de Producción). Tabla I.
- Requerimiento de Rollos por modelo de cama (Gerencia de Operaciones, Departamento de Producción). Tabla II.
- Porcentaje de demanda anual por modelo de cama (Gerencia de Ventas y Mercadeo). Tabla III.
- Porcentaje de demanda anual por mes (Gerencia de Ventas y Mercadeo). Tabla IV.
- Pronóstico de demanda para el año 6 (Gerencia de Ventas y Mercadeo). Tabla IX.

Con la información anterior, la Gerencia de Operaciones puede planificar los requerimientos de cada producto de esponja por mes, durante el año seis, tomando estos datos como parámetro general. Dichos requerimientos se muestran tabulados en la Tabla X.

2.5 **Costo actual de los productos de esponja:** el costo actual de los productos de esponja consiste únicamente en el precio de compra, el cual prácticamente es el mismo para los tres proveedores. Un costo que esta relacionado directamente con la esponja es el costo que representa la mano de obra de un operario que se encarga de cortar los lomos fondos y laterales en piezas de diez por cinco pulgadas de área con grosor aproximado de dos pulgadas.

Algunas consideraciones importantes sobre el costo de producción con que operará la nueva planta se mencionan a continuación.

Los productos de esponja que se producirán en la empresa no tendrán costo de ventas y distribución.

El costo de administración será bastante competitivo, debido a que se utilizará la misma mano de obra administrativa con que ya se cuenta, la cual no se incrementara significativamente, en especial en puestos gerenciales.

El costo de oportunidad que implica tener la Bodega de Usos Múltiples sin operar ahora podrá transmitirse como parte del costo de la esponja, y ya no al costo unitario por cama directamente.

El presente proyecto establecerá las condiciones para un análisis posterior sobre costos que básicamente consistirá en comparar el costo de producción de cada uno de los productos de esponja contra el precio actual en el mercado.



### 3. PROPUESTA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN

#### 3.1. Generalidades sobre el proceso de fabricación de esponja

3.1.1. **Recetas para fabricación de esponja:** la esponja flexible es la esponja utilizada para la fabricación de camas, y es una de las aplicaciones más comunes de los poliuretanos. Los poliuretanos son productos poliméricos de reacciones entre polímeros e isocianatos, en los cuales el grupo funcional de uretano, no es necesariamente el grupo predominante del polímero. Para fabricar esponja es necesario generar burbujas en el poliuretano, a esta acción se le llama espumación. Los ingredientes para fabricar esponja se describen a continuación, con el nombre con el que se le conoce comúnmente y el porcentaje en peso, ambos entre paréntesis.

- Alcohol Polifuncional (Poliol, 100% en peso): son cadenas poliméricas tipo éter ( C-O-C ), cuyo número de átomos de hidrogeno por molécula constituyen su funcionalidad.
- Diisocianato de Tolueno (TDI, 56.26% en peso): compuesto cuya característica es su elevada reactividad química frente a compuestos que disponen de hidrógenos activos.
- Agentes Refrigerantes (Cloruro de Metileno, 3.5% en peso): debido a su bajo punto de ebullición, su finalidad en la fabricación de esponja flexible es la formación de gas por medio de su evaporación al momento de la reacción química que forma el poliuretano, favoreciendo la espumación.

- Grasa de silicón (0.88% en peso): es utilizada por su capacidad de disminuir la tensión superficial y mejora la capacidad de mojado en los líquidos en los que se disuelve.
- Catalizadores de Estaño (Octato de Estaño, 0.39% en peso): compuesto orgánico derivado del estaño que actúa como catalizadores de la reacción.
- Catalizador de Amina (0.10 % en peso): compuesto orgánico nitrogenado, que sirve como catalizador, controlando la velocidad de la reacción.
- Agua (4.5 % en peso): su reacción con el diisocianato causa la liberación de vapores que favorecen la espumación, además esta reacción es responsable de la dureza de la esponja.

3.1.2. **Zonas de tolerancia industrial:** la unidad de planificación urbana de la Municipalidad de Guatemala, proporciona la clasificación de los grupos industriales, por la actividad principal, la empresa pertenece al grupo 26 Muebles y al subgrupo 260 fabricación de muebles. El subgrupo está contenido en el grupo de tolerancia industrial dos, que es tolerable en las 18 zonas de tolerancia industrial de la ciudad de Guatemala.

3.1.3. **Descripción del proceso de fabricación de esponja:** el proceso principia con la formulación en la cual según las condiciones ambientales y las especificaciones de los proveedores de materia prima, se pesan los componentes de la receta. Todos los componentes se mezclan juntos a excepción del TDI, el cual se agrega posteriormente. La mezcla obtenida se vierte en el molde, en el cual se completa la reacción química. Mientras la mezcla reacciona el molde es cubierto con una tapa de madera, con agujeros

de aproximadamente diez centímetros de diámetro, esto permite controlar el crecimiento de la espuma y ayuda a la evacuación de los gases producidos por la reacción, anhídrido carbónico, Freón 11 y TDI. El bloque de esponja se deja en el molde por 45 minutos, luego de esto se deja secar fuera del molde por 24 horas. Durante el tiempo de curado el bloque reduce sus dimensiones en un rango de 3 a 5%. Pasado este tiempo, las seis caras del bloque se cortan con una profundidad aproximada de dos pulgadas, esto con el fin de eliminar las imperfecciones ocasionadas durante la reacción química dentro del molde y así obtener un bloque perfectamente cúbico. El bloque ya cuadrado se corta en láminas cuyo grosor varía según las necesidades. Cuando se quieren formar rollos de esponja, las láminas se pegan continuamente una tras otra. Finalmente, la esponja es empacada con plástico oscuro para evitar que el oxígeno del ambiente y la luz solar tornen su superficie amarillenta.

3.2. **Diagrama de operaciones:** de acuerdo con la descripción del proceso de fabricación de esponja descrito anteriormente, se elaboró el diagrama de operaciones del proceso, que se muestra en la Figura 2. Los tiempos que se presentan se basan en mediciones hechas por el departamento de producción, con ayuda del fabricante de maquinaria; se hicieron mediciones basadas en simulación principalmente en lo referente a manejo de material en proceso y se tomaron estudios de tiempo en procesos existentes tales como el corte de lomos, fondos y laterales. Se tomó en cuenta las especificaciones de los proveedores de materia prima y fabricantes equipo.

3.3. **Áreas de trabajo y maquinaria:** todas las actividades que se deben realizar para fabricar esponja flexible aparecen en el diagrama de Operaciones del proceso (Figura 2), en esta sección se distribuirán las actividades en áreas de trabajo, según su afinidad y similitud. También se listan los elementos importantes que intervienen en el proceso.

3.3.1. **Laboratorio:** aquí se realizarán las primeras 12 actividades del diagrama de operaciones, ellas son las operaciones uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis; la inspección uno; las actividades combinadas uno, dos, tres, cuatro y cinco. Esta debe ser un área confinada físicamente, debido al trabajo con químicos, en especial con isocianatos, los cuales generan vapores tóxicos durante la operación cinco, que es la reacción de espumación. Adicionalmente, se debe contar con un equipo de extracción de vapores el cual debe ser instalado en el área destinada para la operación de Espumación. La maquinaria y equipo a utilizar en el laboratorio, es una máquina mezcladora, moldes y equipo de laboratorio. Las instalaciones sanitarias en esta área se limitaran a un lavamanos, provisto de un sistema de filtro de agua.

3.3.2. **Área de secado:** en esta área se llevarán a cabo la operación siete y la inspección dos. Debe tener suficiente espacio para que pueda albergar a todos los bloques de esponja producidos durante todo un día de labores. Esta área no necesita de maquinaria, únicamente debe tener buena ventilación debido a que los bloques terminan de reaccionar químicamente en esta área.

3.3.3. **Área de corte:** en esta área uno o varios operarios realizarán las operaciones ocho y nueve, la inspección tres y la actividad combinada seis. Para la operación ocho, cuadrado del bloque de esponja se hace necesaria una máquina llamada cortadora vertical y para la operación combinada seis se utiliza otra máquina llamada cortadora horizontal o máquina laminadora. Para la operación nueve, corte de lomos, fondos y laterales en piezas de

diez por cinco pulgadas, será necesario colocar una mesa de corte. Esta área no necesita confinamiento y bastará su delimitación por medio de líneas de tráfico.

3.3.4. **Área de pegado:** en esta área se llevarán a cabo las operaciones diez y once y la actividad combinada siete. Se necesita que el área tenga buena ventilación debido a la volatilidad del pegamento. Como equipo, se utilizará una estructura metálica para sostener una bobina para la formación de rollos de esponja.

3.3.5. **Área de empaque:** esta área no se implementará inmediatamente, porque la esponja que se produzca es para uso interno, sin embargo no se descarta que en un futuro se implemente la operación doce.

3.3.6. **Bodega de materia prima y suministros:** en la actual bodega de Materia Prima, se implementará el espacio para albergar los suministros y materias primas que se necesiten para operar la nueva planta, siendo a su vez el bodeguero el encargado de llevar control de ambos inventarios.

3.3.7. **Bodega de producto terminado:** actualmente la esponja que es comprada se almacena hasta su uso en la Bodega de materia prima misma que seguirá siendo utilizada para este fin.

3.4. **Métodos de trabajo:** el objetivo de analizar diferentes alternativas para llevar a cabo las actividades productivas de cada proceso es el aumento de la productividad. La productividad es la relación entre el volumen de producción obtenido a través de los recursos invertidos, todo ello manteniendo una calidad constante y mejorable continuamente. La evaluación de diferentes métodos de trabajo nos permite tomar mejores decisiones en aspectos relacionados con el cumplimiento de metas de producción, por ejemplo la planificación de tiempo extraordinario y la contratación de personal temporal. En la empresa se trabaja jornada diurna especial.

De lunes a jueves se trabaja en horario de 7:45 a 17:00 horas y el viernes de 7:45 a 16:00 horas. A las 12:15 se suspenden las labores por 45 minutos para almorzar y se reanudan a las 13:00 horas. Se trabajan un total de 510 minutos diarios de lunes a jueves y el viernes 450 minutos.

3.4.1. **Laboratorio:** Las primeras 12 actividades del proceso se llevan a cabo en el laboratorio y tienen una duración total de 159 minutos por bloque. Al dividir 510 minutos diarios entre 159 minutos por bloque, tenemos por resultado que en un día podemos producir en el laboratorio un mínimo de tres bloques de esponja. Los parámetros a tomar en cuenta en el laboratorio son: a excepción de las operaciones cuatro, cinco y seis y la actividad combinada cinco, el Técnico de laboratorio debe realizar todas la demás operaciones, pudiendo delegar, previa capacitación del operario, la actividad combinada dos. El Técnico de laboratorio necesita la asistencia de un operario en las operaciones uno, dos y tres y en las actividades combinadas tres y cuatro. Se ha incluido en el análisis, el tiempo estimado que se invertirá para llevar el bloque de esponja al área de secado. Tomando estos parámetros como referencia, se utilizan los diagramas hombre-máquina para proponer mejores formas de producción que aumenten nuestra productividad.

El diagrama de la Figura 3, es un diagrama hombre-máquina que propone que el técnico de laboratorio utilice un operario para asistirlo, una máquina mezcladora y un solo molde. En esta propuesta el Técnico de laboratorio realiza las primeras ocho actividades del proceso con un tiempo total por bloque de 70 minutos, transcurrido este tiempo el Técnico de laboratorio debe esperar 30 minutos para empezar a trabajar en el siguiente bloque. La demora de 30 minutos es debida a que debe esperar a que el operario se desocupe para asistirlo en la actividad combinada dos.

Además, el Técnico de laboratorio debe esperar cinco minutos entre las actividades combinadas uno y dos, debido a que debe esperar a que el operario termine el transporte tres. El operario empieza su trabajo 40 minutos después que el Técnico de laboratorio, asistiendo en la actividad combinada dos (pesar ingredientes), asiste al Técnico de laboratorio en las actividades de mezcla y premezcla, luego limpia la mezcladora. Espera 25 minutos antes de extraer y revisar el bloque de esponja, limpia el molde y finalmente lleva el bloque al área de secado. La demora de 25 minutos se ocasiona por la espera que hace el operario para que se realice la reacción química de espumación dentro del molde. El Operario trabaja 80 minutos por bloque.

Al final del diagrama se presenta el resumen del método propuesto, en él podemos observar que el Operario tiene el tiempo de trabajo por bloque más alto. Si dividimos el tiempo disponible diario 510 minutos entre 80 minutos por bloque del Operario tenemos que el máximo a producir es de 6.4 bloques. Debido a la demora este método de trabajo produce cuatro bloques, es decir que el método tiene 63% de eficacia. La producción del operario se puede incrementar a cinco bloques con media hora de trabajo en tiempo extraordinario, sin embargo se puede observar que el operario tiene un tiempo ocioso al principio de la jornada de 40 minutos, los cuales se pueden utilizar, al final de la jornada, si variamos el horario de entrada para el operario; de esta manera, se podrá incrementar la producción del laboratorio a cinco bloques sin ningún costo adicional. Si consideramos ahora el caso del día viernes, cuyo tiempo de trabajo es menor (495 minutos), la producción del laboratorio se reduce a cuatro bloques.

Otra alternativa es trabajar el mismo tiempo todos los días, en este caso el tiempo semanal de 2,490 minutos lo distribuimos en cinco días es decir 498 minutos diarios.

Esta alternativa combinada con el cambio de horario del operario puede incrementar la producción diaria a cinco bloques, con un costo adicional de 0.5 horas extra por día (para el operario). El diagrama de la Figura 4, es un diagrama hombre-máquina que propone que el Técnico de laboratorio utilice un Operario para asistirlo, una máquina mezcladora y dos moldes. La utilización de dos moldes pretende reducir la demora de 25 minutos en el ciclo del Operario. Si se mantienen el tiempo de trabajo constante de 498 minutos diarios y se cambia la hora de entrada del operario (40 minutos mas tarde) tendremos como resultado una producción de seis bloques con un costo adicional de 0.5 horas extra por día (para el operario). En el resumen del diagrama de la Figura 4, podemos observar que con excepción de los moldes todos los otros elementos incrementan su porcentaje de eficacia, sin embargo el hecho de utilizar dos moldes implica que cabe la posibilidad de duplicar la cantidad de moldes para algunas medidas de bloques.

El diagrama de la Figura 5, es un diagrama hombre-máquina que propone que el Técnico de laboratorio utilice dos operarios para asistirlo, una máquina mezcladora y un solo molde. El ciclo del operario sigue siendo de 75 minutos, sin embargo, al tener dos operarios el tiempo disponible de trabajo es de 996 minutos, el máximo de bloques a producir en una jornada de se duplica a 13.28 bloques. El problema ahora es aumentar la eficacia en el trabajo del Técnico de laboratorio. Si dividimos el tiempo disponible diario, 510 minutos, entre el tiempo de trabajo por bloque del Técnico de laboratorio, 70 minutos, tenemos que el

máximo a producir es 7.29 bloques, se puede observar que la eficacia del Técnico de laboratorio con este método se eleva a 96%, aún así si logramos incrementarla a 100% no podremos llegar a producir ocho bloques.

El diagrama de la Figura 5, muestra la forma de obtener una producción de siete bloques en 498 minutos de trabajo con dos operarios. En este punto observamos que no podemos incrementar la producción del laboratorio con más operarios, moldes ni máquinas mezcladoras, la solución es reducir el tiempo de trabajo por bloque del Técnico de laboratorio, lo cual es posible adiestrando a los operarios para que realicen la actividad combinada dos, esto reduciría a 50 minutos el tiempo de trabajo del Técnico de laboratorio.

El análisis de los tres métodos de trabajo nos da los siguientes resultados: el diagrama hombre-máquina de la Figura 3, tiene una producción diaria de cuatro bloques de esponja al día, con un operario y un molde. El diagrama hombre-máquina de la Figura 4, tiene una producción diaria de cinco bloques de esponja al día, con un operario y dos moldes. La comparación de los tres métodos de trabajo aparece tabulada en la Tabla XI.

3.4.2. **Corte:** Las actividades de corte tienen como fin la adecuación de las dimensiones de la esponja, por consiguiente, la productividad del área de corte es afectada directamente por la dimensión de los bloques a producir en el laboratorio, además las dimensiones de los bloques determinan la cantidad de bloques a producir. Mientras más bloques se produzcan en el laboratorio más bloques se tendrán que cuadrar, en consecuencia se invertirán más recursos.

Además, sí de un molde se logra producir una variedad más amplia de productos, se logrará invertir menor cantidad de recursos en la fabricación de moldes. Los moldes son estructuras metálicas en forma de cajón, forrados en su interior por formica, las caras son desmontables para permitir extraer con mayor facilidad el bloque de esponja. En la parte inferior deben llevar ruedas que faciliten su movilidad.

La fabricación de moldes está sujeta a los siguientes parámetros: el costo de los moldes, el espacio disponible, la compatibilidad con la maquinaria y equipo. Además, se debe tomar en consideración los siguientes aspectos del proceso: Cada bloque de esponja presenta una reducción en sus dimensiones al momento de secarse (operación siete), esta reducción es aproximadamente del tres al cinco por ciento. La operación de cuadrado (operación ocho) reduce dos pulgadas de profundidad cada arista del bloque. Se necesita fabricar ocho tipos diferentes de planchas y tres tipos diferentes de rollos. Lo primero es determinar que moldes son más necesarios, por medio de la demanda, para ello se tomarán en cuenta solamente las áreas y no los grosores, ya que un mismo molde puede ser usado para producir bloques que se pueden laminar en diferentes grosores.

La Tabla XII muestra los porcentajes de demanda de cada producto clasificado por área sin tomar en cuenta el grosor. Por ejemplo, se observa que las planchas de 57"77" por 1/4 y 1/2" de grosor, tienen una demanda consolidada de 20,889 pulgadas. Esto significa que se necesita producir un bloque de 57"77" por 20,889 pulgadas; del cual 5,063 pulgadas se laminarían en grosores de 1/4 de pulgada y las restantes 15,826 pulgadas, en grosores de 1/2 de pulgada. Con ello se cubriría el 60% de la demanda de planchas. En la Tabla XIII se observa que los 11 productos de esponja necesarios se pueden producir utilizando nueve moldes de diferentes dimensiones, ya que algunos productos tienen la misma área y sólo se diferencian por el grosor.

Además, en dicha tabla se calculan las dimensiones de los moldes, tomando en cuenta la reducción por cuadrado, la reducción por secado; la densidad se considera para estimar la cantidad de materia prima, así como también el peso del bloque. En la Tabla XIV se proponen tres alternativas para fabricación de moldes. La primera es utilizar únicamente ocho moldes, uno para cada producto según su área, en este caso se utilizan los moldes del uno al ocho. La segunda alternativa es utilizar siete moldes, sustituyendo el molde seis por el ocho para la fabricación de los rollos de 9"1/4". La tercera alternativa es usar el molde nueve para la fabricación de planchas con área de 41"77" y los rollos de 9"1/4, 78"3/4" y 82"1/2", el molde cinco sustituye al molde cuatro para la fabricación de las planchas 60"80".

La Tabla XIV compara las tres alternativas en tres puntos importantes: cantidad de bloques, total de cortes por cuadrado y total de pulgadas cuadradas de lomos, fondos y laterales (LFL) producidas. Se puede observar que la alternativa tres necesita menor cantidad de moldes (cuatro moldes), menor cantidad de bloques a producir en el laboratorio (1,313 bloques), menor cantidad de cortes para cuadrado (6,087) y genera suficientes pulgadas cuadradas de fondo, lomo y lateral (40,853,386) para satisfacer la demanda anual. La Tabla XV muestra la cantidad de lomos, fondos y laterales generados por cada molde. La capacidad de producción de la maquinaria utilizada en el área está basada en la velocidad de corte de cada una de ellas y esta relacionada directamente con la cantidad de cortes por bloque de esponja. La velocidad de corte es una de las especificaciones que proporciona el fabricante. La máquina cortadora vertical tiene una mesa donde es colocado el bloque, la mesa se desplaza, manualmente por un operario, en dirección perpendicular a la cuchilla, permitiendo hacer cortes verticales al bloque de esponja. El tiempo de carga y descarga se estima en cinco minutos y sirve para acomodar el bloque y alinearlos con respecto a la cuchilla.

La velocidad de corte por tratarse de un desplazamiento manual de la mesa se estima en seis metros por minuto. Cada corte en esta máquina implica una carga y una descarga. La máquina cortadora horizontal es una máquina más compleja, ya que consta de un cabezal provisto de movimiento vertical ajustable que permite hacer cortes de diferentes grosores. La mesa está provista de movimiento con un rango de velocidad de 15 a 60 metros por minuto, el fabricante garantiza un grosor mínimo de corte de tres milímetros (1/8 de pulgada).

Para esta máquina se estima un tiempo de carga y descarga de cinco minutos por bloque. De la Tabla XIV podemos clasificar a los bloques de esponja desde dos puntos de vista: el primero, según el número de cortes por cuadrado y el segundo, el grosor para laminado, de cada bloque. Clasificar los bloques por el número de cortes por cuadrado, sirve para calcular el tiempo de cuadrado de cada bloque en la máquina cortadora vertical. Se tienen tres categorías de cuatro, cinco y trece cortes.

La segunda clasificación es útil para calcular el tiempo de laminado por bloque en la máquina cortadora horizontal, se tienen cuatro categorías 1/4 rollo, 1/4 plancha, 1/2 y 3/4. La separación en el grosor de 1/4 se debe a que para los rollos de 9"1/4" se necesitan fabricar 85 bloques (Tabla XIV, alternativa tres) de 82"78"60, los cuales se cortaran en nueve bloques de 9"78"60". Los 85 bloques iniciales generan 765 bloques que deberán ser laminados con grosor de 1/4 de pulgada. Por tratarse de bloques delgados se pueden laminar en grupos de cuatro, lo que ayudará a fijarlos de mejor manera en la máquina cortadora horizontal, la manipulación de estos cuatro bloques y su alineación aumentarán el tiempo de carga u descarga, que se estima en diez minutos. El tiempo de corte por bloque según los dos criterios anteriores están tabulados en la Tabla XVI. El corte de los lomos, fondos y laterales se hace actualmente en la planta de

producción de camas, por un operario que realiza los cortes de piezas de cinco por diez pulgadas, para la base y el colchón. El operario utiliza una plantilla de madera de dos metros de largo y 12.7 centímetros de ancho (cinco pulgadas). Cada 25 centímetros la plantilla tiene marcas que indican el lugar de corte. Por las mediciones hechas el operario hace ocho cortes en dos minutos (0.25 minutos por pieza de 5''\*10''), este tiempo incluye el almacenarlas en carretas metálicas para su posterior transporte.

3.4.3. **Pegado:** La operación de pegado consiste en unir con pegamento planchas de esponja para formar rollos, que luego servirán para enguatar el forro y el fuelle de la base y el colchón. El objeto de usar rollos es darle continuidad al trabajo de la máquina enguatadora. La unión de dos planchas para los rollos de 78''3/4'' y 82''3/4'' se estima en cinco minutos, Un operario trabaja al día 510 minutos que representan 102 uniones, 102 uniones representan a su vez 103 planchas unidas. Cada plancha para rollo de 78''3/4'' mide de largo 82 pulgadas, entonces  $103 * 82 * 2.54 / 100$  representan 214 metros por día, por operario. En el caso de la plancha para rollo de 82''3/4'' mide de largo 78 pulgadas, entonces  $103 * 78 * 2.54 / 100$  representan 204 metros por día, por operario. La unión para rollos de 9''1/4'' se estima en un minuto, las planchas para rollo de 9''1/4'' miden 78 pulgadas de largo,  $511 * 78 * 2.54 / 100$  representa 1012 metros por día, por operario. En la Tabla XVII se muestra la cantidad de uniones que hay que realizar anualmente, clasificadas por tipo de rollo, así como la cantidad de operarios que se necesitan para cumplir con el volumen de producción requerido.

Según los métodos de trabajo propuestos y expuestos hasta ahora, se puede estimar la capacidad de cada una de las áreas de trabajo:

El laboratorio tiene la siguiente capacidad de producción, con un Jefe de laboratorio y uno o dos operarios:

Alternativa uno (un operario):	cuatro bloques /día
Alternativa dos (un operario):	cinco bloques /día
Alternativa tres (dos operarios):	siete bloques /día

La máquina cortadora vertical tiene la siguiente capacidad:

Bloque de cinco cortes:	17 bloques /día
Bloque de cuatro cortes:	21 bloques /día
Bloque de trece cortes:	6.5 bloques /día

La máquina cortadora horizontal (laminadora) tiene la siguiente capacidad:

Grosor 1/4 rollo:	8.8 bloques /día
Grosor 1/4 plancha:	9.6 bloques /día
Grosor 1/2:	17.6 bloques /día
Grosor 3/4:	24.3 bloques /día.

El corte de lomos, fondos y laterales tiene la siguiente capacidad, por operario:

2,040 piezas de 10" \* 5" /día.

El área de pegado tiene la siguiente capacidad por operario:

Rollo de 9"1/4"	0.24 bloques / día.
Rollo de 78"3/4"	1.29 bloques /día.
Rollo de 82"3/4"	1.29 bloques /día.

El resumen de la capacidad de la planta aparece en la Tabla XVIII.

3.5. **Distribución de áreas de trabajo:** en la Figura 10 se muestra la distribución de las áreas de trabajo en el área de 600 metros cuadrados (20 \* 30 metros) que corresponden a la Bodega de Usos Múltiples. Se ingresa a la planta por medio de una puerta de tres metros de longitud. En este diagrama se asigna un espacio a cada área de trabajo. Se cuenta con instalaciones sanitarias y con una oficina administrativa de 30 metros cuadrados. A continuación se describe cada una de las áreas asignadas.

3.5.1. **Laboratorio:** al laboratorio se le asignará un área de 80 metros cuadrados (10 \* 8 metros), en él existe un área de 25 metros cuadrados que sirve para rotar los moldes utilizados durante un día de trabajo. Una de las posiciones está ubicada directamente debajo de la mezcladora. Otra ubicación importante es la de descarga donde se lleva a cabo la operación combinada cinco, extracción y revisión del bloque. El laboratorio cuenta con dos puertas de tres metros cada una, la primera de ingreso de materia prima y moldes y la segunda de egreso de bloques que son trasladados al área de secado.

3.5.2. **Corte:** el área de corte consta de 120 metros cuadrados, divididos en dos áreas de trabajo. La primera de 116 metros cuadrados, en esta área están instaladas las máquinas cortadoras, las cuales necesitan un área de 15 metros cuadrados cada una. La otra área es de cuatro metros cuadrados y en ella se llevará a cabo la operación de corte de lomos, fondos y laterales, operación nueve. El área de corte esta provista de suficiente espacio para manipular un bloque antes de colocarlo en cada una de las máquinas cortadoras.

- 3.5.3. **Pegado:** consta de un área de 102 metros cuadrados, donde están colocadas tres estaciones de trabajo de cinco metros cuadrados cada una, en ellas operarios realizarán la operación de pegado para la formación de rollos de esponja.
- 3.5.4. **Bodega de materia prima:** tanto la materia prima como los suministros que se requiera almacenar para la planta productora de esponja serán almacenados en las bodegas actuales, por lo que no se requiere espacio para este fin en las nuevas instalaciones.
- 3.5.5. **Bodega de producto terminado:** al igual que las bodegas de Materia prima y suministros, el espacio que actualmente ocupa la esponja seguirá siendo utilizado para este fin.
- 3.5.6. **Área de secado:** se encuentra continua al laboratorio y tiene un área de 120 metros cuadrados.
- 3.5.7. **Bodega de moldes:** consta de 65 cuadrados de área y esta destinada al almacenamiento de moldes.
- 3.6. **Diagrama de flujo del proceso:** el diagrama de flujo del proceso se muestra en la Figura 6, se observa que debido a la distribución de planta mostrada en la Figura 9, existe un total de 308 metros de transportes, lo que refleja efectivamente un costo oculto hasta ahora. Para propósitos prácticos de planificación, se estimó un tiempo de diez segundos por metro recorrido. El tiempo requerido para realizar este recorrido es de 51.33 minutos.

3.7. **Diagrama de recorrido:** la Figura 7, muestra de manera gráfica la secuencia de actividades, incluyendo transportes, del proceso, mostrados sobre el plano de la planta de producción de esponja.

3.8. **Programa de trabajo:** la empresa no cuenta con un sistema de información integrado que permita administrar el inventario de manera más eficiente. En la bodega de materia prima realizan inventarios semanales y basados en esta información emite un pedido, a través del Supervisor de materia prima, en forma de requisición hacia el Departamento de Compras e Importaciones; este departamento, negocia un precio con los proveedores, basado en volumen por un tiempo determinado. En el caso de la esponja se tiene un tiempo de entrega de tres días pero a menudo puede incrementarse a cinco, si tomamos en cuenta las entregas parciales. La política de inventario es la siguiente: el nivel de inventario mínimo esta fijado en diez días inventario y el pedido es generalmente cinco días inventario. Esto significa que cuando la empresa tiene en su bodega diez días inventario, hace un pedido de cinco días inventario.

La Tabla XIX presenta un resumen que relaciona la capacidad de la planta con la demanda tiempo (tiempo disponible/ tiempo necesario). Para el laboratorio, de los tres métodos de producción analizados, el único que excede el tiempo requerido para producción de bloques es el propuesto con el diagrama de la Figura 5, ( 131 % ), sin embargo, vale la pena compararlo con el diagrama de la Figura 4, ( 93% ) con respecto a costo de mano de obra y capacidad de almacenamiento en bodega. La capacidad de las máquinas cortadoras vertical y horizontal excede en ambos casos el requerimiento de tiempo por amplio margen (342 % y 326% respectivamente). En cuanto al pegado, el porcentaje de 27% sugiere la contratación de al menos tres operarios. Los lomos fondos y laterales no aparecen tabulados en la Tabla XIX, sin embargo de la Tabla X tenemos que necesitamos 225,850 piezas cortadas en 245 días disponibles, el ritmo diario de

producción debe ser de 922 piezas cortadas por día, el ritmo actual esta estimado en 2,040 piezas por día, con esto se confirma que la empresa solo necesita un operario para efectuar esta operación. La Tabla XX muestra la programación de días requeridos por mes en los diferentes procesos. La Tabla XXI presenta el programa de producción para el laboratorio tomando como base la alternativa del diagrama de la Figura 4, este diagrama propone un ritmo de producción de cinco bloques diarios. Se propone en esta tabla mantener un ritmo de producción constante. En el caso de ser insuficiente el tiempo, planear producir en tiempo extraordinario, para esto tenemos dos alternativas: incrementar la producción en uno y dos bloques de esponja al día.

En los meses de menor demanda se acumulara inventario hasta un máximo de 40 bloques, que es la capacidad máxima de la bodega. Observamos en la sección de Programa con ritmo constante de la Tabla XXI que para el mes de abril tenemos 72.7 bloques acumulados, excediendo la capacidad actual de la bodega. Para este mes se propone una disminución del ritmo diario a 3.5 bloques, igual sucede en los meses de septiembre y octubre en los que hay que disminuir el ritmo y consumir el inventario de la bodega. Durante el mes de mayo la demanda incrementa haciendo necesario incrementar el ritmo de producción en un bloque en al menos 19 días. En julio se debe incrementar a ocho bloques el ritmo de producción durante los 22 días del mes, para esto es necesario contratar un operario temporal y trabajar bajo el esquema del diagrama de la Figura 5. El mes de diciembre el ritmo necesario es de nueve bloques por día, por lo que se debe trabajar bajo el esquema del diagrama de la Figura 5, igual que en julio. La Tabla XXII muestra el programa de trabajo tomando como base el diagrama de la Figura 5, con un ritmo de producción de siete bloques por día. Podemos observar que los meses de mayo, julio y diciembre son los únicos que necesitan trabajar a un ritmo mayor de cinco bloques, incluso en diciembre hay necesidad de incrementar en dos bloques el ritmo de trabajo diario.

Para ambos programas, si asignamos un valor A al salario mensual del Técnico de laboratorio y B al salario mensual de los operarios y estimamos en función de estas el costo del tiempo extraordinario, podemos comparar en términos de costo ambos programas de trabajo.

Al final de las Tablas XXI y XXII tenemos la ecuación de costo de mano de obra de cada método (sin incluir el pasivo laboral). Observamos que el costo del Jefe del laboratorio es el mismo en ambos casos,  $12.21 A$ . La evaluación se reduce entonces a comparar el costo de la mano de obra de los operarios, donde vemos que el método propuesto por el diagrama de la figura 4, es más factible por ser su costo menor que el del método del diagrama de la Figura 5,  $14.45 B < 25.91 B$ . Teniendo esto en cuenta optamos por recomendar el uso del programa de trabajo de la Tabla XXI, ya que cumple con el volumen de producción a un menor costo que otros métodos sin exceder la capacidad de la bodega.

De la Tabla XXIII podemos observar que la suma de tiempo requerido por las máquinas cortadoras suma 60 % del tiempo disponible, significa que podemos utilizar el mismo recurso humano para ambas actividades y aun así tener un 40% del tiempo ocioso. El mes de diciembre es el único que presenta necesidad de tiempo extraordinario (4.75 días), lo cual representa 2.5 horas extra por cada día de producción.

La Tabla XXIV presenta el análisis del área de Pegado, en la cual un operario tienen una capacidad del 27 % sobre el total de tiempo requerido para cumplir con la producción. En el análisis primario se asignan cuatro operarios por mes para realizar dicha operación, el tiempo extraordinario es de 1073 horas en el año. En el análisis secundario se asignan tres operarios fijos y para los meses de febrero, mayo, julio y diciembre se programa contratar operarios temporales, esto reduce el total de operarios fijos y el total de tiempo extraordinario anual.

La tabla presenta un costo estimado de la mano de obra de esta operación en función del salario mensual del operario y este es un tiempo requerido del  $47.77 A$ ; siendo  $A$  el salario mensual de cada operario y no tomando en cuenta el pasivo laboral.

Finalmente la Tabla XXV muestra que el área de corte de Lomos, fondos y laterales no presenta complicación alguna al asignar 1 operario, teniendo este 55% del tiempo disponible para apoyar cualquier otra actividad.

## 4. REQUERIMIENTO DE RECURSOS

4.1. **Recurso humano:** El recurso humano es el más importante en una empresa, el éxito del proyecto depende del buen desempeño de las personas. Es responsabilidad de la empresa establecer las condiciones, deberes y obligaciones, para cada puesto de trabajo en el proceso. Debe ser un objetivo de la organización lograr que todo su recurso humano se comprometa a cumplir a cabalidad con los objetivos que persigue la empresa, entendiendo que los objetivos tanto a corto, mediano y largo plazo deben ser: entendibles, medibles y alcanzables.

4.1.1. **Organigrama de la empresa propuesto:** El diagrama de la Figura 1, presenta el organigrama actual de la empresa. La estrategia de competitividad que esta implementando la empresa requiere, además de la contratación de personal para la planta productora de esponja, de algunos cambios en la organización. En primer lugar la calidad de los productos, actualmente responsabilidad directa del Supervisor de calidad, pasa a ser responsabilidad de la alta gerencia de la empresa quien por medio de la creación de un comité gestionara todo lo relacionado con la calidad de los productos. En el Área de Operaciones el Puesto de Jefe de producción se sustituye por el de Gerente de producción, con nivel jerárquico tres, Gerente tres; el sub-departamento de fábrica se sustituye por dos sub-departamentos, el sub-departamento de fábrica de camas y sub-departamento de fábrica de esponja. Ambos sub-departamentos tendrán como responsable un Jefe con nivel jerárquico cinco, Jefe dos. El puesto de Supervisor de calidad desaparece.

El puesto de Operario para corte de lomos, fondos y laterales actualmente subordinado del Jefe de producción pasará a formar parte del sub-departamento de fabrica de esponja y será subordinado del Operador de máquina cortadora. Para la planta de producción de esponja es necesario crear los siguientes seis puestos de trabajo con su respectiva cantidad de personas para ocupar los puestos:

Jefe de fábrica de esponja: una persona.

Técnico de laboratorio: una persona.

Asistente de laboratorio: una persona con plaza fija y una persona con plaza temporal para los meses de julio y diciembre.

Operador de máquina cortadora: debido a que la operación ocho, cuadrar bloque; la inspección tres, revisar bloque de esponja cuadrado y la operación combinada seis, laminar bloque de esponja y clasificar laminas; las realizarán el mismo grupo de personas, según la programación presentada en el capítulo anterior, solo necesitamos una persona para cubrir esta plaza.

Ayudante de corte: una persona para asistir al Operador de máquina cortadora y una persona para cortar laterales, lomos y fondos.

Operario de pegado: tres personas con plaza fija, una persona temporal para el mes de febrero, dos personas temporales para el mes de mayo, tres personas temporales para el mes de julio y 4 personas temporales para el mes de diciembre.

El total de requerimientos de mano de obra son nueve personas con plaza fija, doce empleados temporales para los meses de más demanda y un total de 465 horas en tiempo extraordinario. Estos resultados se muestran en la Tabla XXVI.

El organigrama propuesto para el área de operaciones se muestra en la Figura 8.

4.1.2. **Descripción de puestos:** en las Tablas del XXX al XXXV, se presentan las descripciones de puestos para cada puesto de la planta productora de esponja.

4.1.3. **Evaluación de puestos:** para evaluar los puestos de trabajo, utilizamos el método de comparación de factores. Un factor es una característica común entre los diferentes puestos de trabajo. Cada factor debe ser ponderado de acuerdo a su importancia con respecto a los otros; además debe ser dividido en grados, que clasificara el nivel que cada puesto requiere de este factor en particular. Para nuestro caso en particular se clasificaron los factores en cuatro grupos: habilidad, esfuerzo, responsabilidad y condiciones de trabajo. En el caso de la habilidad tenemos dos factores: educación y experiencia. Para el esfuerzo tenemos los factores de exigencia mental, exigencia visual y exigencia física. Para la responsabilidad los factores a tomar en cuenta son: responsabilidad por el trabajo de otros, responsabilidad por maquinaria y equipo y por último responsabilidad por materia prima. Para las condiciones de trabajo, el factor a tomar en cuenta es el riesgo.

Los nueve factores se ponderan de tal manera que la suma total de la ponderación individual sume 100. De estos factores, la educación y la responsabilidad por el trabajo de otros, son los factores de mayor importancia por lo tanto los ponderamos con 20 puntos cada uno. Seguidamente la experiencia, la exigencia mental, la responsabilidad por la maquinaria y equipo, la responsabilidad por la materia prima y el riesgo, se ponderan con diez puntos cada uno. Finalmente, la exigencia visual y la exigencia física, se ponderan con cinco puntos cada una. En la Tabla XXXVI podemos observar la división en grados de cada factor. De la Tabla XXXVII a la XLII se muestran las evaluaciones de puesto para cada

uno de los puestos de trabajo requeridos en la nueva planta. En la Tabla XLIII se tabulan los puestos de trabajo y la puntuación obtenida del análisis de los factores.

Se clasifican las categorías jerárquicas en rangos de puntuación, empezando por las categorías de operarios uno y dos que tienen una puntuación menor a 50 puntos, luego cada categoría queda situada en rangos de cinco puntos. Se observa que esta clasificación es congruente con la puntuación obtenida del análisis de puestos, ya que los puestos coinciden en puntuación con la categoría jerárquica asignada. Se asignaron rangos de salarios mensuales según las categorías, partiendo por los operarios que tienen un rango desde Q1,500.00 hasta Q 3,000.00 Finalmente, se comparan los rangos asignados con los sueldos del mercado guatemalteco obtenidos de una empresa consultora. A los empleados de nuevo ingreso se les pagara el mínimo del rango asignado a su puesto, y si existe algún traslado de personal se revisara según la Tabla XLIII.

4.2. **Maquinaria y equipo:** La Tabla XXVII presenta el equipo de protección personal que como mínimo debe tener cada persona para desempeñar las diferentes actividades en la planta productora de esponja. La Tabla XXVIII 28 muestra la maquinaria y equipo que necesita el proceso, en dicha tabla, se muestran las especificaciones mínimas requeridas. Es importante mencionar que cada fabricante que cada proveedor de maquinaria, además de cumplir con los requisitos mínimos de operación del equipo debe ser evaluado en cuanto a servicio y asistencia técnica, plan de capacitación al personal de la empresa en cuanto a operación y mantenimiento, disponibilidad de repuestos y presentar evidencia de clientes satisfechos.

## 5. GESTIÓN DE LA CALIDAD

La gestión de la calidad pretende obtener productos que satisfagan las necesidades del cliente. Mediante un enfoque de sistema, la gestión de la calidad determina los procesos que agregan valor al producto, mide la eficiencia y eficacia de los procesos para mejorarlos continuamente. La dirección de la empresa debe jugar un papel de liderazgo en cuanto a la gestión de la calidad, propiciando un clima de compromiso y participación a todo nivel de la organización. Es precisamente la dirección de la empresa la que establece, promueve y mantiene la política y objetivos de la calidad, que son el marco de referencia sobre los resultados que la empresa quiere alcanzar. Además la dirección de la empresa es la que asigna recursos, evalúa alternativas y toma decisiones a este respecto.

5.1. **Identificación y secuencia de los procesos:** la obtención de productos resultantes de una serie de actividades, mediante la inversión de recursos, se le llama proceso; el resultado de un proceso a menudo constituye la entrada de otro. Cuando se identifican estos procesos y se gestiona la relación entre ellos decimos que tenemos un enfoque basado en procesos. El proceso de fabricación de esponja podemos dividirlo en cuatro procesos, en los cuales se basara la medición de resultados. Estos procesos son:

- 5.1.1. La fabricación de bloques de esponja en el laboratorio.
- 5.1.2. El cuadrado de bloques de esponja.
- 5.1.3. El laminado de bloques de esponja.
- 5.1.4. El pegado de láminas para rollos de esponja.

5.2. **Objetivo de los procesos enfocados al cliente:** el cliente es el que al final determina la aceptación de un producto, la empresa por lo tanto debe estar atenta a cumplir siempre con las necesidades, frecuentemente cambiantes, del cliente. Las necesidades del cliente se expresan por características o especificaciones del producto. Por ejemplo, uno de los principales problemas identificados en la empresa, relacionados con la calidad de la esponja, son las dimensiones de los productos, que causan inconvenientes en otros procesos de la fabricación de camas, como es el caso del proceso de enguatado. De acuerdo a lo anterior la empresa debe garantizar el cumplimiento de ciertas características de la esponja a producir.

5.2.1. **Densidad:** se establece mediante la inspección dos del diagrama de operaciones para el 100% de los bloques producidos. Esta debe estar expresada en Kg. / m<sup>3</sup>. La densidad se determina pesando una muestra del bloque de esponja, midiendo sus dimensiones y calculando su volumen, la relación entre peso y volumen es la densidad.

5.2.2. **Dureza:** se establece mediante la inspección dos del diagrama de operaciones para el 100% de los bloques producidos. Se medirán dos factores: factor de doblamiento (medida de rigidez) e histéresis (altura de recuperación luego de aplicarse una carga que la comprimió 25 % en altura).

5.2.3. **Porosidad:** se establece mediante la inspección dos del diagrama de operaciones para el 100% de los bloques producidos. Se evaluará comparativa y visualmente contra un patrón estándar establecido de área 144 pulgadas cuadradas, la prueba será satisfactoria si existen menos de 30 celdillas de esponja que sobrepasen los dos milímetros en la muestra.

5.2.4. **Resistencia tensora:** se establece mediante la inspección dos del diagrama de operaciones para el 100% de los bloques producidos. Expresada en Kg. / m<sup>2</sup> es la medida de peso en la cual se rompe un pieza de esponja con un área determinada.

5.2.5. **Elongación:** se establece mediante la inspección dos del diagrama de operaciones para el 100% de los bloques producidos. Es el porcentaje máximo de estiramiento antes de la ruptura, comparada con la longitud inicial.

5.2.6. **Dimensión del área de planchas:** según los tamaños establecidos, la manera de mantenerla bajo control será mediante la inspección tres del diagrama de operaciones, inspeccionando directamente las dimensiones del bloque ya cuadrado. El nivel de calidad estará determinado por el índice Variación en la dimensión del largo ( VDL ) y el índice Variación de la dimensión del ancho ( VDA ), el valor máximo aceptado será +/-2%. La muestra inspeccionada será el 100% de los bloques.

5.2.7. **Dimensión del ancho de los rollos de esponja:** de igual manera que el inciso anterior se controlara el VDA únicamente.

5.2.8. **Grosor de las planchas:** según los grosores establecidos. En la actividad combinada seis se establece la calibración de la máquina cortadora vertical y se toma una muestra según la norma militar. Para este propósito se establece un nivel de calidad deseable del 2% y un nivel de muestreo normal (nivel II). La información del tamaño de la muestra y los números de aceptación y rechazo se presentan en la Tabla XXIX, si el número de planchas que no cumplen con el patrón de comparación para grosor, es

igual o mayor al número de rechazo entonces se procede a calibrar de nuevo la máquina. En caso contrario al final de la operación se anota el número de planchas obtenidas y se compara contra la cantidad esperada en forma porcentual, la cual no debe exceder el 2%. El nivel de la calidad estará determinado por el índice Variación en la dimensión del grosor (VDG).

5.3. **Medición de los procesos:** todo proceso debe ser medido periódicamente, para determinar si ha sido capaz de cumplir con las metas de producción, eficiencia y calidad. La evidencia objetiva registrada de estas mediciones nos permite tener información valiosa para la repetibilidad y la trazabilidad de los productos así como para la toma de decisiones.

5.3.1. **Índices de producción:** los índices de producción miden la eficacia de los procesos, y los comparan con las metas establecidas. En el proceso de fabricación de esponja se utilizaran los siguientes:

5.3.1.1. **Volumen de producción:** cantidad de metros cúbicos de producto terminado entregado a bodega por mes.

5.3.1.2. **Consumo de materia prima:** reporte mensual de bodega de materia prima sobre los consumos de cada materia prima expresada en kilogramos.

5.3.1.3. **Consumo de suministros:** reporte mensual de la bodega de suministros sobre los consumos de cada materia prima indirecta, repuesto u otro articulo de inventario, expresado en sus respectivas unidades de medida.

- 5.3.1.4. **Tiempo extraordinario:** cantidad mensual de tiempo extraordinario clasificada por persona y por proceso, expresado en horas.
- 5.3.1.5. **Asistencia:** cantidad mensual de personas presentes por jornada de trabajo.
- 5.3.1.6. **Boletos para alimentos:** cantidad mensual de tiempos de comida otorgados a los trabajadores cuando se requiere mano de obra que no fue planificada previamente, expresada en boletos.
- 5.3.1.7. **Total bloques producidos:** cantidad de bloques producidos por el laboratorio diariamente.
- 5.3.1.8. **Eficiencia en bloques producidos:** porcentaje de cumplimiento de la meta en producción de bloques en el laboratorio.
- 5.3.1.9. **Total bloques cuadrados:** cantidad de bloques cuadrados diariamente.
- 5.3.1.10. **Eficiencia de bloques cuadrados:** porcentaje de cumplimiento de la meta de producción en el cuadrado de bloques.
- 5.3.1.11. **Eficiencia para laminado:** porcentaje de cumplimiento de la meta de producción de pulgadas para laminado.
- 5.3.1.12. **Eficacia mano de obra cuadrado:** porcentaje de tiempo asignado en relación al utilizado.

- 5.3.1.13. **Total bloques laminados:** cantidad de bloques laminados diariamente.
- 5.3.1.14. **Total de uniones:** cantidad total de uniones hechas diariamente.
- 5.3.1.15. **Eficacia de pegado:** porcentaje de cumplimiento en uniones con respecto a la meta diaria.
- 5.3.1.16. **Eficacia de mano de obra en pegado:** porcentaje de tiempo asignado en relación al utilizado.
- 5.3.1.17. **Metros de rollos producidos:** cantidad de metros pegados totalizado por proceso y por operario.
- 5.3.1.18. **Total piezas de lomo, fondos y laterales (LFL):** cantidad de piezas de lomo, fondo y laterales cortadas por día.
- 5.3.1.19. **Eficiencia de corte de lomo, fondo y laterales (LFL):** porcentaje de cumplimiento en uniones con respecto a la meta diaria.
- 5.3.1.20. **Eficiencia de mano de obra en corte de lomos, fondos y laterales (LFL):** porcentaje de tiempo asignado en relación al utilizado.
- 5.3.2. **Índices de productividad:** los índices de productividad miden la productividad de los procesos, que es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. A continuación los que se implementarán en el proceso de fabricación de esponja:

- 5.3.2.1. **Productividad de la materia prima:** la cantidad de producción mensual de metros cúbicos en relación a la materia prima consumida mensual. Expresada en metro cúbico / kilogramo de cada materia prima.
- 5.3.2.2. **Productividad de suministros:** la cantidad de producción mensual de metros cúbicos en relación a la cantidad monetaria consumida en suministros al mes. Expresada en quetzales / kilogramo.
- 5.3.2.3. **Productividad de mano de obra del laboratorio:** la suma del tiempo ordinario y extraordinario de mano de obra del laboratorio en relación con la cantidad de bloques producidos. Expresada en bloque / hora.
- 5.3.2.4. **Productividad de mano de obra por bloque cuadrado:** la suma del tiempo ordinario y extraordinario de mano de obra de la operación ocho y la inspección tres en relación con la cantidad de bloques cuadrados. Expresada en pulgadas / hora.
- 5.3.2.5. **Productividad mano de obra por bloque laminado:** la suma del tiempo ordinario y extraordinario de mano de obra de la operación combinada seis en relación con la cantidad de bloques laminados. Expresada en laminas / hora.
- 5.3.2.6. **Mano de obra por metro pegado:** la suma del tiempo ordinario y extraordinario de mano de obra de las operaciones diez y once y la operación combinada siete en relación con la cantidad de bloques pegados. Expresada en metros / hora.

5.3.2.7. **Mano de obra por pieza cortada de lomo, fondo y lateral:** la suma del tiempo ordinario y extraordinario de mano de obra de la operación nueve en relación con la cantidad de piezas cortadas. Expresada en piezas / hora.

5.3.2.8. **Costo de alimentación por metro cúbico producido:** multiplicación del costo de cada tiempo de comida otorgado a los operarios por su costo en relación con la cantidad de metros cúbicos producidos. Expresado en quetzales / metro cúbico.

5.3.3. **Defectos:** todo producto tiene expectativas o requisitos que cumplir, que son los presentados en el inciso 5.2. Cuando no se cumplen decimos que tenemos una no conformidad o un defecto. Algunos de los mas comunes en la fabricación de esponja son los siguientes:

5.3.3.1. **Celdilla grande:** grandes celdillas en la esponja debidas a un nivel incorrecto en la silicona.

5.3.3.2. **Esponja muerta:** esponja con poca resiliencia y celdilla cerrada debida a un alto nivel en el octato de estaño y silicona.

5.3.3.3. **Curado lento:** esponja pegajosa a pesar del tiempo de curado, es debido a un bajo nivel de octato de estaño o amina.

5.3.3.4. **Quemaduras:** decoloración y endurecimiento de los bordes del bloque de esponja ocasionado por un alto porcentaje de agua.

5.3.3.5. **Mal olor:** debido al catalizador de amina.

5.3.3.6. **Grietas en zigzag:** regularmente en las esquinas o a lo largo del bloque debido a un bajo nivel de octato de estaño o un exceso de TDI.

5.3.3.7. **Relajación:** cuando el bloque crece a su tamaño máximo y luego se contrae. Debido a niveles incorrectos en octato de estaño y siliconas.

5.3.3.8. **Encogimiento:** durante el tiempo de curado el bloque se contrae en exceso debido a niveles excesivos de agentes refrigerantes y TDI.

5.3.3.9. **Huecos:** agujeros distribuidos al azar debidos a la mala agitación en la operación combinada de mezcla.

5.3.3.10. **Brillo:** cuando la esponja brilla más de lo normal, debido a celdillas sin abrirse. Frecuentemente causada por un incorrecto nivel de amina.

5.4. **Formatos para controles industriales:** la documentación de los resultados de las acciones tomadas, nos permite tener evidencia e información a fin de mejorar constantemente la satisfacción del cliente. Nos valemos de estos registros para evaluar las actividades periódicamente y poder tomar acciones oportunas. Por medio de la creación y utilización de estos formatos se pretende obtener los diferentes índices de producción y productividad. Los formatos para controles industriales, que se implementaran en la empresa, acumulan los resultados diarios y los presentan de manera mensual, permitiendo evaluar día con día el cumplimiento de la meta diaria y mensual. La dirección de la empresa es la responsable de determinar la manera de registrar la información, creando formatos entendibles tanto para las personas que los originan como para los destinatarios. El jefe de la fábrica de esponja es el responsable de mantener la

información actualizada por medio de estos formatos, explicando a las personas a su cargo, el objetivo de llenarlos verazmente con la información solicitada. Todo el personal de la empresa es responsable de presentar evidencia escrita de su trabajo.

**5.4.1. Control diario de entregas de productos de esponja a bodega de**

**materia prima:** registra día a día las entregas de cada producto de esponja a la bodega de materia prima, totalizando de manera acumulada el total de planchas y metros de rollos. Totaliza el volumen de esponja entregada a la bodega. Este formato tiene como respaldos las boletas de entrega que bodega de materia prima emite a la fábrica de esponja, las cuales se totalizan diariamente y se registra por producto en este formato. Es responsable de registrar en él, el personal de la fábrica de esponja. Ver Figura 15.

**5.4.2. Consumo diario de materia prima:** registra día a día las entregas de

materia prima a la fábrica de esponja, totalizando de manera acumulada el total en kilogramos de cada materia prima. Su objetivo es calcular el consumo mensual de cada materia prima y la productividad de la materia prima. Este formato tiene como respaldos las boletas de entrega firmadas por el personal de la fábrica de esponja a la bodega de materia prima. Este formato necesita la información del Formato No.1 respecto al volumen de esponja entregada a la bodega de materia prima. Es responsable de registrar en él, el personal de la bodega de materia prima. Ver Figura 16.

**5.4.3. Consumo diario de suministros:** registra día a día las entregas a la

fábrica de esponja de suministros, totalizando cada articulo en su respectiva unidad de medida y en unidad monetaria (quetzales). Su objetivo es registrar la productividad de los recursos consumidos en la fábrica de esponja en concepto de suministros.

Este formato tiene como respaldos las boletas de entrega firmadas por el personal de la fábrica de esponja a la bodega de materia prima. Este formato necesita la información del formato de la Figura 15, respecto al volumen de esponja entregada a la bodega de materia prima. Es responsable de registrar en él, el personal de la bodega de suministro. Ver Figura 17.

5.4.4. **Reporte diario de mano de obra:** registra la asistencia diaria, el tiempo extraordinario y los boletos para alimentación, totalizándolos de manera mensual, clasificados por persona y proceso. Es responsable registrar en él al personal de la fábrica de esponja. Tiene como respaldos los formatos de las Figuras 19, 20, 21, 22 y 23. Ver Figura 18.

5.4.5. **Aseguramiento de calidad por bloque:** se registran en él, las condiciones ambientales de formulación, la formulación, los resultados de la inspección dos, las causas de no aprobación de un bloque de esponja, los resultados de la inspección seis y los resultados de la actividad combinada seis. Su objetivo es darle trazabilidad al proceso de fabricación de esponja. Ver Figura 19.

5.4.6. **Reporte diario de producción y productividad del laboratorio:** por medio del registro de este formato se obtiene el total de bloques producidos, la eficacia en bloques producidos, y la productividad de mano de obra del laboratorio. Es responsabilidad del personal de la fábrica de esponja y se respalda en el formato de la Figura 19. Ver Figura 20.

5.4.7. **Reporte diario de producción y productividad del cuadrado de bloques de esponja:** la información registrada en este formato permite calcular el total de bloques cuadrados, la eficacia de bloques cuadrados, la eficacia para laminado y la eficiencia y eficacia de mano de obra en cuadrado. Es responsabilidad del personal de la fábrica de esponja y se respalda en el formato de la figura 19. Ver Figura 21.

5.4.8. **Reporte diario de producción y productividad del laminado de bloques de esponja:** registra la información para calcular el total de bloques laminados, eficacia en bloques laminados, eficacia de laminado, eficacia y eficiencia de mano de obra en el laminado de bloques de esponja. Es responsabilidad del personal de la fábrica de esponja y se respalda en el formato de la Figura 19. Ver Figura 22.

5.4.9. **Control diario de producción para corte de LFL y pegado de láminas:** este formato es de carácter individual para cada ayudante de corte de lomos, fondos y laterales y para los operarios de pegado y registra el trabajo hecho durante su jornada de trabajo. Ver Figura 23.

5.4.10. **Reporte diario de producción de productividad de pegado de laminas para rollos de esponja:** tiene como respaldo el formato de la Figura 23 y tiene como objetivo registrar el total de uniones, la eficacia de pegado, la eficacia y productividad de la mano de obra del proceso de pegado. Ver Figura 24.

**5.4.11. Reporte diario de producción y productividad de corte de LFL:**

registra la información para calcular el total de piezas cortadas, la eficacia en corte de lomos, fondos y laterales; la eficacia y eficiencia de la mano de obra del proceso de corte de lomos, fondos y laterales. Ver Figura 25.

**5.4.12. Reporte diario de tiempo perdido:** permite llevar control estadístico sobre la cantidad de tiempo perdido por jornada por operario y las causas que lo originan Ver Figura 26.

**5.5. Manejo de subproductos:** un subproducto es todo lo obtenido como residuo de un proceso industrial. El proceso de fabricación de esponja genera tres tipos de subproductos: El primero son los residuos generados por la actividad de espumación, la cual genera residuos sólidos adheridos en la máquina mezcladora y en los moldes. Esta clase de subproductos es en esencia esponja de poca resiliencia con celdilla cerrada. El manejo que se le da es remover con espátula, lavar las superficies con detergente y agua, para luego desechar los sólidos dentro de bolsas plásticas ya que no presentan peligro alguno, estos residuos no tienen ninguna utilidad ni valor comercial. Esta actividad la realiza el Asistente de laboratorio ( operaciones cuatro y seis del diagrama de operaciones del proceso, Figura 2) Se espera, según mediciones hechas un desperdicio comprendido entre 10 y 20 libras por bloque de esponja producido que representa entre el 5 y 10% del peso del bloque . El segundo tipo es el subproducto que resulta de la operación ocho del diagrama de operaciones del proceso, según las estimaciones presentadas en las Tablas X y XIII, la cantidad de lomos, fondos y laterales que se utilizaran para la fabricación de camas será solo del 25% de la producción total, por lo tanto el 75% restante debe ser comercializado, siendo el departamento de ventas el encargado de hacerlo. El tercer tipo de subproducto es aquel que no cumple con los requisitos y

especificaciones determinadas. En este caso el Jefe de la planta productora de esponja debe autorizar al Operario de la máquina cortadora a cortar el bloque según las dimensiones que se establezcan o debe autorizar la venta del producto que no cumpla con las dimensiones necesarias.

Además, es él quien debe autorizar la destrucción del producto que no se puede vender o utilizar. En este caso se seguirá la siguiente secuencia:

5.5.1. **En caso de no conformidad:** cuando no cumple con un requisito.

5.5.2. **Acción correctiva:** acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada. Se debe establecer la causa de la no conformidad para que no vuelva a suceder en el futuro.

5.5.3. **Permiso de desviación:** es la autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto. Aplica únicamente a las dimensiones; permitiendo, por ejemplo, el laminado de un grosor menor que el establecido originalmente.

5.5.4. **Corrección:** puede ser de dos tipos:

5.5.4.1. **Reproceso:** acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Aplica únicamente en el caso de no cumplir con las dimensiones y en el proceso de pegado de rollos.

5.5.4.2. **Reclasificación:** variación de la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con requisitos que difieren de los iniciales. Valido para dimensiones únicamente.

5.5.5. **Reparación:** acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su aceptación prevista. Únicamente aplica para el pegado de rollos de esponja.

5.5.6. **Desecho:** acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto. Para casos relacionados con no conformidades con las dimensiones se puede autorizar su venta. Todo producto que presente defectos no relacionados con las dimensiones será desechado en piezas pequeñas para evitar su uso.

5.6. **Mejora continua de procesos y productos:** la mejora continua debe ser un objetivo de la empresa. Por medio de la evidencia objetiva se pueden lograr mejores acciones que incrementen el valor de los productos y en consecuencia la satisfacción de los clientes. La manera de mejorar continuamente es el enfoque proactivo de llevar a cabo un proceso de cambio en la forma de hacer las cosas; partiendo del análisis y evaluación de la situación actual se pueden plantear objetivos, los cuales requieren de la búsqueda y evaluación de alternativas creativas para lograrlos; cada solución implementada debe evaluarse para medir el impacto de dichas soluciones. La dirección de la empresa deberá fomentar la participación del personal por medio de reuniones de grupo primario, en el cual el responsable de un grupo de trabajadores coordinará una reunión semanal, donde se tratarán asuntos de interés general, pero principalmente relacionados a mejoras en los métodos de trabajo. Además las Jefaturas y Gerencias deberán presentar periódicamente proyectos de mejoras en la productividad apoyados con incentivos a ideas innovadoras, tanto individuales como en grupo. El presente trabajo de tesis, pretende dar una solución a un proyecto de mejora en una empresa guatemalteca, y es como todo proyecto afecto a mejoras y a mejores formas de llevarlo a cabo.

Figura 1. Organigrama actual de la empresa

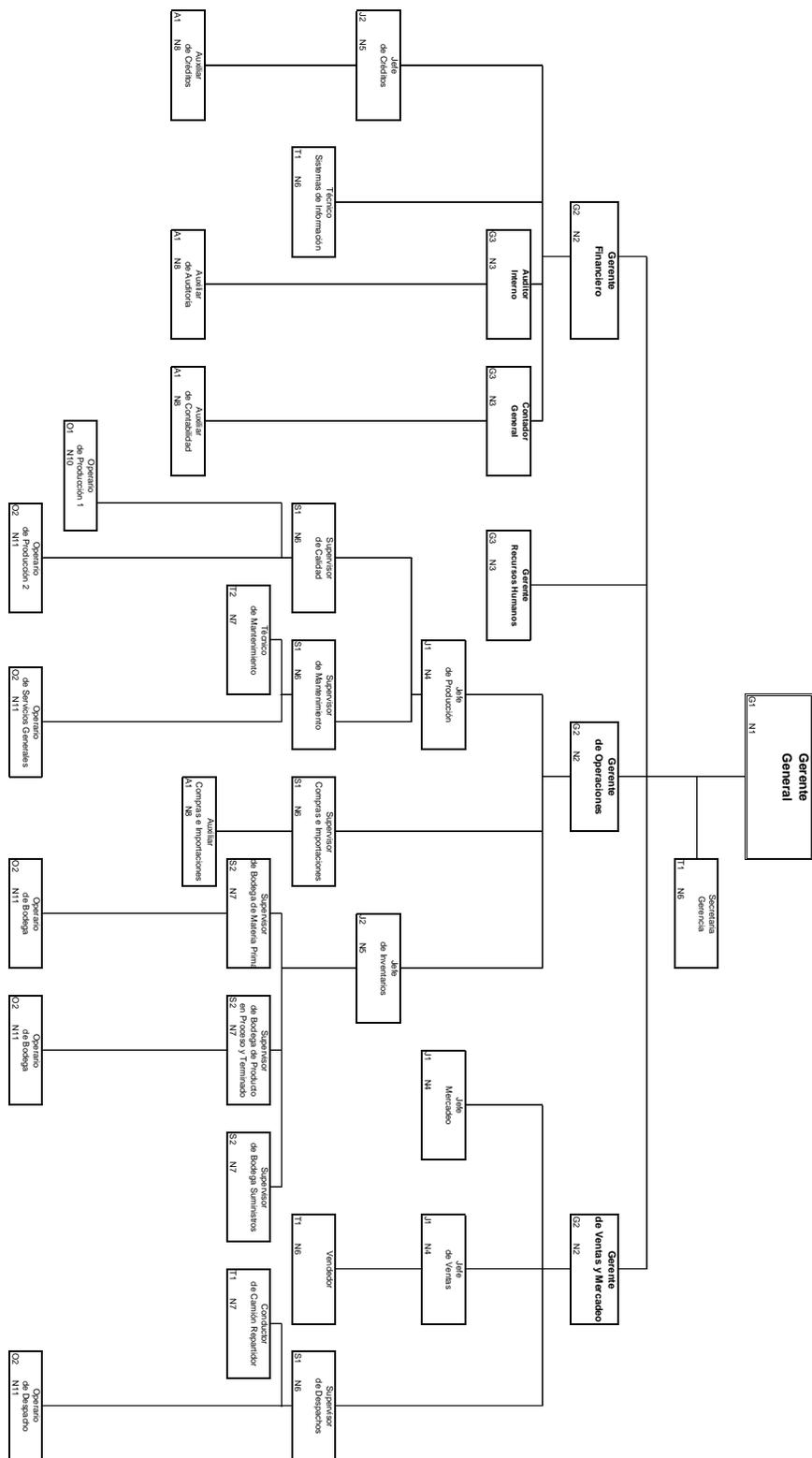
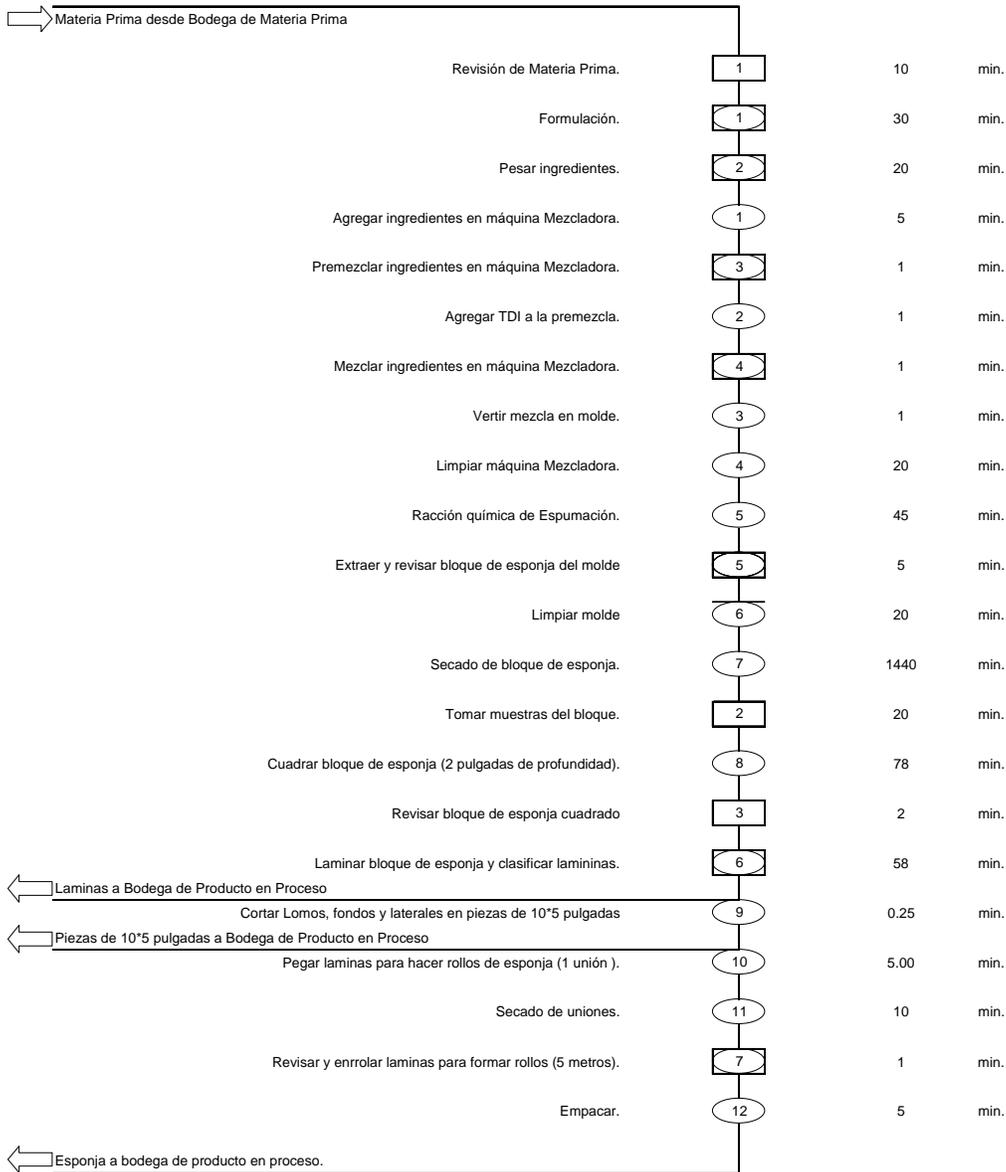


Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de operaciones del proceso			
<b>Asunto:</b>	Proceso general para fabricación de esponja flexible densidad 18 kilogramos/ metro <sup>3</sup>		
<b>No. Parte</b>	No aplica	<b>Cama modelo:</b>	No aplica
<b>Departamento</b>	Operaciones	<b>Gerencia</b>	Operaciones
		<b>Departamento</b>	Producción
<b>Analista:</b>	Carlos Alfredo López Morales		
<b>Número y Fecha de Revisión:</b>	Propuesta 1 de Enero 2,006		
<b>Aprobada por:</b>	Gerente de Operaciones	<b>Inicia</b>	Bodega de Materia Prima
		<b>Finaliza</b>	B-3 Producto en Proceso



Resumen	Actividades		Simbolo	Tiempo	
	12	Operación	○	1630.25	min
3	Inspección	□	32	min	
7	Combinada (operación-inspección)	◻	116	min	
Total	22	Actividades		1778.25	min.

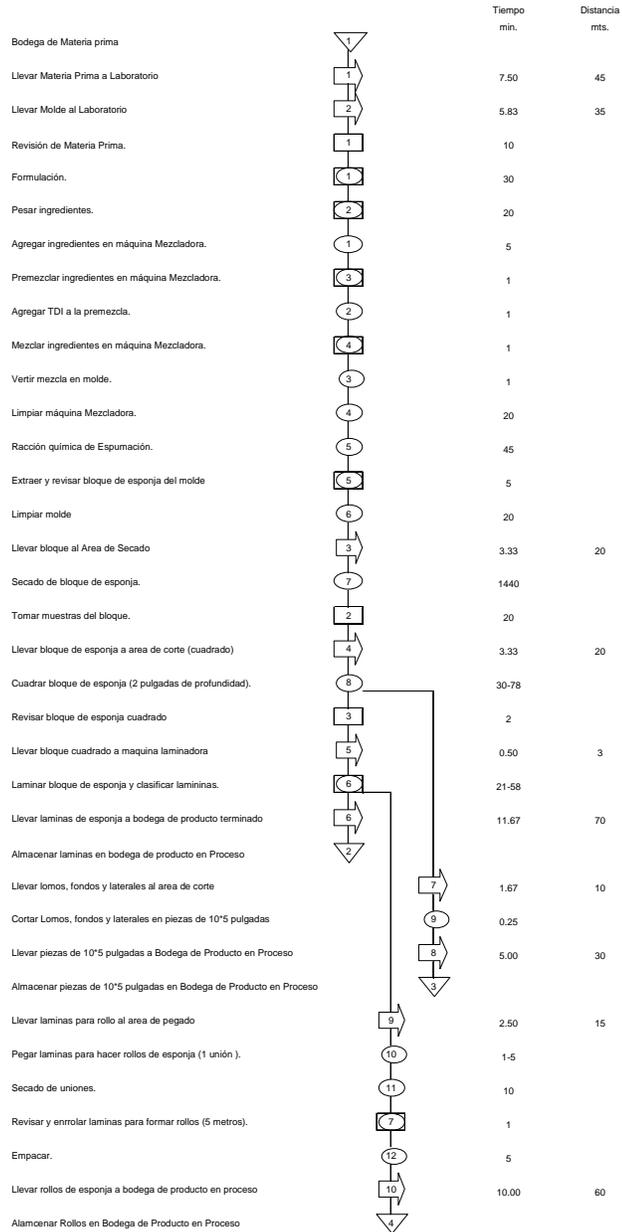






Figura 6. Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo del proceso			
Asunto:	Proceso general para fabricación de esponja flexible densidad 18 kilogramos/ metro <sup>3</sup>		
No. Parte:	No aplica	Camá modelo:	No aplica
Departamento:	Operaciones	Área:	Producción
		Sub-área:	Esponja
Elaborado por:	CALM Jefe de Producción	Inicia:	Bodega de Materia Prima
Número y Fecha de Revisión:	Propuesta1 de Enero 2,006	Finaliza:	B-3 Producto en Proceso
Aprobada por:	Gerente de Operaciones		



Tiempo min.      Distancia mts.

Actividad	Tiempo	Distancia
12 Operación	1630.25 min	mts
3 Inspección	32 min	mts
7 Operación-Inspección	116 min	mts
10 Transporte	51.33 min	308 mts
0 Demora	0 min	0 mts
4 Almacenaje	0 min	0 mts
<b>36 Actividades</b>	<b>1829.58 min</b>	<b>308 mts</b>

Figura 7. Diagrama de recorrido

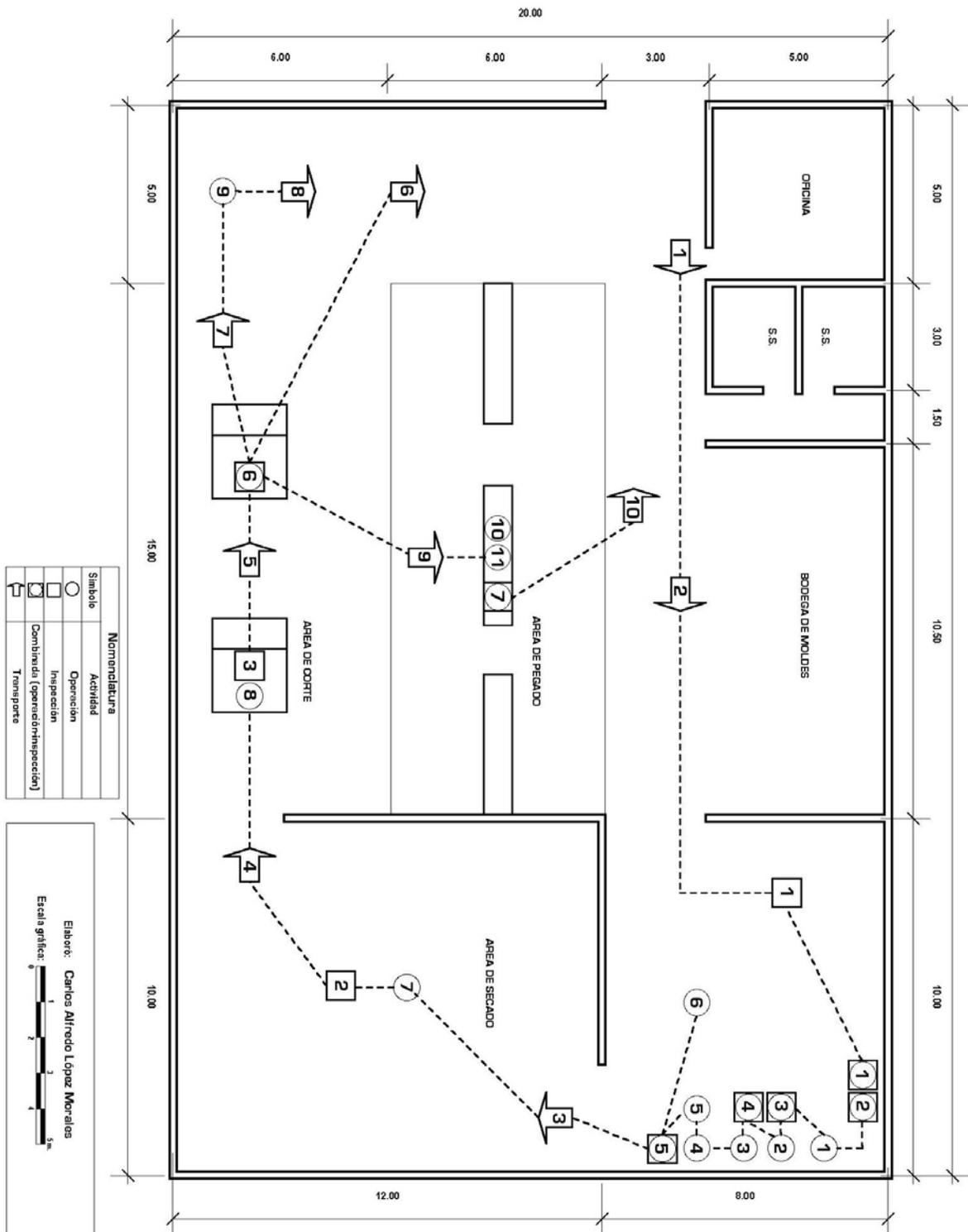


Figura 8. Organigrama propuesto de la empresa

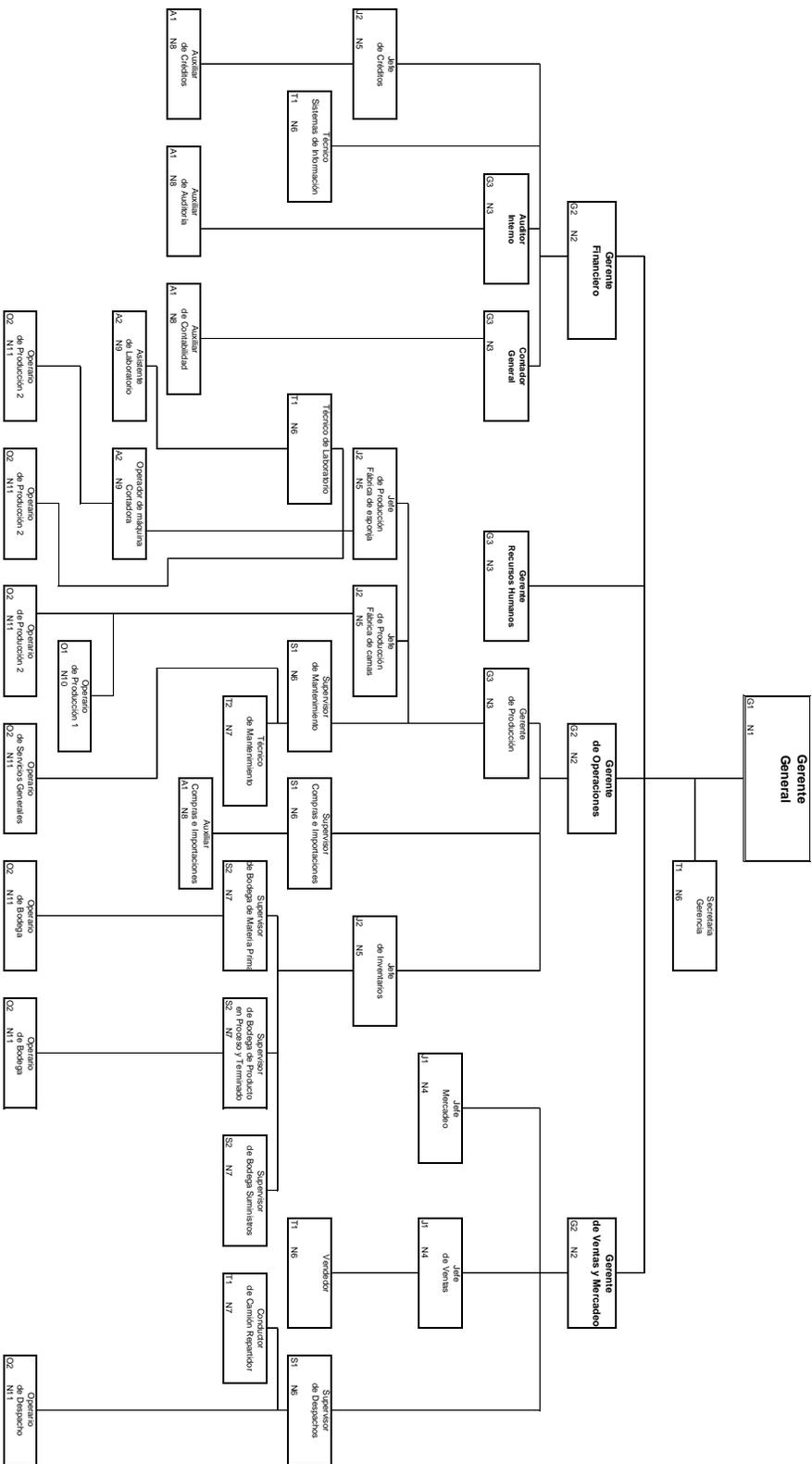
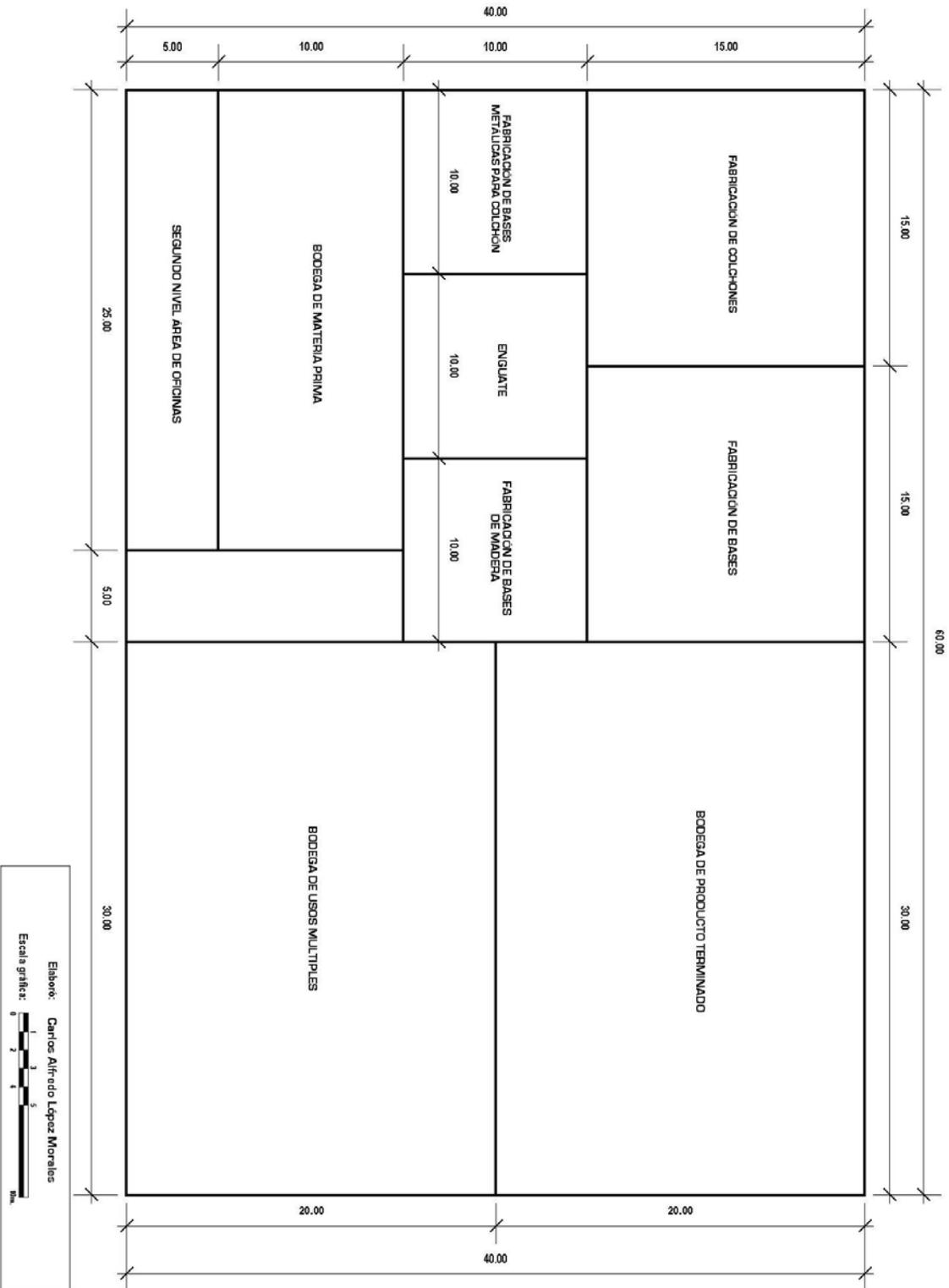


Figura 9. Distribución general de la empresa



Elaboró: Carlos Alfredo Lopez Morales  
Escala gráfica: 1:500

Figura 10. Distribución de áreas de trabajo en la planta productora de esponja

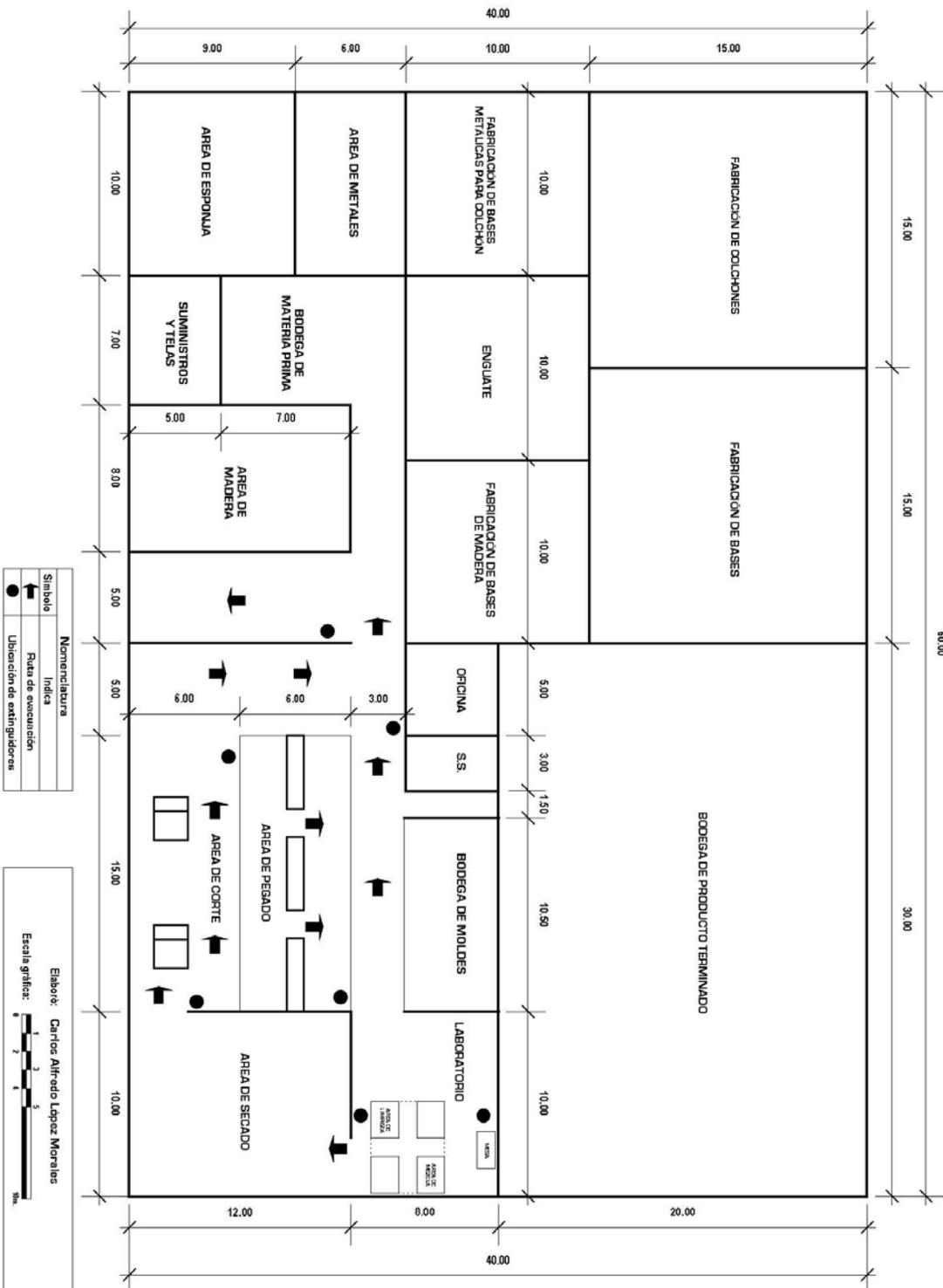


Figura 11. Análisis primario de demanda por mes

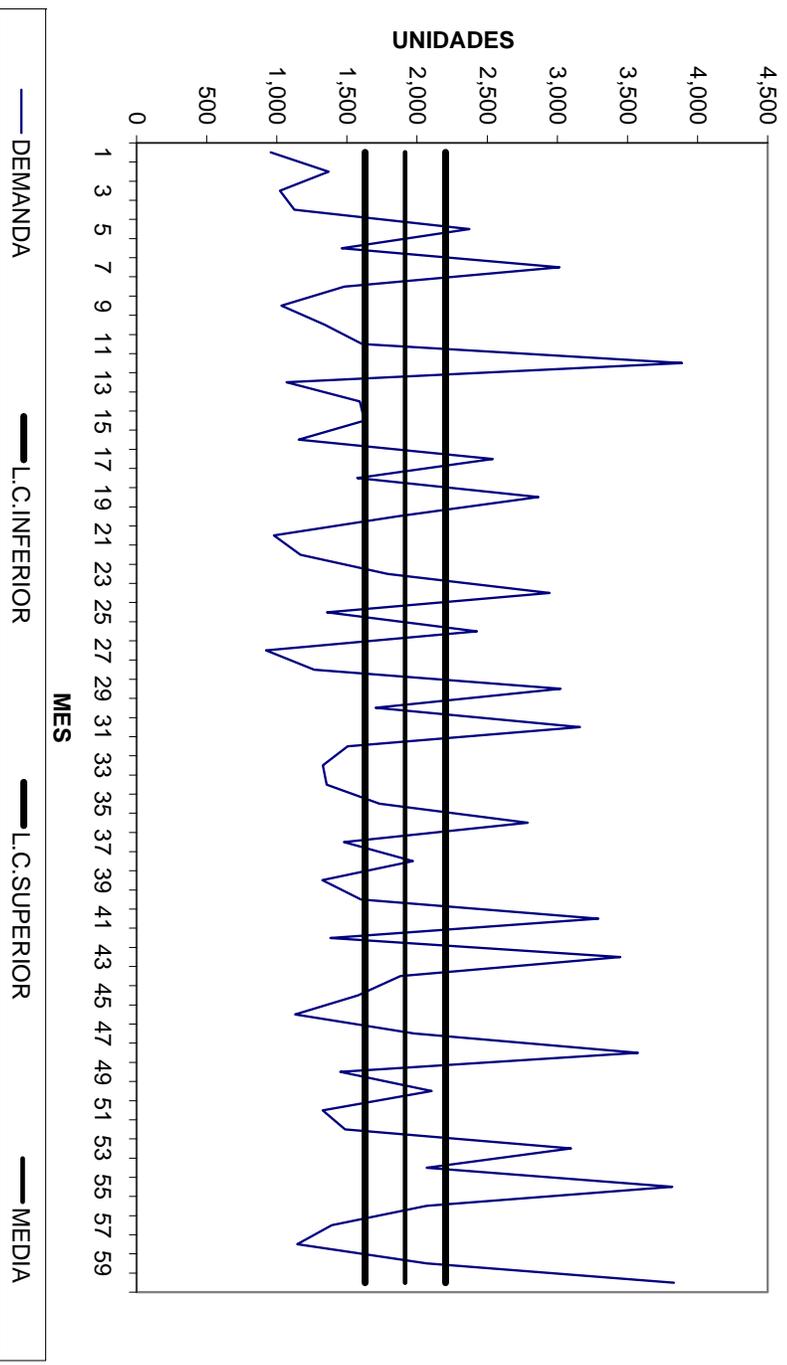


Figura 12. Análisis primario de demanda por año

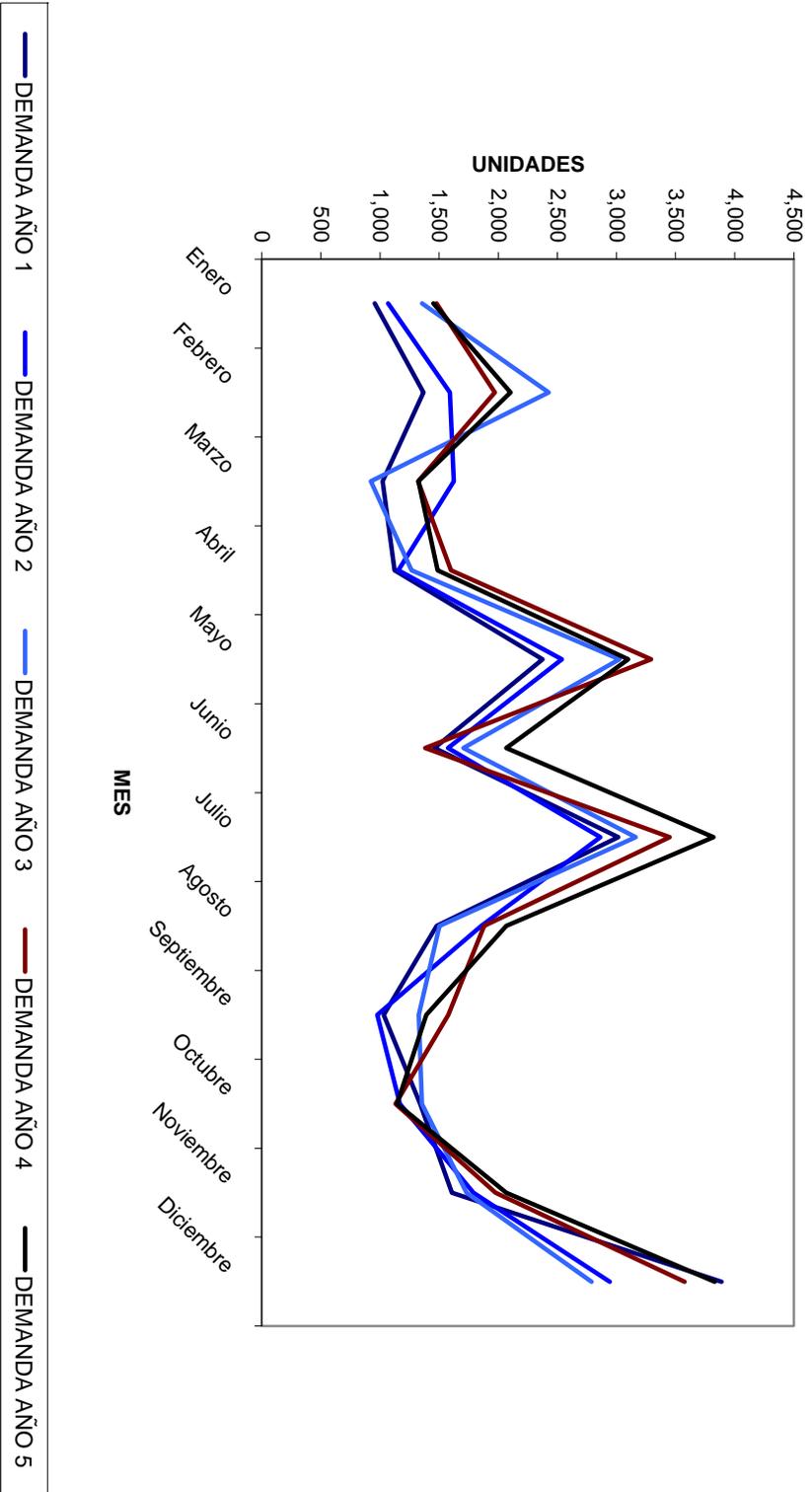


Figura 13. Máquina cortadora horizontal

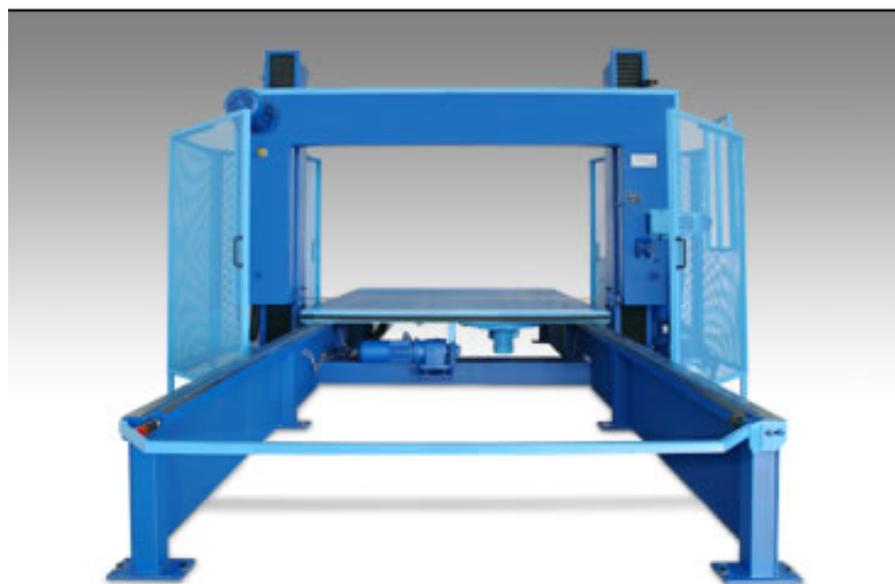


Figura 14. Máquina cortadora vertical



**Figura 15. Control diario de entregas a bodega de materia prima**

Producto	Volumen m <sup>3</sup>	Entregas diarias de producto terminado de fábrica de esponja a bodega de materia prima																															Total Entregado (unidad ó metro )	Volumen Entregado (metro <sup>3</sup> )			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Plancha 41"77"1/4"	0.0129																																		0	0.000	
Plancha 41"77"1/2"	0.0259																																			0	0.000
Plancha 51"77"1/4"	0.0161																																			0	0.000
Plancha 51"77"1/2"	0.0322																																			0	0.000
Plancha 57"77"1/4"	0.0180																																			0	0.000
Plancha 57"77"1/2"	0.0360																																			0	0.000
Plancha 60"80"1/2"	0.0393																																			0	0.000
Plancha 80"80"1/2"	0.0524																																			0	0.000
Rollo 9"1/4"	0.0015																																			0	0.000
Rollo 78"3/4"	0.0377																																			0	0.000
Rollo 82"3/4"	0.0397																																			0	0.000
																																				0	0.000

Figura 16. Consumo diario de materia prima

Materia Prima			Inventario		Despachos diarios de Bodega de Materia Prima, Fábrica de Esponja																															Total	Inventario	Consumo	Productividad		
Código	Descripción	unidad de medida	Inicial	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(kg.)	(kg.)	(kg.)	(m <sup>3</sup> /kg.)		
1																																						0		0	0.0000
2																																						0		0	0.0000
3																																						0		0	0.0000
4																																						0		0	0.0000
5																																						0		0	0.0000
6																																						0		0	0.0000
7																																						0		0	0.0000
8																																						0		0	0.0000
9																																						0		0	0.0000
10																																						0		0	0.0000

Figura 17. Consumo diario de suministros

Suministro				Inventario Inicial en planta	Despachos diarios de bodega de suministros a fábrica de esponja																															Total despachos (u.m.)	Inventario final en planta (u.m.)	Consumo mensual (u.m.)	Consumo mensual (Q)	Productividad suministros (m <sup>3</sup> /Q)			
Código	Descripción	Unidad de medida	Costo (Q)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
1	Suministro 1	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
2	Suministro 2	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
3	Suministro 3	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
4	Suministro 4	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
5	Suministro 5	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
6	Suministro 6	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
7	Suministro 7	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
8	Suministro 8	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
9	Suministro 9	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
10	Suministro 10	kg.																																				0		0	Q	-	0.0000
Total																																									Q	-	0.0000



Figura 19. Aseguramiento de calidad por bloque de esponja

Número de bloque \_\_\_\_\_  
 Fecha de producción \_\_\_\_\_

1 Condiciones ambientales			
1.1	Temperatura del ambiente	_____	°C
1.2	Humedad	_____	%
2 Formulación		En porcentaje	
2.1	Alcohol polifuncional	_____	%
2.2	Disocianato de tolueno	_____	%
2.3	Agente refrigerante	_____	%
2.4	Grasa de silicón	_____	%
2.5	Catalizador de estaño	_____	%
2.6	Catalizador amina	_____	%
2.7	Agua	_____	%
2.8	Otros	_____	%
3 Producto Terminado		Kg / m <sup>3</sup>	
3.1	Densidad	12	_____
3.2	Producto terminado	plancha 41" - 77" - 1/2	_____
3.3	Molde	2	3
3.4	Cortes por cuadrado	4	5
3.5	Grosor de laminado	1/4 rollo	1/2
3.6	Bloque para pegado	si	no
3.7	Otros	n/a	3/4
4 Inspección 2 ( pruebas )		Kg / m <sup>3</sup>	
4.1	Densidad	_____	_____
4.2	Dureza: factor de doblegamiento	_____	_____
4.3	Dureza: histéresis	_____	_____
4.4	Porosidad ( aceptado contra patrón estándar )	_____	si no
4.5	Resistencia tensora	_____	Nts. / m <sup>2</sup>
4.6	Elongación	_____	%
5 Defectos		si no observaciones	
5.1	Celdilla grande	_____	_____
5.2	España muerta	_____	_____
5.3	Curado lento	_____	_____
5.4	Quemaduras	_____	_____
5.5	Mal olor	_____	_____
5.6	Grietas en zigzag	_____	_____
5.7	Relajación	_____	_____
5.8	Encogimiento	_____	_____
5.9	Huecos	_____	_____
5.10	Brillo	_____	_____
5.11 Aprobación del bloque		_____	
Nombre		_____	
Firma		_____	
6 Inspección 6 ( revisión de bloque de esponja cuadrado )			
6.1	Fecha	_____	_____
6.2	Largo bloque sin cuadrar	_____	pulgadas
6.3	Ancho bloque sin cuadrar	_____	pulgadas
6.4	Alto bloque sin cuadrar	_____	pulgadas
6.5	Largo bloque cuadrado	_____	pulgadas
6.6	Ancho bloque cuadrado	_____	pulgadas
6.7	Alto bloque cuadrado	_____	pulgadas
6.8	Pulgadas para laminar	_____	60
6.9	Pulgadas esperadas para laminar	_____	240
6.10	Hora de inicio	_____	pulgadas
6.11	Hora final	_____	pulgadas
6.12	Tiempo total ( Operación 8 + Inspección 3 )	_____	horas
6.13 Aprobación del bloque		_____	
Nombre		_____	
Firma		_____	
7 Actividad combinada 6 ( laminar bloque y clasificar laminas )			
7.1	Fecha	_____	_____
7.2	Muestreo MIL según grosor de laminado	_____	_____
		Tamaño muestra	No. de aceptación
7.1.1	1/4 rollo	125	6
7.1.2	1/4 plancha	32	2
7.1.3	1/2	20	1
7.1.4	3/4	13	1
			No. de rechazo
7.3	Aceptados de la muestra	_____	7
7.4	Rechazados de la muestra	_____	3
7.5	Total de laminas	_____	2
7.6	Total laminas esperadas	_____	2
7.7	VDG	_____	%
7.8	Hora de inicio	_____	_____
7.9	Hora final	_____	_____
7.10	Tiempo total ( operación combinada 6 )	_____	horas
7.11	Aprobación del bloque	_____	_____
Nombre		_____	
Firma		_____	

Figura 20. Reporte diario de producción y productividad de laboratorio

Día	Bloques					Producción			Mano de obra							Productividad Mano de Obra (bloque/hora)							
	2	3		5	9	Reproceso	Rechazado	Total Bloques Producidos	Total Programado Diario (bloque)	Eficacia en Bloques Producidos	Técnico Laboratorio		Operario 1		Operario 2		Total Tiempo Extra (hora)	Total Tiempo (hora)					
		Molde									Ordinario	Extra.	Ordinario	Extra.	Ordinario				Extra.	Ordinario	Extra.		
1								0	0	0%								0	0	0	0	0,000	
2								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
3								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
4								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
5								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
6								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
7								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
8								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
9								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
10								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
11								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
12								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
13								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
14								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
15								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
16								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
17								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
18								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
19								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
20								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
21								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
22								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
23								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
24								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
25								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
26								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
27								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
28								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
29								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
30								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
31								0	0	0%									0	0	0	0	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,000</b>

Figura 21. Reporte diario de producción y productividad del cuadrado de bloques de esponja

Día	Producción						Mano de obra						Eficacia de mano de obra cuadrado	Productividad de mano de obra (pulgadas / hora)		
	Bloques clasificado por cortes por cuadrado			Total diario (bloque)	Total programado diario (bloque)	Eficacia bloques cuadrados	Pulgadas para laminar	Pulgadas esperadas para laminar	Eficacia para laminado	Operador de máquina					Total Tiempo extra (hora)	Total
	de 4 cortes	de 5 cortes	de 13 cortes							Reproceso	Rechazado	Tiempo ordinario (hora)				
1					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
2					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
3					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
4					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
5					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
6					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
7					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
8					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
9					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
10					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
11					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
12					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
13					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
14					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
15					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
16					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
17					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
18					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
19					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
20					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
21					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
22					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
23					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
24					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
25					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
26					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
27					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
28					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
29					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
30					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
31					0	0	0%			0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0%	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0%</b>	<b>0.000</b>

Figura 22. Reporte diario de producción y productividad del laminado de bloques de esponja

Dia	Producción					Mano de obra						Eficacia de mano de obra	Productividad de mano de obra (láminas / hora)			
	Bloques clasificado por grosor de laminado			Total bloques laminados	Eficacia bloques laminados	Total láminas	Total láminas esperadas	Eficacia de laminado	Operador de máquina cortadora		Ayudante de corte			Total Tiempo (hora)		
	1/4 rollo	1/4 plancha	1/2 3/4						Reproceso	Rechazado	Tiempo ordinario (hora)				Tiempo extra (hora)	Tiempo ordinario (hora)
1				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
2				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
3				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
4				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
5				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
6				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
7				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
8				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
9				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
10				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
11				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
12				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
13				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
14				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
15				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
16				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
17				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
18				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
19				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
20				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
21				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
22				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
23				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
24				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
25				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
26				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
27				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
28				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
29				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
30				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
31				0	0%	0	0	0%					0.00	0.00	0%	0.000
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0.00</b>	<b>0%</b>	<b>0.000</b>

Figura 23. Control diario de producción para corte de lomos, fondos, laterales y pegado de láminas

Nombre \_\_\_\_\_ Temporal

Número \_\_\_\_\_ Fijo

Fecha \_\_\_\_\_

Hora	Uniones			Piezas cortadas	Tiempo ( hora )	
	9 1/4 ( lámina )	78 3/4 ( lámina )	82 3/4 ( lámina )			
08:00 a.m.						
09:00 a.m.						
10:00 a.m.						
11:00 a.m.						
12:00 p.m.						
01:00 p.m.						
02:00 p.m.						
03:00 p.m.						
04:00 p.m.						
05:00 p.m.						
06:00 p.m.						
07:00 p.m.						
08:00 p.m.						
09:00 p.m.						
10:00 p.m.						
11:00 p.m.						
12:00 a.m.						
01:00 a.m.						
02:00 a.m.						
03:00 a.m.						
04:00 a.m.						
05:00 a.m.						
06:00 a.m.						
07:00 a.m.						
Total ( uniones o piezas cortadas)					Total tiempo ( TO+TE )	
Meta diaria ( uniones o piezas cortadas)						

Figura 24. Reporte diario de producción y productividad de pegado de láminas para rollos de esponja

Dia	Producción				Mano de obra							Eficacia mano de obra	Productividad mano de obra (metros/hora)										
	Rollo			Total uniones esperadas	1		2		3		4			5		6		7		Total Tiempo extra (hora)	Total Tiempo (hora)	%	
	9 1/4 (lamina)	78 3/4 (lamina)	82 3/4 (lamina)		ordinario (hora)	extra (hora)	ordinario (hora)	extra (hora)	ordinario (hora)	extra (hora)	ordinario (hora)			extra (hora)	ordinario (hora)	extra (hora)	ordinario (hora)	extra (hora)	ordinario (hora)				extra (hora)
1				0															0.00	0.00	0%	0.000	
2				0															0.00	0.00	0%	0.000	
3				0															0.00	0.00	0%	0.000	
4				0															0.00	0.00	0%	0.000	
5				0															0.00	0.00	0%	0.000	
6				0															0.00	0.00	0%	0.000	
7				0															0.00	0.00	0%	0.000	
8				0															0.00	0.00	0%	0.000	
9				0															0.00	0.00	0%	0.000	
10				0															0.00	0.00	0%	0.000	
11				0															0.00	0.00	0%	0.000	
12				0															0.00	0.00	0%	0.000	
13				0															0.00	0.00	0%	0.000	
14				0															0.00	0.00	0%	0.000	
15				0															0.00	0.00	0%	0.000	
16				0															0.00	0.00	0%	0.000	
17				0															0.00	0.00	0%	0.000	
18				0															0.00	0.00	0%	0.000	
19				0															0.00	0.00	0%	0.000	
20				0															0.00	0.00	0%	0.000	
21				0															0.00	0.00	0%	0.000	
22				0															0.00	0.00	0%	0.000	
23				0															0.00	0.00	0%	0.000	
24				0															0.00	0.00	0%	0.000	
25				0															0.00	0.00	0%	0.000	
26				0															0.00	0.00	0%	0.000	
27				0															0.00	0.00	0%	0.000	
28				0															0.00	0.00	0%	0.000	
29				0															0.00	0.00	0%	0.000	
30				0															0.00	0.00	0%	0.000	
31				0															0.00	0.00	0%	0.000	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>											<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0%</b>	<b>0.000</b>	

Figura 25. Reporte diario de producción y productividad de corte de lomos, fondos y laterales

Día	Producción			Mano de obra			Eficacia mano de obra	Productividad mano de obra ( pieza / hora )
	Total piezas cortadas LFL	Piezas cortadas esperadas LFL	Eficacia en corte de LFL	Operario		Total Tiempo ( hora )		
				Tiempo ordinario ( hora )	Tiempo extra ( hora )			
1			0%			0.00	0%	0.000
2			0%			0.00	0%	0.000
3			0%			0.00	0%	0.000
4			0%			0.00	0%	0.000
5			0%			0.00	0%	0.000
6			0%			0.00	0%	0.000
7			0%			0.00	0%	0.000
8			0%			0.00	0%	0.000
9			0%			0.00	0%	0.000
10			0%			0.00	0%	0.000
11			0%			0.00	0%	0.000
12			0%			0.00	0%	0.000
13			0%			0.00	0%	0.000
14			0%			0.00	0%	0.000
15			0%			0.00	0%	0.000
16			0%			0.00	0%	0.000
17			0%			0.00	0%	0.000
18			0%			0.00	0%	0.000
19			0%			0.00	0%	0.000
20			0%			0.00	0%	0.000
21			0%			0.00	0%	0.000
22			0%			0.00	0%	0.000
23			0%			0.00	0%	0.000
24			0%			0.00	0%	0.000
25			0%			0.00	0%	0.000
26			0%			0.00	0%	0.000
27			0%			0.00	0%	0.000
28			0%			0.00	0%	0.000
29			0%			0.00	0%	0.000
30			0%			0.00	0%	0.000
31			0%			0.00	0%	0.000
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0%</b>	<b>0.000</b>



Tabla I. Requerimiento de planchas de esponja, según línea y tamaño de cama

Cama		Plancha	Plancha	Lateral, fondo, lomo ( pulg.² )							
Línea	Tamaño	41"77"1/4" ( Unidades )	41"77"1/2" ( unidades )	51"77"1/4" ( unidades )	51"77"1/2" ( unidades )	57"77"1/4" ( unidades )	57"77"1/2" ( unidades )	60"80"1/2" ( unidades )	80"80"1/2" ( unidades )		
Estándar	Imperial	3									400
Estándar	Semimatrimonial			3							400
Estándar	Matrimonial					3					400
Estándar	Queen							3			400
Estándar	King	2							2		400
Superior	Imperial		3								400
Superior	Semimatrimonial				3						400
Superior	Matrimonial						3				400
Superior	Queen							6			400
Superior	King		2						4		400

Tabla II. Requerimiento de metros de rollo de esponja, según línea y tamaño de cama

Línea	Cama Tamaño	Largo de la cama ( pulg )	Ancho de la cama ( pulg )	Perímetro		Factores de reducción en máquina enguatadora						Total requerido		
				Base ( pulg )	Colchón ( pulg )	Forro lateral base	Recubrimiento lateral base	Enguate fuelle colchón	Enguate cara base	Enguate cara colchón	Rollo 9"1/4" ( metros )	Rollo 78"3/4" ( metros )	Rollo 82"3/4" ( metros )	
Estándar	Imperial	74.50	38.50	<b>226.00</b>	<b>226.00</b>	0.000	0.000	1.015	1.010	1.015	<b>5.83</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Estándar	Semimatrimonial	74.50	48.00	<b>245.00</b>	<b>245.00</b>	0.000	0.000	1.015	1.010	1.015	<b>6.32</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Estándar	Matrimonial	74.50	55.00	<b>259.00</b>	<b>259.00</b>	0.000	0.000	1.015	1.010	1.015	<b>6.68</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Estándar	Queen	77.50	60.00	<b>275.00</b>	<b>275.00</b>	0.000	0.000	1.015	1.010	1.015	<b>7.09</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Estándar	King	77.50	77.00	<b>464.00</b>	<b>309.00</b>	0.000	0.000	1.015	1.010	1.015	<b>7.97</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Superior	Imperial	74.50	38.50	<b>226.00</b>	<b>226.00</b>	1.020	0.000	1.025	1.010	1.025	<b>11.74</b>	<b>0.00</b>	<b>2.99</b>	
Superior	Semimatrimonial	74.50	48.00	<b>245.00</b>	<b>245.00</b>	1.020	0.000	1.025	1.010	1.025	<b>12.73</b>	<b>0.00</b>	<b>3.73</b>	
Superior	Matrimonial	74.50	55.00	<b>259.00</b>	<b>259.00</b>	1.020	1.000	1.025	1.010	1.025	<b>20.03</b>	<b>0.00</b>	<b>4.27</b>	
Superior	Queen	77.50	60.00	<b>275.00</b>	<b>275.00</b>	1.020	1.000	1.025	1.010	1.025	<b>21.27</b>	<b>0.00</b>	<b>4.66</b>	
Superior	King	77.50	77.00	<b>464.00</b>	<b>309.00</b>	1.020	1.000	1.025	1.010	1.025	<b>31.85</b>	<b>0.00</b>	<b>5.98</b>	

Tabla III. Demanda de camas por línea y tamaño, en los últimos cinco años

Línea	Tamaño	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5			Demanda acumulada (camas)	Demanda %	Crecimiento promedio
		Demanda (camas)	% Demanda	% Crecimiento	Demanda (camas)	% Demanda	% Crecimiento	Demanda (camas)	% Demanda	% Crecimiento	Demanda (camas)	% Demanda	% Crecimiento	Demanda (camas)	% Demanda	% Crecimiento			
Estándar	Imperial	2.831	14	0	2.483	12	-12	2.355	10	-5	2.758	11	17	2.901	11	5	13.327	11,60	1
Estándar	Semimatrimonial	2.295	11	0	1.823	9	-21	1.862	8	2	2.388	10	28	2.544	10	7	10.911	9,50	4
Estándar	Matrimonial	5.367	26	0	4.682	22	-13	5.022	22	7	6.201	25	23	6.208	24	0	27.480	23,91	5
Estándar	Queen	200	1	0	153	1	-24	186	1	8	240	1	45	203	1	-15	982	0,84	4
Estándar	King	204	1	0	126	1	-38	206	1	63	350	1	70	293	1	-16	1.179	1,03	20
Superior	Imperial	509	2	0	1.230	6	142	920	4	-25	1.018	4	11	1.095	4	7	4.782	4,14	33
Superior	Semimatrimonial	482	2	0	1.789	8	254	2.438	11	36	2.365	10	-3	2.719	11	15	9.803	8,53	78
Superior	Matrimonial	7.927	38	0	8.263	39	4	8.697	39	8	8.647	35	-3	9.211	36	7	42.945	37,37	4
Superior	Queen	390	2	0	353	2	-9	388	2	4	320	1	-13	304	1	-5	1.736	1,51	-6
Superior	King	459	2	0	258	1	-44	340	2	32	356	1	5	395	2	11	1.807	1,57	1
Total		20.674	100	0	21.180	100	2	22.574	100	7	24.643	100	9	25.862	100	5	114.913,0	100	6

Tabla IV. Demanda de camas por mes, durante los últimos cinco años

Mes	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Totales	
	Demanda (camas)	%										
Enero	956	4.62	1,069	5.05	1,358	6.02	1,478	6.00	1,451	5.61	6,312	5.49
Febrero	1,369	6.62	1,592	7.52	2,426	10.75	1,971	8.00	2,105	8.14	9,463	8.23
Marzo	1,023	4.95	1,625	7.68	923	4.09	1,324	5.37	1,326	5.13	6,221	5.41
Abril	1,125	5.44	1,156	5.46	1,267	5.61	1,601	6.50	1,487	5.75	6,636	5.77
Mayo	2,374	11.48	2,539	12.00	3,024	13.40	3,292	13.36	3,098	11.98	14,327	12.47
Junio	1,462	7.07	1,574	7.44	1,706	7.56	1,382	5.61	2,069	8.00	8,193	7.13
Julio	3,015	14.58	2,864	13.53	3,161	14.00	3,450	14.00	3,820	14.77	16,310	14.19
Agosto	1,480	7.16	1,857	8.78	1,505	6.67	1,881	7.63	2,068	8.00	8,791	7.65
Septiembre	1,033	5.00	978	4.62	1,329	5.89	1,578	6.40	1,393	5.39	6,311	5.49
Octubre	1,340	6.48	1,169	5.52	1,355	6.00	1,132	4.59	1,145	4.43	6,141	5.34
Noviembre	1,608	7.78	1,792	8.47	1,731	7.67	1,979	8.03	2,068	8.00	9,178	7.99
Diciembre	3,889	18.81	2,945	13.92	2,789	12.35	3,575	14.51	3,832	14.82	17,030	14.82
Total	20,674.00	100.00	21,160.00	100.00	22,574.00	100.00	24,643.00	100.00	25,862.00	100.00	114,913.00	100.00

Tabla V. Pronóstico de demanda, método de índices, cálculo de error para el año cinco

Mes	Año 1 demanda (camas)	Año 2 demanda (camas)	Año 3 demanda (camas)	Año 4 demanda (camas)	Año 5 demanda (camas)	Sumatoria demanda años 1 al 4	Promedio demanda años 1 al 4	Índice mensual de demanda	Pronostico demanda año 5 (camas)	Error	Error absoluto	% Error
Enero	956	1,069	1,358	1,478	1,451	4,861	1,215	0.655	968	483	483	33.28
Febrero	1,369	1,592	2,426	1,971	2,105	7,358	1,840	0.992	1954	151	151	7.16
Marzo	1,023	1,625	923	1,324	1,326	4,895	1,224	0.660	873	453	453	34.14
Abril	1,125	1,156	1,267	1,601	1,487	5,149	1,287	0.694	1111	376	376	25.30
Mayo	2,374	2,539	3,024	3,292	3,098	11,229	2,807	1.513	4981	-1883	1883	60.79
Junio	1,462	1,574	1,706	1,382	2,069	6,124	1,531	0.825	1140	929	929	44.88
Julio	3,015	2,864	3,161	3,450	3,820	12,490	3,123	1.683	5807	-1987	1987	52.01
Agosto	1,480	1,857	1,505	1,881	2,068	6,723	1,681	0.906	1704	364	364	17.60
Septiembre	1,033	978	1,329	1,578	1,393	4,918	1,230	0.663	1046	347	347	24.93
Octubre	1,340	1,169	1,355	1,132	1,145	4,996	1,249	0.673	762	383	383	33.44
Noviembre	1,608	1,792	1,731	1,979	2,068	7,110	1,778	0.958	1896	172	172	8.31
Diciembre	3,889	2,945	2,789	3,575	3,832	13,198	3,300	1.778	6358	-2526	2526	65.92
Sumatoria	20,674	21,160	22,574	24,643	25,862	89,051			28,601	-2,739	10,053	
Promedio							1,855					
%												38.87

Tabla VI. Pronóstico de demanda, método combinado y demanda ajustada

$$B = 48 * (a) + A * (b)$$

$$a = 1533.78$$

$$C = A * (a) + D * (b)$$

$$b = 13.12$$

Año	Mes (x)	Demanda (y)	(x * y)	(x 2)	Demanda ajustada
1	1	956	956	1	942.88
1	2	1,369	2738	4	1,342.76
1	3	1,023	3069	9	983.64
1	4	1,125	4500	16	1,072.52
1	5	2,374	11870	25	2,308.40
1	6	1,462	8772	36	1,383.28
1	7	3,015	21105	49	2,923.16
1	8	1,480	11840	64	1,375.04
1	9	1,033	9297	81	914.92
1	10	1,340	13400	100	1,208.80
1	11	1,608	17688	121	1,463.68
1	12	3,889	46668	144	3,731.56
2	13	1,069	13897	169	898.44
2	14	1,592	22288	196	1,408.32
2	15	1,625	24375	225	1,428.20
2	16	1,156	18496	256	946.08
2	17	2,539	43163	289	2,315.96
2	18	1,574	28332	324	1,337.84
2	19	2,864	54416	361	2,614.72
2	20	1,857	37140	400	1,594.60
2	21	978	20538	441	702.48
2	22	1,169	25718	484	880.36
2	23	1,792	41216	529	1,490.24
2	24	2,945	70680	576	2,630.12
3	25	1,358	33950	625	1,030.00
3	26	2,426	63076	676	2,084.88
3	27	923	24921	729	568.76
3	28	1,267	35476	784	899.64
3	29	3,024	87696	841	2,643.52
3	30	1,706	51180	900	1,312.40
3	31	3,161	97991	961	2,754.28
3	32	1,505	48160	1024	1,085.16
3	33	1,329	43857	1089	896.04
3	34	1,355	46070	1156	908.92
3	35	1,731	60585	1225	1,271.80
3	36	2,789	100404	1296	2,316.68
4	37	1,478	54686	1369	992.56
4	38	1,971	74898	1444	1,472.44
4	39	1,324	51636	1521	812.32
4	40	1,601	64040	1600	1,076.20
4	41	3,292	134972	1681	2,754.08
4	42	1,382	58044	1764	830.96
4	43	3,450	148350	1849	2,885.84
4	44	1,881	82764	1936	1,303.72
4	45	1,578	71010	2025	987.60
4	46	1,132	52072	2116	528.48
4	47	1,979	93013	2209	1,362.36
4	48	3,575	171600	2304	2,945.24
Suma	1,176 =A	89,051 =B	2,302,613 =C	38,024 =D	73,622

Tabla VII. Pronóstico de demanda, método combinado, cálculo de error para el año cinco

Periodo a pronosticar	Mes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Promedio	Índice	Pronóstico	Error	Error absoluto
		demanda	demanda	demanda	demanda	demanda	demanda ajustada	general demanda ajustada	general demanda	b=					
49	Enero	956	1,069	1,358	1,478	1,451	943	898	1,030	993	966	0,630	1609	-157,85	157,85
50	Febrero	1,369	1,592	2,426	1,971	2,105	1,343	1,408	2,085	1,472	1,577	1,028	2233	-128,10	128,10
51	Marzo	1,023	1,625	923	1,324	1,326	984	1,428	569	812	948	0,618	1617	-291,35	291,35
52	Abril	1,125	1,156	1,267	1,601	1,487	1,073	946	900	1,076	999	0,651	1681	-193,85	193,85
53	Mayo	2,374	2,539	3,024	3,292	3,098	2,308	2,316	2,644	2,754	2,505	1,634	3201	-102,85	102,85
54	Junio	1,462	1,574	1,706	1,382	2,069	1,383	1,338	1,312	831	1,216	0,793	1925	144,40	144,40
55	Julio	3,015	2,864	3,161	3,450	3,820	2,923	2,615	2,754	2,886	2,795	1,822	3516	303,90	303,90
56	Agosto	1,480	1,857	1,505	1,881	2,068	1,375	1,595	1,085	1,304	1,340	0,873	2074	-6,35	6,35
57	Septiembre	1,033	978	1,329	1,578	1,393	915	702	896	988	875	0,571	1623	-230,10	230,10
58	Octubre	1,340	1,169	1,355	1,132	1,145	1,209	880	909	528	882	0,575	1643	-497,60	497,60
59	Noviembre	1,608	1,792	1,731	1,979	2,068	1,464	1,490	1,272	1,362	1,397	0,911	2171	-103,10	103,10
60	Diciembre	3,889	2,945	2,789	3,575	3,832	3,732	2,630	2,317	2,945	2,906	1,895	3693	138,90	138,90
Sumatoria		20,674	21,160	22,574	24,643	25,862	19,651	18,247	17,772	17,952			26986	-1123,95	2298,4
Promedio											1534				
%															

Tabla VIII. Pronóstico de demanda método combinado, demanda ajustada

$$B = 48 * (a) + A * (b)$$

$$C = A * (a) + D * (b)$$

a= 1544.65  
b= 12.15

Año	Mes (x)	Demanda (y)	(x * y)	(x 2)	Demanda ajustada
1	1	956	956	1	943.85
1	2	1,369	2738	4	1,344.70
1	3	1,023	3069	9	986.55
1	4	1,125	4500	16	1,076.40
1	5	2,374	11870	25	2,313.25
1	6	1,462	8772	36	1,389.10
1	7	3,015	21105	49	2,929.95
1	8	1,480	11840	64	1,382.80
1	9	1,033	9297	81	923.65
1	10	1,340	13400	100	1,218.50
1	11	1,608	17688	121	1,474.35
1	12	3,889	46668	144	3,743.20
2	13	1,069	13897	169	911.05
2	14	1,592	22288	196	1,421.90
2	15	1,625	24375	225	1,442.75
2	16	1,156	18496	256	961.60
2	17	2,539	43163	289	2,332.45
2	18	1,574	28332	324	1,355.30
2	19	2,864	54416	361	2,633.15
2	20	1,857	37140	400	1,614.00
2	21	978	20538	441	722.85
2	22	1,169	25718	484	901.70
2	23	1,792	41216	529	1,512.55
2	24	2,945	70680	576	2,653.40
3	25	1,358	33950	625	1,054.25
3	26	2,426	63076	676	2,110.10
3	27	923	24921	729	594.95
3	28	1,267	35476	784	926.80
3	29	3,024	87696	841	2,671.65
3	30	1,706	51180	900	1,341.50
3	31	3,161	97991	961	2,784.35
3	32	1,505	48160	1024	1,116.20
3	33	1,329	43857	1089	928.05
3	34	1,355	46070	1156	941.90
3	35	1,731	60585	1225	1,305.75
3	36	2,789	100404	1296	2,351.60
4	37	1,478	54686	1369	1,028.45
4	38	1,971	74898	1444	1,509.30
4	39	1,324	51636	1521	850.15
4	40	1,601	64040	1600	1,115.00
4	41	3,292	134972	1681	2,793.85
4	42	1,382	58044	1764	871.70
4	43	3,450	148350	1849	2,927.55
4	44	1,881	82764	1936	1,346.40
4	45	1,578	71010	2025	1,031.25
4	46	1,132	52072	2116	573.10
4	47	1,979	93013	2209	1,407.95
4	48	3,575	171600	2304	2,991.80
5	49	1,451	71099	2401	855.65
5	50	2,105	105250	2500	1,497.50
5	51	1,326	67626	2601	706.35
5	52	1,487	77324	2704	855.20
5	53	3,098	164194	2809	2,454.05
5	54	2,069	111726	2916	1,412.90
5	55	3,820	210100	3025	3,151.75
5	56	2,068	115808	3136	1,387.60
5	57	1,393	79401	3249	700.45
5	58	1,145	66410	3364	440.30
5	59	2,068	122012	3481	1,351.15
5	60	3,832	229920	3600	3,103.00
Suma	1,830 =A	114,913 =B	3,723,483 =C	73,810 =D	92,679

Tabla IX. Pronóstico de demanda, método combinado, pronóstico para el año seis

Periodo a pronosticar	Mes	Año 1 demanda	Año 2 demanda	Año 3 demanda	Año 4 demanda	Año 5 demanda	Año 1 demanda ajustada	Año 2 demanda ajustada	Año 3 demanda ajustada	Año 4 demanda ajustada	Año 5 demanda ajustada	Promedio demanda ajustada	Índice	Año 6 Pronóstico b=
61	Enero	956	1,069	1,358	1,478	1,451	944	911	1,054	1,028	856	959	0.621	1700
62	Febrero	1,369	1,592	2,426	1,971	2,105	1,345	1,422	2,110	1,509	1,498	1,577	1.021	2330
63	Marzo	1,023	1,625	923	1,324	1,326	987	1,443	595	850	706	916	0.593	1682
64	Abril	1,125	1,156	1,267	1,601	1,487	1,076	962	927	1,115	855	987	0.639	1765
65	Mayo	2,374	2,539	3,024	3,292	3,098	2,313	2,332	2,672	2,794	2,454	2,513	1.627	3303
66	Junio	1,462	1,574	1,706	1,382	2,069	1,389	1,355	1,342	872	1,413	1,274	0.825	2076
67	Julio	3,015	2,864	3,161	3,450	3,820	2,930	2,633	2,784	2,928	3,152	2,885	1.868	3699
68	Agosto	1,480	1,857	1,505	1,881	2,068	1,383	1,614	1,116	1,346	1,388	1,369	0.887	2196
69	Septiembre	1,033	978	1,329	1,578	1,393	924	723	928	1,031	700	861	0.558	1700
70	Octubre	1,340	1,169	1,355	1,132	1,145	1,219	902	942	573	440	815	0.528	1666
71	Noviembre	1,608	1,792	1,731	1,979	2,068	1,474	1,513	1,306	1,408	1,351	1,410	0.913	2273
72	Diciembre	3,889	2,945	2,789	3,575	3,832	3,743	2,653	2,352	2,992	3,103	2,969	1.922	3843
	Sumatoria	20,674	21,160	22,574	24,643	25,862	19,726	18,463	18,127	18,447	17,916			28,231
	Promedio											1545		
	%													

Tabla X. Requerimiento de productos de esponja para el año seis

Pronóstico de demanda año 6 = **28,231** camisas / año

Línea	Cama	Tamaño	Pronóstico año 6 demanda por modelo (camas)	% Demanda por modelo	Requerimiento de planchas por modelo										Requerimiento de rollos por modelo		
					41°77'1/4" (unidades)	41°77'1/2" (unidades)	51°77'1/4" (unidades)	51°77'1/2" (unidades)	57°77'1/4" (unidades)	57°77'1/2" (unidades)	60°80'1/2" (unidades)	80°80'1/2" (unidades)	fondo, lomo (pulg. <sup>2</sup> )	91°/4" (metros)	78°3/4" (metros)	82°3/4" (metros)	
Año	Mes		%		Requerimiento de planchas por mes										Requerimiento de rollos por mes		
			de demanda por mes	%	41°77'1/4" (unidades)	41°77'1/2" (unidades)	51°77'1/4" (unidades)	51°77'1/2" (unidades)	57°77'1/4" (unidades)	57°77'1/2" (unidades)	60°80'1/2" (unidades)	80°80'1/2" (unidades)	fondo, lomo (pulg. <sup>2</sup> )	91°/4" (metros)	78°3/4" (metros)	82°3/4" (metros)	
6		Enero	5,49	5,71	242	442	397	1,113	1,739	2,606	269	129	620,281	19,995	0	5,125	
6		Febrero	8,23	857	362	662	595	1,668	2,606	1,714	177	194	929,930	29,976	0	3,369	
6		Marzo	5,41	563	238	435	391	1,096	1,828	1,714	189	128	611,338	19,706	0	3,584	
6		Abril	5,77	601	254	464	417	1,170	1,828	1,714	189	136	652,120	21,021	0	7,759	
6		Mayo	12,47	1,297	548	1,003	901	2,525	3,946	4,07	294	1,407,915	45,394	0	4,437		
6		Junio	7,13	742	314	573	515	1,444	2,257	2,257	233	168	805,127	25,953	0	8,833	
6		Julio	14,19	1,476	624	1,141	1,026	2,875	4,492	4,492	464	334	1,602,785	51,666	0	4,761	
6		Agosto	7,65	796	336	615	553	1,549	2,421	2,421	250	180	863,892	27,848	0	3,418	
6		Septiembre	5,49	571	242	442	397	1,112	1,738	1,738	179	129	620,182	19,992	0	3,326	
6		Octubre	5,34	556	235	430	386	1,082	1,691	1,691	175	126	603,477	19,453	0	4,971	
6		Noviembre	7,99	831	351	642	577	1,618	2,528	2,528	261	188	901,923	29,073	0	9,223	
6		Diciembre	14,82	1,542	652	1,192	1,071	3,002	4,691	4,691	484	349	1,673,539	53,947	0	62,234	
Total anual			100,00	10,402	4,398	8,042	7,225	20,254	31,652	3,268	2,356	11,292,509	364,014	0	14,60		
Porcentaje				12	5	9	8	23	36	4	3						

Tabla XI. Comparación de métodos de trabajo para producción de bloques de esponja en el laboratorio

Método	Producción		Costo adicional en mano de obra por tiempo extraordinario por bloque							
	lunes a viernes ( bloque )	1 bloque adicional	2 bloques adicionales				Técnico ( hora )	Operario ( hora )	Operario ( hora )	Operario ( hora )
			Técnico ( hora )	Operario 1 ( hora )	Operario 2 ( hora )	Operario ( hora )				
Diagrama 3: 1operario, 1 molde	4	0	0.5	0	1.5	2	0			
Diagrama 4: 1 operario, 2 moldes	5	0	0.5	0	1	2	0			
Diagrama 5: 2 operarios, 2 moldes	7	0	0	0	0.5	1	0.5	1		

Tabla XII. Porcentajes de demanda de productos de esponja clasificados por área

No.	Producto	Demanda planchas ( unidades )	Demanda rollos ( metros )	Demanda planchas con grosor 1 pulgada	Demanda metros con grosor 1 pulgada	Demanda consolidada grosor 1 pulgada	% de demanda de planchas	% de demanda de rollos	
1	Plancha 41"77"1/4"	10,402		2,600		4,799	14		
2	Plancha 41"77"1/2"	4,398		2,199					
3	Plancha 51"77"1/4"	8,042		2,010		5,623	16		
4	Plancha 51"77"1/2"	7,225		3,613					
5	Plancha 57"77"1/4"	20,254		5,063		20,889	61		
6	Plancha 57"77"1/2"	31,652		15,826					
7	Plancha 60"80"1/2"	3,268		1,634		1,634	5		
8	Plancha 80"80"1/2"	2,356		1,178		1,178	3		
9	Rollo 9"1/4"		364,014		91,004	91,004		66	
10	Rollo 78"3/4"		0		0			0	0
11	Rollo 82"3/4"		62,234		46,675			46,675	34

Tabla XIII. Cálculo de las dimensiones de los moldes para producción de bloque de esponja

Molde	Densidad (kg/ m3 )	% Reducción por secado	Reducción por cuadrado (pulgadas )	Dimensiones del bloque cuadrado (pulgadas )			Dimensiones del bloque luego del curado (pulgadas )			Dimensiones del molde (pulgadas )			Volumen del bloque ( ms )	Peso del bloque (Kg )
				Frontal	Lateral	Alto	Frontal	Lateral	Alto	Frontal	Lateral	Alto		
1	12	5	4	41	77	60	45	81	64	47.37	85.26	67.37	3.82	45.87
2	12	5	4	51	77	60	55	81	64	57.89	85.26	67.37	4.67	56.07
3	12	5	4	57	77	60	61	81	64	64.21	85.26	67.37	5.18	62.18
4	12	5	4	60	80	60	64	84	64	67.37	88.42	67.37	5.64	67.66
5	12	5	4	80	80	60	84	84	64	88.42	88.42	67.37	7.40	88.80
6	12	5	4	9	80	60	13	84	64	13.68	88.42	67.37	1.15	13.74
7	12	5	4	78	80	60	82	84	64	86.32	88.42	67.37	7.22	86.69
8	12	5	4	82	80	60	86	84	64	90.53	88.42	67.37	7.58	90.92
9	12	5	4	82	78	60	86	82	64	90.53	86.32	67.37	7.40	88.75

Tabla XIV. Análisis de moldes

Producto	Tamaño	Demanda anual	Propuestas de trabajo																				
			Alternativa 1 ( 8 moldes )				Alternativa 2 ( 7 moldes )				Alternativa 3 ( 4 moldes )												
			Molde	Pulgadas por bloque	Bloques	Cortes por cuadrado	Total cortes	LFL por bloque (pulgada <sup>2</sup> )	LFL total (pulgada <sup>2</sup> )	Molde	Pulgadas por bloque	Bloques	Cortes por cuadrado	Total cortes	LFL por bloque (pulgada <sup>2</sup> )	LFL total (pulgada <sup>2</sup> )	Molde	Pulgadas por bloque	Bloques	Cortes por cuadrado	Total cortes	LFL por bloque (pulgada <sup>2</sup> )	LFL total (pulgada <sup>2</sup> )
Puncha	4177*14"	2,600	1	60	43,3	4	173	21,930	950,452	1	60	43	4	173	21,930	950,452	9	120	22	5	108	33,620	728,550
Puncha	4177*12"	2,199	1	60	36,6	4	147	21,930	803,645	1	60	37	4	147	21,930	803,645	9	120	18	5	92	33,620	616,018
Puncha	5177*14"	2,010	2	60	33,5	4	134	24,750	829,322	2	60	34	4	134	24,750	829,322	2	60	34	4	134	24,750	829,322
Puncha	5177*12"	3,613	2	60	60,2	4	241	24,750	1,490,220	2	60	60	4	241	24,750	1,490,220	2	60	60	4	241	24,750	1,490,220
Puncha	5777*14"	5,083	3	60	84,4	4	338	28,442	2,231,454	3	60	84	4	338	28,442	2,231,454	3	60	84	4	338	28,442	2,231,454
Puncha	5777*12"	15,826	3	60	263,8	4	1,055	28,442	6,974,452	3	60	264	4	1,055	28,442	6,974,452	3	60	264	4	1,055	28,442	6,974,452
Puncha	8078*12"	1,634	4	60	27,2	4	109	28,032	763,301	4	60	27	4	109	28,032	763,301	5	60	27	5	136	30,592	833,009
Puncha	8078*12"	1,178	5	60	19,6	4	79	33,792	663,315	5	60	20	4	79	33,792	663,315	5	60	20	4	79	33,792	663,315
Ratio	9"14"	91,004	6	121,92	746,4	4	2,986	13,344	9,960,232	8	108,728	83	13	1,078	34,208	2,837,061	9	107,0	85	13	1,106	33,500	2,849,582
Ratio	78*34"	0	7	121,92	0,0	4	0	33,216	0	7	121,92	0	4	0	33,216	0	9	125	0	4	0	33,784	0
Ratio	82*34"	46,675	8	121,92	382,8	4	1,531	34,368	13,157,264	8	121,92	383	4	1,531	34,368	13,157,264	9	119	393	4	1,571	33,784	13,265,321
Tdali			8		1,698,0		6,792		37,823,657	7		1,034		4,884		30,700,485	4		1,006		4,859		30,481,243

Tabla XV. Cantidad de lomos, fondos y laterales por bloque de esponja

Producto	Molde	Propuesta			Fondo, lomo y lateral	Cantidad	Grosor (pulgada)	Largo (pulgada)	Ancho (pulgada)	Área (pulg 2)	Total Área (pulg 2)
		1	2	3							
41"77"1/4"	1	si	si		lateral	2	2	81	64	10368	21930
					lateral	2	2	41	64	5248	
					fondo-lomo	2	2	41	77	6314	
41"77"1/2"	1	si	si		lateral	2	2	81	64	10368	21930
					lateral	2	2	41	64	5248	
					fondo-lomo	2	2	41	77	6314	
41"77"1/4"	9			si	lateral	2	2	82	64	10496	33620
					lateral	2	2	82	64	10496	
					plancha	1	1	82	64	0	
					fondo-lomo	4	2	41	77	12628	
41"77"1/2"	9			si	lateral	2	2	82	64	10496	33620
					lateral	2	2	82	64	10496	
					plancha	1	1	82	64	0	
					fondo-lomo	4	2	41	77	12628	
51"77"1/4"	2	si	si	si	lateral	2	2	81	64	10368	24750
					lateral	2	2	51	64	6528	
					fondo-lomo	2	2	51	77	7854	
51"77"1/2"	2	si	si	si	lateral	2	2	81	64	10368	24750
					lateral	2	2	51	64	6528	
					fondo-lomo	2	2	51	77	7854	
57"77"1/4"	3	si	si	si	lateral	2	2	81	64	10368	26442
					lateral	2	2	57	64	7296	
					fondo-lomo	2	2	57	77	8778	
57"77"1/2"	3	si	si	si	lateral	2	2	81	64	10368	26442
					lateral	2	2	57	64	7296	
					fondo-lomo	2	2	57	77	8778	
60"80"1/2"	4	si	si		lateral	2	2	84	64	10752	28032
					lateral	2	2	60	64	7680	
					fondo-lomo	2	2	60	80	9600	
60"80"1/2"	5			si	lateral	2	2	84	64	10752	30592
					lateral	2	2	80	64	10240	
					plancha	1	20	80	64	0	
					fondo-lomo	2	2	80	60	9600	
80"80"1/2"	5	si	si	si	lateral	2	2	84	64	10752	33792
					lateral	2	2	80	64	10240	
					fondo-lomo	2	2	80	80	12800	
9"1/4"	6	si			lateral	2	2	84	64	10752	13344
					lateral	2	2	9	64	1152	
					fondo-lomo	2	2	9	80	1440	
9"1/4"	8		si		lateral	2	2	84	64	10752	34208
					plancha	1	1	84	64	0	
					lateral	2	2	82	64	10496	
					fondo-lomo	18	2	9	80	12960	
9"1/4"	9			si	lateral	2	2	82	64	10496	33500
					plancha	1	1	82	64	0	
					lateral	2	2	81	64	10368	
					fondo-lomo	18	2	9	78	12636	
78"3/4"	7	si	si		lateral	2	2	86	64	11008	33784
					lateral	2	2	78	64	9984	
					fondo-lomo	2	2	78	82	12792	
78"3/4"	9			si	lateral	2	2	84	64	10752	33216
					lateral	2	2	78	64	9984	
					fondo-lomo	2	2	78	80	12480	
82"3/4"	8	si	si		lateral	2	2	84	64	10752	34368
					lateral	2	2	82	64	10496	
					fondo-lomo	2	2	82	80	13120	
82"3/4"	9			si	lateral	2	2	82	64	10496	33784
					lateral	2	2	82	64	10496	
					fondo-lomo	2	2	82	78	12792	

Tabla XVI. Capacidad del área de corte

Velocidad de corte máquina cortadora vertical 6 metros/minuto  
 Velocidad de corte máquina cortadora horizontal 30 metros/minuto

Clasificación cortes por cuadrado	Tiempo de carga y descarga (min.)	Tiempo por corte (min.)	Altura del bloque (pulg.)	Tiempo por bloque (min.)	Tiempo jornada (min.)	Bloques por día	Demanda anual (bloque)	Tiempo anual requerido (días)	% Demanda
5	5	1	60	58	510	9	85	10	8
4	5	1	60	53	510	10	140	15	14
13	5	1	60	29	510	18	389	22	39
				21	510	24	393	16	39
<b>Total</b>							<b>1006</b>	<b>57</b>	<b>100</b>

Clasificación grosor para laminado	Tiempo de carga y descarga (min.)	Tiempo por corte (min.)	Altura del bloque (pulg.)	Tiempo por bloque (min.)	Tiempo jornada (min.)	Bloques por día	Demanda anual (bloque)	Tiempo anual requerido (días)	% Demanda
1/4 rollo	10	0.2	60	58	510	9	85	10	8
1/4 plancha	5	0.2	60	53	510	10	140	15	14
1/2	5	0.2	60	29	510	18	389	22	39
3/4	5	0.2	60	21	510	24	393	16	39
<b>Total</b>							<b>1006</b>	<b>62</b>	<b>100</b>

Tabla XVII. Capacidad del área de pegado

Producto	Demanda anual	% Demanda	Largo plancha (pulgadas )	Largo plancha ( metros )	Planchas bloque ( unidades )	Metros bloque ( metros )	Uniones al año	Tiempo estimado por unión ( min. )	Tiempo necesario total ( min. )	Tiempo disponible anual por operario ( min. )	Operarios requeridos al año	
Rollo 9"1/4"	364,014	1,000	78	1.98	2,159.00	4,277.41	183,734	1	183,734	134,640	1.4	
Rollo 78"3/4"	0	1,000	82	2.08	80.00	166.62	0	5	0	134,640	0.0	
Rollo 82"3/4"	62,234	1,000	78	1.98	80.00	158.50	31,412	5	157,060	134,640	1.2	
Total operarios												2.5

Tabla XVIII. Resumen de capacidad de los procesos para producción de esponja

	Laboratorio			Corte						Pagado			Producción					
	Molde	Producción de bloques (bloque / día)			Cortadora vertical			Cortadora horizontal			(por operario)			por bloque				
		Diagrama 3	Diagrama 4	Diagrama 5	Cortes por cuadrado	min / bloque	bloques / día	Grosor para laminado	min / bloque	bloques / día	por operario / día	uniones por bloque	min / union	bloque / día	plancha por bloque	metro por bloque	pulgada cuadrada de LFL	
Plancha	4177*1/4"	9	4	5	7	5	30	17.0	1/4 plancha	53.0	9.6	2.040.0			480		33.620	
Plancha	4177*1/2"	9	4	5	7	5	30	17.0	1/2	29.0	17.6	2.040.0			240		33.620	
Plancha	5177*1/4"	2	4	5	7	4	24	21.3	1/4 plancha	53.0	9.6	2.040.0			240		24.750	
Plancha	5177*1/2"	2	4	5	7	4	24	21.3	1/2	29.0	17.6	2.040.0			120		24.750	
Plancha	5777*1/4"	3	4	5	7	4	24	21.3	1/4 plancha	53.0	9.6	2.040.0			240		26.442	
Plancha	5777*1/2"	3	4	5	7	4	24	21.3	1/2	29.0	17.6	2.040.0			120		26.442	
Plancha	6090*1/2"	5	4	5	7	5	30	17.0	1/2	29.0	17.6	2.040.0			120		30.592	
Plancha	8090*1/2"	5	4	5	7	4	24	21.3	1/2	29.0	17.6	2.040.0			120		33.792	
Rollo	9"1/4"	9	4	5	7	13	78	6.5	1/4 rollo	58.0	8.8	2.040.0	2.158	1	0.24		4277	33.500
Rollo	75"3/4"	9	4	5	7	4	24	21.3	3/4	21.0	24.3	2.040.0	79.00	5	1.29		167	33.784
Rollo	82"3/4"	9	4	5	7	4	24	21.3	3/4	21.0	24.3	2.040.0	79.00	5	1.29		158	33.784

Tabla XIX. Comparación de la capacidad de la planta productora de esponja y el tiempo disponible

Producto	Tiempo disponible anual	Demanda anual	Producción por bloque		Demanda		Capacidad del laboratorio			Capacidad cortadora vertical		Capacidad cortadora horizontal		Capacidad pegado operario	
			(planchas)	(metros)	Real (bloques)	Programados (bloques)	Diagrama 3 (día)	Diagrama 4 (día)	Diagrama 5 (día)	(bloque/día)	(día)	(bloque/día)	(día)	(bloque/día)	(día)
Plancha 41"77"1/4"	245	10,401.7	480		21.7	21.7	5.4	4.3	3.1	17.0	1.3	9.6	2.3		
Plancha 41"77"1/2"	245	4,397.5	240		18.3	18.3	4.6	3.7	2.6	17.0	1.1	17.6	1.0		
Plancha 51"77"1/4"	245	8,041.9	240		33.5	33.5	8.4	6.7	4.8	21.3	1.6	9.6	3.5		
Plancha 51"77"1/2"	245	7,225.3	120		60.2	60.2	15.1	12.0	8.6	21.3	2.8	17.6	3.4		
Plancha 57"77"1/4"	245	20,253.7	240		84.4	84.4	21.1	16.9	12.1	21.3	4.0	9.6	8.8		
Plancha 57"77"1/2"	245	31,651.7	120		263.8	263.8	65.9	52.8	37.7	21.3	12.4	17.6	15.0		
Plancha 60"90"1/2"	245	3,267.6	120		27.2	27.2	6.8	5.4	3.9	17.0	1.6	17.6	1.5		
Plancha 80"90"1/2"	245	2,355.5	120		19.6	19.6	4.9	3.9	2.8	21.3	0.9	17.6	1.1		
Rollo 9"1/4"	245	364,014.2		4277	85.1	85.1	21.3	17.0	12.2	6.5	13.0	8.8	9.7	0.24	360
Rollo 78"3/4"	245	0.0		167	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0	24.3	0.0	1.29	0
Rollo 82"3/4"	245	62,233.6		158	392.7	392.7	98.2	78.5	56.1	21.3	18.5	24.3	16.2	1.29	304
			Total (días)			251.6	201.3	143.8		57.2		62.5		664	
			Tiempo disponible / tiempo necesario			97%	122%	170%		429%		392%		37%	

Tabla XX. Requerimiento de tiempo clasificado por mes y por proceso

Mes	Dias disponibles 2004	Laboratorio		Corte			Pegado	
		bloques	Diagrama 4 dias	Diagrama 5 dias	Cuadrado dia-maq	Laminado dia-maq		LFL dia-op
Enero	20	55.3	11.1	7.9	3.1	3.4	6.1	36.5
Febrero	20	82.9	16.6	11.8	4.7	5.1	9.1	54.7
Marzo	18	54.5	10.9	7.8	3.1	3.4	6.0	36.0
Abril	22	58.1	11.6	8.3	3.3	3.6	6.4	38.4
Mayo	21	125.5	25.1	17.9	7.1	7.8	13.8	82.8
Junio	21	71.8	14.4	10.3	4.1	4.5	7.9	47.4
Julio	22	142.9	28.6	20.4	8.1	8.9	15.7	94.3
Agosto	22	77.0	15.4	11.0	4.4	4.8	8.5	50.8
Septiembre	21	55.3	11.1	7.9	3.1	3.4	6.1	36.5
Octubre	20	53.8	10.8	7.7	3.1	3.3	5.9	35.5
Noviembre	21	80.4	16.1	11.5	4.6	5.0	8.8	53.0
Diciembre	17	149.2	29.8	21.3	8.5	9.3	16.4	98.4
<b>Total requerido</b>	<b>245.00</b>	<b>1,006.5</b>	<b>201.3</b>	<b>143.8</b>	<b>57.2</b>	<b>62.5</b>	<b>110.7</b>	<b>664.2</b>
Total disponible			245.00	245.00	245.00	245.00	245.00	245.00
% Requerido			122%	170%	429%	392%	221%	37%

Tabla XXI. Programa de producción para el año seis en el laboratorio, tomando como base el método de trabajo del diagrama de la Figura 4.

Mes	Días disponibles	bloques	Programa con ritmo constante					Programa Propuesto					Costo mano de obra			
			Capacidad diagrama 4 días	Tiempo (disponible -requerido ) días	Producción mensual bloques	Saldo producción acumulada bloques	Ritmo producción propuesto bloques/ día	Producción tiempo ordinario bloques	Producción tiempo extraordinario 1 bloque bloques	Producción tiempo extraordinario 2 bloque bloques	Producción mensual bloques	Saldo producción acumulada bloques	Jefe Lab	Jefe Lab	Op	Op
Enero	20	55.3	11.1	8.9	100.0	44.7	5.0	100.0			100.0	44.7	A		B	
Febrero	20	82.9	16.6	3.4	100.0	61.8	5.0	100.0			100.0	61.8	A		B	
Marzo	18	54.5	10.9	7.1	90.0	97.3	5.0	90.0			90.0	97.3	A		B	
Abril	22	58.1	11.6	10.4	110.0	149.2	3.5	77.0			77.0	116.2	A		B	
Mayo	21	125.5	25.1	-4.1	105.0	128.7	5.0	105.0	19.0		124.0	114.7	A		B	0.06
Junio	21	71.8	14.4	6.6	105.0	162.0	5.0	105.0			105.0	148.0	A		B	
Julio	22	142.9	28.6	-6.6	110.0	129.1	7.0	154.0	22.0		176.0	181.1	A		2B	0.07
Agosto	22	77.0	15.4	6.6	110.0	162.1	5.0	110.0			110.0	214.1	A		B	
Septiembre	21	55.3	11.1	9.9	105.0	211.9	4.9	101.9			101.9	260.7	A		B	
Octubre	20	53.8	10.8	9.2	100.0	258.1	3.7	73.0			73.0	279.9	A		B	
Noviembre	21	80.4	16.1	4.9	105.0	282.7	5.0	105.0			105.0	304.5	A		B	
Diciembre	17	149.2	29.8	-12.8	85.0	218.5	7.0	119.0			153.0	308.4	A	0.21	2B	0.32
<b>Total</b>	<b>245.00</b>	<b>1,006.5</b>	<b>201.3</b>	<b>43.7</b>	<b>1,225.0</b>			<b>1,239.9</b>	<b>41.0</b>	<b>34.0</b>	<b>1,314.9</b>		<b>12A</b>	<b>0.21</b>	<b>14B</b>	<b>0.45</b>
												<b>12.21 A + 14.45 B</b>				

Tabla XXII. Programa de producción para el año seis en el Laboratorio, tomando como base el método de trabajo del diagrama de la Figura 5.

Mes	Días disponibles	bloques	Capacidad diagrama 4		Tiempo (disponible -requerido)	Producción mensual	Saldo producción acumulada	Ritmo producción propuesto	Producción tiempo ordinario	Producción tiempo extraordinario	Producción tiempo extraordinario	Producción mensual	Saldo producción acumulada	Costo mano de obra			
			días	días										bloques	bloques	bloques/ día	bloques
Enero	20	55.3	7.9	12.1	140.0	84.7	5.0	100.0				100.0	44.7	A		2B	
Febrero	20	82.9	11.8	8.2	140.0	141.8	5.0	100.0				100.0	61.8	A		2B	
Marzo	18	54.5	7.8	10.2	126.0	213.3	5.0	90.0				90.0	97.3	A		2B	
Abril	22	58.1	8.3	13.7	154.0	309.2	3.5	77.0				77.0	116.2	A		2B	
Mayo	21	125.5	17.9	3.1	147.0	330.7	7.0	147.0				147.0	137.7	A		2B	
Junio	21	71.8	10.3	10.7	147.0	406.0	5.0	105.0				105.0	171.0	A		2B	
Julio	22	142.9	20.4	1.6	154.0	417.1	7.0	154.0				154.0	182.1	A		2B	
Agosto	22	77.0	11.0	11.0	154.0	494.1	5.0	110.0				110.0	215.1	A		2B	
Septiembre	21	55.3	7.9	13.1	147.0	585.9	4.8	100.8				100.8	280.7	A		2B	
Octubre	20	53.8	7.7	12.3	140.0	672.1	3.6	71.0				71.0	277.9	A		2B	
Noviembre	21	80.4	11.5	9.5	147.0	738.7	5.0	105.0				105.0	302.5	A		2B	
Diciembre	17	149.2	21.3	-4.3	119.0	708.5	7.0	119.0				153.0	306.3	A	0.21	2B	1.91
<b>Total</b>	<b>245.00</b>	<b>1,006.5</b>	<b>143.8</b>	<b>101.2</b>	<b>1,715.0</b>			<b>1,278.8</b>	<b>0.0</b>	<b>34.0</b>	<b>1,312.8</b>			<b>12A</b>	<b>0.21</b>	<b>24B</b>	<b>1.91</b>
														<b>12.21 A + 25.91 B</b>			

Tabla XXIII. Programa de producción para el año seis, en el área de corte

Mes	Días disponibles 2004	bloques	Corte		Cuadrado + laminado días
			Cuadrado día-maq	Laminado día-maq	
Enero	20	55.3	3.1	3.4	6.57
Febrero	20	82.9	4.7	5.1	9.85
Marzo	18	54.5	3.1	3.4	6.48
Abril	22	58.1	3.3	3.6	6.91
Mayo	21	125.5	7.1	7.8	14.92
Junio	21	71.8	4.1	4.5	8.53
Julio	22	142.9	8.1	8.9	16.98
Agosto	22	77.0	4.4	4.8	9.15
Septiembre	21	55.3	3.1	3.4	6.57
Octubre	20	53.8	3.1	3.3	6.39
Noviembre	21	80.4	4.6	5.0	9.56
Diciembre	17	149.2	8.5	9.3	17.73
<b>Total requerido</b>		<b>1,006.5</b>	<b>57.2</b>	<b>62.5</b>	<b>119.64</b>
Total disponible	<b>245.00</b>		<b>23%</b>	<b>26%</b>	<b>49%</b>

Tabla XXIV. Programa de producción para el año seis, en el área de pegado

Mes	Análisis primario					Análisis secundario			
	Tiempo requerido por mes ( día-op )	Tiempo disponible por mes ( días )	Operarios requeridos por mes	Operarios asignados por mes	Tiempo extra requeridos ( hora )	Operarios asignados por mes	Operarios temporales	Tiempo extra requerido ( hora )	Tiempo extra requerido por operario ( hora / día )
Enero	36.48	20	1.82	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Febrero	54.70	20	2.73	4.00	0.0	3.00	1	0.0	0.00
Marzo	35.96	18	2.00	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Abril	38.36	22	1.74	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Mayo	82.81	21	3.94	4.00	0.0	3.00	2	0.0	0.00
Junio	47.36	21	2.26	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Julio	94.27	22	4.29	4.00	50.2	3.00	3	0.0	0.00
Agosto	50.81	22	2.31	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Septiembre	36.48	21	1.74	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Octubre	35.50	20	1.77	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Noviembre	53.05	21	2.53	4.00	0.0	3.00		0.0	0.00
Diciembre	98.44	17	5.79	4.00	243.5	3.00	4	0.0	0.00
<b>Total</b>	<b>664.21</b>	<b>245.00</b>	<b>2.71</b>	<b>48.00</b>	<b>293.7</b>	<b>46</b>		<b>0.0</b>	
		<b>Costo</b>	<b>54.71 A</b>			<b>Costo</b>	<b>47.77 A</b>		

Tabla XXV. Programa de producción para el año seis, en el área de corte de lomos, fondos y laterales

Mes	Tiempo disponible por mes ( días )	Tiempo requerido por mes día-op	Operarios requerido por mes operario	Operarios asignado por mes operario	Diferencia días asignados y requeridos
Enero	20	6.08	0.30	1.00	13.92
Febrero	20	9.12	0.46	1.00	10.88
Marzo	18	5.99	0.33	1.00	12.01
Abril	22	6.39	0.29	1.00	15.61
Mayo	21	13.80	0.66	1.00	7.20
Junio	21	7.89	0.38	1.00	13.11
Julio	22	15.71	0.71	1.00	6.29
Agosto	22	8.47	0.38	1.00	13.53
Septiembre	21	6.08	0.29	1.00	14.92
Octubre	20	5.92	0.30	1.00	14.08
Noviembre	21	8.84	0.42	1.00	12.16
Diciembre	17	16.41	0.97	1.00	0.59
<b>Total requerido</b>	<b>245.00</b>	<b>110.71</b>	<b>5.49</b>	<b>12.00</b>	<b>134.29</b>

Tabla XXVI. Requerimiento de recurso humano para la planta productora de esponja, durante el año seis

Mes	Jefe de fábrica de esponja			Técnico de laboratorio de fábrica de esponja			Asistente de laboratorio			Operador de máquina cortadora			Ayudante de corte			Operario de pagado			TOTAL		
	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora	Fijo persona	Temporal persona	T. extra hora
ENE	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0
FEB	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	1	0	9	1	0
MAR	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0
ABR	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0
MAY	1	0	0	1	0	0	1	0	10	1	0	0	2	0	0	3	2	60	9	2	69
JUN	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	11	9	0	11
JUL	1	0	0	1	0	0	1	1	11	1	0	0	2	0	0	3	3	0	9	4	11
AGO	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	24	9	0	24
SEP	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0
OCT	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0
NOV	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	72	9	0	72
DIC	1	0	0	1	0	0	1	1	51	1	0	0	2	0	0	3	4	117	9	5	278
Total	1	0	0	1	0	0	1	2	72	1	0	0	2	0	0	3	10	284	9	12	465

Tabla XXVII. Requerimiento de de equipo de protección personal para la planta productora de esponja, durante el año seis

No.	Equipo personal	Puesto						Total anual	Artículo de inventario bodega de suministros
		Jefe de fábrica de esponja	Técnico de laboratorio	Asistente de laboratorio	Operador de máquina cortadora	Ayudante de corte	Operario de pegado		
1	Pantalón ( unidad )		4	4	4	4	4	20	No
2	Camisa manga larga ( unidad )		4	4				8	No
3	Camisa manga corta ( unidad )				4	4	4	12	No
4	Zapatos de piel ( par )	2			2	2	2	8	No
5	Zapatos de hule ( par )		3	3				6	No
6	Guantes de piel ( par )				4	4	4	12	Si
7	Guantes de hule ( par )		6	6				12	Si
8	Protectores auditivos ( unidad )	12	12	12	12	12	12	72	Si
9	Lentes protectores ( unidad )	1	1	1	1	1	1	6	Si
10	Cinturón protector ( unidad )			1	1	1	1	4	Si
11	Mascara carbón activado ( unidad )	1	1	1	1	1	1	6	Si

Tabla XXVIII. Requerimiento de maquinaria y equipo para la planta productora de esponja, durante el año seis

No.	Operación	Maquinaria			Equipo		
		Nombre	Cantidad	Especificaciones	Nombre	Cantidad	Especificaciones
1	Revisión de materia prima						
2	Formulación						
3	Pesar ingredientes						
4	Agregar ingredientes en máquina mezcladora						
5	Premezcla en máquina mezcladora						
6	Agregar TDI a la mezcla	Máquina mezcladora	1	3000 rpm, capacidad mínima 0.5 metros cúbicos	Equipo de extracción de aire	1	Localizado,
7	Mezclar ingredientes en máquina mezcladora						
8	Verter mezcla en molde				Molde 2	2	57.9 x 85.3 x 63.4 de alto (pulgadas )
					Molde 3	2	64.2 x 85.3 x 63.4 de alto (pulgadas )
					Molde 5	2	88.4 x 88.4 x 63.4 de alto (pulgadas )
					Molde 9	2	90.5 x 86.3 x 63.4 de alto (pulgadas )
9	Limpiar máquina mezcladora						
10	Reacción química de espurnación						
11	Extraer y revisar bloque de esponja del molde						
12	Limpiar molde						
13	Secado de bloque de esponja						
14	Tomar muestras del bloque						
15	Cuadrar bloque de esponja	Máquina cortadora vertical	1	Grueso mínimo de corte .07 mts, altura máxima de corte 1.5 mts, longitud máxima de corte 2.2 mts, distancia máxima de cuchilla a tablero 1.35 mts (basadas en ofertas en el mercado )	Cuchillas	1	Hoja acero inoxidable 5 pulgadas
16	Revisar bloque de esponja cuadrado						
17	Laminar bloque de esponja cuadrado	Máquina cortadora horizontal	1	Velocidad de corte entre 15-60 metro/seg, grueso mínimo de lámina .003 mts, altura máxima de corte 1.3 mts, longitud máxima de corte 2.5 mts, ancho máximo de corte 2.3 mts	Cinta métrica	1	3 metros de longitud
18	Cortar lomos, fondos y laterales						
19	Pegar láminas para hacer rollos de esponja						
20	Secado de uniones						
21	Revisar y enrollar láminas para formar rollos						
22	Transportes						
					Carros eleva tarimas	3	Capacidad máxima 150 kg
					Estructura para embotinado	6	Estructura metálica que soporte un eje de longitud de 2.5 mts y un peso de 150 kg.

Tabla XXIX. Muestreo de grosor de planchas en el laminado

Tipo de bloque para laminar	Tamaño de lote ( planchas )	Nivel de calidad	Nivel de inspección normal II	Tamaño de la muestra	Número de aceptación	Número de rechazo
1/4 rollo	2160	2%	K	125	6	7
1/4 plancha	240	2%	G	32	2	3
1/2	120	2%	F	20	1	2
3/4	80	2%	E	13	1	2

Tabla XXX. Evaluación de puestos, jefe de fábrica de esponja

Nombre del puesto:	<b>Jefe de fábrica de esponja</b>
Departamento	<b>Producción</b>
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>
Nivel jerárquico	<b>5</b>
Categoría jerárquica	<b>Jefe 2</b>
Jefe inmediato	<b>Gerente de producción</b>
Personal a cargo	<b>Técnico de laboratorio de fábrica de esponja Operador de máquina cortadora Operario de pegado</b>
<b>Descripción del puesto:</b>	
1 Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.	
2 Responsable de mantener y mejorar continuamente la productividad del proceso.	
3 Responsable del mantenimiento de las metas de nivel de producción establecidas por la dirección.	
4 Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad del proceso.	
5 Responsable que el producto del proceso cumpla con las especificaciones y características establecidas.	
6 Administración y capacitación del recurso humano a su cargo.	
7 Responsable de la seguridad industrial en el sub-departamento de fábrica de esponja.	
8 Planificación de los recursos ( materia prima, maquinaria y equipo ) en el sub-departamento de fábrica de esponja.	
9 Programación del uso de los recursos planificados para el sub-departamento de fábrica de esponja.	
10 Presentación de los resultados del sub-departamento de fábrica de esponja por medio de los indicadores requeridos.	
11 Miembro del comité de calidad de la empresa.	
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>	
1 Riesgos en el trabajo	Supervisión ocasional de áreas confinadas, con peligro de exposición e inhalación de gases tóxicos. Supervisión de áreas con maquinaria de corte con riesgo moderado.
2 Exigencia mental	Habilidad para análisis estadístico para toma de decisiones. Capacidad de administrar procesos productivos y sistemas de calidad, administración de recursos materiales como materia prima, insumos, maquinaria y equipo. Liderazgo en la administración de personal. Conocimientos básicos de química, y mantenimiento industrial.
3 Exigencia física	Leve exigencia física. Buena salud del sistema respiratorio. Sin padecimiento de alergias.

Tabla XXXI. Evaluación de puestos, técnico de laboratorio de fábrica de esponja

Nombre del puesto:	<b>Técnico de laboratorio de fábrica de esponja</b>		
Departamento	<b>Producción</b>		
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>		
Nivel jerárquico	<b>6</b>		
Categoría jerárquica	<b>Técnico 1</b>		
Jefe inmediato	<b>Jefe de fábrica de esponja</b>		
Personal a cargo	<b>Asistente de laboratorio</b>		
<b>Descripción del puesto:</b>			
1	Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.		
2	Responsable de mantener y mejorar continuamente la productividad del proceso en el laboratorio.		
3	Responsable del mantenimiento de las metas de nivel de producción establecidas por la dirección, en el laboratorio.		
4	Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad de los productos del proceso en el laboratorio, mediante : Establecer y mantener procedimientos de los procesos. Evaluar el resultado de los procesos mediante inspección y pruebas.		
5	Responsable de la conformidad de los bloques de esponja, con respecto a las especificaciones y características establecidas.		
6	Administración y capacitación del recurso humano a su cargo.		
7	Responsable de la seguridad industrial en el laboratorio.		
8	Planificación de los recursos (humano, maquinaria y equipo, materia prima) en el laboratorio.		
9	Programación del uso de los recursos planificados para el laboratorio.		
10	Presentación de los resultados del laboratorio por medio de los indicadores requeridos.		
11	Miembro del comité de calidad de la empresa.		
12	Responsable de realizar y supervisar siguientes actividades del proceso ( según diagrama de operaciones del proceso ):		
	Revisión de materia prima	inspección	1
	Formulación	operación combinada	1
	Pesar ingredientes	operación combinada	2
	Agregar ingredientes en máquina mezcladora	operación	1
	Premezclar ingredientes en máquina mezcladora	operación combinada	3
	Agregar TDI a la mezcla	operación	2
	Mezclar ingredientes de máquina mezcladora	operación combinada	4
	Vertir mezcla en molde	operación	3
	Limpiar máquina mezcladora	operación	4
	Reacción química de espumación	operación	5
	Extraer y revisar bloque de esponja del molde	operación combinada	5
	Limpiar molde	operación	6
	Secado de bloque de esponja	operación	7
	Tomar muestras del bloque de esponja	inspección	2
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>			
1	Riesgos en el trabajo	Supervisión prolongada de áreas confinadas, con peligro de exposición e inhalación de gases tóxicos e irritaciones en la piel por contacto directo de materia prima en proceso. Supervisión de materia prima emisora de vapores tóxicos	
2	Exigencia mental	Conocimientos avanzados tanto teóricos como prácticos de química; específicamente en producción de esponja. Habilidad para análisis estadístico para toma de decisiones. Capacidad de administrar procesos productivos y sistemas de calidad, administración de recursos materiales como materia prima, insumos, maquinaria y equipo. Liderazgo en la administración de personal.	
3	Exigencia física	Exigencia física moderada. Buena salud del sistema respiratorio. Sin padecimiento de alergias.	

Tabla XXXII. Evaluación de puestos, asistente de laboratorio

Nombre del puesto:	<b>Asistente de laboratorio</b>		
Departamento	<b>Producción</b>		
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>		
Nivel jerárquico	<b>9</b>		
Categoría jerárquica	<b>Asistente 2</b>		
Jefe inmediato	<b>Técnico de laboratorio de fábrica de esponja</b>		
Personal a cargo	<b>Ninguno</b>		
<b>Descripción del puesto:</b>			
1	Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.		
2	Responsable de alcanzar las metas de nivel de producción y productividad establecidas para su cargo, por la dirección de la empresa.		
3	Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad de los productos del proceso en el laboratorio, mediante el cumplimiento de los procedimientos de cada proceso y las especificaciones y características de cada producto.		
4	Cumplir con el reglamento interno de la empresa en cuanto a conducta y relaciones laborales.		
5	Responsable de entender e implementar las condiciones de seguridad.		
6	Cumplir con la programación de labores establecida por la dirección y utilizar de manera correcta los recursos que le son asignados para este fin.		
7	Mantener limpia su área de trabajo.		
8	Apoyar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.		
9	Responsable de realizar y apoyar las siguientes actividades del proceso ( según diagrama de operaciones del proceso ):		
	Revisión de materia prima	inspeccion	1
	Formulación	operación combinada	1
	Pesar ingredientes	operación combinada	2
	Agregar ingredientes en máquina mezcladora	operación	1
	Premezclar ingredientes en máquina mezclador	operación combinada	3
	Agregar TDI a la mezcla	operación	2
	Mezclar ingredientes de máquina mezcladora	operación combinada	4
	Vertir mezcla en molde	operación	3
	Limpiar máquina mezcladora	operación	4
	Reacción química de espumación	operación	5
	Extraer y revisar bloque de esponja del molde	operación combinada	5
	Limpiar molde	operación	6
	Secado de bloque de esponja	operación	7
	Tomar muestras del bloque de esponja	inspeccion	2
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>			
1	Riesgos en el trabajo	Exposición prolongada de áreas confinadas, con peligro de exposición e inhalación de gases tóxicos e irritaciones en la piel por contacto directo de materia prima en proceso. Supervisión de materia prima emisora de vapores tóxicos.	
2	Exigencia mental	Capacidad numérica necesaria para entender proporciones y pesado correcto de ingredientes. Habilidad para entender conceptos básicos de química. Conocimiento básico de mantenimiento. Habilidad para comprensión de procedimientos, formatos, diagramas del proceso.	
3	Exigencia física	Exigencia física para trasladar carga de 100 kilogramos, con carro alza tarimas. Realizar labores de limpieza de piezas grandes. Buena salud del sistema respiratorio. Sin padecimiento de alergias.	

Tabla XXXIII. Evaluación de puestos, operador de máquina cortadora

Nombre del puesto:	<b>Operador de máquina cortadora</b>		
Departamento	<b>Producción</b>		
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>		
Nivel jerárquico	<b>9</b>		
Categoría jerárquica	<b>Asistente 2</b>		
Jefe inmediato	<b>Jefe de fábrica de esponja</b>		
Personal a cargo	<b>Ayudante de corte</b>		
<b>Descripción del puesto:</b>			
1	Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.		
2	Responsable de alcanzar las metas de nivel de producción y productividad establecidas para su cargo, por la dirección de la empresa.		
3	Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad de los productos del proceso, mediante el cumplimiento de los procedimientos de cada proceso y las especificaciones y características de cada producto.		
4	Cumplir con el reglamento interno de la empresa en cuanto a conducta y relaciones laborales.		
5	Responsable de entender e implementar las condiciones de seguridad.		
6	Cumplir con la programación de labores establecida por la dirección y utilizar de manera correcta los recursos que le son asignados para este fin.		
7	Mantener limpia su área de trabajo.		
8	Apoyar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.		
9	Responsable de realizar y apoyar las siguientes actividades del proceso ( según diagrama de operaciones del proceso ):		
	Cuadrar bloque de esponja ( 2 pulgadas de profundidad )	operación	8
	Revisar bloque de esponja cuadrado	inspección	3
	Laminar bloque de esponja y clasificar laminas	operación combinada	6
	Cortar lomos, fondos y laterales en piezas de 10 * 5 pulgadas	operación	9
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>			
1	Riesgos en el trabajo	Riesgo de cortadura. Leve exposición a vapores tóxicos. Leve exposición a irritaciones en la piel por contacto de producto en proceso.	
2	Exigencia mental	Capacidad numérica necesaria para medir con precisión los bloques. Capacidad de interpretar planos de corte. Conocimiento básico de mantenimiento mecánico industrial. Habilidad para comprensión de procedimientos, formatos, diagramas del proceso. Capaz de mantener atención y concentración en el trabajo.	
3	Exigencia física	Exigencia física para trasladar carga de 100 kilogramos en carro alza tarimas. Realizar labores de limpieza de piezas grandes. Buena salud del sistema respiratorio. Sin padecimiento de alergias.	

Tabla XXXIV. Evaluación de puestos, ayudante de corte

Nombre del puesto:	<b>Ayudante de corte</b>												
Departamento	<b>Producción</b>												
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>												
Nivel jerárquico	<b>11</b>												
Categoría jerárquica	<b>Operario 2</b>												
Jefe inmediato	<b>Jefe de fábrica de esponja</b>												
Personal a cargo	<b>Ninguno</b>												
<b>Descripción del puesto:</b>													
<p>1 Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.</p> <p>2 Responsable de alcanzar las metas de nivel de producción y productividad establecidas para su cargo, por la dirección de la empresa.</p> <p>3 Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad de los productos del proceso, mediante el cumplimiento de los procedimientos de cada proceso y las especificaciones y características de cada producto.</p> <p>4 Cumplir con el reglamento interno de la empresa en cuanto a conducta y relaciones laborales.</p> <p>5 Responsable de entender e implementar las condiciones de seguridad.</p> <p>6 Cumplir con la programación de labores establecida por la dirección y utilizar de manera correcta los recursos que le son asignados para este fin.</p> <p>7 Mantener limpia su área de trabajo.</p> <p>8 Apoyar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>9 Responsable de realizar y apoyar las siguientes actividades del proceso ( según diagrama de operaciones del proceso ):</p> <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Cuadrar bloque de esponja ( 2 pulgadas de profundidad )</td> <td>operación</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Revisar bloque de esponja cuadrado</td> <td>inspección</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Laminar bloque de esponja y clasificar laminas</td> <td>operación combinada</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Cortar lomos, fondos y laterales en piezas de 10 * 5 pulgadas</td> <td>operación</td> <td>9</td> </tr> </table>		Cuadrar bloque de esponja ( 2 pulgadas de profundidad )	operación	8	Revisar bloque de esponja cuadrado	inspección	3	Laminar bloque de esponja y clasificar laminas	operación combinada	6	Cortar lomos, fondos y laterales en piezas de 10 * 5 pulgadas	operación	9
Cuadrar bloque de esponja ( 2 pulgadas de profundidad )	operación	8											
Revisar bloque de esponja cuadrado	inspección	3											
Laminar bloque de esponja y clasificar laminas	operación combinada	6											
Cortar lomos, fondos y laterales en piezas de 10 * 5 pulgadas	operación	9											
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>													
1 Riesgos en el trabajo	<p>Riesgo de cortadura.</p> <p>Leve exposición a vapores tóxicos.</p> <p>Leve exposición a irritaciones en la piel por contacto de producto en proceso.</p>												
2 Exigencia mental	<p>Capacidad numérica necesaria para medir con precisión los bloques.</p> <p>Habilidad para comprensión de procedimientos, formatos, diagramas del proceso.</p> <p>Capaz de mantener atención y concentración en el trabajo.</p>												
3 Exigencia física	<p>Exigencia física para trasladar carga de 100 kilogramos en carro alza tarimas.</p> <p>Realizar labores de limpieza de piezas grandes.</p> <p>Buena salud del sistema respiratorio.</p> <p>Sin padecimiento de alergias.</p>												

Tabla XXXV. Evaluación de puestos, operario de pegado

Nombre del puesto:	<b>Operario de pegado</b>		
Departamento	<b>Producción</b>		
Sub-departamento:	<b>Fábrica de esponja</b>		
Nivel jerárquico	<b>11</b>		
Categoría jerárquica	<b>Operario 2</b>		
Jefe inmediato	<b>Jefe de fábrica de esponja</b>		
Personal a cargo	<b>Ninguno</b>		
<b>Descripción del puesto:</b>			
1 Compromiso por entender, implementar y mantener las políticas de la empresa.			
2 Responsable de alcanzar las metas de nivel de producción y productividad establecidas para su cargo, por la dirección de la empresa.			
3 Responsable de mantener y mejorar continuamente la calidad de los productos del proceso, mediante el cumplimiento de los procedimientos de cada proceso y las especificaciones y características de cada producto.			
4 Cumplir con el reglamento interno de la empresa en cuanto a conducta y relaciones laborales.			
5 Responsable de entender e implementar las condiciones de seguridad.			
6 Cumplir con la programación de labores establecida por la dirección y utilizar de manera correcta los recursos que le son asignados para este fin.			
7 Mantener limpia su área de trabajo.			
8 Apoyar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.			
9 Responsable de realizar y apoyar las siguientes actividades del proceso ( según diagrama de operaciones del proceso ):			
	Pegar laminas para hacer rollos de esponja ( 1 unión )	operación	10
	Secado de uniones	operación	11
	Revisar y enrollar láminas para formar rollos ( 5 metros	operación combinada	7
	Empacar	operación	12
<b>Consideraciones sobre el puesto de trabajo:</b>			
1 Riesgos en el trabajo	Riesgo de cortadura. Leve exposición a vapores tóxicos. Leve exposición a irritaciones en la piel por contacto de producto en proceso.		
2 Exigencia mental	Capacidad numérica necesaria para medir con precisión los bloques. Habilidad para comprensión de procedimientos, formatos, diagramas del proceso. Capaz de mantener atención y concentración en el trabajo.		
3 Exigencia física	Exigencia física para trasladar carga de 100 kilogramos en carro alza tarimas. Realizar labores de limpieza de piezas grandes. Buena salud del sistema respiratorio. Sin padecimiento de alergias.		

Tabla XXXVI. Asignación de puntos por grado y por factor, para evaluación de puestos de trabajo

Factor		Puntos	Grado			
			I	II	III	IV
1. Habilidad	1.1 Educación	20	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	10	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
2 Esfuerzo	2.1 Exigencia mental	10	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	5	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	5	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
3 Responsabilidad	3.1 Por trabajo de otros	20	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	10	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	10	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
4 Condiciones de Trabajo	4.1 Riesgo	10	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XXXVII. Evaluación de puestos de trabajo, jefe de fábrica de esponja

Nombre del puesto: **Jefe de fábrica de esponja**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **Fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **5**  
 Categoría jerárquica: **Jefe 2**

Factor	Puntos	Grado				
		I	II	III	IV	
<b>1. Habilidad</b>	1.1 Educación	20	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	5	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
<b>2 Esfuerzo</b>	2.1 Exigencia mental	10	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	3	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	1	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
<b>3 Responsabilidad</b>	3.1 Por trabajo de otros	10	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	7	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	7	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
<b>4 Condiciones de Trabajo</b>	4.1 Riesgo	7	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>70</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XXXVIII. Evaluación de puestos de trabajo, técnico de laboratorio de fábrica de esponja

Nombre del puesto: **Técnico de laboratorio de fábrica de esponja**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **6**  
 Categoría jerárquica: **Técnico 1**

Factor		Puntos	Grado			
			I	II	III	IV
<b>1. Habilidad</b>	1.1 Educación	20	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	8	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
<b>2 Esfuerzo</b>	2.1 Exigencia mental	6	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	1	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	2	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
<b>3 Responsabilidad</b>	3.1 Por trabajo de otros	5	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	5	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	5	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
<b>4 Condiciones de Trabajo</b>	4.1 Riesgo	10	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>62</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XXXIX. Evaluación de puestos de trabajo, asistente de laboratorio

Nombre del puesto: **Asistente de laboratorio**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **Fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **9**  
 Categoría jerárquica: **Asistente 2**

Factor	Puntos	Grado				
		I	II	III	IV	
<b>1. Habilidad</b>	1.1 Educación	15	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	2	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
<b>2 Esfuerzo</b>	2.1 Exigencia mental	6	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	1	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	5	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
<b>3 Responsabilidad</b>	3.1 Por trabajo de otros	5	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	2	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	5	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
<b>4 Condiciones de Trabajo</b>	4.1 Riesgo	10	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>51</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XL. Evaluación de puestos de trabajo, operador de máquina cortadora

Nombre del puesto: **Operador de máquina cortadora**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **Fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **9**  
 Categoría jerárquica: **Asistente 2**

Factor	Puntos	Grado				
		I	II	III	IV	
1. Habilidad	1.1 Educación	15	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	8	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
2 Esfuerzo	2.1 Exigencia mental	6	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	2	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	5	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
3 Responsabilidad	3.1 Por trabajo de otros	5	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	5	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	5	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
4 Condiciones de Trabajo	4.1 Riesgo	7	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>58</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XLI. Evaluación de puestos de trabajo, ayudante de corte

Nombre del puesto: **Ayudante de corte**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **Fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **11**  
 Categoría jerárquica: **Operario 2**

Factor	Puntos	Grado				
		I	II	III	IV	
<b>1. Habilidad</b>	1.1 Educación	10	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	2	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
<b>2 Esfuerzo</b>	2.1 Exigencia mental	4	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	2	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	5	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
<b>3 Responsabilidad</b>	3.1 Por trabajo de otros	5	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	2	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	2	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
<b>4 Condiciones de Trabajo</b>	4.1 Riesgo	7	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>39</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XLII. Evaluación de puestos de trabajo, operario de pegado

Nombre del puesto: **Operario de pegado**  
 Departamento: **Producción**  
 Sub-departamento: **Fábrica de esponja**  
 Nivel jerárquico: **11**  
 Categoría jerárquica: **Operario 2**

Factor	Puntos	Grado				
		I	II	III	IV	
1. Habilidad	1.1 Educación	5	Primaria 5	Secundaria 10	Diversificado 15	Universitaria 20
	1.2 Experiencia	2	Ninguna 2	1 año 5	3 años 8	5 años 10
2 Esfuerzo	2.1 Exigencia mental	2	Aritmética básica y utilización de instrumentos de medición simples 2	Interpretación de planos simples, utilización de instrumentos de medición y calibración 4	Resolución de problemas técnicos en procesos especializados 6	Administración, planificación, evaluación, proyección y mejora continua 10
	2.2 Exigencia visual	1	Leve 1	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles medianos o grandes 2	Trabajo en equipo de computo 3	Evaluación de la calidad de piezas y ensambles pequeños. Calibración en maquinaria o instrumentos de medición y corte 5
	2.3 Exigencia física	5	Ninguna 1	Hasta 30 Kgs. 2	Hasta 60 Kgs. 3	Mas de 60 Kgs. 5
3 Responsabilidad	3.1 Por trabajo de otros	5	Otros 5	Sub-departamento 10	Departamento 15	Gerencia 20
	3.2 Por Maquinaria y Equipo	2	Hasta por Q 10,000.00 2	Hasta por Q 30,000.00 5	Hasta por Q 100,000.00 7	Por mas de Q 100,000.00 10
	3.3 Por Materia Prima	2	Riesgo de perdida hasta por Q 1,000.00 2	Riesgo de perdida hasta por Q 10,000.00 5	Riesgo de perdida hasta por Q 50,000.00 7	Riesgo de perdida por mas de Q 50,000.00 10
4 Condiciones de Trabajo	4.1 Riesgo	7	Ninguno 2	Leve 5	Moderado 7	Grave 10
<b>Total</b>		<b>31</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

Tabla XLIII. Asignación de salarios según evaluación de puestos y comparación con salarios del mercado guatemalteco

Categoría jerárquica	Puesto	Puntuación según evaluación	Rango para asignación de salario		Salario asignado a la categoría jerárquica		Salarios en el mercado guatemalteco (Fuente PriceWaterhouse Cooper) (USD)	Salarios en el mercado guatemalteco Tipo de cambio 7.7 Q por USD (Q)
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
Gerente 1			90	100	N/A	N/A		
Gerente 2			85	90	N/A	N/A		
Gerente 3			80	85	N/A	N/A		
Jefe 1			75	80	Q 10,000.00	Q 15,000.00		
Jefe 2	Jefe de fábrica de esponja	70	70	75	Q 7,000.00	Q 10,000.00	\$ 1,486.00	Q 11,442.20
Supervisor 1			65	70	Q 5,000.00	Q 7,000.00		
Supervisor 2			60	65	Q 4,000.00	Q 5,000.00		
Técnico 1	Técnico de laboratorio de fábrica de esponja	62	65	70	Q 5,000.00	Q 7,000.00	\$ 539.00	Q 4,150.30
Técnico 2			60	65	Q 4,000.00	Q 5,000.00		
Asistente 1			55	60	Q 4,000.00	Q 5,000.00		
Asistente 2	Asistente de laboratorio Operador de máquina cortadora	58	50	55	Q 3,000.00	Q 4,000.00	\$ 396.00	Q 3,049.20
Operario 1			40	50	Q 2,000.00	Q 3,000.00		
Operario 2	Ayudante de corte Operario de pegado	39	30	40	Q 1,500.00	Q 2,000.00	\$ 336.00	Q 2,587.20

## CONCLUSIONES

1. El proceso de fabricación de esponja requiere siete áreas de trabajo, las cuales son: Laboratorio, secado, corte, pegado, empaque, bodega de materia prima y suministros y bodega de producto terminado. Sin embargo, no se implementará el área de empaque, ya que la producción en el corto plazo, será únicamente para uso interno en la fabricación de camas.
2. El total de requerimientos de mano de obra son nueve personas con plaza fija: un Jefe de fábrica de esponja, un Técnico de laboratorio de fábrica de esponja, un Asistente de laboratorio, un Operador de máquina cortadora, dos Ayudantes de corte y tres Operarios de pegado. Se requieren además 12 empleados temporales para los meses de más demanda: dos asistentes de laboratorio y diez operarios de pegado. El tiempo extraordinario será de 465 horas durante el primer año.
3. El horario de trabajo en el laboratorio será de lunes a viernes de 7:45 a 16:00 horas, para el Técnico de laboratorio de fábrica de esponja y de 8:25 a 16:40 para el operario. Para el resto de los trabajadores será de 7:45 a 17:00 de lunes a jueves y de 7:45 a 16:00 los días viernes, como el resto de la planta.
4. El organigrama de la empresa debe cambiar, con el objeto de distribuir las responsabilidades y las operaciones. La calidad de los productos, actualmente responsabilidad directa del Supervisor de calidad, pasa a ser responsabilidad de la alta gerencia de la empresa quien por medio de la creación de un comité.

En el Área de operaciones, el puesto de Jefe de producción se sustituye por el de Gerente de producción; el sub-departamento de fábrica se sustituye por dos sub-departamentos, el sub-departamento de fábrica de camas y sub-departamento de fábrica de esponja. Ambos sub-departamentos tendrán como responsable un Jefe de producción. El puesto de Supervisor de calidad desaparece. El puesto de Operario para corte de lomos, fondos y laterales actualmente subordinado del Jefe de producción pasará a ser subordinado del Jefe de fábrica de esponja, específicamente del Operador de máquina cortadora.

5. El almacenamiento y planificación tanto de materia prima, suministros y producto terminado seguirá a cargo de la Gerencia de operaciones, a través del jefe de inventarios y se utilizarán las mismas bodegas utilizadas actualmente. Las compras también seguirán a cargo de la gerencia de Operaciones, a través del supervisor de compras e importaciones.
6. La planta se instalará en la bodega de usos múltiples que tiene un área de 600 metros cuadrados. El laboratorio ocupará 80 metros cuadrados. El área de corte 120 metros cuadrados. El área de pegado 102 metros cuadrados. El área de secado 120 metros cuadrados. Bodega de moldes 65 metros cuadrados. Oficina administrativa y servicios sanitarios 30 metros cuadrados.
7. Para el laboratorio se trabajará según el método propuesto en el diagrama de la Figura 4 (diagrama hombre-máquina), que propone asignar dos moldes y un operario a un ritmo de producción de cinco bloques de esponja diarios. El mes de mayo se trabajará bajo el mismo método, pero se producirán 19 bloques en tiempo extraordinario.

Los meses de julio y diciembre se trabajarán, según el método propuesto en el diagrama de la Figura 5 (diagrama hombre-máquina) que propone dos operarios y dos moldes y un ritmo de producción de siete bloques diarios. El operario adicional ocupará un puesto temporal. Para el mes de julio se producirán 22 bloques en tiempo extraordinario y para diciembre 34 bloques.

8. Las operaciones de Cuadrado y Laminado de bloques dependen básicamente de la capacidad de ambas máquinas, el requerimiento de la planta es de 30% de la capacidad para cada máquina (Tabla XXIII), debido a esto se asignarán estas operaciones a un solo equipo de trabajo formado por un operador de máquina cortadora y un ayudante de corte, en lugar de un equipo para cada máquina; de esta manera se aprovechara la mano de obra en un 60 %.
9. Para el corte de lomos, fondos y laterales se establece una meta diaria de 2,040 piezas contadas por día. Siendo necesario solo un operario de corte.
10. En el área de pegado se estima un tiempo por unión de 1 minuto para el rollo de 9”\* 1/2” y de cinco minutos para los rollos de 78” \*3/4” y 82” \* 3/4”para ello es necesario tres operarios de pegado con plaza fija y contratar personal temporal para los meses de febrero, mayo, julio y diciembre.
11. La calidad será gestionada bajo el enfoque de sistema que involucra 4 procesos: fabricación de bloques, cuadrado de bloques, laminado de bloques, pegado de planchas para rollos. Cada uno de ellos será medido de acuerdo a índices de producción y productividad, los cuales ayudaran a generar y a extender al resto de la empresa una cultura de mejora continua, proporcionando a la planta productora de camas productos que cumplan con

los parámetros de densidad, dureza porosidad, resistencia tensora, elongación y dimensiones requeridos para hacer un producto que satisfaga al cliente.

Los índices de producción, productividad y reportes a evaluar serán los detallados en el capítulo 5 y nos servirán para medir, comparar, dar trazabilidad y tomar decisiones.

## RECOMENDACIONES

1. Es conveniente mantener la relación comercial con los proveedores de esponja mientras se inicia la actividad de producción, para evitar problemas en el nivel de inventario. Además, se debe planificar la comercialización de esponja a mediano plazo, empezando con los excedentes, esto con el fin de obtener ingresos que puedan cubrir algún porcentaje de los costos. El incremento en la producción de esponja, reducirá la componente del costo fijo, reduciendo el costo total.
2. La gerencia financiera debe evaluar el costo de producir esponja según la metodología del presente proyecto, comparar dicho costo con los precios actuales y asignar los recursos para implementarlo. Además, deberá crear la nomenclatura necesaria para registrar los movimientos contables que genere este centro de costos.
3. La Dirección de la empresa debe justificar la inversión y la implementación de un sistema de gestión de calidad es una herramienta que le permitirá medir y evaluar los resultados de la inversión.



## BIBLIOGRAFÍA

1. **NIEBEL**, Benjamín W, Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos. Tercera edición. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 1995. p.p. 25-45, 293-306.
2. **JAMES**, Paul, Gestión de la calidad total. Segunda Edición. España: Prentice Hall Iberia, 1997. p.p. 71-241.
3. **ASFAHL**, C. Ray, Seguridad industrial y salud. Cuarta edición. México: Prentice Hall Hispanoamérica S.A., 2000. p.p. 119-129.
4. **PALACIOS**, Alvarado de Zamora, Rosa Maria, Montaje de una fábrica para la elaboración de esponja flexible de poliuretano en Guatemala, Tesis Ingeniera Química. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1984.
5. **Martínez**, Matarredona, Jesús Manuel, Riesgos por exposición a isocianatos. <http://www.ibermutuamur.es/> (Enero, 2008).
6. **MAZZOLA**. <http://www.maquinas-corte-poliuretanos.com> (Enero, 2008).