

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA  
PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN LA FABRICA DE COLCHONES DINOR E.I.R.L.**

**PEDRO SANTOS VILLALOBOS**

**Chiclayo 03 de Noviembre del 2015**

PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA  
PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN  
LA FABRICA DE COLCHONES DINOR E.I.R.L.

POR:

PEDRO SANTOS VILLALOBOS

Presentada a la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**JURADO INTEGRADO POR**

---

Ing. Evans Llontop Salcedo

PRESIDENTE

---

Ing. María Luisa Espinoza García Urrutia

SECRETARIO

---

Ing. Joselito Sánchez Pérez

ASESOR

## DEDICATORIA

La siguiente investigación está dedicada ante todo a Dios que me ha bendecido largamente por estos años dentro y fuera de la universidad; a mis padres que día a día me brindan su apoyo incondicional, que no me dejarían caer ante cualquier adversidad. A mis profesores durante todo el tiempo universitario, que gracias a ellos aprendí y me dieron las armas necesarias para afrontar esta investigación.

## AGRADECIMIENTOS

Al señor José Cruzado Bardales por darme la oportunidad de haber desarrollado la investigación de tesis en sus instalaciones, brindándome una agradecida confianza.

Al Ing. Joselito Sánchez, asesor de tesis, por sus contribuciones para la realización de un buen trabajo de investigación.

A Yssamar por ser una persona indispensable que me brindo apoyo, ayuda y carácter para poder terminar está investigación.

Y a mis padres, hermanos que estuvieron involucradas para poder darme aliento, y fuerzas cuando pensaba que no podía...

## PRESENTACIÓN

La presente investigación es realizada en la empresa DINOR E.I.R.L., que se dedica a la producción de colchones de resortes y colchones de espuma en diversas presentaciones; se ha podido determinar que la empresa actualmente no cuenta con un sistema adecuado de planificación y control de su producción y en donde mayormente se realiza por decisiones empíricas basadas en la experiencia, por lo que se propone planificar y controlar la producción, introduciendo las mejoras necesarias y esenciales que puedan permitir atender totalmente la demanda que cada vez es mayor, ya que la empresa tiene como objetivo introducirse en nuevos mercados, nuevos retos; por ello DINOR E.I.R.L., no solo busca satisfacer a los clientes actuales, sino a los potenciales clientes para que no recurran a la competencia.

Todos los objetivos que se proponen realizar en esta investigación se llevarán a cabo a base de metodologías adecuadas y actualizadas, que han servido de base para realizar el diagnóstico de la situación actual de los procesos de fabricación de colchones, los cuales han sido realizados mediante la observación directa, recolectando datos que puedan determinar movimientos, tiempo, paradas, etc., para luego proponer soluciones adecuadas para la optimización de la empresa.

Por ello en esta investigación se tiene como primer capítulo un marco teórico que nos ayuda a entender e introducirnos en el tema mediante herramientas y metodologías a usarse; en el siguiente capítulo se tiene desarrollado un diagnóstico general de la situación actual de la empresa DINOR E.I.R.L., de donde se obtiene los problemas principales y se detalla de manera general las posibles soluciones, en tercer capítulo se tiene desarrollado todas las alternativas de solución que se pudo dar, todas estas basadas en la planificación y control de la producción y por último se realiza un análisis costo – beneficio para verificar la rentabilidad que se tiene al implementar las mejoras en la empresa DINOR E.I.R.L.

Se concluye que es de suma importancia que la empresa tenga una manera correcta de planificación y control de su producción; con una disposición en flujo para que pueda cumplir con la demanda no solo en cantidad sino en calidad y oportunidad y de esta manera poder competir con empresas ya posicionadas en el mercado que distribuyen colchones en diversos centros comerciales.

Autor: Pedro Santos Villalobos

## RESUMEN

*El presente trabajo de investigación se ha realizado en la empresa DINOR E.I.R.L., la cual se encuentra ubicada en Chepén, se dedica a la producción de colchones tanto de resortes como de espuma, su línea de producción se encuentra afectada por diversos factores lo que determina incertidumbre al comparar lo producido con lo que se podría producir, por lo cual se propone planificar y controlar la producción introduciendo las herramientas necesarias y esenciales que permitan atender adecuadamente la demanda cada vez mayor del mercado, así como introducirse a nuevos mercados; se evaluarán las mejoras que generaría la implementación de planificación y control de la producción en la empresa DINOR E.I.R.L.*

*Para la realización de los objetivos propuestos se realiza un diagnóstico general de la empresa, en donde se encontrarán los problemas, consecuentemente sigue la realización de las mejoras las cuales están basadas en encontrar una cantidad exacta de combinación entre recursos mediante la planificación agregada, generar un sistema de MRP, para que puedan planificar sus compras durante todo el año, se equilibra la producción mediante ciclos iguales o al menos eso pretende, un mejoramiento del tanque rotativo para disminuir la pérdida de algodón y por último el realizamiento del análisis costo-beneficio.*

*Todos estos objetivos se desarrollaran dentro de la estructura de metodologías actuales, para hacer de la empresa competitiva frente a otras marcas ya posicionadas en el mercado.*

*Palabras clave: Colchón, planeación agregada, MRP, Planificación, Control, Producción*

## ABSTRACT AND KEY WORDS

*This research was conducted in the company DINOR EIRL, which is located in Chepen, is dedicated to the production of mattresses many springs and foam, its product line is affected by various factors that determine uncertainty to compare what occurred with what might occur, for which it is proposed to plan and control the production by introducing the necessary and essential tools to adequately meet the increasing market demand and enter new markets; the improvements that generate the implementation of planning and control of production in the company is evaluating DINOR EIRL*

*To carry out the objectives an overall diagnosis of the company, where the problems will find consequently continues performing the improvements which are based on finding an exact amount of combination of resources by aggregate planning is done, generating a MRP system, so they can plan their purchases throughout the year, production is balanced by equal cycles or so intended, improved rotary tank to reduce the loss of cotton and finally the achievement tests of the cost-benefit analysis.*

*All these goals were developed within the framework of current methodologies, to make the company competitive against other brands and positioned in the market.*

*Keywords: Mattress, aggregate planning, MRP, Planning, Control, Production*

CARATULA	i
CARATULA CON JURADO	ii
DEDICATORIA	iii

AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INDICE	vii
I. Introducción	12
II. Marco de referencia del problema	13
2.1. Antecedentes del problema	13
2.2 Fundamentos teóricos	15
2.2.1. Proceso de producción	15
2.2.1.1. Características de los procesos de producción	15
2.2.2. Indicadores de productividad	15
2.2.2.1. Productividad	15
2.2.2.2. Eficiencia de materia prima	16
2.2.2.3. Eficiencia económica	16
2.2.2.4. Productividad laboral	16
2.2.2.5. Calidad	16
2.2.3. Planificación y control de la producción	16
2.2.4. Planeación agregada	17
2.2.4.1. Estrategias de planificación agregada	17
2.2.5. Plan maestro de producción	17
2.2.6. Planificación de los requerimientos de materiales	18
2.2.7. Enfoque avanzado: Lean Manufacturing	18
2.2.7.1. Principios básicos del lean Manufacturing	18
III. RESULTADOS	20
3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	20
3.1.1. La empresa	20
3.1.1.1. Organigrama	20
3.2. Descripción del sistema de producción	21

3.2.1. Productos	21
3.2.1.1. Colchones de algodón, resortes y espuma	21
3.2.1.2. Colchones de espuma	23
3.2.2. Materiales e insumos	25
3.2.3. Desperdicios y desechos	26
3.2.4. Subproductos	27
3.2.5. Mano de obra	27
3.2.6. Maquinaria y equipos	27
3.2.7. Proceso de producción	28
3.2.8. Sistema de producción	30
3.2.9. Análisis para el proceso de producción	34
3.2.10. Indicadores actuales de producción y productividad	38
3.2.10.1. Producción	38
3.2.10.2. Productividad	39
3.2.10.3. Eficiencias	40
3.2.10.4. Cuello de botella	40
3.2.10.5. Capacidad	41
3.2.11. Análisis de la información	43
3.3. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	50
3.3.1 Problemas, causas y propuestas de solución	50
3.4. Desarrollo de propuestas de mejoras en el sistema de producción	54
3.4.1 Desarrollo de mejoras	54
3.4.2. Nuevos indicadores de producción y productividad	87
3.4.3. Cuadro comparativo de indicadores	87
3.5. Análisis costo – beneficio	88
3.5.1. Beneficios implementando la mejora	88
3.5.2. Determinar la inversión en la mejora	89
3.5.3. Cuantificación de los beneficios obtenidos	89
3.5.4. Relación costo – beneficio	90
3.6. Planes de acción para la mejora	91

IV. CONCLUSIONES

V. RECOMENDACIONES

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

VII. ANEXOS

## **I. INTRODUCCIÓN**

La principal función de prácticamente toda organización (pequeña, grande, de manufactura, de servicios, comercial o sin fines de lucro) es la generación, a partir de

ciertos procesos, algún tipo de producto. A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes en la atención a los clientes. (Chapman, 2006).

El proceso de planificación y control establece distintos niveles en función de los objetivos y el horizonte temporal que se tome de referencia. La planificación estratégica establecerá los objetivos, estrategias, políticas globales y el plan de la empresa a largo plazo. A él se refiere el plan de producción a largo plazo del sistema de planificación y control de la producción (PCP). A medio plazo, tenemos los objetivos y planes de la planificación táctica a la que se referirá el plan de producción o plan agregado.

La planificación operativa, determina los objetivos y planes a corto plazo para áreas y sub áreas funcionales. Su reflejo en el PCP estará en los planes de producción operativos y, más que un fin, se puede considerar como el conjunto de métodos y técnicas para alcanzar los objetivos definidos en las etapas anteriores.

Cuando en una empresa no existe una planificación o no se dispone del plan con las bases sobre las que asentar las acciones que la empresa ha de tomar en un futuro, la empresa carece de referencias que le permitan comparar lo conseguido con lo que le hubiera deseado conseguir en su momento. (Gonzales, 2010).

La fábrica de colchones “DINOR EIRL” se encuentra ubicada en Chepen (La Libertad) y es una de las pocas fábricas que existen del mismo rubro en el departamento. Se producen colchones ortopédicos, súper ortopédicos, colchones de espuma; las cuales son vendidos en tiendas propias que se ubican en las ciudades de Chepen, Pacasmayo y Jaén.

La empresa actualmente no cuenta con un sistema de planificación, carece de un control de producción, los cuales puede conllevar a gastos operativos, no se tiene una adecuada secuencia de procesos es decir se tiene una distribución de áreas errónea lo que conlleva a tener movimientos innecesarios lo cual que dificulta el procesamiento, carece de referencias para comparar su producción real con la producción esperada.

Por ello con esta investigación se tiene como objetivo principal mejorar la productividad, mediante objetivos específicos como generar un plan agregado de producción, realizar un requerimiento de materiales específico, equilibrar la línea de producción y por ultimo realizar el análisis costo – beneficio.

## **II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Sophie, A. (2011) en su investigación: “Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos” busca eliminar todas las actividades que no agregan valor en todo el proceso

productivo. La metodología que se usa incide en la sobreproducción, esperas, inventarios, transporte, defectos, desperdicios de procesos, movimientos innecesarios y subutilización de la capacidad de los empleados y además valorar la comprensión de las personas y los factores que las motivan, además de usar las herramientas de Lean Manufacturing: Kanban, Value Stream Mapping, Kaisen, Mantenimiento productivo total (TPM), Poka – Yoke, 5 S's.

Como conclusión se tiene que las empresas que han puesto en práctica Lean Manufacturing como su filosofía de trabajo han experimentado reducciones significativas en tiempo de entrega, costos, re-trabajo, inventario, tiempo de preparación, material en proceso y números de defectos, al mismo tiempo aumentan su productividad, flexibilidad, mejora de la calidad, mejor utilización del personal y logran un mejor uso del espacio y maquinarias.

Arango, M., Vergara, C. y Gaviria, H. (2010) en su investigación “Modelización difusa para la planificación agregada de la producción en ambientes de incertidumbre” busca ilustrar el uso del modelo de programación lineal difusa propuesto en el artículo en el campo de la planificación de la producción, específicamente brindando solución a un problema de planeación agregada, teniendo en cuenta la demanda como un parámetro difuso. Como metodología se tiene el uso de estrategias de producción constante, estrategia de seguimiento de la demanda, estrategias mixtas y el uso de la lógica difusa mediante a) definición de variables, b) definición de parámetros constantes del modelo, c) función objetivo, d) planteamiento de restricciones.

Como conclusiones la lógica difusa propuesta tiene como objetivo maximizar la satisfacción del decisor, ayuda a solucionar problemas de planeación agregada cuando la demanda posee incertidumbre.

Filho, M. y Faria F. (2009), en su investigación “Un método práctico para reducir el nerviosismo y mejorar el rendimiento en los sistemas de planificación de necesidades: propuesta, Implementación y resultados” busca diseñar un método para lograr una mejora en la planificación de las necesidades (MRP). La metodología aplicada surge de una revisión de la literatura y de las características particulares del caso de estudio, el método defiende la premisa que una mejora en el rendimiento del MRP se consigue mediante un sistema de reducción de nerviosismo, que esta soportado por dos factores principales: 1) parámetros del sistema se deben determinar con precisión y 2) producción integrada.

Se concluye mediante dos factores responsables de llevar a cabo los objetivos a) la mejora en la determinación de parámetros del sistema y b) la adopción de planificación de la producción integrada y la programación; de acuerdo a la capacidad del sistema

Del Solar, R., Chacón, I. y Ponce, M. (2008) en su investigación “Plan agregado de producción en barracas madereras. Estudio de caso para una pequeña industria” tuvo como objetivo aplicar la planificación agregada que satisfaga la demanda esperada, con los costos operativos mínimos a lo largo de un horizonte de doce meses, manteniendo un nivel laboral permanente mínimo. La metodología presenta un diseño de plan agregado,

asimismo se empleó un método gráfico para ayudar a encontrar un plan que satisfaga la demanda esperada, con los costos operativos mínimos a lo largo de un horizonte de doce meses, en donde se consideró: a) recopilación y tabulación de datos obtenidos en el periodo referencial, b) análisis de las tasas proyectadas de demanda, producción, productividad, fuerza laboral e inventarios, c) propuesta de cuatro planes alternativos al período referencial, basado en una combinación de las variables fuerza laboral e inventarios, ambas necesarias para satisfacer la demanda pronosticada, d) cálculo, tabulación y gráficos de las variables de la demanda, e) evaluación para cada uno de los planes propuestos de los costos operativos de cada plan y f) comparación de los planes y elección del plan agregado de acuerdo a los criterios iniciales.

Se concluye mencionando que la planificación agregada aplicada en la empresa permitió reducir en un 1,92% los costos de producción, manteniendo una fuerza laboral permanente como parte de su política interna de responsabilidad comercial.

Mula, J., Poler, R. y García, J. (2005) en su investigación “Evaluación de sistemas para la planificación y control de la producción” el objetivo que menciona es analizar los enfoques centrales en el campo de la planificación y control de la producción, MRP, HPP, JIT y OPT, que llevan a optimizar los procesos de producción. La metodología es establecer una comparación y discusión entre estos sistemas basada tanto en los resultados presentados en la literatura como en la experiencia de los autores en la investigación y aplicación de dichos sistemas. La contribución principal de este artículo es la identificación de las ventajas e inconvenientes principales de los sistemas evaluados.

Se concluye de la evaluación que tanto el MRP como JIT son sistemas para la planificación de la producción establecidas en las empresas industriales, del análisis se desprende que uno de los inconvenientes principales de estos sistemas es la utilización de los mismos en entornos con condiciones de incertidumbre.

## **2.2. FUNFAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1. Proceso de producción**

Rojas, C (1996) nos dice que el proceso de producción es el conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia en producto terminado. Prácticamente un proceso productivo se identifica con una línea o red de producción formada por un número dado de estaciones de trabajo y un tiempo predeterminado en cada una de ellas.

#### **2.2.1.1. Características de los procesos de producción**

- **Por proyecto**

Se tiene bajos volúmenes de producción, largo tiempo de procesamiento, gran cantidad de recursos humanos para la producción, tareas y secuenciación de actividades complejas. Ejemplo: Construcción de un avión. (Barg, E. 2010)

- **Intermitente**

Se tiene poca dependencia del mercado, bajo volumen de producción por producto, mano de obra intensiva, alta personalización. Ejemplo: Fabricación de muebles a medida. (Barg, E. 2010)

- **Lote**

En este proceso se tiene un taller estandarizado, volúmenes más altos de producción, se tiene una variedad más baja de productos, lotes de gran tamaño. Ejemplo: Fabricación de piezas electrónicas. (Barg, E. 2010)

- **Continuo**

Se tiene productos estandarizados, alto volumen de producción, cada producto es procesado por un método idéntico o caso idéntico, se mantiene controles de calidad continuos. Ejemplo: Producción de cerveza. (Barg, E. 2010)

## 2.2.2. Indicadores de productividad

### 2.2.2.1.Productividad

Rojas, C (1996) menciona que en un proceso productivo es necesario medir el rendimiento de los factores empleados de los que depende la producción. A esta medida se le denomina productividad, la cual puede definirse como el cociente entre la producción obtenida en un período dado y la cantidad de recursos utilizados.

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recurso\ empleado}$$

### 2.2.2.2.Eficiencia de materia prima

La eficiencia técnica examina la relación entre el producto generado y la cantidad de un determinado insumo utilizado para la generación de este, se expresa en porcentaje (Mokate, K. 2009)

$$Eficiencia = \frac{Producción\ obtenida}{Entrada\ de\ materia\ prima}$$

### **2.2.2.3.Eficiencia económica**

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta.

$$Eficiencia\ economica = \frac{Ventas\ (ingresos)}{Costos\ (Inversiones)}$$

### **2.2.2.4.Productividad laboral**

Según SNIEG. (2012), la productividad laboral mide la relación entre la cantidad de trabajo en el proceso productivo y la producción obtenida, existen dos procedimientos para poder medirla.

$$Producción\ media\ por\ hora\ hombre = \frac{Producción}{Horas\ hombre\ trabajadas}$$

$$Producción\ media\ por\ trabajador = \frac{Producción}{Número\ de\ trabajadores}$$

### **2.2.2.5.Calidad**

Según ISO 9000 define calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

El indicador de calidad es un proceso productivo mide la relación de productos no defectuosos y la producción total en un determinado período de tiempo.

$$Calidad = \frac{Número\ de\ productos\ correctos}{Producción\ total}$$

## **2.2.3. Planificación y control de la producción**

De Lima, O.; Maduro, M., Leite, J., & Silva, C. describe un enfoque de flujo de información de planificación de la producción y el control en la vida cotidiana conocida como PCP. Son actividades que se desarrollan por un departamento o área para apoyar la producción, este es responsable de la coordinación y la aplicación de los recursos productivos para cumplir con los planes de la mejor manera posible en el plan estratégico, táctico y operativo.

## **2.2.4. Planificación agregada**

Heizer, J., Render, B. 2008, nos dice que es también llamada programación agregada, la cual se ocupa de determinar la cantidad que se producirá y cuando se producirá en un futuro a medio plazo, generalmente entre 3 y 18 meses. Normalmente el objetivo de la planificación agregada es minimizar el coste total durante el período de planificación. El plan agregado significa agrupar los recursos correspondientes generales o globales. Dada

la previsión de la demanda, la capacidad de instalación, los niveles de inventarios, la plantilla y los inputs relacionados.

#### **2.2.4.1. Estrategias de planificación agregada**

- **Estrategia de seguimiento o caza**

Esta estrategia intenta conseguir niveles de producción que igualen la previsión de la demanda para cada período. Esta estrategia se puede llevar a cabo de varias maneras. Se podría variar los niveles de mano de obra o contratando o despidiendo a trabajadores, o se puede variar la producción mediante horas extras, aprovechando las horas de inactividad, con empleados a tiempo parcial o subcontratando la producción a otras empresas.

- **Estrategia nivelada o estable**

Consiste en un plan agregado en el que la producción diaria es constante período a período. En el cual se puede permitir que el inventario de productos acabados crezca o disminuya para amortiguar la diferencia entre la demanda y la producción o encontrar un trabajo alternativo para los empleados.

- **Estrategias mixtas**

Para la mayoría de las empresas no es probable que la estrategia de seguimiento ni la estrategia de nivelación sean ideales, por lo que se habrá que estudiar la posibilidad de crear una combinación de ambas, a la cual se le denomina estrategias mixtas.

#### **2.2.5. Plan maestro de producción**

Heizer, J., Render, B. 2008, menciona que un programa maestro de producción especifica lo que se va hacer (es decir, el número de productos o artículos acabados) y cuándo. El programa debe ser coherente con un plan agregado de producción. El plan de producción establece la cantidad global que se va a producir en términos generales (por ejemplo familias de productos, horas estándar o volúmenes en dólares). Estos planes también incluyen una variedad de inputs, como son los planes financieros, la demanda de los clientes, las capacidades de ingeniería, la disponibilidad de mano de obra, las fluctuaciones del inventario, el rendimiento de los proveedores y otras consideraciones.

#### **2.2.6. Planificación de los requerimientos de materiales**

El programa de requerimiento de materiales (MRP) es aquel que puede crear programas que identifiquen los componentes y materiales necesarios para fabricar los productos finales requeridos, el número exacto de cada uno y las fechas en las que se deberían lanzar

y recibir sus pedidos. El sistema MRP actual se basa en un programa de ordenador que realiza estos cálculos (Heizer, J., Render, B. 2008).

### **2.2.7. Enfoque avanzados: Lean Manufacturing o Producción ajustada**

Cuatrecasas, L. 2009, nos dice que el Lean Management o producción ajustada es un enfoque de gestión de los procesos basados en llevar a cabo aquello y sólo aquello que es preciso para entregar al cliente lo que desea exactamente, en la cantidad que se desea y justo cuando lo desea, a un precio competitivo. Ello puede expresarse diciendo que el objetivo de un sistema lean es entregar al cliente el producto o servicio exactamente solicitado por él, con el máximo ajuste a sus especificaciones, con el mínimo consumo de recursos productivos y con la rapidez de respuesta.

Para alcanzar sus objetivos, la implementación del lean Management dispone de los elementos fundamentales:

- La eliminación de los desperdicios, es decir, las actividades innecesarias a las que se alude, las que en terminología lean, “no aportan valor al producto”. Ello significa que cualquier actividad que no sea valorada por el cliente final es un desperdicio y hay que evitarlo.
- Flexibilidad en el volumen y tipo de producción, ya que el Lean Management pretende, producir el producto o servicio solicitado por el cliente, en la cantidad necesaria y en el momento requerido. Ello exige un sistema productivo realmente flexible, sin el cual sería muy difícil alcanzar los objetivos propuestos.

#### **2.2.7.1. Principios básicos del lean Manufacturing**

- **Valor**  
Principio fundamental del lean Management, que implica que el producto o servicio y sus atributos y características deben ajustarse a lo que el cliente determina, lo que se ajusta a la filosofía básica de este enfoque de gestión. El consumidor es quien valora realmente el producto.
- **Flujo de valor**  
  
Los departamentos de una empresa y todas las empresas presentes en el flujo de valor completo de un producto o servicio, deberán analizarlo en su totalidad, en lugar de centrarse en la parte que les corresponde sin compartirlo con los demás. La gestión lean exige, en efecto, que las empresas estén en estrecho contacto con sus proveedores y distribuidores para optimizar el flujo.
- **Ejecución de los procesos en modo pull**

Una vez diseñados y desarrollados los productos y proceso de forma que se ajusten a los requerimientos de los clientes y exentos de despilfarros, hemos llegado al momento de llevar a cabo la producción. Para seguir en la línea de ajustarse solo a lo requerido por los clientes en producto de forma que se iniciara a partir de una demanda constatada en tipo de producto, volumen de producción y momento para efectuarla. Ellos nos llevaran a actuar de acuerdo con el sistema PULL, es decir tirar de la demanda y producir lo solicitado por ella.

- **Flujo de actividades**

El flujo de valor debe materializarse en procesos de producción reales, de forma que puedan llevarse a cabo eliminando hasta donde sea posible las actividades sin valor añadido o despilfarros. Ello implicará, como se verá, no introducir en el flujo de actividades tales como transportes o movimientos innecesarios, stock de materiales o productos y esperas de todo tipo, entre otras.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

##### **3.1.1. LA EMPRESA**

**Nombre:** Distribuidora Industrial del Norte E.I.R.L.

**Nombre Comercial:** DINOR E.I.R.L.

**Ruc:** 20482224718

**Dirección Fiscal:** Mz “A” Lote 11 Urb. Señor de los Milagros, Chepén, Chepén – La libertad

### **Historia:**

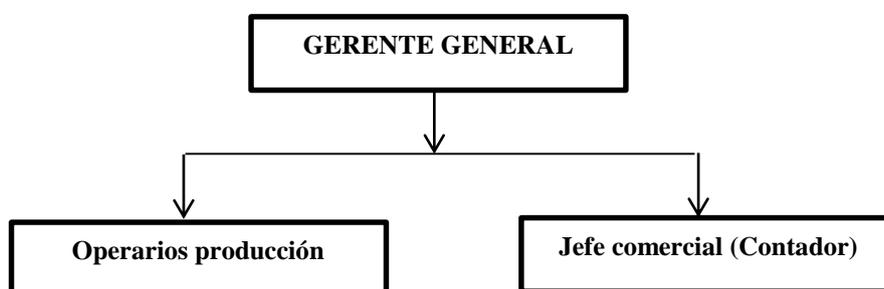
Distribuidora Industrial del Norte E.I.R.L. (DINOR E.I.R.L.), es fundada el 03 de Junio del 2009, desde sus inicios se dedica a la industria de colchones, en este sector comprende una diversa gama de operaciones y actividades manufactureras, las cuales utilizan entre insumos principales productos como algodón, hilos, tela, espuma, entre otros, a los cuales se les aplica algún tipo de transformación, ensamble, prensado o cosido.

La empresa se dedica a la fabricación de colchones de resortes, espuma y algodón y colchones netamente de espumas, utiliza un área total de 1092 m<sup>2</sup> y posee una fuerza laboral de 5 personas.

Actualmente vende sus productos en tiendas propias en Chepén, Pacasmayo, Jaén y adicionalmente a esto se hacen ventas en la misma fábrica a diversos comerciantes de la zona o zonas aledañas al departamento donde se encuentra ubicada la empresa.

#### **3.1.1.1.Organigrama**

La empresa tiene un organigrama vertical. El gerente general quien es el dueño de la empresa tiene por labor controlar y dirigir todas las actividades de la empresa, por otro lado el encargado comercial tiene la labor de presentar los informes contables y los operarios de producción están sujetos a las órdenes del gerente.



**Figura N°1: Organigrama en la empresa DINOR E.I.R.L.**

Fuente: DINOR E.I.R.L.

## **3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

### 3.2.1. Productos

#### 3.2.1.1. Colchones de algodón, resortes y espuma

Es un objeto rectangular que está compuesto por una funda de tela, se caracteriza por tener un relleno de resortes, los cuales son tapizados con saquetas y rellenos con algodón, después son recubiertos de hilos para cerrarlo, adicionalmente a esto se le coloca filtros de metal como desfuegos de aire y son empaquetados.

En esta presentación se tiene diferentes modelos que se incluyen en la tabla N°1

**Tabla N°1: Presentación de modelos de colchones de algodón, resortes y espuma**

Presentación	Espesor (pulgadas)	Tamaño (Plazas)
Ortopédico	8"	1,5
Ortopédico	8"	2
Súper Ortopédico	8"	2

Fuente: DINOR E.I.R.L.

Para la siguiente investigación se tomará el modelo con mayor demanda de la empresa, el cual viene dado por el colchón Ortopédico de 2 plazas (Ver anexo N°6), para lo cual los siguientes análisis que se realizarán estarán enfocados en dicho producto

En la siguiente tabla N°2 se mostrará la descripción, datos técnicos y recomendaciones del producto, ya que es la ficha técnica que posee la empresa actualmente:

**Tabla N°2: Ficha técnica de colchones de espuma, resortes y algodón**

Ficha técnica	
<b>1. Descripción del producto</b>	
Colchones de espuma, resortes y algodón, es aquel objeto rectangular en donde su interior está diseñado y armado con un panel de resortes, tapizado con saquetas y recubierto por espuma el cual es empacado y tiene como finalidad brindar confort ya que generalmente se utiliza sobre una cama y sirve para acostarse encima en las horas de descanso	
<b>2. Datos técnicos</b>	
Marca	DINOR
Presentación	2 plazas
Dimensiones (m)	1,35 m x 1,90 m

Espesor (pulg)	8''
Peso (kg)	60
Cantidad de resortes (unidades)	264
Cantidad de algodón (kg)	18
Vida útil (años)	3

### 3. Recomendaciones

- Proteger el colchón con una funda lavable.
- Airear el colchón cada mañana
- Voltear el colchón cada mes de uso
- Evitar comer, tomar y jugar en el colchón.
- Cuide su garantía



Fuente: DINOR E.I.R.L.

#### 3.2.1.2. Colchones de espuma

Es un objeto rectangular que está compuesto por una funda de tela, se caracteriza por tener un relleno netamente de espuma la cual está recubierta por hilos para cerrarla y adicionalmente se empaqueta para un adecuado almacenamiento.

En esta presentación se tiene diferentes modelos de colchones, la siguiente tabla N°3 nos muestra los diferentes modelos que posee actualmente la empresa.

**Tabla N°3: Presentación de los colchones de espuma**

Presentación	Espesor	Tamaño (Plazas)
--------------	---------	-----------------

Espuma	4"	1
	5"	1
Espuma	5"	1,5
	7"	1,5
Espuma	7"	2
	8"	2
Espuma con tela acolchonada	8"	1,5
Espuma con tela acolchonada	8"	2

Fuente: DINOR E.I.R.L.

Para la siguiente investigación se tomará como producto de estudio al más demandado, el cual es representado por el colchón es espuma de 2 plazas con un grosor de 8 pulgadas (Ver anexo N°7), para lo cual los siguientes análisis estarán enfocados a dicho producto.

En la siguiente tabla se mostrará la descripción, datos técnicos y recomendaciones del producto, ya que es la ficha técnica que posee la empresa actualmente:

**Tabla N°4: Ficha técnica de colchones de espuma**

<b>Ficha técnica</b>	
<b>4. Descripción del producto</b>	
Colchones de espuma, es un objeto rectangular en donde su interior está recubierto totalmente por espuma y tiene como finalidad brindar confort ya que generalmente se utiliza sobre una cama y sirve para acostarse encima en las horas de descanso.	
<b>5. Datos técnicos</b>	
Marca	DINOR
Presentación	2 Plazas
Dimensiones (m)	1,35 m x 1,90 m

Espesor (pulg)	8''
Peso (kg)	10,3 kg
Vida útil (años)	2
<b>6. Recomendaciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteger el colchón con una funda lavable.</li> <li>- Airear el colchón cada mañana</li> <li>- Voltrear el colchón cada mes de uso</li> <li>- Evitar comer, tomar y jugar en el colchón.</li> <li>- Cuidar su garantía</li> </ul>	
	

Fuente: DINOR E.I.R.L.

### 3.2.2. Materiales e insumos

En la siguiente tabla se presentan todos los materiales que son usados para la producción de los distintos productos que tiene la empresa DINOR E.I.R.L., se hace una breve descripción, índice de consumo y su respectivo costo. Los materiales especificados son todos aquellos que se requieren en el proceso.

**Tabla N°5: Materiales necesarios para la realización de un colchón ortopédico de 2'' de espuma, resortes y algodón**

Fuente: Elaboración propia

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Índice de consumo</b>	<b>Costo (S./ unidad)</b>	<b>Costo total (S./)</b>
Resortes	Son hechos de alambre acerados, los cuales son comprados hechos.	264 unidades	0,15 soles x unidad	39,60
Alambre	Acerado, para amarrar los resortes de todo el panel	4 kg	2,5 soles x kg	10,00
Varilla	Varilla de contorno acerada, para sujetar el panel de los costados.	4 unidades	1,5 soles x unidad	6,00
Algodón	Residuos de producción de jeans	18 kg	1 sol x kg	18,00
Saquetas	De polipropileno, para envolver el algodón	3 unidades	2 soles x unidad	6,00
Tela	Hechas de poliéster, se utiliza como funda del armazón del colchón	5 metros	3 soles x metro	15,00
Filtros	Hechos a base de fierro dulce, y se colocan a los cuatro lados del colchón	4 unidades	0,1 soles x unidad	0,40
Hilo	Hechas de fibra textil, que se utiliza para el cosido final del colchón.	0.04 cono	10 soles x cono	0,40
Nylon	Polímero sintético que se utiliza para el apuntalado del colchón	0.1 cono	13 soles x cono	1,30
Espuma	Hechas a de poliuretano, Polioli, TDI, etc. Dos unidades de 2 pulgadas para ambos lados	3 kg	8 soles x kg	24,00
Bolsa	De polietileno para empacar al colcón	1 unidad	0,2 x unidad	0,2
<b>Total</b>				<b>120,90</b>

**Tabla N°6: Materiales necesarios para la realización de un colchón de espuma de 8” – 2 plazas**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Índice de consumo</b>	<b>Costo (S./ unidad)</b>	<b>Costo total (S./)</b>
Espuma	Hechas a de poliuretano, Polioli, TDI, etc. Es el relleno principal del colchón	10 kg	8 soles x kg	80,00
Tela	Poliéster, se utiliza como funda para la espuma	5 metros	3 soles x metro	15,00
Hilo	Hechas de fibra textil, se utiliza para el cosido del colchón.	0,02 cono	10 soles x cono	0,20
Bolsa	De polietileno	1 unidad	0,2 x unidad	0,2

<b>Total</b>	<b>95,40</b>
--------------	--------------

Fuente: DINOR E.I.R.L.

### 3.2.3. Desperdicios y desechos

La empresa cuenta con desperdicios de tipo inorgánico, estos están dados por un mal uso de los recursos, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla N°7: Desperdicios y desechos en la producción de colchones**

<b>Desperdicio o desecho</b>	<b>Motivo</b>
Retazos de espuma	Mal cortado por parte del operario, o el filo de la cortadora no está en su mejor estado, mal envasado en la producción de la espuma.
Pedazos de Hilos	Sobras de cortes en el cosido, o mal uso de los conos de hilos por parte del operario.
Conos de hilos	Al agotarse el hilo envuelto
Conos de nylon	Al agotarse el nylon
Algodón	Mal funcionamiento del tanque rotativo, máquina artesanal no adecuada para el proceso.
Pedazos de metal	Al momento de unir los resortes y formar al panel

Fuente: DINOR E.I.R.L.

### 3.2.4. Subproductos

La empresa actualmente no tiene subproductos dentro de su proceso productivo.

### 3.2.5. Mano de obra

Para realizar los procesos productivos es necesario el factor humano, por lo cual la empresa brinda empleo a 4 personas, 3 directamente en producción y 1 en área de administración tanto en ventas como en contabilidad; así mismo el gerente general también realiza actividades de producción.

La jornada laboral de la empresa DINOR E.I.R.L. está establecido como horario de trabajo, de lunes a sábado de 8:00 a 13:00 horas, luego 2:30 a 18:30 horas, todos los días de semana los trabajadores tienen 1 hora y media para almuerzo y descanso.

**Tabla N°7: Distribución de personal**

<b>Área</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Nivel de instrucción</b>
Panelado, canteado	1	Secundaria completa
Tapizado, acolchado y prensado	1	Secundaria completa
Cocido, empaque y almacenamiento	1	Secundaria completa
Ventas, contabilidad	1	Estudios técnicos
Gerencia	1	Secundaria completa

Fuente: DINOR E.I.R.L.

### 3.2.6. Maquinara y equipos

**Tabla N°8: Equipos para la producción de colchones**

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Máquina de panel	1
Tanque rotativo de algodón	1
Cortadora de espuma	1
Mezcladora	1
Máquina de coser	2
Selladora	1

Fuente: Elaboración propia

### **3.2.7. Proceso de producción**

- **Estructura de Panel**

Primera etapa del proceso de producción, los resortes se unen por medio de una máquina la cual realiza la función de doblar alambre y de esa manera unir los resortes en filas y columnas, el número de filas y columnas depende del tamaño del colchón. (12 x 22 para colchón de 2 plazas y 10 x 22 para colchón de 1 ½ plaza). (Ver anexo N°8)

- **Canteado**

Etapa donde se tiene hecho el panel, y la misma máquina mediante alambre une todos los bordes del panel, de esta manera la estructura queda completa. Se realiza en una mesa, en donde gira hasta quedar completa la unión de los costados, así mismo con la varilla se une los cantos de los resortes para que pueda quedar una estructura más sólida.

- **Tapizado**

Es el recubrimiento del panel completo con saquetas tanto en la parte superior e inferior mediante un cocido a mano. Estas se amarran a los resortes, dejando una abertura en uno de los lados para poder meter el relleno posteriormente.

- **Acolchado**

En esta etapa se tiene el panel tapizado en el cual se deja una abertura para poder introducir el algodón, la cantidad depende del tamaño del colchón (15kg para colchón de 1 ½ plaza y 18 kg para colchón de 2 plazas), la forma de introducir este algodón es manual.

- **Prensado**

Una vez realizado el acolchado, en la misma área se realiza un prensado para nivelar el colchón y no quede deforme, es decir que el algodón se distribuya correctamente

en toda el área del colchón, esta etapa se realiza de forma artesanal, mediante maderas unidos por unos fierros, adicionalmente se forman los puntos en los colchones introduciendo nylon desde la parte superior hasta la inferior con el uso de aguja grande. (Ver anexo N°9)

- **Cosido**

Una vez prensado el colchón se lleva al área de cosido, donde junto a dos láminas de espuma de 1 pulgada tanto en la parte superior e inferior son cocidas con tela y se colocan los filtros a los cuatros lados del colchón.

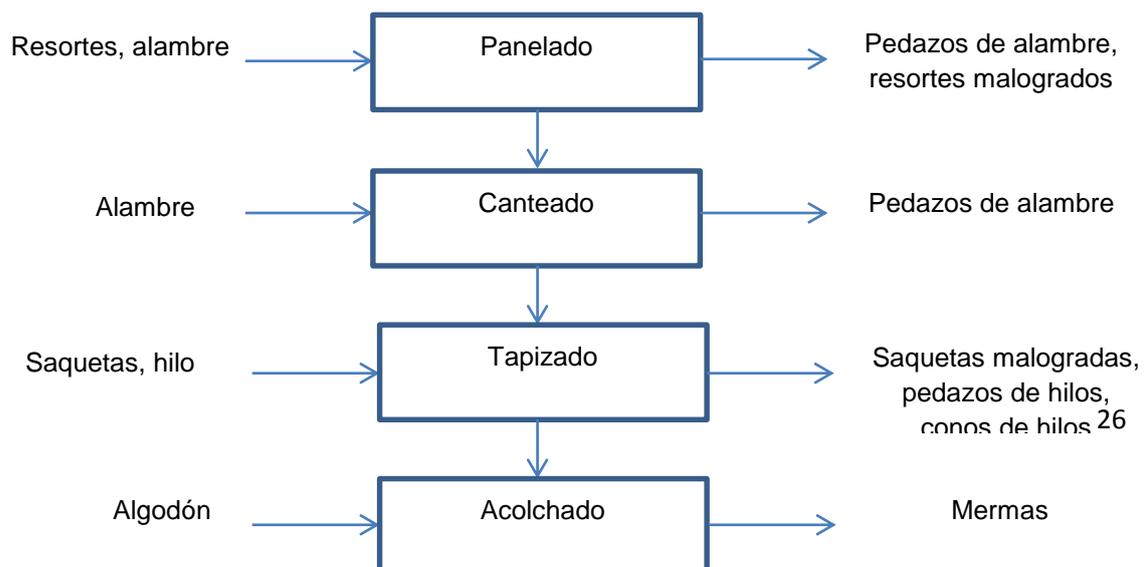
- **Empaque**

Una vez cocido el colchón se empaqueta con su respectiva etiqueta de marca de la empresa y sellada.

- **Almacenado**

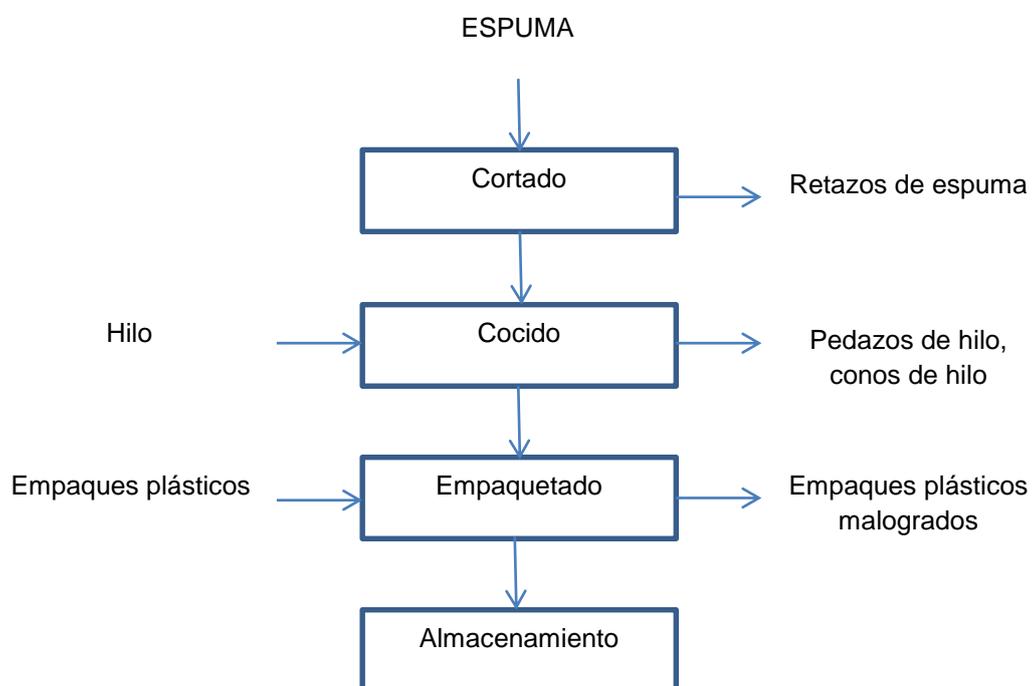
Se procede a guardar el colchón en el almacén hasta su posterior traslado a los puntos de venta.

### 3.2.8. Sistema de producción



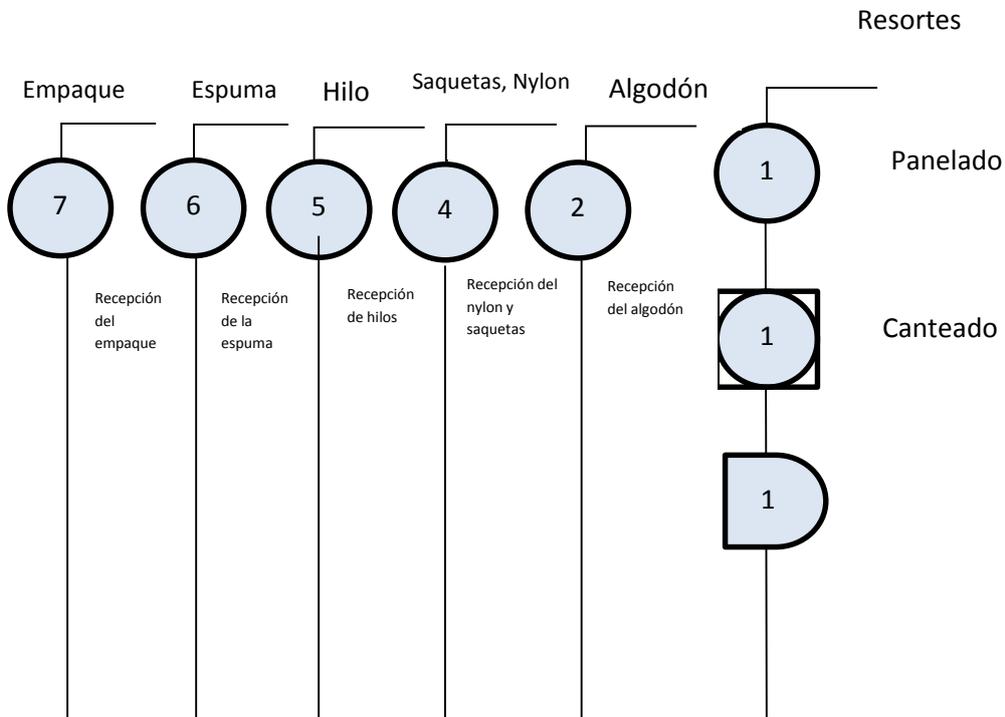
**Figura N°2: Diagrama de flujo de proceso de producción de colchones de espuma, resortes y algodón**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura N°3: Diagrama de flujo de proceso de producción de colchones de espuma**

Fuente: Elaboración propia





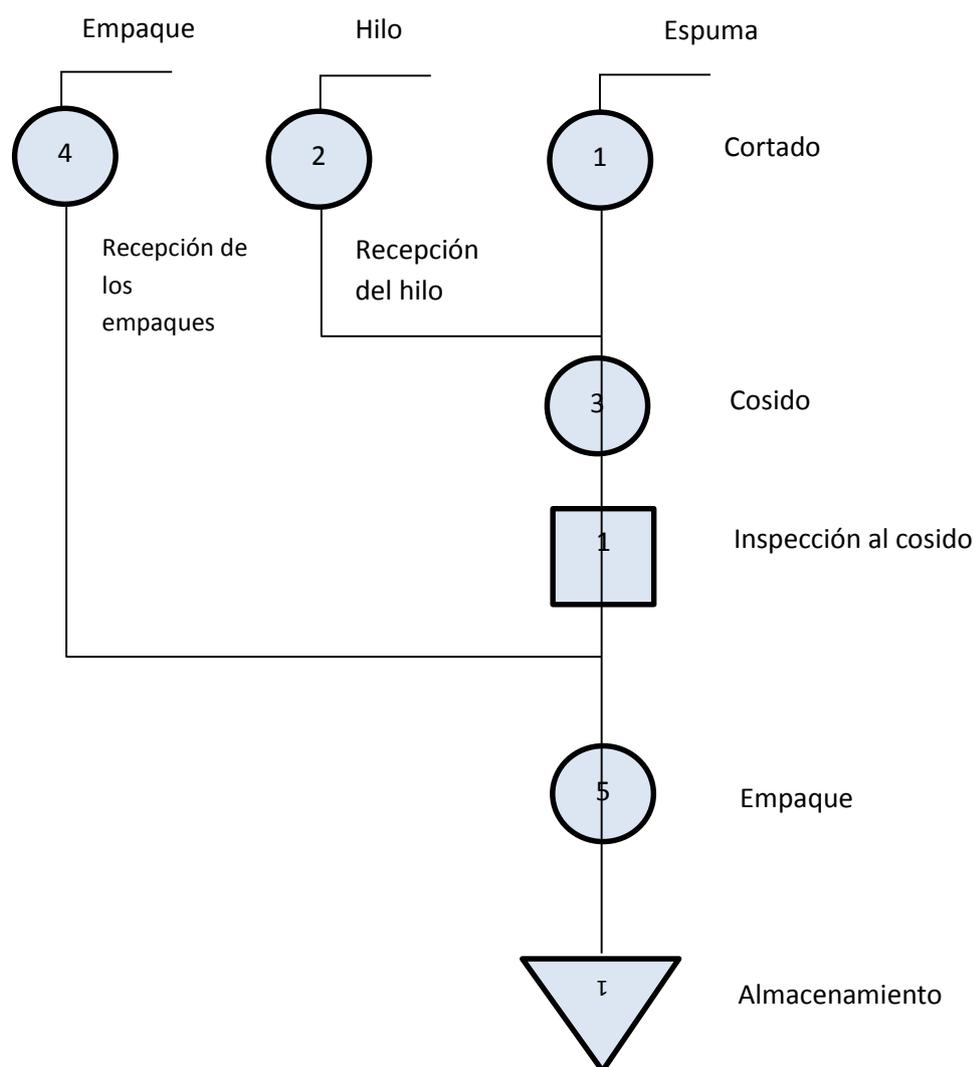
**Figura N°4: Diagrama de operaciones de proceso de un colchón de espuma, resortes y algodón**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°8: Resumen de las actividades de la producción de colchones de espuma, resortes y algodón**

Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	8	97
Inspección	1	0,5
Almacenaje	1	0
Operación - Inspección	3	72
Espera	1	240
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>409,5</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°5: Diagrama de operaciones de un colchón de espuma**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°9: Resumen de las actividades de la producción de colchones de espuma**

Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	5	13,7
Inspección	1	0,5
Almacenaje	1	0
Operación - Inspección	0	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>14,2</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9. Análisis para el proceso de producción

**Tabla N°10: Diagrama analítico de operaciones de un colchón ortopédico de 2 plazas**

Diagrama N°1		Hoja N°1	Fecha: 23/09/14							
Área de trabajo: Producción		Elaborado por: Pedro Santos Villalobos								
Actividad: Elaboración de un colchón de espuma, resortes y algodón										
Operación	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo							
			○	□	⇒	▽	⊞	D		
Llevar de almacén un paquete de resortes	18,7	2								
Seleccionar la cantidad necesaria de resortes	-									
Realizar la unión de los resortes con el alambre para formar el panel	-									
Unir los costados del panel con las varillas y verificar que estén bien puestas	-									
Espera de producto semi terminado	-	240								
Llevar a mesa de tapizado		0,7								
Seleccionar saquetas	-									
Unir los costados de la saquetas con el panel (tapizado) y revisar las uniones.	-									
Reunir la cantidad necesaria de algodón	-									
Realizar el acolchado	-									
Prensar el colchón y apuntalar, así mismo revisar el nivel del colchón	-									
Levar a mesa de cosido	10,5	1								
Seleccionar planchas de espuma	-									
Seleccionar tela necesaria	-									
Coser el colchón	-									
Coser los respiraderos	-									
Inspeccionar el cosido	-	0,5								
Seleccionar el empaque	-									
Realizar el sellado del empaque	-									
Llevar a almacén	25,6	2,3								
Almacenamiento	-									

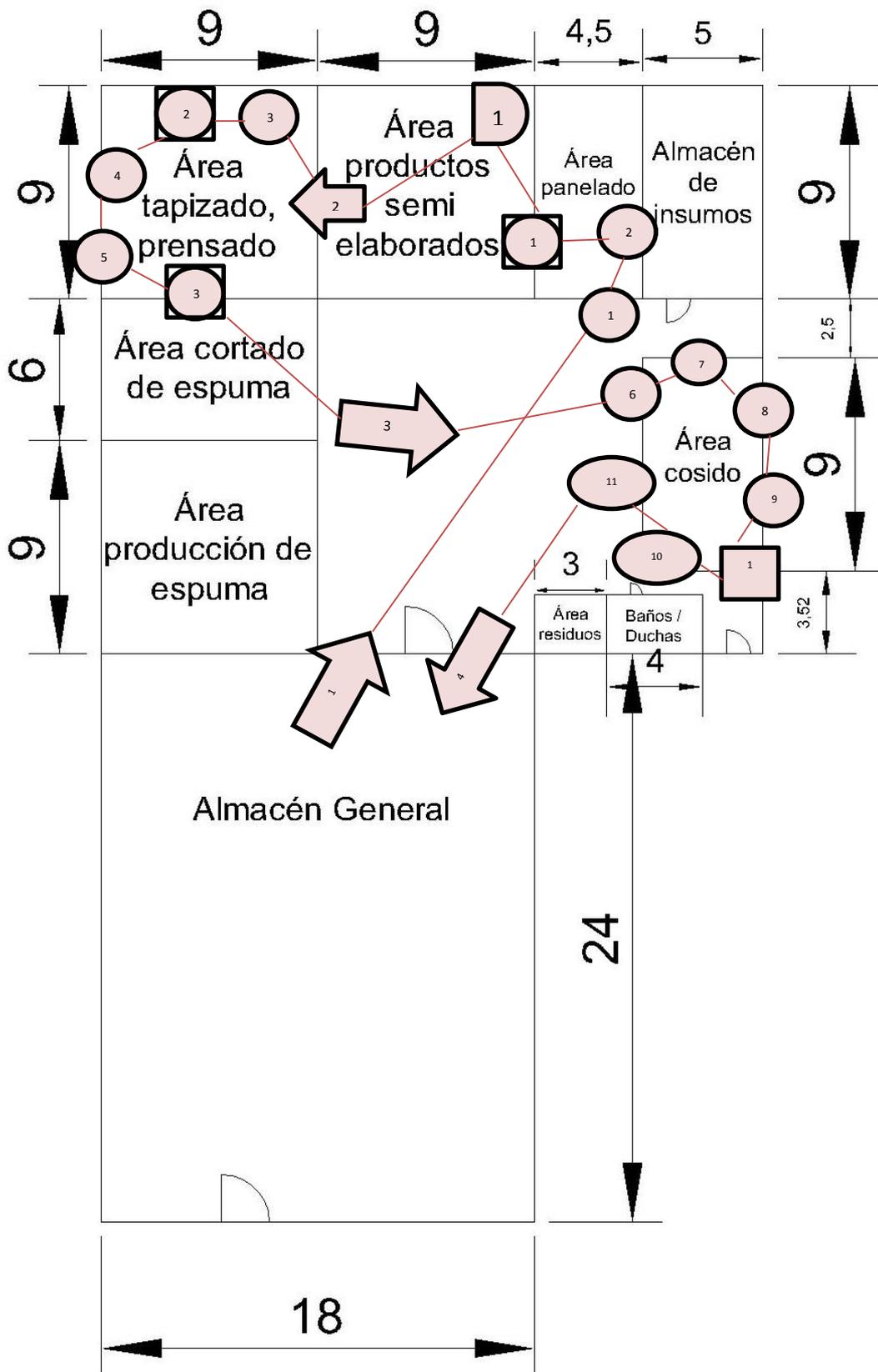
\*Los tiempos fueron tomados al inicio del proceso

**Tabla N°11: Diagrama analítico de operaciones de un colchón de espuma 8" – 2 plazas**

Diagrama N°2		Hoja	Fecha: 23/09/14							
Área de trabajo: Producción		Elaborado por: Pedro Santos Villalobos								
Actividad: Elaboración de un colchón de espuma, resortes y algodón										
Operación	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo							
			○	□	⇒	▽	⊞			

Llevar bloque de espuma a la cortadora	26,6	3			●		
Cortar la espuma necesaria	-		●				
Llevar a mesa de cosido	14	0,8			●		
Seleccionar la tela necesaria	-		●				
Coser	-		●				
Inspeccionar el cosido	-	0,5			●		
Seleccionar el empaque	-		●				
Realizar el sellado del empaque	-		●				
Llevar a almacén	31,3	2			●		
Almacenamiento	-						●

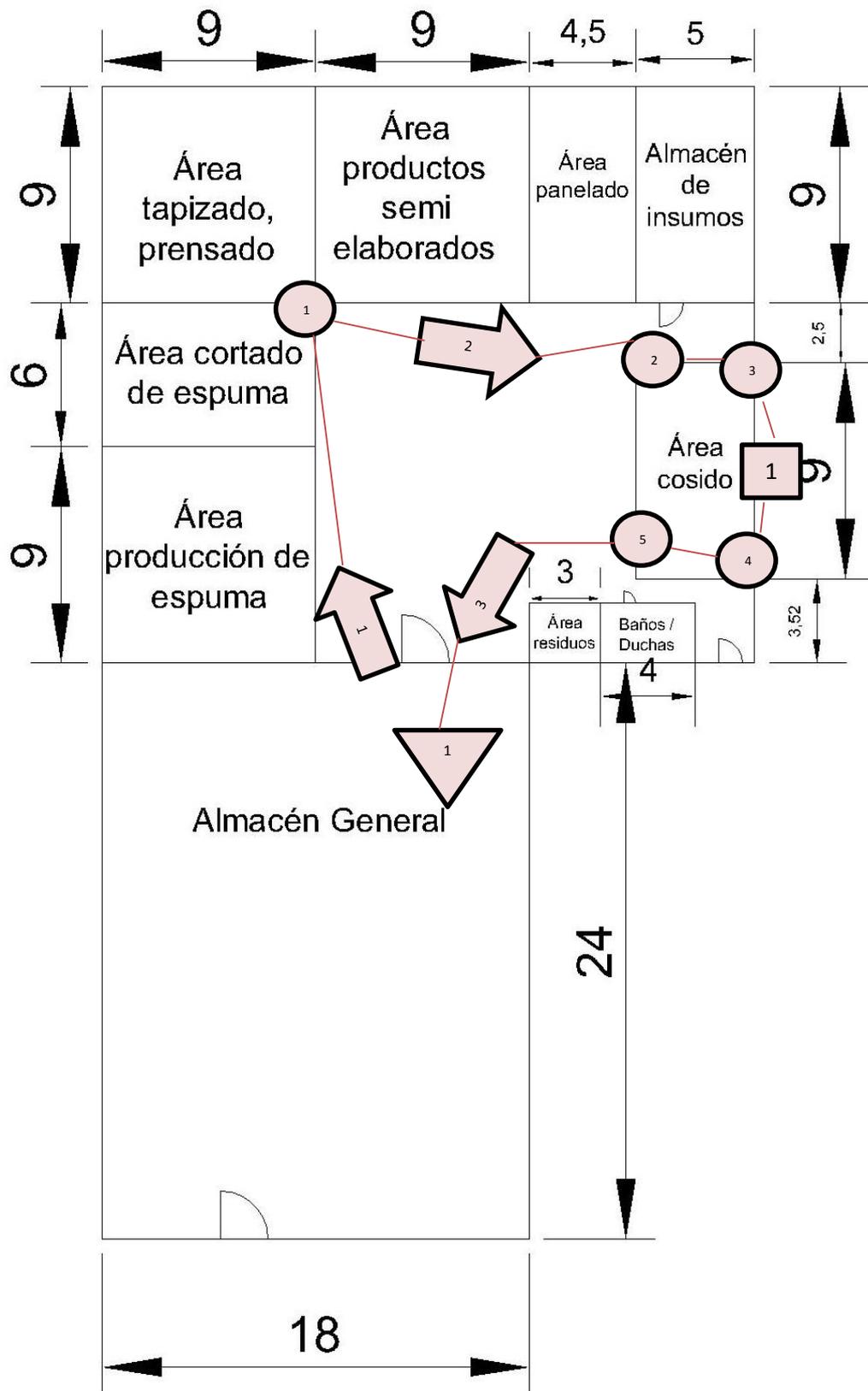
\*Los tiempos fueron tomados al inicio del proceso



\*Las medidas están en metros (m)

**Figura N°6: Diagrama de recorrido de un colchón ortopédico de 2 plazas**

Fuente: Elaboración Propia



\*Las medidas están en metros (m)

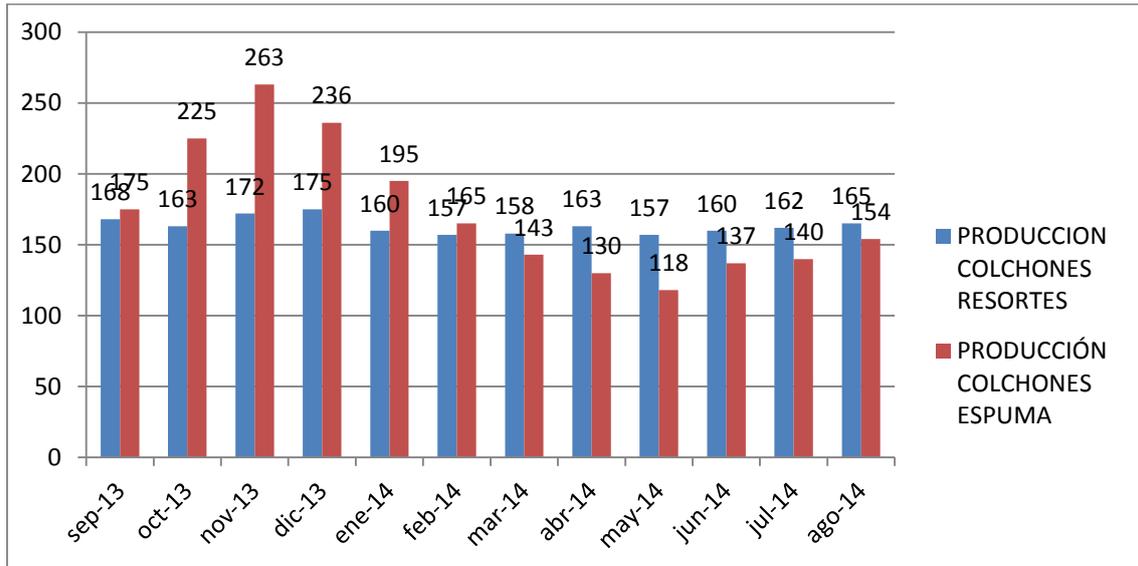
**Figura N°7: Diagrama de recorrido de un colchón de espuma**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.10. Indicadores actuales de producción y productividad

#### 3.2.10.1. Producción

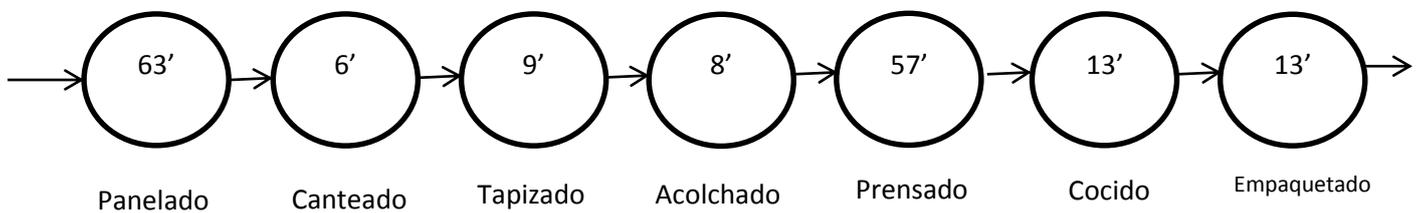
Este indicador nos muestra la cantidad de productos obtenidos en un determinado tiempo, se calculará la producción actual tanto para los colchones de espuma resortes y algodón, así como para los colchones netamente de espuma.



**Figura N°8: Producción de colchones en ambas presentaciones en unidades**

Fuente: DINOR E.I.R.L.

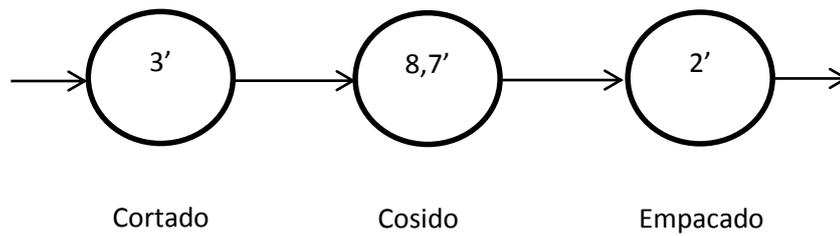
#### A. Cálculo de la producción de colchones de espuma, resortes y algodón



Actualmente la empresa labora en un turno por día, además este turno está dado por 9 horas y se trabaja 6 días a la semana.

$$\begin{aligned}
 \text{Producción} &= \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} \\
 \text{Producción} &= \frac{54 \text{ horas/semana}}{1,05 \text{ horas/unidad}} = 51,43 \text{ unidades/semana}
 \end{aligned}$$

## B. Producción de colchones de espuma



$$\text{Producción} = \frac{54 \text{ horas/semana}}{0,145 \text{ horas/semana}} = 372,41 \text{ unidades/semana}$$

### 3.2.10.2. Productividad

Se calculará a productividad para las áreas de Panelado, tapizado y cosido.

#### A. Productividad en área de Panelado

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de recursos producidos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{43 \text{ paneles/semanales}}{54 \text{ horas/semanales}} = 0,79 \text{ paneles/hora}$$

$$\text{Productividad laboral} = \frac{43 \text{ paneles/semana}}{1 \text{ trabajador/semana}} = 43 \text{ paneles/trabajador}$$

#### B. Productividad en área de tapizado

$$\text{Productividad} = \frac{40 \text{ tapizadas/semana}}{54 \text{ horas/semana}} = 0,74 \text{ tapizadas/hora}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad laboral} &= \frac{40 \text{ tapizadas/semana}}{1 \text{ trabajador/semana}} \\ &= 40 \text{ tapizadas/trabajador} \end{aligned}$$

### C. Productividad en área de cosido

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{40 \text{ colchones cosidos/día}}{9 \text{ horas/día}} \\ &= 4,44 \text{ colchones cosidos/hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad laboral} &= \frac{40 \text{ colchones cosidos/día}}{1 \text{ trabajador}} \\ &= 40 \text{ colchones cosidos/trabajador} \end{aligned}$$

### 3.2.10.3. Eficiencias

*Eficiencia Física*

$$= \frac{\text{Tiempo actividades de valor agregado}}{\text{Tiempo de actividades de valor agregado} + \text{tiempo de no valor agregado}}$$

#### A. Eficiencia para los colchones de espuma, resortes y algodón

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{169 \text{ min}}{169 \text{ min} + 246 \text{ min}} = 40,72\%$$

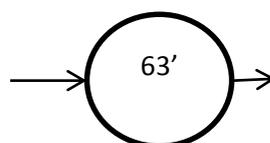
#### B. Eficiencia para los colchones de espuma

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{13,7 \text{ min}}{13,7 \text{ min} + 5,8 \text{ min}} = 70,26\%$$

### 3.2.10.4. Cuello de botella

El cuello de botella está determinado por el tiempo de ciclo más alto, se analizará las dos líneas de producción.

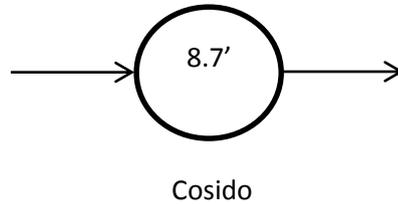
#### A. Cuello de botella en la producción de colchones de espuma, resortes y algodón



Panelado

El cuello de botella en la producción de colchones de resortes está determinado por la operación de Panelado, la cual tiene un tiempo de procesamiento de 63 minutos por cada panel.

### B. Cuello de botella en la producción de colchones de espuma



El cuello de botella en la producción de colchones netamente de espuma está dado por la operación de cosido, la cual tiene un tiempo de procesamiento de 8,7 minutos y es la que limita y restringe a las demás.

### 3.2.10.5. Capacidad

#### A. Capacidad del tanque rotativo de algodón

Actualmente cada 19 kilos de algodón son procesados en aproximadamente 3,8 minutos en el tanque rotativo hasta separarlo totalmente.

$$Capacidad = \frac{19kg}{3,8min} \times \frac{60min}{1h} \times \frac{9h}{1\text{ turno}} = \frac{2\ 700kg}{turno}$$

Cada colchón ortopédico de 2 plazas tiene una cantidad de 18kg de algodón de relleno, adicionalmente a esto, la empresa tiene registrado que por cada colchón tapizado se pierde un kilogramo de algodón.

Calculando se tiene que cada colchón ortopédico de 2 plazas lleva una cantidad promedio de algodón de 19kg.

$$Capacidad = \frac{2700}{18} = 142,11 \frac{unidades}{turno} = 142 \frac{unidades}{turno}$$

$$Producción\ real = 40 \frac{unidades}{semana} = 9 \frac{unidades}{turno}$$

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ diseñada}$$

$$Utilización = \frac{9}{142} = 5,6\%$$

Actualmente la empresa está usando solamente el 5.6% de la capacidad total del tanque rotativo.

### B. Capacidad de producción de colchones de espuma, resortes y algodón

La empresa labora actualmente 24 días al mes. De los cuales regularmente 20 días son netamente para esta presentación

$$\begin{aligned} \text{Capacidad diseñada} &= \frac{\left(20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 9 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} \times \frac{1 \text{ turno}}{1 \text{ día}} \times 3 \text{ operarios}\right)}{2,82 \frac{\text{horas}}{\text{colchón}}} \\ &= 191.48 = 192 \text{ colchones de resortes/mes} \end{aligned}$$

Cabe decir que para la producción total de un colchón de resortes se requiere un tiempo total de 2,82 horas, el cual se calcula mediante la suma de todas las operaciones mostradas anteriormente.

La producción real está dada por la cantidad exacta que se ha producido durante el mes, como se puede observar en la figura N°8, la producción es muy variante por ende tomamos un promedio de producción el cual no da un valor de 163 el cual redondearemos a 160, ya que este es el promedio tomado por la empresa en sus registros.

$$\text{Utilización} = \frac{160}{192} = 83,33\%$$

### C. Capacidad de producción de colchones de espuma

Para este producto la empresa labora en promedio 2 días durante el mes, por ende:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad diseñada} &= \frac{4 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 9 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} \times 3 \text{ operarios}}{0,23 \frac{\text{horas}}{\text{colchón}}} = 469,56 \\ &= 470 \text{ colchones de espuma} \end{aligned}$$

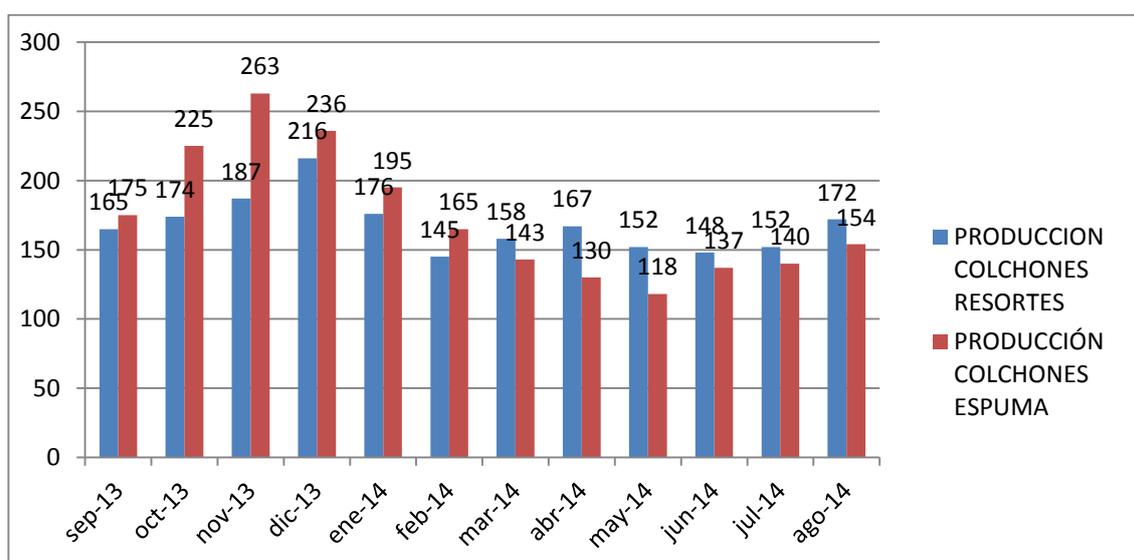
Cabe decir que para la producción total de un colchón de espuma se requiere un tiempo total de 0,23, el cual se calcula mediante la suma de todas las operaciones mostradas anteriormente.

La producción real está representada en la figura N°9, al igual que en el caso anterior la producción es muy variante, por ende tomamos un promedio el cual nos dio un resultado de 174 colchones por mes, el cual redondeamos a 170 colchones de espuma ya que este valor es el que la empresa tiene establecido.

$$\text{Utilización} = \frac{170}{470} = 36,17\%$$

#### 3.2.11. Análisis de información

La empresa actualmente produce, almacena y vende sus productos, sus ventas están planificadas empíricamente, es decir no se tiene una cantidad exacta de cuanto se va a vender en un determinado mes, por experiencia propia el gerente de la planta, sabe en qué mes se venderá menos y en qué mes se venderá más, como se puede observar en la figura N° 9, las ventas alcanzan su pico más alto en diciembre llegando a venderse 216 colchones de resortes y 236 colchones de espuma; así mismo se puede observar cómo meses antes estas ventas vienen subiendo progresivamente e igualmente cuando pasa el mes de diciembre, las ventas disminuyen progresivamente hasta un punto más bajo que es entre los meses de Junio, Julio y Agosto.



**Figura N°9: Ventas de colchones de resortes y colchones de espuma en unidades.**

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

Actualmente la empresa produce semanalmente un promedio de 40 colchones de resortes, es decir existe meses en los que produce de mas, pero estas diferencias son almacenadas y se van sumando a stock de otros meses para poder cumplir con la demanda de meses en lo que se supera el promedio de 160 colchones producidos mensualmente por la empresa. Mayormente este tipo de estrategia que tiene la empresa se va realizando desde los meses de enero hasta setiembre, para poder cumplir con los meses más elevados que son octubre, noviembre y diciembre, y si aún de esta manera existe faltantes para entregar se programan horas extras que abarcan 3 horas más de una rutina normal de trabajo, o también se llega a trabajar días sábados o feriados; cabe decir que el pago por horas extras es más elevado.

Al no abarcar la cantidad necesaria a la hora de producir colchones la empresa incurre en contratar a personal externo, en la siguiente tabla se muestra la cantidad de trabajadores que han laborado en la empresa que no son los que actualmente trabajan.

**Tabla N°12: Personal extra en planta en el 2014**

Mes	Cantidad de trabajadores extras
Enero	1
Febrero	0
Marzo	0
Abril	1
Mayo	0
Junio	0
Julio	0
Agosto	1
Setiembre	2
Octubre	2
Noviembre	3
Diciembre	3

Fuente: DINOR E.I.R.L / Elaboración propia

Sin embargo aunque teniendo a más personal, no siempre se cumple con el pedido, lo que lleva a la empresa a subcontratar el producto, esto se da a una empresa informal cercana a la zona. En la siguiente tabla se muestra las cantidades subcontratadas así como el mes en que se dio.

**Tabla N°13: Cantidad de colchones subcontratados**

Mes	Colchones comprados
Enero	5
Octubre	12
Noviembre	15
Diciembre	21

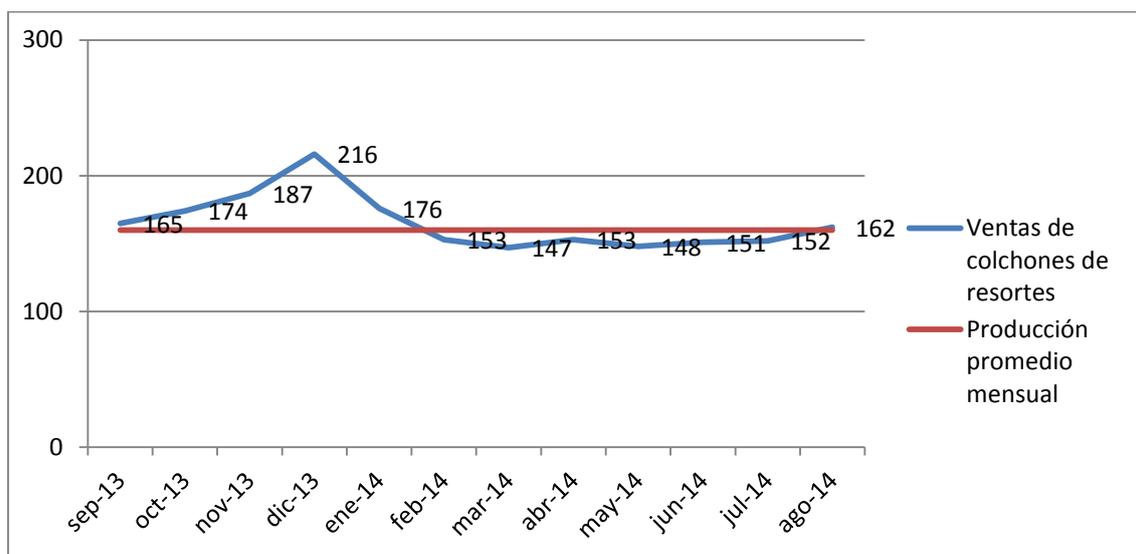
Fuente: DINOR E.I.R.L / Elaboración propia

Para la producción de colchones de espuma, el proceso es más sencillo, ya que su tiempo de procesamiento es un tanto menor a los 15 minutos, lo que lleva a tener siempre stock en almacén en cantidades diferentes, así mismo se tiene empíricamente conocimiento de los meses de mayor demanda, coincidentemente es similar a la demanda de colchones de resortes, pero en este caso, no se produce para almacenar semanalmente o mensual; sino que se produce en el momento en que se tiene un pedido, de los 24 días laborables de la empresa, aproximadamente se toman 2 a 3 días al mes para producir la cantidad de colchones requeridas por el gerente, su rápido procesamiento hace que el pedido pueda despacharse en el mismo día si es que no se tiene complicaciones de otro tipo.

La producción de ambas presentaciones de colchones, son manufacturados por los mismo operarios, los días para producir un determinado tipo de colchón es variable, es decir los colchones de espuma pueden producirse cualquier día entre lunes a sábado, y el resto de días se tiene para procesar los colchones de resortes.

En la siguiente figura se puede mostrar la variabilidad que existe entre la demanda que se tuvo entre los meses de septiembre del 2013 hasta agosto del 2014, con respecto a la oferta de la empresa en colchones de resortes. Se toma como base una producción de 160 colchones promedio mensual, y se tiene como conclusiones que entre los meses de septiembre del 2013 hasta enero del 2014 existe una gran diferencia entre la demanda y la producción; por otra parte entre los meses de febrero a julio del 2014 existe una sobre producción, la cual como ya se mencionó anteriormente se va acumulando para cubrir en

cierta parte la demanda insatisfecha de los últimos meses, la otra parte se completa mediante horas extras o trabajando días no laborables.



**Figura N° 10: Comparación entre ventas y producción de colchones de resortes**

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

No se compara las ventas con la producción de colchones de espuma, ya que esta se produce y se venden en su totalidad, es decir no existen variaciones, se produce a pedido y lo que no es a pedido se logra vender mayormente dentro del mes que se procesó.

Por otra parte se pudo identificar que la producción que se tiene mensual varía con respecto al promedio que se tiene, en la tabla N° 8, ya mostrada se tiene las cantidades exactas de producción (producción real) para ambas presentaciones de colchones; el motivo de estas variaciones son algunos retrasos en la llega de materias primas, materias primas de mala calidad, falta de mantenimiento de los equipos de producción, entre otros factores que conllevan a detener la producción, por ende se tiene retrasos, recuperar tiempo con horas extras, elevar los costos de producción, entre otros factores que se analizarán en la siguiente tabla.

**Tabla N°14: Motivo y tiempo de parada de la producción**

Mes	Tiempo parada	Motivo
Octubre 2013	5 horas	La tela se agotó y el tiempo de pedido fue retrasado por ende el tiempo de entrega se retrasó.
	4 horas	Se agotó el nylon para el prensado del colchón.
	1 día	La espuma no estuvo totalmente seca para poder ser usada.
Noviembre	1 día	Pedido de algodón retrasado
Enero 2014	1 día	Los resortes pedidos a Lima no llegaron en el momento indicado, el transportista sufrió desperfectos mecánicos y ello llevó a tener entregas más tarde.
	1 día	El nylon se agotó, se tuvo que parar para poder comprar.
Marzo 2014	1 día	La tela pedida no llegó a tiempo, se tuvo que esperar 1 día para empezar de nuevo.
Abril 2014	1 día	El algodón no llegó a su respectivo tiempo, el transportista tardó más de lo normal
	1 día	El hilo para cosido se acabó, se tuvo que viajar a Chiclayo para poder reabastecerse.
Junio 2014	4 horas	Los respiraderos se agotaron y se tuvo que viajar a Chiclayo para recoger los pedidos ya hechos y no despachados por la empresa que provee los mismos.
Agosto 2014	1 día	Falta de tela, se hizo el pedido muy retrasado y no llegó a respectivo tiempo.
	5 horas	El nylon se agotó se tuvo que parar para poder reabastecerse.
	1 día	La tela no era la calidad requerida y pedida por la empresa.
Setiembre 2014	1 día	Los resortes pedidos al proveedor demoraron en llegar.
	6 horas	Las varillas de fierro demoraron en llegar, debido al transportista.
	2 días	El algodón no llegó a su tiempo
Octubre 2014	5 horas	El hilo se agotó se tuvo que detener para poder reabastecerse.
	2 días	Mala planificación de la producción

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

Cabe decir que en la tabla N°14 mostrada anteriormente no se muestran las paradas por falta de mantenimiento, donde mayormente se realiza un mantenimiento correctivo, lo que afecta también a la producción.

La empresa ha podido determinar que por cada colchón de resortes, se tiene una pérdida de 1 kilogramo aproximadamente de algodón el cual ya no es aprovechable ya que se asienta

en las paredes, techo, suelo, hasta sale del local debido a que la construcción de la paredes no es la adecuada para la producción.

**Tabla N° 15: Desperdicio promedio de algodón por mes**

Mes	Producción (Unidades)	Desperdicio promedio (kg)
Setiembre 2013	168	168
Octubre 2013	163	163
Noviembre 2013	172	172
Diciembre 2013	175	175
Enero 2014	160	160
Febrero 2014	157	157
Marzo 2014	158	158
Abril 2014	163	163
Mayo 2014	157	157
Junio 2014	160	160
Julio 2014	162	162
Agosto 2014	165	165

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

Estos desperdicios de algodón se producen por no contar con la máquina adecuada para poder procesarlo, es decir se tiene una maquina rotativa de algodón artesanal, la cual no está hecha principalmente para darle volumen al algodón prensado.



**Figura N° 11: Tanque rotativo para algodón**

Fuente: Propia

También existen otros residuos, los cuales se detallaron en la tabla N° 7, estos residuos no son cuantificados ya que para la empresa son inservibles, se tiene los pedazos de espuma, pedazos de alambre, etc., los cuales son recolectados y almacenados hasta cierta cantidad para poder ser vendido por chatarra por los trabajadores de la empresa.

No obstante se podría disminuir algunos de estos residuos, por ejemplo con un mejor uso de la máquina cortadora de espuma o mayor capacitación a los operarios enseñando a usar correctamente la máquina de corte, lo cual conllevaría a disminuir los retazos de espuma que quedan y que no se utilizan.



**Figura N° 12: Máquina cortadora de espuma**

Fuente: Propia

Los retazos de espuma son almacenados en un lugar separado, para luego determinar que se harán con ellos, mayormente se bota o algunas veces hacen almohadas como complemento de los colchones.

También se puede decir que la falta de mantenimiento a la maquinaria hace responsable de gran parte de los residuos, por ejemplo la falta de afilamiento a la hoja de corte de la máquina cortadora de espuma, hace que se corte de mala manera, en donde suele salir los llamados “chupos” de espuma, luego para eliminarlos se debe de cortar con algún objeto con filo, teniendo un reprocesamiento.

En la siguiente figura se muestra el lugar donde se depositan los residuos hasta un determinado tiempo, en donde se decide qué hacer con ellos.



**Figura N° 13: Desperdicios de espuma**

Fuente: Propia

Otro de los puntos a tratar es la disposición de los procesos, como se sabe existen dos disposiciones una orientada al proceso y otra orientada al producto, para nuestra investigación DINO E.I.R.L. tiene una disposición orientada al proceso o funcional, ya que las presentaciones de colchones siguen una misma ruta de producción y las actividades están relacionadas funcionalmente por lo que realizan. Se tiene stock en proceso siempre.

La distribución de planta no es la más adecuada para el proceso, como se puede observar en la figura 6 y 7 que son los diagramas de recorrido los cruces que hay en las actividades de producción, lo que conlleva a tener tiempos más grandes en producción y por ende los costos aumentan.

Adicionalmente a esto se puede decir que dentro de la planta existe un gran desorden de los materiales, insumos, lo que lleva a tener tiempos más largos de producción, o simplemente las áreas de las actividades no están en su lugar correcto, como llevar un paquete de resortes por casi 30 metros, abrirlo, acomodar el sitio y empezar a laborar, este problema está en ambas presentaciones de colchones, con respecto a colchones de espuma, la espuma tiene que ser movida desde el almacén hacia la máquina cortadora, lo que el tiempo que se toma también se considera como desperdicio.

### **3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS**

#### **3.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción**

##### **Problema de producción 1:**

Incertidumbre en especificar la combinación del nivel de producción, nivel de mano de obra y existencias de productos terminados para poder satisfacer la demanda a medio plazo.

##### **Causas:**

- Programas de producción mensual empíricos, se manejan datos aleatorios sin ninguna base de datos.
- Fuerza de mano de obra necesaria desconocida, se contrata y despide cuando hay mayores pedidos y menos demanda respectivamente.
- Se mantiene stock almacenado como reserva, para los meses de mayor demanda.
- La falta de producción en los meses con mayor demanda hace que se subcontrate la producción de colchones.

##### **Propuesta de solución:**

- Implementar una planificación agregada y de esta manera ajustar la capacidad de la planta con la demanda a medio plazo, la cual puede variar entre 3 a 18 meses. Es decir se debe de determinar la cantidad que se producirá y cuando se producirá en un futuro a medio plazo para poder minimizar el coste total durante el periodo de planificación.

Para esta propuesta se propondrá 3 diversos escenarios, las cuales estarán sujetas a las estrategias de la planificación agregada. Estas serán:

1. Una estrategia de seguimiento o caza para intentar conseguir niveles de producción que igualen a la previsión de la demanda, se efectuará variar la mano de obra contratando o despidiendo, variar la producción mediante horas extras, subcontratando cuando el caso se necesite.
2. Se planteará una estrategia de nivelación o estable para lograr una producción constante período a período, para esto se variará el inventario ya sea aumentando o disminuyendo.
3. Se propondrá una estrategia mixta la cual unirá las dos estrategias antes mencionadas para poder comparar y escoger la de menor coste para la previsión mensual de la demanda.

## **Problema de producción 2:**

Programa de requerimiento de materiales por la empresa está dada de manera empírica, lo que genera retrasos en la llega de materia prima, exceso de materia prime e insumos y por ende los productos no se entregan a su tiempo, lo que genera disconformidades entre los clientes y perdida de ventas.

### **Causas**

- Programa de producción empírico, basado en experiencias pasadas en diferentes años.
- Desconocimiento del tiempo que tardará en llegar la mercadería, por no tener un proveedor de transporte fijo.
- No tener fijado el tiempo de reaprovisionamiento para las materias primas e insumos.
- No tener informes claros de las áreas para poder realizar el requerimiento de materiales.
- Personal no capacitado.

### **Propuesta de solución**

- Se implementará un programa de requerimiento de materiales para la producción del año 2015, para esto se deberá tener el plan de necesidades brutas de materiales o plan maestro de producción, en donde se detallará las cantidades netas a pedir en su tiempo respectivo, para ello se deberá tener lo siguiente:
  1. La demanda pronosticada para el año 2015 de todos los materiales a necesitarse. La cual se realiza por el historial de ventas que posee la empresa actualmente en sus registros.
  2. Verificar a los proveedores la forma de venta (lote, unidad, etc.), el plazo de entrega, verificar si se necesita un stock de seguridad.

## **Problema de producción 3**

Mala distribución de las áreas de trabajo de la empresa, excesiva cantidad de movimientos y tiempos innecesarios que no general valor agregado al proceso.

### **Causas**

- No tener tiempos estándares para el manejo de los productos terminados o por terminar.
- Personal no capacitado.
- Manejo de grandes lotes.
- Mantener existencias en grandes cantidades.
- Manipulaciones innecesarias.

### **Propuesta de solución**

- Se deberá redistribuir todas las áreas de la empresa para lograr una disposición en flujo.
- Equilibrar la línea de producción (redistribuir las actividades de producción y trabajar con lotes pequeños de producción). Se deberá tener lo siguiente:
  1. Se deberá descomponer las operaciones del proceso en sus actividades elementales a fin de distribuir la carga de las mismas de forma equilibrada, de manera que posteriormente se pueda sincronizar el proceso, para lo que distribuiremos las actividades entre los puestos.
  2. Unir actividades, mejorar sus tiempos de procesamiento, de manera que se pueda obtener un solo tiempo de cuello de botella.
  3. Redistribuir las nuevas estaciones de trabajo.
  4. Calcular el nuevo lead time.

### **Problema de producción 4**

Existencia de despilfarro de algodón en la etapa de tapizado en cantidades considerables para la empresa.

#### **Causas**

- Maquinaria no adecuada para el trabajo, hecha artesanalmente.
- No se tiene una ficha técnica de la maquinaria, por lo que no se puede determinar su capacidad.
- No está bien hecha, tiene aberturas en los lados, y la boquilla por donde sale el algodón está abierta a la hora de trabajar.
- El operario no tiene cuidado en echar una cantidad determinada de algodón a la máquina.

### **Propuesta de solución**

- Se propone comprar o mandar hacer una máquina nueva con características que necesite la empresa.
- Se podría arreglar la máquina existente, para ellos se deberá tener en cuenta:
  1. Sellar las aberturas de la máquina por todo el contorno de la misma, para ellos se deberá usar soldadura.

2. Colocar una tapa en la boquilla por donde se llena y quita el algodón, para que de esta manera a la hora del trabajo las partículas no escapen.

### **3.4.DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Luego de identificar los problemas en la producción en la empresa DINOR E.I.R.L. y sus posibles causas, se establecieron las mejorar, las cuales son: Implementación de una planeación agregada, Establecer el programa de requerimiento de materiales (MRP), redistribuir las áreas de trabajo o equilibrar las actividades de producción y cambiar o mejorar la máquina rotativa para el algodón, a continuación se detallará cada mejora.

#### **3.4.1.Desarrollo de mejoras**

##### **MEJORA 1: DETERMINAR EL MEJOR PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA SATISFACER LA DEMANDA.**

La planeación agregada busca equilibrar la tasa de producción, fuerza laboral, inventarios, entre otros aspectos para poder satisfacer la demanda de un determinado periodo. Para esta investigación se propondrá 4 casos diferentes, lo cual se trabajará con la demanda pronosticada para el año 2015.

Primero se trabajará para la producción de colchones de resortes, espuma y algodón.

##### **COLCHONES DE RESORTES**

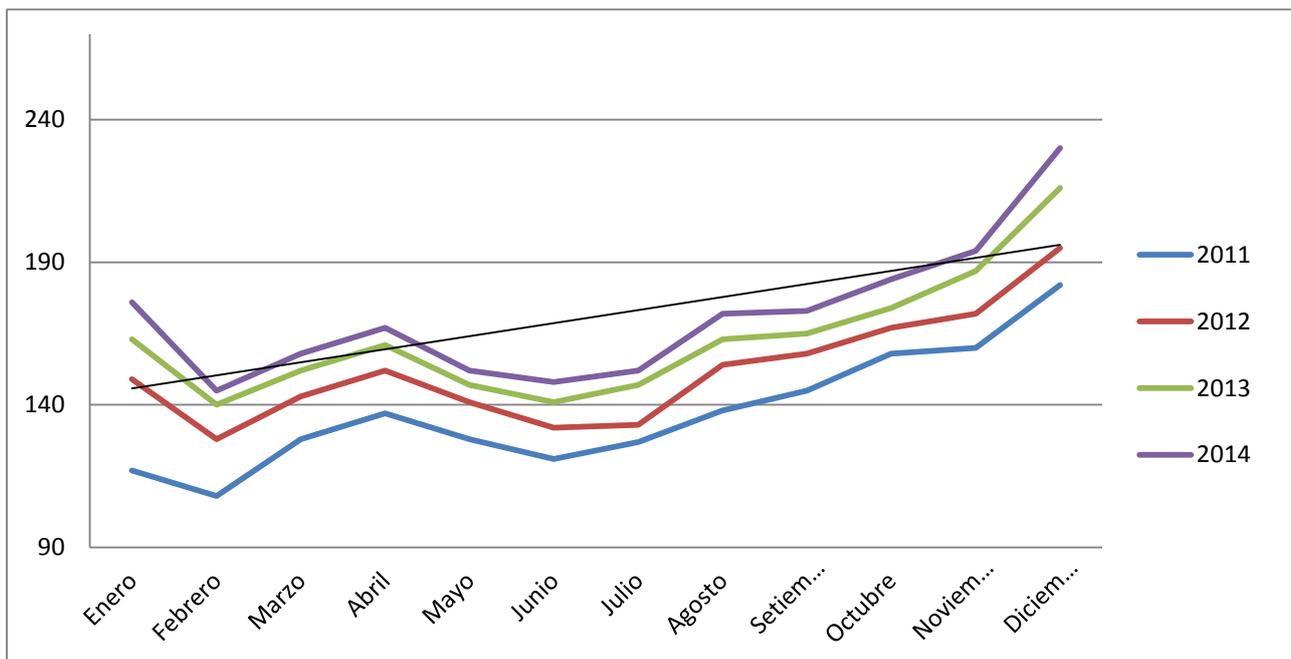
**Tabla N°16: Ventas de colchones de resortes en los últimos 4 años en unidades**

	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Enero</b>	117	149	163	176
<b>Febrero</b>	108	128	140	145
<b>Marzo</b>	128	143	152	158
<b>Abril</b>	137	152	161	167
<b>Mayo</b>	128	141	147	152
<b>Junio</b>	121	132	141	148
<b>Julio</b>	127	133	147	152
<b>Agosto</b>	138	154	163	172
<b>Setiembre</b>	145	158	165	173
<b>Octubre</b>	158	167	174	184
<b>Noviembre</b>	160	172	187	194
<b>Diciembre</b>	182	195	216	230

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

En la tabla N°14 se muestra la evolución de las ventas de colchones de resortes, para nuestra investigación se tomara esto como la demanda dada entre los años 2011-2014.

Para poder pronosticar nuestra demanda anual del 2015, será necesario usar algún método, para esta investigación se usará el pronóstico por índices estacionales, ya que la gráfica muestra estacionalidad en los datos.



**Figura N°14: Comparación de las ventas 2011-2014**

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

Esta figura nos muestra la tendencia que tienen las ventas entre los años ya mencionados, como se puede apreciar existe similitud entre las gráficas, los picos más altos se alcanzan entre los últimos meses de cada año, disminuye al segundo mes de inicio de año y se recupera en el primer tercio del año, así mismo entre los meses de junio y julio disminuyen y aumenta paulatinamente hasta fines de año.

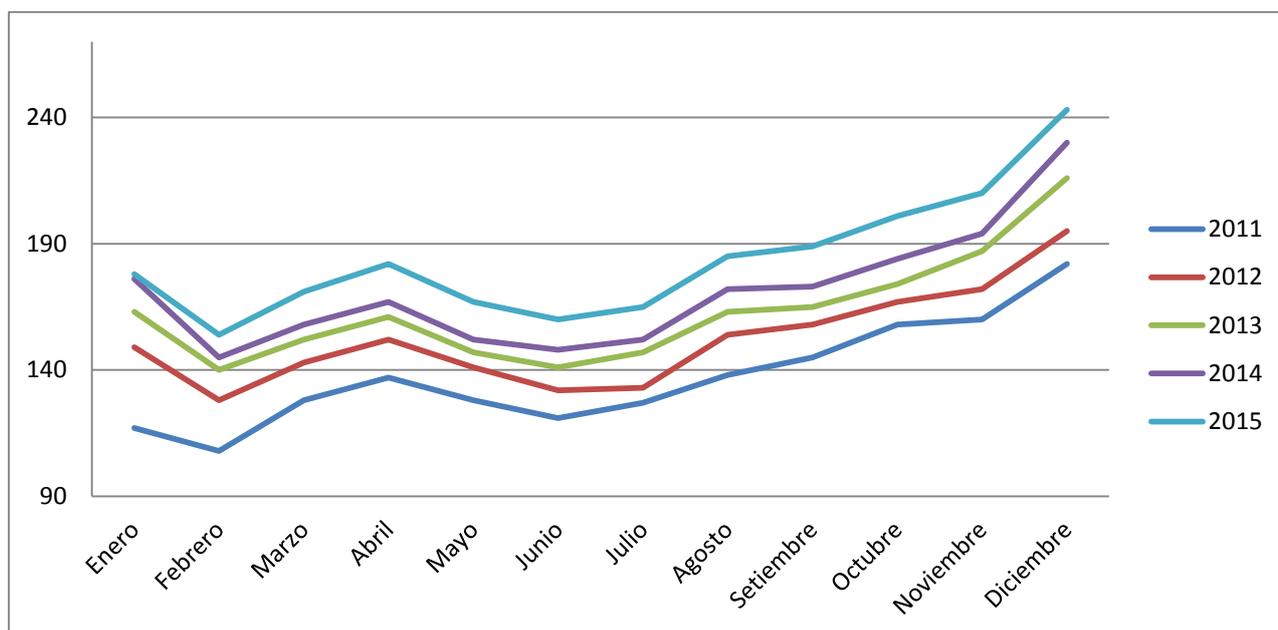
Es por ello como ya se mencionó se utilizará los índices estacionales para poder calcular la demanda de los meses de enero a diciembre del año 2015, en el Anexo N°1 se muestra como se realizó el cálculo. Logrando obtener la siguiente proyección:

**Tabla N°17: Demanda proyectada para el año 2015 en unidades**

	2015
<b>Enero</b>	178
<b>Febrero</b>	154
<b>Marzo</b>	171
<b>Abril</b>	182
<b>Mayo</b>	167
<b>Junio</b>	160
<b>Julio</b>	165
<b>Agosto</b>	185
<b>Setiembre</b>	189
<b>Octubre</b>	201
<b>Noviembre</b>	210
<b>Diciembre</b>	243

Fuente: Elaboración Propia

Esta proyección sigue la misma forma gráfica que los demás años antes mencionados, lo que nos permite decir que se tiene confiabilidad en los datos obtenidos.



**Figura N°15: Comparación entre graficas de ventas de los años 2011-2014 con la proyección 2015**

Fuente: Elaboración propia

**Caso 1:** Se utilizará una estrategia de caza o seguimiento. Se producirá justo para satisfacer la demanda mensual de todo el año 2015, variando la fuerza laboral de la empresa, es decir contratando o despidiendo sea el caso. Se tiene en cuenta los siguientes costos:

- Costo de mano de obra es: 1 000 mensual por trabajador.
- Costo de contratar es: 100 soles por trabajador (Se paga un adicional al trabajador el primer día, ya que este pudo haber estado laborando en otras actividades externas a la empresa).
- Costo de despido: 200 soles por trabajador (Se paga este monto que viene ser equivalente a cuatro días de trabajo, es una condición de los trabajadores ya que aluden que es el tiempo promedio para poder conseguir otro trabajo).
- Costo de materia prima para producir un colchón: 120,90 soles.
- Tiempo para producir un colchón: 169 minutos = 2,82 horas.
- Se trabaja 20 días al mes con respecto a colchones de resortes, espuma y algodón.
- La empresa actualmente tiene 3 trabajadores.

Según la empresa no se contrata a personal no calificado, esta misma tiene conocidos que están pendientes a que les llamen, ya que tiene entendido que durante la demanda es alta estos pueden laborar ahí.

**Tabla N°18: Resultado de la estrategia de seguimiento variando la fuerza laboral para el año 2015**

Mes	Demanda	Horas requeridas	Horas/mes actuales	Número de trabajadores necesarios	Contrato	Despido
Enero	178	502	180	3	0	0
Febrero	154	434	180	2	0	1
Marzo	171	482	180	3	1	0
Abril	182	513	180	3	0	0
Mayo	167	471	180	3	0	0
Junio	160	451	180	3	0	0
Julio	165	465	180	3	0	0
Agosto	185	522	180	3	0	0
Setiembre	189	533	180	3	0	0
Octubre	201	567	180	3	0	0
Noviembre	210	592	180	4	1	0
Diciembre	243	685	180	4	0	0
	<b>2 205</b>	<b>6 218</b>			2	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada, se puede observar las horas requeridas para la producción de la demanda prevista, esta se calcula multiplicando la demanda de un determinado mes por el tiempo de procesamiento del colchón.

Ejemplo: Enero tiene una demanda de 178 colchones de resortes, entonces:

$$178 \text{ colchones} \times 2,82 \text{ horas/colchón} = 501,96 \text{ horas}$$

Las horas al mes actuales son el valor de horas que se tiene actualmente en la empresa por todos los trabajadores, se calcula de la siguiente manera:

Ejemplo: En enero se laboraron por 20 días al mes y cada día en un turno de 9 horas, entonces:

$$20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 180 \text{ horas/mes}$$

La cantidad de trabajadores necesarios se calcula dividiendo las horas requeridas entre las horas al mes actuales.

Ejemplo: En enero se necesitan 501,96 horas pero se tiene 180 horas reales para producir, entonces:

$$\frac{501,96 \text{ horas}}{180 \text{ horas}} = 2,79 = 3 \text{ trabajadores}$$

Según esta estrategia podemos considerar los siguientes costos:

**Tabla N°19: Costos al implementar una estrategia de variación de fuerza de trabajo**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	2 205 * 120,90	266 584,50
Mano de obra	62 18,00 * $\left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	34 545,00
Contratar	2 * 100	200,00
Despido	1 * 200	200,00
<b>Total</b>		<b>301 529,50</b>

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un costo total de 301529,50 nuevos soles cuando se implementa una estrategia de seguimiento variando la fuerza de trabajo, se puede decir que con el número actual de trabajadores que tiene la empresa es más que suficiente para cumplir con la demanda prevista, no obstante en los meses finales si se necesitaría la ayuda de algún otro trabajador.

**Caso 2:** Se utilizará una estrategia de seguimiento o caza. Se producirá justo para satisfacer la menor demanda esperada, se usará subcontrataciones. Se debe tener en cuenta lo siguientes costos adicionales:

- Por dato de la empresa el costo de subcontratar un colchón es de 180,00 nuevos soles, este precio es aquel que el ofertante ofrece a la empresa, incluye el transporte.

Para este caso se tendrá que calcular el número de trabajadores necesarios para cumplir con la mínima demanda esperada, lo cual está dado en el mes de febrero con un valor de 154 colchones de resortes, espuma y algodón.

Se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Demanda} * \text{Tiempo procesamiento de una unidad}}{\text{Días laborales} * \text{Número de horas laborables al día}}$$

Entonces se procede a calcular:

Demanda de febrero: 154 colchones

Tiempo de procesamiento: 2,82 horas/unidad

Días laborables: 20 días/mes

Número de horas laborables al día: 9 horas

$$\text{Número de trabajadores: } \frac{154 * 2,82}{20 * 9} = 2,41 \text{ trabajadores}$$

*Número de trabajadores = 2 trabajadores*

El número de trabajadores que se tendrá para todo el año será de 2, entonces podremos obtener los siguientes resultados:

**Tabla N°20: Resultado de la estrategia de seguimiento permitiendo subcontrataciones**

Mes	Horas disponibles	Producción real	Demanda	Subcontratar
Enero	360	128	178	50
Febrero	360	128	154	26
Marzo	360	128	171	43
Abril	360	128	182	54
Mayo	360	128	167	39
Junio	360	128	160	32
Julio	360	128	165	37
Agosto	360	128	185	57
Setiembre	360	128	189	61
Octubre	360	128	201	73
Noviembre	360	128	210	82
Diciembre	360	128	243	115
	<b>4 320</b>	<b>1 532</b>		<b>673</b>

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia nos muestra que se debe subcontratar 673 colchones de resortes a la otra empresa cercana, así mismo se tiene una producción de 1532 colchones con una fuerza laboral de 4320 horas durante el periodo 2015.

Las horas disponibles son calculadas por el número de trabajadores ya calculados que es 2, por el número de días laborables durante el mes por el número de horas por turno.

Ejemplo: En enero se laboran 20 días con 9 horas diarias por turno y como se calculó se tiene a solo 2 trabajadores.

$$20 \text{ días} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 2 \text{ trabajaores} = 360 \text{ horas disponibles}$$

La producción real está en función a las horas disponibles de cada mes el cual se divide por el tiempo de procesamiento de cada colchón.

Ejemplo: En enero se tiene 360 horas disponibles y el tiempo que se demora para procesar un colchón es de 2,82 horas, entonces:

$$\frac{360 \text{ horas disponibles}}{2,82 \text{ horas/colchón}} = 127,66 \text{ colchones} = 128 \text{ colchones}$$

La cantidad a subcontratar está dada por la resta entre la demanda prevista menos la demanda real.

Ejemplo: En enero se tiene una demanda prevista de 178 colchones pero se puede producir 128 colchones, entonces:

$$178 \text{ colchones} - 128 \text{ colchones} = 50 \text{ colchones para subcontratar}$$

Según esta estrategia los costos a los que recurriamos serían los siguientes:

**Tabla N°21: Costos al implementar una estrategia de seguimiento subcontratando**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	1 532 * 120,90	185 218,80
Mano de obra	4 320 * $\left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	24 000,00
Subcontratación	673*180	121 140,00
<b>Total</b>		<b>330 358,80</b>

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia nos da un costo total de 330358,80 nuevos soles, si se escogiera esta alternativa por alguna razón se tendría que verificar que la capacidad del subcontratista para que pueda cumplir con el pedido, además verificar que los materiales que usa debe ser mejor o igual a los que se utilizan, se podría tener mejores resultados si el costo fuera menor.

**Caso 3:** Se utilizará una estrategia de nivelación o estable. Se producirá con la cantidad de trabajadores actuales pero se permitirá que el inventario de productos terminados crezca o disminuya. Se debe de tener en cuenta los siguientes costos adicionales:

- Costos de almacenamiento: 20 soles por colchón al mes, este costo está determinado por la empresa, está ligado al pago por:

Limpieza diaria,

Iluminación

Seguridad del almacén

Mantenimiento de los pallets

Entre otros, los cuales determinan dicho costo

La empresa por política interna está prohibido tener faltantes, cuando sucede esto, se trabaja en horas extras o se subcontrata con tal de no perder al cliente y la venta.

Entonces se puede obtener los siguientes resultados:

**Tabla N°22: Resultado de la estrategia de nivelación permitiendo variaciones en el inventario**

Mes	Horas disponibles totales	Producción real	Demanda	Inventario Inicial	Inventario final
Enero	540	191	178	0	13
Febrero	540	191	154	13	50
Marzo	540	191	171	50	70
Abril	540	191	182	70	79
Mayo	540	191	167	79	103
Junio	540	191	160	103	134
Julio	540	191	165	134	160
Agosto	540	191	185	160	166
Setiembre	540	191	189	166	168
Octubre	540	191	201	168	158
Noviembre	540	191	210	158	139
Diciembre	540	191	243	139	87
	<b>6 480</b>	<b>2 298</b>			<b>1 327</b>

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia nos da a entender que se debe de tener en inventario al año 1327 colchones, así mismo se tiene una producción real de 2 298 colchones con una fuerza laboral de 6 480 horas laborables.

Las horas disponibles totales se calculan mediante el número de trabajadores por la cantidad de días que se labora en el mes y por las horas que se laboran durante el turno diario.

Ejemplo: En enero se laboran 20 días, cada día 9 horas por turno, y se tienen 3 trabajadores, entonces:

$$20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 3 \text{ trabajadores} = 540 \text{ horas/mes}$$

La producción real está dada por las horas disponibles totales entre el tiempo de procesamiento de un colchón.

Ejemplo: El tiempo de procesamiento de un colchón es de 2,82 horas y el tiempo disponible en enero es de 540 horas.

$$\frac{540 \text{ horas/mes}}{2,82 \text{ horas/colchón}} = 191,4 = 191 \text{ colchones}$$

El inventario inicial está dado por la cantidad que se tiene en stock, su valor está determinado por el inventario final de un mes anterior. El inventario final está

determinado por la suma del inventario inicial más la producción real menos la demanda prevista.

Ejemplo: En enero se tiene un inventario inicial de 0, una producción real de 191 colchones y una demanda prevista de 178 colchones, entonces:

$$0 + 191 - 178 = 13 \text{ colchones en inventario final para enero}$$

Según esta estrategia los costos a los que se incurriría serían los siguientes:

**Tabla N°23: Costos al implementar una estrategia de nivelación permitiendo variaciones en el inventario**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	2 298 * 120,90	277 828,20
Mano de obra	6 480 * $\left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	36 000,00
Almacenamiento	1 327*20	26 540,00
<b>Total</b>		<b>340 368,20</b>

Fuente: Elaboración propia

Nos da un costo de 340 368,20 nuevos soles, cabe mencionar que aquí no existiría riesgo de faltantes, pero el costo por mantener el inventario es elevado se tiene que reducir para obtener mejores resultados, además se deberá tener en cuenta si el tamaño del almacén es lo suficientemente grande para poder almacenarse dichas cantidades.

**Caso 4:** Se implementará una estrategia mixta, en donde se tomarán dos variables, se producirá justo para satisfacer la demanda mínima, se trabajará horas extras para cumplir los faltantes y se variará el inventario. Para esto se deberá tener en cuenta los siguientes costos dados por la empresa:

- Costo por hora extra: 7 soles

Como ya se mencionó anteriormente no se puede tener más de 4 horas extras por trabajador, los costos por subcontratar ya se mencionaron.

Se debe calcular el número de trabajadores necesario para cumplir con la demanda mínima que es febrero con 154 colchones, pero este cálculo ya está hecho anteriormente.

*Número de trabajadores*

$$= \frac{\text{Demanda} * \text{Tiempo precesamiento de una unidad}}{\text{Días laborales} * \text{Número de horas laborables al día}}$$

$$\text{Número de trabajadores: } \frac{154 * 2,82}{20 * 9} = 2,41 \text{ trabajadores}$$

$$\text{Número de trabajadores} = 2 \text{ trabajadores}$$

Se puede obtener los siguientes resultados:

**Tabla N°24: Resultados de una estrategia mixta**

Mes	Horas disponibles	Producción real	Horas extras totales	Producción en horas extras	Demanda prevista	Inventario inicial	Inventario final
Enero	360	128	141	50	178	0	0
Febrero	360	128	149	53	154	0	26
Marzo	360	128	160	57	171	26	40
Abril	360	128	160	57	182	40	43
Mayo	360	128	160	57	167	43	60
Junio	360	128	160	57	160	60	85
Julio	360	128	160	57	165	85	105
Agosto	360	128	160	57	185	105	104
Setiembre	360	128	160	57	189	104	100
Octubre	360	128	160	57	201	100	84
Noviembre	360	128	160	57	210	84	58
Diciembre	360	128	160	57	243	58	0
	<b>4 320</b>	<b>1 532</b>	<b>1 890</b>	<b>673</b>			<b>704</b>

Fuente: Elaboración propia

El cuadro mostrado nos da como resultado que se deben laborar con una fuerza de 2 trabajadores entre todos los meses, y se debe trabajar horas extras para cumplir con las diferencias con un total de 673 colchones procesador en horas extras y de igual manera variar el inventario para que no exista sobrantes y tratando de disminuir lo más posible la cantidad de inventario a almacenar.

La cantidad máxima de horas extras en un mes es de 160 horas, esto se puede calcular multiplicando la cantidad de trabajadores que es 2, por el número de días laborables al mes y por el número de horas extras máximas que se trabaja en el día.

Ejemplo: En enero se tiene 20 días laborables, se trabaja 4 horas extras máximas diarias y se tiene una fuerza laboral de 2 personas.

$$\frac{20 \text{ días}}{\text{mes}} * \frac{4 \text{ horas}}{\text{diarias}} * 2 \text{ trabajadores} = 160 \text{ horas extras máximas/mes}$$

La producción en horas extras se calcula mediante la división de las horas extras totales sobre el tiempo de procesamiento de un colchón.

Ejemplo: En enero se tuvo 141 horas extras y el tiempo de procesamiento de un colchón es de 2,82 horas, entonces se tiene:

$$\frac{141 \text{ horas extras máximas}}{2,82 \text{ horas/colchón}} = 50 \text{ colchones}$$

El inventario inicial es el resultado del inventario final de un mes anterior, el inventario final se calcula mediante la suma del inventario inicial, más producción en horas extras, más la producción real menos la demanda prevista.

Ejemplo: En enero se tiene un inventario inicial de 0, una producción real de 128 colchones, una producción en horas extras de 50 colchones y una demanda prevista de 178 colchones.

$$0 \text{ colchones} + 128 \text{ colchones} + 50 \text{ colchones} - 178 \text{ colchones} \\ = 0 \text{ colchones en inventario final para enero}$$

Según esta estrategia se obtiene los siguientes costos:

**Tabla N°25: Costos al implementar una estrategia mixta**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	2 205 * 120,90	266 584,20
Mano de obra	$4\ 320 * \left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	24 000,00
Mano de obra extra	1 890 * 7	13 230,00
Almacenamiento	704*20	14 080,00
<b>Total</b>		<b>317 894,20</b>

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un costo total de 317 892,20 nuevos soles, cabe decir que en esta estrategia se tiene una mano de obra asegurada y que no hay riesgo de faltantes, se trata de disminuir la cantidad de producto terminado para stock.

En conclusión se puede comparar las estrategias usadas para poder escoger la más conveniente, tenemos:

**Tabla N°26: Resumen de las estrategias usadas con sus respectivos costos**

Estrategia	Costo (nuevos soles)
De seguimiento, producir justo para satisfacer la demanda, variar la fuerza de trabajo	301 529,50
De seguimiento, producir la demanda mínima y usar subcontrataciones	330 358,80
De nivelación se trabaja con la cantidad de trabajadores actuales pero se varía el inventario.	340 368,20
Mixta, usar horas extras con variación del inventario	317 894,20

Fuente: Elaboración propia

Se escoge la primera estrategia ya que tiene menos costo al implantarla, se debe producir con la fuerza laboral existente, contratado o despidiendo sea el caso para poder cumplir con la demanda.

## COLCHONES DE ESPUMA

Para esta presentación de colchones se tendrá 2 tipos de estrategias para poder determinar la mejor opción

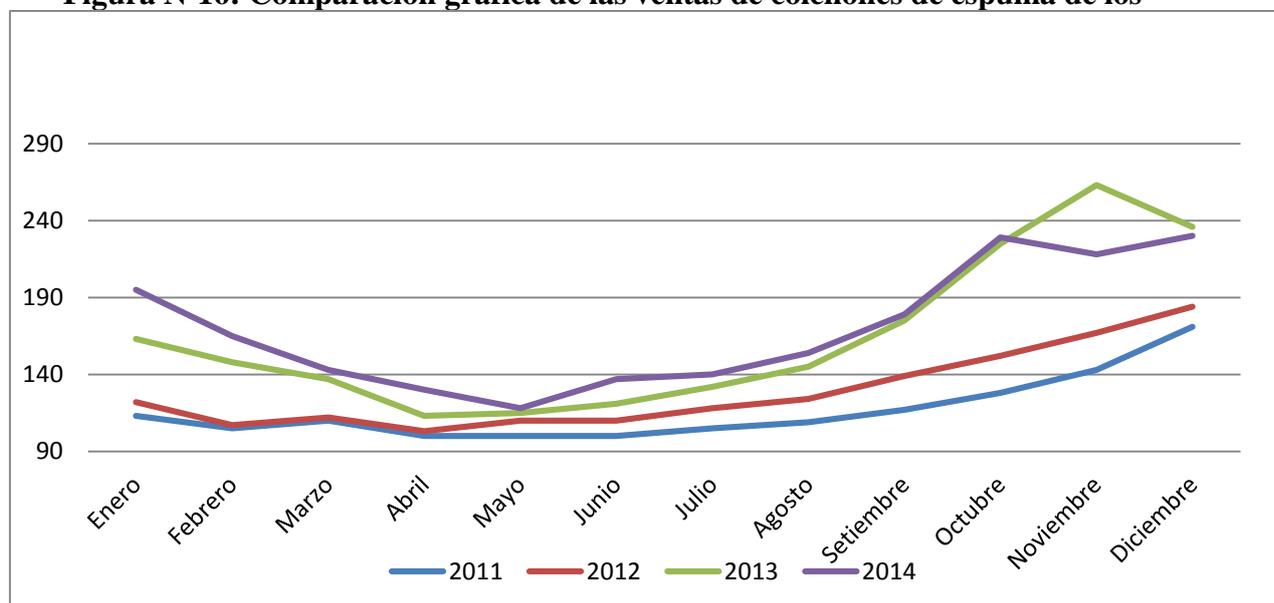
**Tabla N°27: Ventas de colchones de espuma durante los años 2011-2014 en unidades**

	2011	2012	2013	2014
<b>Enero</b>	113	122	163	195
<b>Febrero</b>	105	107	148	165
<b>Marzo</b>	110	112	137	143
<b>Abril</b>	100	103	113	130
<b>Mayo</b>	100	110	115	118
<b>Junio</b>	100	110	121	137
<b>Julio</b>	105	118	132	140
<b>Agosto</b>	109	124	145	154
<b>Setiembre</b>	117	139	175	168
<b>Octubre</b>	128	152	225	213
<b>Noviembre</b>	143	167	263	218
<b>Diciembre</b>	171	184	236	230

Fuente: DINOR E.I.R.L. / Elaboración propia

En la tabla mostrada se observa la evolución de las ventas de colchones de espuma entre los años 2011-2014, existe variación con respecto a las ventas de colchones de resortes, esto se podrá apreciar mejor en la siguiente figura:

**Figura N°16: Comparación gráfica de las ventas de colchones de espuma de los**



**años 2011-2014**

Fuente: Elaboración propia

No existe estacionalidad, por ende no se puede pronosticar por índices estacionales, por lo que se utilizará regresión lineal debido a la distribución de los datos que se tienen, los

cuales van en forma ascendente, se agrupará las ventas de cada mes homólogo de cada año y se procederá a pronosticas.

**Tabla N°28: Demanda proyectada de colchones de espuma al año 2015 en unidades**

	<b>2015</b>
<b>Enero</b>	220
<b>Febrero</b>	187
<b>Marzo</b>	157
<b>Abril</b>	137
<b>Mayo</b>	126
<b>Junio</b>	148
<b>Julio</b>	154
<b>Agosto</b>	172
<b>Setiembre</b>	208
<b>Octubre</b>	278
<b>Noviembre</b>	241
<b>Diciembre</b>	233

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente se utilizó regresión lineal para pronosticar las demandas de los meses comprendidos entre enero – octubre, noviembre y diciembre tuvieron que ser pronosticados por promedio móviles simples, ya que con cumplían con las característica ascendente que nos pide la regresión lineal. En el anexo N°2 se muestra los cálculos para encontrar dichas demandas.

**Caso 1:** Se utilizará una estrategia de caza o seguimiento. Se producirá justo para cumplir con la demanda anual, variando la fuerza laboral, es decir contratando o despidiendo sea el caso, para ellos se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Costo de mano de obra es: 1000 mensual por trabajador.
- Costo de contratar es: 100 soles por trabajador
- Costo de despido: 200 soles por trabajador
- Costo de materia prima para producir un colchón de espuma: 95,40 soles.
- Tiempo para producir un colchón de espuma: 13,7 minutos = 0,23 horas.
- Se trabaja 4 días en promedio al mes con respecto a colchones de espuma.
- La empresa actualmente tiene 3 trabajadores

La empresa tiene como política no contratar a personal no calificado, ya que este le lleva a tener costos en preparación y capacitación, por ende tiene personal conocido, los cuales saben regularmente entre qué meses pueden ser llamados y existe una alta probabilidad de que puedan laborar en un pequeño periodo de tiempo.

**Tabla N°29: Resultados de la estrategia de seguimiento o caza, variando la fuerza de trabajo en el procesamiento de colchones de espuma**

Mes	Demanda	Horas requeridas	Horas/mes actuales	Número de trabajadores necesarios	Contrato	Despido
Enero	220	51	36	2,0	0	1
Febrero	187	43	36	2,0	0	0
Marzo	157	36	36	2,0	0	0
Abril	137	32	36	1,0	0	1
Mayo	126	29	36	1,0	0	0
Junio	148	34	36	1,0	0	0
Julio	154	35	36	1,0	0	0
Agosto	172	40	36	2,0	1	0
Setiembre	208	48	36	2,0	0	0
Octubre	278	64	36	2,0	0	0
Noviembre	241	55	36	2,0	0	0
Diciembre	233	54	36	2,0	0	0
<b>Totales</b>	<b>2 261</b>	<b>520</b>			<b>1</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada se puede observar el número de trabajadores necesarios para cada mes, cabe recalcar que en algunos meses solo se necesita la intervención de 1 operario, por lo que lleva a concluir que se tiene tiempo ocioso, lo que genera costos. Así mismo en gran parte de los otros meses se trabaja con 2 operarios, no se muestra ningún mes con la necesidad de 3 operarios.

Los procedimientos para poder calcular los valores son los mismos mostrados anteriormente para los colchones de resortes, por ese motivo obviamos ese procedimiento, porque sería redundante.

**Tabla N°30: Costos al implementar una estrategia de caza variando la fuerza laboral**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	2 261 * 95,40	215 699,40
Mano de obra	$520 * \left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	2 888,90
Contratación	1* 100	100,00
Despido	2*200	400,00
<b>Total</b>		<b>219 088,30</b>

Fuente: Elaboración propia

Con esta estrategia se podría lograr tener un costo de producción de 219088,30 nuevos soles, se puede concluir que la empresa da mucho tiempo y mucha fuerza laboral para producir dichas cantidades de colchones de espuma, cuando tranquilamente lo puede realizar un operario.

**Caso 2:** Se propone una estrategia de seguimiento, donde se mantendrá una fuerza laboral para satisfacer la demanda promedio anual y se subcontrata cuando sea necesario. Para ello se debe tener en cuenta algunos costos:

- El costo de subcontratación es de 130,00 nuevos soles, es un costo elevado, ya que la empresa subcontratista compra espuma y no la produce como DINOR E.I.R.L.,

Se utilizará fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Número de trabajadores} \\ = \frac{\text{Demanda} * \text{Tiempo precesamiento de una unidad}}{\text{Días laborales} * \text{Número de horas laborables al día}} \end{aligned}$$

Entonces se procede a calcular:

Demanda promedio: 188 colchones

Tiempo de procesamiento: 0,23 horas/unidad

Días laborables promedio: 4 días/mes

Número de horas laborables al día: 9 horas

$$\text{Número de trabajadores: } \frac{188 * 0,23}{4 * 9} = 1,20 \text{ trabajadores}$$

$$\text{Número de trabajadores} = 1 \text{ trabajadores}$$

Para esta estrategia se usará un número de trabajadores de 1 operarios, con esta información se tiene los siguientes resultados:

**Tabla N°31: Resultados de una estrategia de caza, manteniendo la fuerza laboral constante y usando subcontrataciones**

Mes	Horas disponibles	Producción real	Demanda	Subcontratar
Enero	36	157	220	63
Febrero	36	157	187	30
Marzo	36	157	157	0
Abril	36	157	137	0
Mayo	36	157	126	0
Junio	36	157	148	0
Julio	36	157	154	0
Agosto	36	157	172	15
Setiembre	36	157	208	51
Octubre	36	157	278	121
Noviembre	36	157	241	84
Diciembre	36	157	233	76
	<b>432</b>	<b>1 878</b>		<b>444</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla nos muestra un total de 432 horas disponibles por la empresa, teniendo una producción real de 1 532 colchones de espuma y subcontratando 444 unidades

Los procedimientos para calcular los valores de esta estrategia son los mismos explicados anteriormente en la presentación de colchones de resortes, espuma y algodón.

**Tabla N°32: Costos al implementar una estrategia de caza, subcontratando**

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	1 878 * 95,40	179 161,20
Mano de obra	$432 * \left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	2 400,00
Subcontratación	444*130	57 720,00
<b>Total</b>		<b>239 281,20</b>

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene un costo total de 239 281,20 nuevos soles, hay que tener en cuenta que al usar esta estrategia se debe inspeccionar la calidad de los materiales, el procesamiento correcto, para no tener problemas con los clientes por defectos.

**Caso 3:** Se implementará una estrategia mixta, en donde se tomarán tres variables, se producirá justo para satisfacer la demanda mínima la cual está dada en el mes de mayo, se trabajará horas extras para cumplir los faltantes, se variará el inventario ya sea aumentado o disminuyendo y se subcontratará para evitar faltantes. Para esto se deberá tener en cuenta los siguientes costos dados por la empresa:

- Costo por hora extra: 7 soles
- Cuando hay producción de colchones de espuma las horas extras se realiza un día domingo o feriado, ya que la empresa ese día de producción semanal lo toma como limpieza general y mantenimiento de las máquinas. Se trabaja hasta 9 horas, como una jornada normal, el participar de los operarios es voluntario, es decir no están obligados a asistir, se les paga un adicional ya mencionado, e igualmente se les da 1:30 horas para su almuerzo.
- El costo de almacenamiento de un colchón de espuma es de 25 soles, es más elevado que el colchón de resortes, debido a que se tiene un mejor cuidado, se tiene mayor limpieza, son diferentes pallets y no se pueden apilar más de 5 colchones, lo que genera un mayor espacio, así mismo se encuentran los otros factores ya mencionados en la presentación anterior.

La demanda mínima es de 126 unidades, para calcular el número de trabajadores, se utiliza la fórmula:

$$\text{Número de trabajadores: } \frac{126 * 0,23}{4 * 9} = 0,81 \text{ trabajadores}$$

$$\text{Número de trabajadores} = 1 \text{ trabajadores}$$

**Tabla N°33: Resultados de una estrategia mixta**

	Horas disponibles	Producción real	Horas extras totales	Producción en horas extras	Demanda prevista	Inventario inicial	Inventario final	Subcontratar
Enero	36	157	9	39	220	0	-24	24
Febrero	36	157	6,9	30	187	0	0	0
Marzo	36	157	1,38	6	157	0	5	0
Abril	36	157	0	0	137	5	25	0
Mayo	36	157	2,07	9	126	25	64	0
Junio	36	157	9	39	148	64	112	0
Julio	36	157	9	39	154	112	153	0
Agosto	36	157	9	39	172	153	177	0
Setiembre	36	157	9	39	208	177	165	0
Octubre	36	157	9	39	278	165	82	0
Noviembre	36	157	9	39	241	82	37	0
Diciembre	36	157	9	39	233	37	0	0
	<b>432</b>	<b>1 878</b>	<b>82,35</b>	<b>358</b>	<b>2 261</b>		<b>819</b>	<b>24</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada se puede determinar la cantidad de horas disponibles, la producción real con la fuerza laboral para cumplir con la demanda mínima, el total de horas extras, la variación del inventario y así mismo la subcontratación cuando se requiera, esto se da porque la empresa tiene como política evitar faltantes ya que para ellos estos se considera perder dinero y perder al cliente.

Los procedimientos para poder cálculos los valores obtenidos, son los mismos explicados anteriormente en la anterior presentación de colchones.

**Tabla N°34: Costos al implementar una estrategia mixta**

<b>Costos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto (soles)</b>
Materia prima	2 261 * 95,40	215 699,40
Mano de obra	$432 * \left(\frac{1\ 000}{180}\right)$	2 400,00
Horas extras	82,35*7,50	617,63
Costo almacenamiento	819*25	20 475,00
Subcontratación	24*130	3 120,00
<b>Total</b>		<b>242 312,03</b>

Fuente: Elaboración propia

Se logra un costo de 242 312,03 nuevos soles, se puede decir que en esta estrategia no habría faltantes trabajando con 1 solo operario estable para todo el año.

En conclusión se puede comparar las estrategias usadas para poder escoger la más conveniente, tenemos:

**Tabla N°35: Resumen de las estrategias usadas con sus respectivos costos**

<b>Estrategia</b>	<b>Costo (nuevos soles)</b>
De seguimiento, producir justo para satisfacer la demanda, variar la fuerza de trabajo	219 088,30
De seguimiento, producir la demanda mínima y usar subcontrataciones	239 281,20
Mixta, usar fuerza laboral para la mínima demanda, variar el inventario, usar horas extras y subcontratar para que no haya faltantes.	242 312,03

Fuente: Elaboración propia

Se escoge la primera estrategia por su menor costo, además se da a conocer que la empresa cuenta con personal excedente para realizar estas tareas, se debe administrar mejor la fuerza laboral a la hora de asignar trabajos, es decir contratar o despedir, cuando sea necesario.

## **MEJORA 2: PROGRAMA DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA EMPRESA DINOR E.I.R.L.**

El MRP es una lista estructurada de todos los materiales o partes necesarias para producir un producto determinado en un periodo de tiempo establecido.

Para poder llevar a cabo el MRP se necesita tener tres elementos:

- Plan de producción.
- Estructura del producto
- Las cantidades de pedido dadas por los proveedores y tiempo de fabricación o suministro.

### **COLCHONES DE RESORTES**

Como se pronosticó anteriormente en plan de producción está determinado por las cantidades a producir en el año 2015.

**Tabla N°36: Plan de producción 2015 en colchones de resortes**

<b>Mes</b>	<b>Unidades</b>
<b>Enero</b>	178
<b>Febrero</b>	154
<b>Marzo</b>	171
<b>Abril</b>	182
<b>Mayo</b>	167
<b>Junio</b>	160
<b>Julio</b>	165
<b>Agosto</b>	185
<b>Setiembre</b>	189
<b>Octubre</b>	201
<b>Noviembre</b>	210
<b>Diciembre</b>	243

Fuente: Elaboración propia

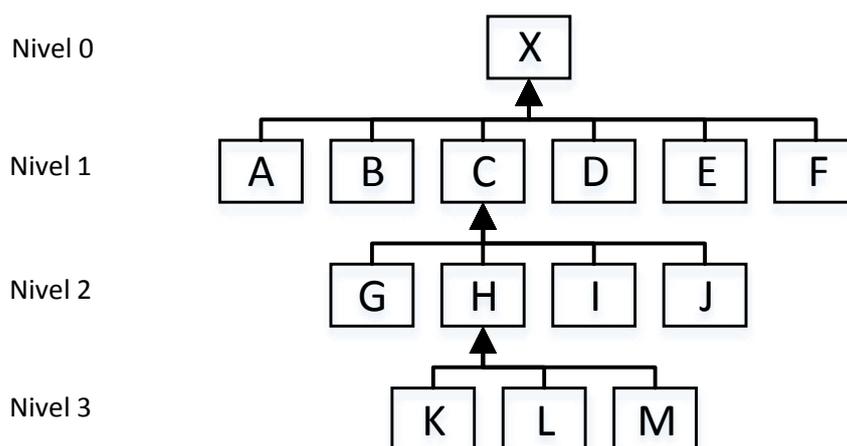
A esto se tiene que identificar a artículo, para poder estructurarlo y poder asignarle un código de nivel, así mismo mostrar los plazos de fabricación o entrega y la cantidad mínima de pedido.

**Tabla N°37: Identificación de productos en colchones de resortes**

Producto	Identificación	Plazo de fabricación o entrega	Lote Mínimo
Colchón	X	1 semana	Lote
Espuma	A	1 semana	1 200 kilos
Filtros	B	1 semana	1 000 unidad
Panel tapizado	C	-----	-----
Tela	D	1 semana	1 500 metros
Hilo	E	1 semana	20 conos
Bolsa	F	1 semana	250 unidades
Algodón	G	3 semanas	5 000 kilos
Estru. Panel	H	-----	-----
Saquetas	I	1 semana	500 unidades
Nylon	J	1 semana	50 conos
Resortes	K	2 semanas	30 000 unidades
Alambre	L	1 semana	500 kilos
Varillas	M	1 semana	500 unidades

Fuente: Elaboración propia

Estructura:



**Figura N°17: Estructura por niveles de un colchón de resortes**

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a esto se identifica el stock existente a finales de diciembre 2014, el cual nos dio las siguientes cantidades:

**Tabla N°38: Stock disponible a final de diciembre 2014**

Producto	Stock disponible
Colchón (X)	53 unidades
Espuma (A)	200 kilos
Filtros(B)	112 unidades
Tela (D)	50 metros
Hilo (E)	4 conos
Bolsas (F)	73 unidades
Algodón (G)	910 kilos
Saquetas (I)	180 unidades
Nylon (J)	10 conos
Resortes (K)	15 000 unidades
Alambre (L)	150 kilos
Varillas (M)	250 unidades

Fuente: Elaboración propia

### COLCHONES DE ESPUMA

El plan de producción para esta presentación de colchón está determinado por el pronóstico obtenido anteriormente:

**Tabla N°39: Plan de producción año 2015 en colchones de espuma**

	2015
<b>Enero</b>	220
<b>Febrero</b>	187
<b>Marzo</b>	157
<b>Abril</b>	137
<b>Mayo</b>	126
<b>Junio</b>	148
<b>Julio</b>	154
<b>Agosto</b>	172
<b>Setiembre</b>	208
<b>Octubre</b>	278
<b>Noviembre</b>	241
<b>Diciembre</b>	233

Fuente: Elaboración propia

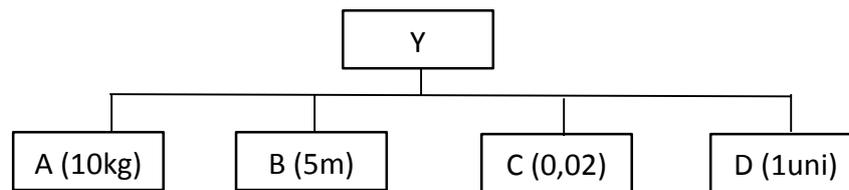
Se identifica los productos de esta presentación de colchón, dado la siguiente tabla:

**Tabla N°40: Identificación de productos en colchones de espuma**

Producto	Identificación	Plazo de fabricación o entrega	Lote Mínimo
Colchón	Y	4 semana	Lote
Espuma	A	1 semana	1 200 kilos
Tela	D	1 semana	1 500 metros
Hilo	E	1 semana	20 conos
Bolsa	F	1 semana	250 unidades

Fuente: Elaboración propia

Se determina la siguiente estructura:



**Figura N°18: Estructura por niveles de un colchón de espuma**

Fuente: Elaboración propia

El stock existente es el mismo mostrado en la tabla N°38, No hay stock disponible de colchones de espuma terminado.

A continuación se muestra el requerimiento de materiales como el plan maestro de producción para ambas presentaciones de colchones:

**Tabla N°41: Requerimiento de materiales para colchones de resortes y espuma para el año 2015**

Tamaño de lote	Plazo (días)	Disponible	Stock de seguridad	Reservado	Código de nivel	Código de artículo		SEMANAS																												
								46	47	48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	41	42	43	44	45	46	47	48						
								dic-14			ene-15				feb-15				mar-15			nov-15				dic-15										
Lote	4 semana	53 unidades	-	-	0	X	Necesidades brutas							178				154				171				210				243						
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	53			53	53	53	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
							Necesidades netas												125				154				171				210				243	
							Recepción de ordenes												125				154				171				210				243	
Lanzamiento de ordenes													125				154				171				243											
Lote	4 semana	0 unidades	-	-	0	Y	Necesidades brutas							220				187				157				241				233						
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
							Necesidades netas												220				187				157				241				233	
							Recepción de ordenes												220				187				157				241				233	
Lanzamiento de ordenes													220				187				157				233											
1200 kilos	1 semana	200 kilos	-	-	1	A	Necesidades brutas			2575				2332				2083				1916				3059										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	200			200	25	25	25	25	93	93	93	93	410	410	410	410	593	593	593	593	1134	1134	1134	1134					
							Necesidades netas												2307				1990				1506				2466					
							Recepción de ordenes												2307				1990				1506				2466					
Lanzamiento de ordenes													2400				2400				2400				3600											
1000 unidades	1 semana	112 unidades	-	-	1	B	Necesidades brutas			500				616				684				728				972										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	112			112	612	612	612	612	996	996	996	996	312	312	312	312	920	920	920	920	948	948	948	948					
							Necesidades netas												4				0				416				52					
							Recepción de ordenes												4				0				416				52					
Lanzamiento de ordenes													1000				1000				1000				1000											
1500 metros	1 semana	50 metros	-	-	1	D	Necesidades brutas			1725				1705				1640				1595				2380										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	50			50	1325	1325	1325	1325	1120	1120	1120	1120	980	980	980	980	1365	1365	1365	1365	485	485	485	485					
							Necesidades netas												380				520				615				1015					
							Recepción de ordenes												380				520				615				1015					
Lanzamiento de ordenes													3000				1500				1500				1500											
20 conos	1 semana	4 conos	-	-	1	E	Necesidades brutas			9.4				9.9				9.98				10.02				14.38										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	4			4	14.6	14.6	14.6	14.6	4.7	4.7	4.7	4.7	14.72	14.72	14.72	14.72	7.08	7.08	7.08	7.08	12.7	12.7	12.7	12.7					
							Necesidades netas												0				5.28				0				7.3					
							Recepción de ordenes												0				5.28				0				7.3					
Lanzamiento de ordenes													20				0				20				20											

250 unidades	1 semana	73 unidades	-	-	1	F	Necesidades brutas			345				341				328				319				476										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	73			73	228	228	228	228	137	137	137	137	59	59	59	59	136	136	136	136	160	160	160	160					
							Necesidades netas				272				113				191				260					340								
							Recepción de ordenes				272				113				191				260					340								
Lanzamiento de ordenes				500				250				250				500					500															

5000 kilos	3 semanas	910 kilos	-	-	2	G	Necesidades brutas			2375				2926				3249				3458				4617										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	910			910	3535	3535	3535	3535	609	609	609	609	2360	2360	2360	2360	1371	1371	1371	1371	1754	1754	1754	1754					
							Necesidades netas				1465				0				2640				1098					3246								
							Recepción de ordenes				1465				0				2640				1098					3246								
Lanzamiento de ordenes				5000				0				5000				5000					5000															

500 unidades	1 semana	180 unidades	-	-	2	I	Necesidades brutas			375				462				513				546				729										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	180			180	305	305	305	305	343	343	343	343	330	330	330	330	453	453	453	453	724	724	724	724					
							Necesidades netas				195				157				170				216					276								
							Recepción de ordenes				195				157				170				216					276								
Lanzamiento de ordenes				500				500				500				500					1000															

50 conos	1 semana	10 conos	-	-	2	J	Necesidades brutas			12.5				15.4				17.1				18.2				24.3										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	10			10	47.5	47.5	47.5	47.5	32.1	32.1	32.1	32.1	15	15	15	15	19.1	19.1	19.1	19.1	44.8	44.8	44.8	44.8					
							Necesidades netas				2.5				0				0				3.2					5.2								
							Recepción de ordenes				2.5				0				0				3.2					5.2								
Lanzamiento de ordenes				50				0				0				50					50															

30000 unidades	2 semanas	15000 unidades	-	-	3	K	Necesidades brutas			33000				40656				45144				48048				64152										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	15000			15000	12000	12000	12000	12000	1344	1344	1344	1344	16200	16200	16200	16200	21024	21024	21024	21024	16872	16872	16872	16872					
							Necesidades netas				18000				28656				43800				31848					43128								
							Recepción de ordenes				18000				28656				43800				31848					43128								
Lanzamiento de ordenes				30000				30000				60000				60000					60000															

500 kilos	1 semana	150 kilos	-	-	3	L	Necesidades brutas			500				308				684				728				972										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	150			150	150	150	150	150	342	342	342	342	158	158	158	158	322	322	322	322	350	350	350	350					
							Necesidades netas				350				158				342				570					650								
							Recepción de ordenes				350				158				342				570					650								
Lanzamiento de ordenes				500				500				500				1000					1000															

500 unidades	1 semana	250 unidades	-	-	3	M	Necesidades brutas			500				616				684				728				972										
							Recepción programada																													
							Disponibles previstos	250			250	250	250	250	250	134	134	134	134	450	450	450	450	114	114	114	114	142	142	142	142					
							Necesidades netas				250				366				550				278					858								
							Recepción de ordenes				250				366				550				278					858								
Lanzamiento de ordenes				500				500				1000				500					1000															

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°42: Plan maestro de producción 2015**

Código de artículo		SEMANAS															
		48	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	45	46	47	48
		dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15			
X	Necesidades brutas		178	154	171	182	167	160	165	185	189	201	210				243
	Recepción programada																
	Disponibles previstos	53	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Necesidades netas		125	154	171	182	167	160	165	185	189	201	210				243
	Recepción de ordenes		125	154	171	182	167	160	165	185	189	201	210				243
	Lanzamiento de ordenes		<b>125</b>	<b>154</b>	<b>171</b>	<b>182</b>	<b>167</b>	<b>160</b>	<b>165</b>	<b>185</b>	<b>189</b>	<b>201</b>	<b>210</b>	<b>243</b>			
Y	Necesidades brutas		220	187	157	137	126	148	154	172	208	278	241				233
	Recepción programada																
	Disponibles previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Necesidades netas		220	187	157	137	126	148	154	172	208	278	241				233
	Recepción de ordenes		220	187	157	137	126	148	154	172	208	278	241				233
	Lanzamiento de ordenes		<b>220</b>	<b>187</b>	<b>157</b>	<b>137</b>	<b>126</b>	<b>148</b>	<b>154</b>	<b>172</b>	<b>208</b>	<b>278</b>	<b>241</b>	<b>233</b>			

Fuente: Elaboración propia

Este plan de producción muestra lo que se va a realizar y cuando de una manera global que se va a producir en términos generales, y esta de la mano con el plan agregado de producción determinado en la mejora anterior en donde se incluyen las capacidades, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones de inventarios entre otras consideraciones

### **MEJORA 3: EQUILIBRAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CON IMPLEMENTACIÓN EN FLUJO**

Un sistema productivo equilibrado debe de realizar:

- Igualar ciclos de operaciones.
- Reducir tamaños de lotes de producción (Reducir el lead time).
- Reducir tamaño de lotes de transferencia.
- Eliminar o reducir los tiempos de espera.

Para poder equilibrar el sistema producto de la empresa DINOR se tiene que descomponer las operaciones del proceso en sus actividades elementales.

#### **COLCHONES DE RESORTES**

##### **Actividades elementales:**

- Panelado: 63 minutos  
(Avance: 2 minutos; acomodo de resortes y selección: 2 minutos; unión de filas de resortes: 30 minutos; armado de panel: 23 minutos.)
- Canteado: 6 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; acomodo de varillas: 0,5 minutos; canteado: 4 minutos; revisión de los cantos: 0,5 minutos; descarga: 0,5 minutos)
- Tapizado: 9 minutos  
(Carga: 1 minuto; selección y unión de saquetas: 2 minutos; tapizado: 5,5 minutos, revisión del tapizado: 0,5 minutos)
- Acolchado: 8 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; preparación de algodón necesario: 1 minutos; acolchado: 6,5 minutos)
- Prensado: 57 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; apuntalado: 20 minutos; prensado: 20 minutos; nivelado: 15 minutos; revisión de nivel: 0,5 minutos; descarga: 1 minuto)
- Cosido: 13 minutos  
(Carga: 1 minuto; Envolver la espuma con la tela: 1 minuto; cosido: 10 minutos; descarga: 1 minuto)
- Empaquetado: 13 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; etiquetado: 2 minutos; envuelto: 1 minutos; sellado: 7,2 minutos; descarga: 2,3 minutos)

Con esta información la empresa puede mejorar algunos aspectos como capacitaciones para poder tener disminuir algunos tiempos de las actividades que tienen mayor demora; está basada en la búsqueda de nuevas técnicas en plantas industriales de colchones.

Por lo tanto como mejora adicional a la producción equilibrada se realizará capacitaciones al personal para mejorar tiempos y adicionalmente se detallará la compra de una selladora

adicional industrial para mejorar tiempos, la descomposición quedaría de la siguiente manera:

#### **Actividades elementales mejoradas:**

- Panelado: 44 minutos. REDUCCIÓN DE 30% DE TIEMPO MEDIANTE CAPACITACIONES. (Ver anexo 3)  
(Avance: 2 minutos; acomodo de resortes y selección: 2 minutos; unión de filas de resortes: 22 minutos; armado de panel: 18 minutos.)
- Canteado: 6 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; acomodo de varillas: 0,5 minutos; canteado: 4 minutos; revisión de los cantos: 0,5 minutos; descarga: 0,5 minutos)
- Tapizado: 9 minutos  
(Carga: 1 minuto; selección y unión de saquetas: 2 minutos; tapizado: 5,5 minutos, revisión del tapizado: 0,5 minutos)
- Acolchado: 8 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; preparación de algodón necesario: 1 minutos; acolchado: 6,5 minutos)
- Prensado: 45 minutos. REDUCCIÓN DEL 20% DE TIEMPO MEDIANTE CAPACITACIONES (Ver anexo 3)  
(Carga: 0,5 minutos; apuntalado: 18 minutos; prensado: 15 minutos; nivelado: 10 minutos; revisión de nivel: 0,5 minutos; descarga: 1 minuto)
- Cosido: 13 minutos  
(Carga: 1 minuto; Envolver la espuma con la tela: 1 minuto; cosido: 10 minutos; descarga: 1 minuto)
- Empaquetado: 9 minutos. REDUCCIÓN DEL 30% DE TIEMPO MEDIANTE LA COMPRA DE UNEA NUEVA SELLADORA. (Ver anexo 4)  
(Carga: 0,5 minutos; etiquetado: 2 minutos; envuelto: 1 minutos; sellado: 3,2 minutos; descarga: 2,3 minutos)

Teniendo estas mejoras en las prácticas de los trabajadores el tiempo para producir un colchón de resortes disminuye a 134 minutos; como se sabe la empresa tiene 3 estaciones de trabajo para las 7 operaciones, por ello para equilibrar la producción se debe tener un tiempo de ciclo único el cual sería:

$$\frac{134}{3} = 44,67 \cong 45 \frac{\text{minutos}}{\text{estación}}$$

A continuación se muestra las agrupaciones de las actividades en las estaciones de trabajo que se tienen actualmente:

**Tabla N°:43: Actividades agrupadas en estaciones para un colchón de resortes en minutos**

E1													
PANELADO													
Avance	Acomodo	Unir filras		Armado panel									
2	2	22		18									

E2													
CANTEADO					TAPIZADO				ACOLCHADO			PRENSADO	
Carga	Acomodo	Canteado	Revisión	Descarga	Carga	Unir saqueta	Tapizado	Revision	Carga	Preparación	Acolchado	Carga	apuntalado
0.5	0.5	4	0.5	0.5	1	2	5.5	0.5	0.5	1	6.5	0.5	18

E3													
PRENSADO				COSIDO				EMPAQUETADO					
Prensado	Nivelado	Revision	Descarga	Carga	Envolver	Cosido	Descarga	Carga	Etiquetado	Envolver	Sellado	Descarga	
15	10	0.5	1	1	1	10	1	0.5	2	1	3.2	2.3	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N°44: Balance de línea propuesta 1**

Operación	Tiempo	Minutos
Avance	2	44
Acomodo	2	
Unir filras	22	
Armado de panel	18	
Carga	0,5	41,5
Acomodo	0,5	
Canteado	4	
Revisión	0,5	
Descarga	0,5	
Carga	1	
Selección y unión de saquetas	2	
Tapizado	5,5	
Revisión	0,5	
Carga	0,5	
Preparación de algodón	1	
Acolchado	6,5	
Carga	0,5	

Apuntalado	18	48,5
Prensado	15	
Nivelado	10	
Revisión	0,5	
Descarga	1	
Carga	1	
Envolver	1	
Cosido	10	
Descarga	1	
Carga	0,5	
Etiquetado	2	
Envuelto	1	
Sellado	3,2	
Descarga	2,3	

Fuente: Elaboración propia

Lead time = 2 025,5 minutos = 33,75 horas = 3,8 días

El lead time obtenido es de 3,8 días para una cantidad de 40 colchones, por ello se puede deducir:

$$\begin{array}{r}
 3,8 \text{ días} \quad \text{-----} \quad 40 \text{ unidades} \\
 6 \text{ días} \quad \text{-----} \quad X \\
 \hline
 X = 63 \text{ unidades/semana}
 \end{array}$$

Implementando la propuesta dicha anteriormente se puede producir un total de 63 unidades de colchones de resortes a la semana.

## COLCHONES DE ESPUMA

### Actividades elementales:

- Cortado: 3 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; posicionamiento: 1 minuto; corte: 1 minuto; descarga 0,5 minutos).
- Cosido: 8,7 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; acomodo de espuma: 1 minutos; cosido: 6,7 minutos; descarga: 0,5 minutos)
- Empacado: 2 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; etiquetado: 0,5 minutos; sellado: 1,7 minutos; descarga: 0,3 minutos)

La fabricación de un colchón de espuma es mucho más simple y sencilla su realización se da totalmente en el área de cosido, es decir en dos estaciones de trabajo que tiene la empresa. Como se observa el tiempo de cosido es mucho menor, esto se debe a que el colchón es mucho más ligero y se mueve con facilidad.

### Actividades elementales Mejoradas

- Cortado: 4 minutos. INCLUYE VERIFICACIÓN DE ESPUMA DESPUÉS DE CORTE  
(Carga: 0,5 minutos; posicionamiento: 1 minuto; corte: 1 minuto; verificación: 1 minuto; descarga 0,5 minutos).
- Cosido: 6 minutos. REDUCCIÓN DEL 30% DE TIEMPO MEDIANTE CAPACITACIONES  
(Carga: 0,5 minutos; cosido: 5 minutos; descarga: 0,5 minutos)
- Empacado: 2 minutos  
(Carga: 0,5 minutos; etiquetado: 0,5 minutos; sellado: 1,7 minutos; descarga: 0,3 minutos)

Como se mencionó estas operaciones se realizar en dos estaciones de trabajo, en donde el tiempo de ciclo equilibrado sería:

$$\frac{12}{2} = 6 \frac{\text{minutos}}{\text{estación}}$$

A continuación de muestra las actividades agrupadas:

**Tabla N°45: Actividades agrupadas en estaciones para un colchón de espuma en minutos**

E1					
CORTE					
Carga	Posicionamiento	Corte	Verificación	Descarga	Carga
0.5	1	1	1	0.5	0.5

E2					
COSIDO		EMPAQUE			
Cosido	Descarga	Carga	Etiquetado	Sellado	Descarga
5	0.5	0.5	0.5	1.7	0.3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°46: Balance de línea propuesta 2**

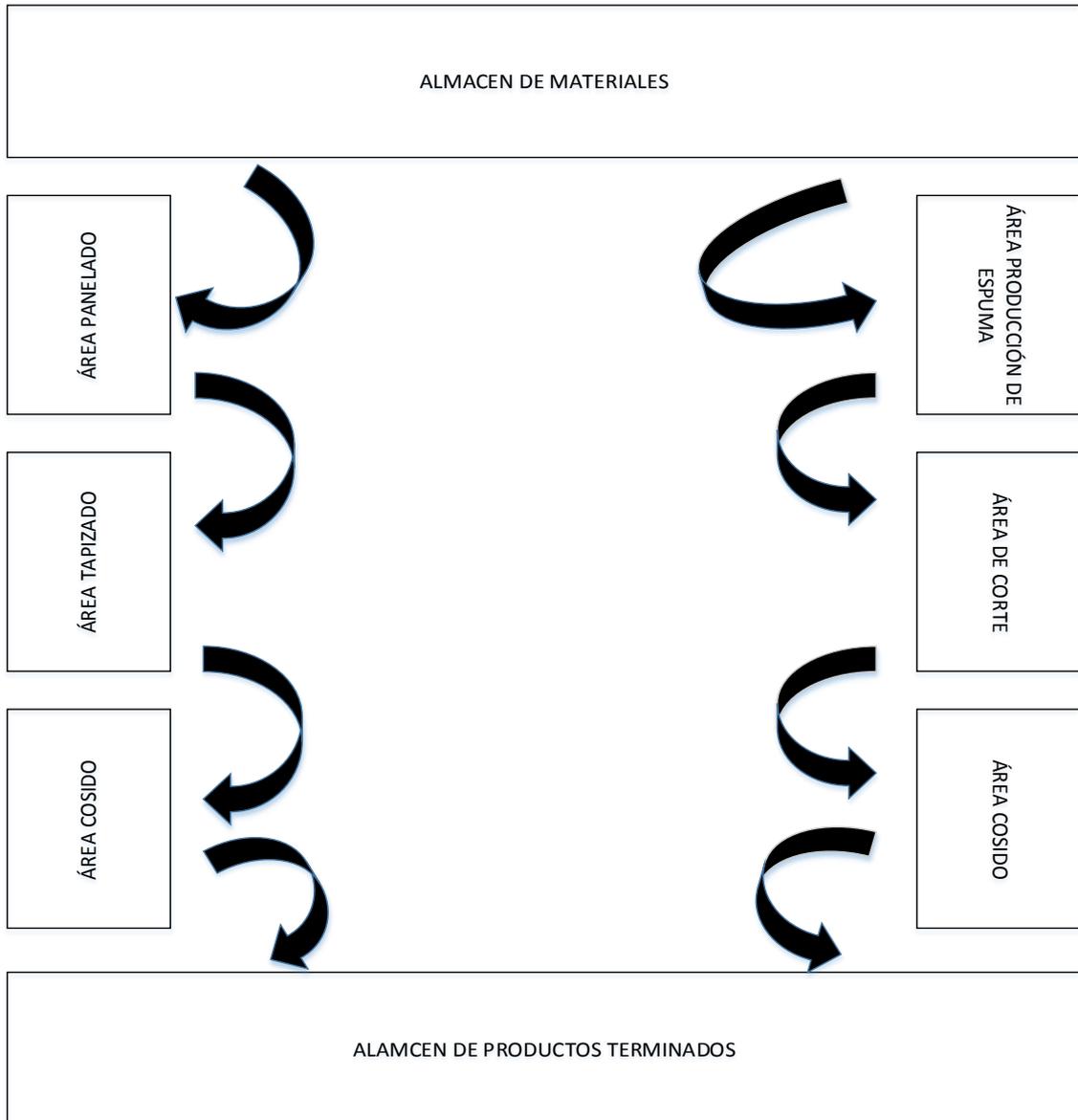
<b>Operación</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Minutos</b>
Carga	0,5	4,5
Posicionamiento	1	
Corte	1	
Verificación	1	
Descarga	0,5	
Carga	0,5	7,5
Cosido	5	
Descarga	0,5	
Carga	0,5	
Etiquetado	0,5	
Sellado	1,7	
Descarga	0,3	

Fuente: Elaboración propia

Lead time = 1504.5 minutos = 25 horas = 2.78 días = 3 días

El lead time es de 3 días para un lote de 200 colchones de espuma.

Así mismo para que esto pueda realizarse se debe de tener una disposición en flujo en donde ya no se tendrá tiempos de espera o al menos disminuirlos al máximo.



**Figura N°19: Disposición en flujo ideal para la empresa DINOR**

Fuente: Elaboración propia

#### **MEJORA 4: REDUCIR LA PERDIDA DE ALGODÓN**

Como se mencionó anteriormente en la descripción del proceso productivo, la empresa tiene una pérdida de aproximadamente 1 kilo de algodón por cada 18 kilos, que es la cantidad necesaria para poder tapizar un colchón de resortes y esto se debe a que se tiene un tanque rotativo artesanal (Figura N°11) el cual está sujeto a unas poleas y mediante una faja y un pequeño motor este gira y en su interior existe un eje con paletas para poder dar volumen al algodón el cual viene prensando.

Las aberturas que posee esta máquina artesanal, la boquilla abierta y no tener un recipiente donde descargar el algodón hace que las partículas se peguen a las paredes, se esparza por el suelo causando pérdidas a la empresa y problemas de salud al trabajador, ya que cuando gira genera material particulado en el aire el cual puede ser absorbido por el trabajador causando daños a sus vías respiratorias.



**Figura N°20: Pérdida de algodón en el tapizado**

Fuente: Propia

La figura N°20 muestra los desperdicios de algodón que quedan en el suelo, lo cual muy pocas veces se recupera, así mismo en las paredes queda impregnado entre los ladrillos, por ello se realizará:

#### **Con la máquina actual**

- Se soldará todas las aberturas que tiene el tanque rotativo, es decir se rellenará todos las aberturas que tiene en el medio para lograr hermetizar la zona media de este modo se logrará evitar que el material particulado salga por dichas aberturas; la única desventaja es que no se podrá desarmar para poder cambiar alguna paleta ante un posible desgaste o ruptura.

- Se le colocará una tapa en la boquilla de alimentación, para poder hermetizar esa entrada cuando esté en funcionamiento; esta tapa estará unida mediante unas bisagras para poder abrir y cerrar fácilmente, así mismo se le colocará jebe al entorno de la boquilla para de esta manera garantizar plenamente que no habrá salida de material particulado.
- En la tapa de salida de algodón igualmente se reforzará la tapa mediante bisagras, y se le colocará jebe en el perímetro para poder sellar la salida cuando esté en funcionamiento.
- Se colocará un recipiente metálico a la salida del tanque rotativo, es decir una vez terminado el tiempo requerido para que el algodón tome volumen, se abre la boquilla y con la ayuda del operario el algodón caiga dentro de un recipiente y no al suelo como actualmente se realiza, garantizando que no quede algodón en el suelo ni en el tanque y de esta manera evitar que se pierda o disperse por el aire, ya que la empresa no está totalmente techada.

#### **Actividades preventivas a realizarse para eliminar las pérdidas de algodón**

- Realiza un mantenimiento semanal, en donde se pueda revisar tanto el tanque, eje, faja y motor del equipo; verificando si las aberturas siguen selladas, el jebe sigue sin desprenderse o engrasando para un mejor funcionamiento.
- El operario debe de introducir la cantidad necesaria de algodón que necesite, es decir pesar el algodón antes y de esta manera no tener algodón en espera, se recomendará trabajar cantidades exactas para un colchón.
- Una vez finalizado el giro del tanque, el operario debe de esperar unos cuantos minutos que el algodón ya con volumen asiente en la parte inferior y de esta manera al abrir no se esparza y pueda reunirse fácilmente en el recipiente metálico.
- Dar una capacitación al personal para que pueda manejar el equipo correctamente, para que pueda cuidar tanto su salud como mejorar la productividad de la empresa.
- Realizar una limpieza diaria tanto del equipo como del entorno, incluyendo paredes, para evitar accidentes.
- Brindar los EPP adecuados al personal que labora en dicha área.

### 3.4.2. Nuevos indicadores de producción y productividad

**Tabla N°47: Indicadores de producción y productividad de colchones de resortes.**

	<b>UNIDAD</b>	<b>PROPUESTA</b>
Tiempo ciclo	Minutos	134
N° de puestos de trabajo	estación	3
N° de trabajadores	Personas	3
Producción	unid./mes	252
Productividad	unid./horas-trabajadas	1.17
Lead Time	Días	24

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°48: Indicadores de producción y productividad de colchones de espuma.**

	<b>UNIDAD</b>	<b>PROPUESTA</b>
Tiempo ciclo	Minutos	12
N° de puestos de trabajo	estación	2
N° de trabajadores	Personas	3
Producción	unid./mes (3 días)	200
Productividad	unid./horas-trabajadas	7.4
Lead Time	Días	2.78

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3. Cuadro comparativo de indicadores.

**Tabla 49: Comparación de Indicadores de colchones de resortes**

	<b>UNIDAD</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTA</b>
Tiempo ciclo	minutos	169	134
N° de puestos de trabajo	estación	3	3
N° de trabajadores	persona	3	3
Producción	unid./mes	160	252
Productividad	unid./horas-trabajadas	0,74	1.17
Lead Time	días	24	24

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido en las mejoras es notorio, el tiempo de procesamiento disminuye en caso 30%, la productividad aumenta en un 58% en el mismo lead time, la producción mensual aumento de 160 unidades a 252, se mantiene los 3 trabajadores y las tres estaciones de trabajo.

**Tabla 50: Comparación de Indicadores de colchones de espuma**

	<b>UNIDAD</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTA</b>
Tiempo ciclo	minutos	13.7	12
N° de puestos de trabajo	estación	2	2
N° de trabajadores	persona	3	2
Producción	unid./mes	170	200
Productividad	unid./horas-trabajadas	6.3	7.4
Lead Time	días	3	2.78

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°50 muestra la comparación obtenida con la propuesta y el trabajo actual que la empresa realiza, se muestra una disminución de tiempo de procesamiento en un 12% aproximadamente, así mismo se trabaja con 1 persona menos, la producción mensual aumento de 170 a 200 unidades, la productividad aumento en un 17%, el lead time disminuye aproximadamente en un 8%.

### **3.5.ANALISIS COSTO – BENEFICIO**

#### **3.5.1. Beneficios implementando la mejora**

Beneficios para la empresa:

- Flexibilidad.
- Poder aceptar cualquier reto en abrir nuevas tiendas en otras ciudades teniendo seguridad de poder cumplir con la demanda requerida.
- Disminuir sus costos de producción.
- Evitar sobre producciones.
- Tener un registro adecuado de cuanto se producirá y lo que se debería de pedir.
- Tener una forma de trabajo para todo el año.
- Mejorar las áreas de trabajo
- Disminuir el área de producción sin incomodar alguna de estas.
- Tener un flujo continuo.
- Garantizar el cuidado de los trabajadores que laboraran.
- Ser una empresa competitiva frente a otras marcas ya posicionas en el mercado local.

Beneficios para el operario:

- Mayores conocimientos mediante capacitaciones.
- No realizar trabajos, movimientos innecesarios.
- Mejor ambiente de trabajo.
- Motivación para trabajar.
- Capacidad para aportar conocimientos a la empresa.

### 3.5.2. Determinar la inversión en la mejora

Para disminuir los tiempos de procesamiento, se deberá de invertir en los siguientes rubros:

**Tabla 51: Inversión en la mejora**

	Costo unitario (s/.)	Cantidad	Costo total (s/.)
Compra de selladora industrial	650,00	1	650,00
Personal que realice las mejoras	24 000,00	1	24 000,00
Capacitación al personal	3 000,00	2	300,00
Arreglo al tanque rotativo	350,00	1	350,00
Redistribución de la línea	2 000,00	1	2 000,00
		<b>Total</b>	<b>30 000,00</b>

Fuente: Elaboración propia

La capacitación debe de darse en todo el año, se debe de traer profesionales para dar a conocer formas de trabajo eficientes y buen manejo de los equipos; así mismo en el anexo N°59 se muestra las especificaciones de la selladora industrial, también en el anexo N°60 se muestra los costos que se tendrán por arreglar el tanque rotativo de algodón. Así mismo el personal que realice las mejoras debe de contratarse como supervisor de producción y se le asigna un sueldo de 2 000.00 nuevos soles.

### 3.5.3. Cuantificación de los beneficios obtenidos

Para cuantificar los beneficios obtenidos es necesario saber el precio de venta de los colchones:

Precio de venta de un colchón de resortes: 280,00 nuevos soles.

Costo de producción de un colchón de resortes: 120,90 nuevos soles.

Precio de venta de un colchón de espuma: 150,00 nuevos soles.

Costo de producción de un colchón de espuma: 95,4 nuevos soles.

## COLCHONES DE RESORTES

Lote de producción actual	Cubrimiento de Pedido mensual	Ingreso mes monetario (S/.)	Gastos mes monetario (S/.)	Ganancia mensual monetaria (S/.)	Ganancia anual monetaria (S/.)
40 unidades./semana	160 unidades./mes	44 800,00	19 344,00	25 456,00	305 472,00

### Implementando la mejora

Lote de producción	Cubrimiento de Pedido mensual	Ingreso mes monetario (S/.)	Gastos mes monetario (S/.)	Ganancia mensual monetaria (S/.)	Ganancia anual monetaria (S/.)
63 unidades./semana	252 unidades./mes	70 560,00	30 466,80	40 093,20	481 118,40

### COLCHONES DE ESPUMA

Lote de producción actual	Cubrimiento de Pedido mensual	Ingreso mes monetario (S/.)	Gastos mes monetario (S/.)	Ganancia mensual monetaria (S/.)	Ganancia anual monetaria (S/.)
42 unidades./semana	170 unidades./mes	25 500,00	16 218,00	9 282,00	111 384,00

### Implementando la mejora

Lote de producción	Cubrimiento de Pedido mensual	Ingreso mes monetario (S/.)	Gastos mes monetario (S/.)	Ganancia mensual monetaria (S/.)	Ganancia anual monetaria (S/.)
50 unidades./semana	200 unidades./mes	30 000,00	19 080,00	10 920,00	131 040,00

### 3.5.4. Relación costo – beneficio implementando la mejora

La ecuación se describe a continuación, la cual nos permite verificar la eficiencia económica de la propuesta:

$$\text{Relación costo – beneficio} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}}$$

$$\text{Relación} = \frac{612\ 158}{30\ 000} = 20,41$$

El beneficio obtenido 612 158,00 es resultado de la suma de las ganancias monetarias anuales de ambas presentaciones de colchones implementando la mejora.

La relación costo-beneficio indica que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de S/. 20,41 soles.

$$\text{Tasa de retorno} = \text{Costo/beneficio}$$

$$\text{Tasa de retorno} = \frac{30\ 000}{612\ 158} = 0,6 \text{ meses} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 14,4 = 15 \text{ días}$$

La empresa recupera lo invertido en 15 días de trabajo.

### 3.6.PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA

**Tabla N°52: Plan de actividades para implementar la mejora propuesta**

Acción de mejora	Tarea	Responsable de la tarea	Tiempo	Recursos necesarios	Financiación	Responsable Seguimiento
1. Contratar a un supervisor producción	1.1.Lanzar anuncios	Gerente General	2 semanas	Capital humano, recurso financiero, recursos informático	DINOR EIRL	Gerente General
	1.2. Seleccionar mejores candidatos					
	1.3. Entrevistar					
	1.4. Contratar					
2. Capacitar al personal	2.1. Dar a conocer a los trabajadores el plan de mejora	Supervisor de producción	1 semana	Capital humano, recurso financiero	DINOR EIREL	Gerente General
	2.2. Evaluar aptitudes					
3. Redistribuir áreas de trabajo	3.1. Identificación de lugares	Supervisor de producción	1 semana	Capital humano, recurso financiero	DINOR EIRL	Gerente General
	3.2. Mover materiales, equipos, etc					
	3.3. Señalizar nuevas áreas de trabajo					
4. Realizar MRP, planeación agregada, equilibrar la producción	4.1. Realizar los requerimiento de materiales para todo un año	Supervisor de producción	1 semana	Capital humano	DINOR EIRL	Gerente General
	4.2. Encontrar la mejor forma de trabajo mediante PCP y equilibrar los ciclo de producción					
5. Mandar arreglar tanque rotativo	5.1. Cotizar	Supervisor de producción	2 días	Capital Humano	DINOR EIRL	Gerente General
	5.2. Revisión					

	5.2. Aceptación de trabajo					
6. Capacitación constante al personal	6.1. Selección de días para las capacitaciones	Supervisor de producción	Frecuente	Capital humano, recursos financieros	DINOR EIRL	Gerente General
	6.2. Elección personal que capacitará					
	6.3. Materiales necesarios					
	6.4. Evaluaciones					

Fuente: Elaboración propia

#### **IV. CONCLUSIONES**

- Se diagnostica la situación actual de la empresa encontrándose faltantes de materia prima, costos no establecidos, mermas, tiempos elevados de procesamiento, faltantes en ventas por lo cual se decide realizar la investigación.
- Se reduce en un 30% aproximadamente el tiempo de procesamiento de un colchón de resortes, la productividad aumenta en un 58%, la producción aumenta a 252 unidades al mes con el mismo lead time, manteniéndose los 3 trabajadores y las 3 estaciones de trabajo.
- Se reduce en un 12.4% aproximadamente el tiempo de procesamiento de un colchón de espuma, la productividad aumenta en un 17%, se trabaja solo con 2 personas, la producción aumenta a 200 unidades al mes, el lead time disminuye en un 8%, se mantiene las 2 estaciones de trabajo
- Se logró determinar el costo de un colchón de resortes y espuma los cuales fueron de 120,90 soles y 95,40 soles respectivamente.
- Se desarrolla un plan agregado de producción en donde para la presentación de colchones de resortes se pronostica la demanda para el año 2015, así mismo se realizan 4 estrategias diferentes en donde se obtiene como mejor resultado una estrategia de seguimiento, produciendo justo para satisfacer la demanda en donde se varía la fuerza de trabajo con un costo total de 301 529,50 nuevos soles.
- Se desarrolla un plan agregado de producción en donde para la presentación de colchones de espuma se pronostica la demanda para el año 2015, así mismo se realizan 3 estrategias diferentes en donde se obtiene como mejor resultado una estrategia de seguimiento, produciendo justo para satisfacer la demanda variando la fuerza de trabajo con un costo total de 219 099,30 nuevos soles.
- Se realiza el requerimiento de materiales para ambas presentaciones, se identifican los materiales, plazos de entrega, las cantidades mínimas de pedido y el stock que se tenía al inicio del año 2015. Se desarrolla la estructura del MRP obteniendo las cantidades y fechas exactas para realiza el pedido (Ver tabla N°42) las cuales se muestran en el plan maestro de producción.
- Se logra un beneficio anual de 612 158,00 nuevos soles con la mejora propuesta.
- Se obtiene una relación costo-beneficio de 20,41 nuevos soles.
- Se obtuvo una tasa de retorno de 15 días
- La empresa concluye que adicionando estas mejoras a su forma de trabajo esta apta para incursionar en cualquier mercado, actualmente la empresa tiene tiendas propias en Chepén, Pacasmayo, Sullana, Jaén y tiene como objetivo expandirse a las ciudades de Chiclayo, Tarapoto y Chimbote.

#### **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa mantenerse en el mismo rubro que se propone implementar (Lean).
- Capacitar al personal constantemente.
- Motivar al personal para que estos cada día puedan hacer mejor su trabajo y lograr mejores objetivos, mediante bonos por productividad, descansos entre otros.
- Cuidar al personal que trabaja, mediante EPP.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1.- Cespon Roberto, William y Ibarra, “Procedimientos para la Selección del Sistema de Gestión de la Producción en Empresas Manufacturas”; *Scientia Et Technica*, vol. XII, N°. 31, (2006): 183-188.
- 2.- Cuatrecasas Lluís. *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, técnicas de diseño y herramientas graficas con soporte informático*. Barcelona: Bresca editorial, 2010.
- 3.- De Lima Orlem, Marcia, Leite y de Souza, “La Importancia de las Funciones de Planificación y Control de la Producción en Fabricación”; *Revista Produção Online*, vol. 9; N°.1. (2009):55-56
- 4.- Herrera Óscar; Leila y Mayorga, “Aplicación del Modelo de Planeación de las Capacidades productivas en Empresas Manufactureras en una PYME DEL sector calzado”; *Revista Ingeniería de la Universidad Distrital FJC*, Vol. 5; N° 9, (2007): 120-124.
- 5.- Peña Ivailo y Rene Santa Cruz, “Modelo de Planeación de la Producción para una Empresa Agroindustrial” ; *Revista de Ingeniería Industrial Universidad Católica Boliviana*, Vol. 1, n° 2, (2001): 01-10
- 6.- González, Monserrat. 2010. “Gestión de la producción, como planificar y controlar la producción industrial”. Colombia: Ideas propias.
- 7.- Cuatrecasas, Lluís. 2009. “Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible”. España: Profit.
- 8.- Chapman, Stephen N. 2006. Planificación y control de la producción. México: Pearson Educación. 2006. Consultado 11 de abril, 2014. [http://books.google.com.pe/books?id=ceHEM0ttnh4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=ceHEM0ttnh4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- 9.- Hernández, Enrique 2010. La competitividad industrial en México. México: P Y V Editores. 2000. Consultado 17 de abril, 2014. <http://books.google.com.pe/books?id=WdsJnaK1VSEC&printsec=frontcover&dq=competitividad&hl=es&sa=X&ei=joJQU6PHcPR8AGL8IH4Dg&ved=0CDoQ6wEwAg#v=onepage&q=competitividad&f=false>.
- 10.- Del Solar, Rodrigo; Chacón, Iván; Ponce, Mauricio. 2008. Plan agregado de producción en barracas madereras. Estudio de caso para una pequeña industria. (Consultado el: Abril 17, 2014). Disponible en: [http://www.scielo.cl/pdf/maderas/v10n2/art\\_01.pdf](http://www.scielo.cl/pdf/maderas/v10n2/art_01.pdf)
- 11.- Arango, Martín; Vergara, Cesar; Gaviria, Horacio. 2010. Modelización difusa para la planificación agregada de la producción en ambientes de incertidumbre. (Consultado el: Abril 17, 2015). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49615023019>
- 12.- Mula, Josefa; Poler, Raúl; García, José. 2005. Evaluación de sistemas de planificación y control de la producción. (Consultado el: Abril 17, 2015). Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071807642006000100004&lang=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642006000100004&lang=pt)

13.- Godinho, Moacir; Faria, Flavio. 2009. Un método práctico para reducir el nerviosismo y mejorar el rendimiento en los sistemas de planificación de necesidades: propuesta, Implementación y resultados. (Consultado el: Marzo 14, 2015). Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/199932410/fulltextPDF/12F3EEEB94578E5864D/7?accountid=37610>

14.- Sophie, Anne. 2011. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. (Consultado el: Marzo 14, 2015). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>

15. De Lima Orlem, Marcia, Leite y de Souza, “La Importancia de las Funciones de Planificación y Control de la Producción en Fabricación”; *Revista Produção Online*, vol. 9; N°.1. (2009):55-56

16. Mokate K, William y Ibarra, “Procedimientos para la Selección del Sistema de Gestión de la Producción en Empresas Manufacturas”; *Scientia Et Technica*, vol. XII, N°. 31, (2009): 183-188

17. Rojas C. y Ernesto Galindo. *Conceptos y reglas de lean Manufacturing*. México, D, F : Editorial limusa S.A., 1996.

## **VII.ANEXOS**

## ANEXO N°1: CALCULO PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA DE COLCHONES DE RESORTES PARA EL AÑO 2015.

Para pronosticar la demanda de colchones de resortes se usó el método de los indicadores estacionales, ya que la similitud y tendencia dada por la gráfica N°14 se refleja en los cuatro años.

**Tabla N°53: Ventas mensuales y anuales de colchones entre los años 2011-2014 en unidades**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Totales
<b>2011</b>	117	108	128	137	128	121	127	138	145	158	160	182	<b>1649</b>
<b>2012</b>	149	128	143	152	141	132	133	154	158	167	172	195	<b>1824</b>
<b>2013</b>	163	140	152	161	147	141	147	163	165	174	187	216	<b>1956</b>
<b>2014</b>	176	145	158	167	152	148	152	172	173	184	194	230	<b>2051</b>

Fuente: Elaboración propia

Primero se obtiene el promedio de cada mes por cada año y un promedio anual en unidades:

<b>Promedio</b>	151	130	145	154	142	136	140	157	160	171	178	206	<b>1870</b>
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------------

Luego se obtiene un promedio mensual, usando el promedio anual ya calculado.

Promedio anual: 1870 unidades

Número de meses: 12 meses, entonces se calcula:

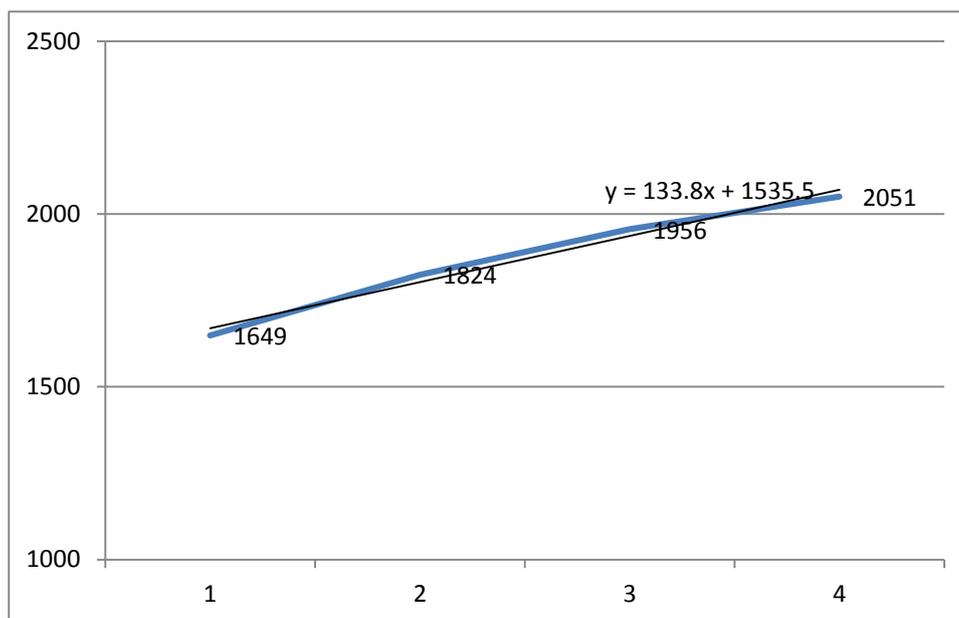
<b>Promedio Mensual</b>	156 unidades
-------------------------	--------------

Se calcula el índice estacional, dividiendo el promedio de los meses de los cuatro años con el promedio mensual, obteniéndose:

<b>Índice Estacional</b>	0,97	0,84	0,93	0,99	0,91	0,87	0,90	1,01	1,03	1,10	1,14	1,32	<b>12</b>
--------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----------

La suma de los índices debe ser el mismo número de meses, ya que estamos trabajando en periodos mensuales.

Se debe calcular las ventas proyectadas anuales para el año 2015, para ello se utilizará la regresión lineal tomando como datos las ventas anuales de los años 2011 – 2014, obteniéndose:



**Figura N°21: Tendencia de las ventas de los años 2011-2014**

Fuente: Elaboración propia

Este grafico nos muestra una tendencia positiva, con lo cual podemos determinar la fórmula de regresión lineal, la cual está dada por:

$$y = 133,8X + 1535,5$$

Con un R<sup>2</sup> de: 0,9824, este valor nos indica que el coeficiente de correlación línea tiene una tendencia positiva casi perfecta, es decir las variables tiene una relación directa.

Con esta fórmula se puede calcular las ventas proyectadas para el año 2015, este año sería el periodo 5, se procede a calcular:

$$y_5 = (133,8 * 5) + 1535,5 = 2204,5 = 2205 \text{ colchones}$$

<b>Ventas proyectadas</b>	2205 colchones
---------------------------	----------------

Para calcular el pronóstico de cada mes, es necesario multiplicar las ventas proyectadas por su índice estacional despectivo y este resultado es dividido por el número de periodos que vendrían a ser 12.

**Tabla N°54: Pronostico mensual y anual para el año 2015**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Ventas totales
<b>Año 2015</b>	178	154	171	182	167	160	165	185	189	201	210	243	<b>2205</b>

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N°2: CALCULO PARA PRONOSTICAR LA DEMANDA DE COLCHONES DE ESPUMA PARA EL AÑO 2015.**

Se usó regresión lineal para pronosticar la de manda de los meses de enero a octubre:

**Tabla N°55: Pronostico mensual para los meses de Enero – Octubre 2015**

Mes	Ecuación	Pronostico
Enero	$Y=28,7X+76,5$	220
Febrero	$Y=22,1X+76$	187
Marzo	$Y=12,4X+94,5$	157
Abril	$10X+86,5$	137
Mayo	$5,9X+96$	126
Junio	$12,2X+86,5$	148
Julio	$11,9X+94$	154
Agosto	$15,6X+94$	172
Setiembre	$22,2X+97$	208
Octubre	$37,6+89,5$	278

Fuente: Elaboración propia

Para los meses de noviembre y diciembre se toma otro tipo de pronóstico ya que no se puede aplicar regresión líneas, dado que sus datos no están en forma ascendente o descendente.

**Tabla N°56: Pronostico mensual para los meses noviembre – diciembre 2015**

	Noviembre	PMS (N=2)		Diciembre	PMS (N=2)
2011	143		2011	171	
2012	167		2012	184	
2013	263	155	2013	236	178
2014	218	215	2014	230	210
<b>2015</b>		<b>241</b>	<b>2015</b>		<b>233</b>

Fuente: Elaboración propia

### **ANEXO N°3: CONTROL DE TIEMPOS EN ÁREA DE PANELADO Y PRENSADO**

Para mejorar los tiempos de Panelado y prensado al personal se le dio una motivación como bonos por productividad, en el cual se tuvo los siguientes resultados:

**Tabla N°57: Tiempo de armado de panel**

<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>
05/01/2015	51
05/01/2015	49
05/01/2015	50
08/01/2015	47
08/01/2015	45
08/01/2015	48
12/01/2015	46
12/01/2015	47
15/01/2015	45
15/01/2015	46
26/01/2015	49
26/01/2015	45
09/02/2015	46
09/02/2015	44
23/02/2015	46
23/02/2015	45

Fuente: Elaboración propia

El tiempo mínimo que se tuvo fue de 44 minutos, el cual se toma como referencia para los cálculos posteriores. Así mismo se realizó toma de tiempos en el prensado, dando los siguientes resultados:

**Tabla N°58: Tiempo de prensado**

<b>Fecha</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>
08/01/2015	48
08/01/2015	46
12/01/2015	46
12/01/2015	47
15/01/2015	46
15/01/2015	45
09/02/2015	47
09/02/2015	46

Fuente: Elaboración propia

En la toma de tiempo se tuvo un tiempo mínimo de procesamiento de 45 que representa aproximadamente un 20% menos al tiempo que se trabaja actualmente.

## ANEXO N°4: ESPECIFICACIONES DE SELLADORA INDUSTRIAL

**Tabla N°59: Especificaciones selladora industrial**

Procedencia	Shangai
Marca	Bojin
Modelo	Bj-400
Capacidad de suministro	500 unidades/mes
Uso	Materiales textiles
Power	680W

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°5: COSTOS PARA ARREGLAR TANQUE ROTATIVO DE ALGODÓN

**Tabla N°60: Costos por actividades para arreglo de tanque rotativo**

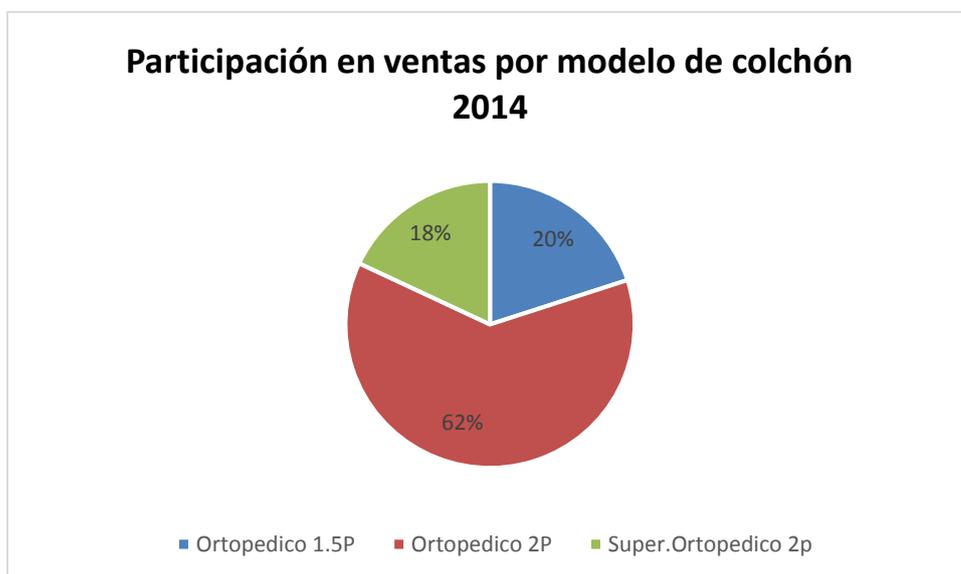
Actividad	Costo (soles)
Soldar toda abertura con soldadura inoxidable	120.00
Colocar boquilla en la entrada de algodón	30.00
Colocar bisagras en lugares requeridos	20.00
Sellar con jefe de 1" para hermetizar	30.00
Fabricar recipiente para recepcionar algodón	150.00
	<b>350.00</b>

Fuente: Elaboración propia

\*Los costos fueron obtenidos mediante la consulta a un señor cercano a la empresa el cual realiza trabajos metálicos

## ANEXO N°6: PARTICIPACIÓN EN PORCENTAJE DE VENTAS AÑO 2014 PARA COLCHONES DE RESORTES

Con la siguiente información se puede optar por tomar la decisión de que modelo se puede tomar para realizar la investigación

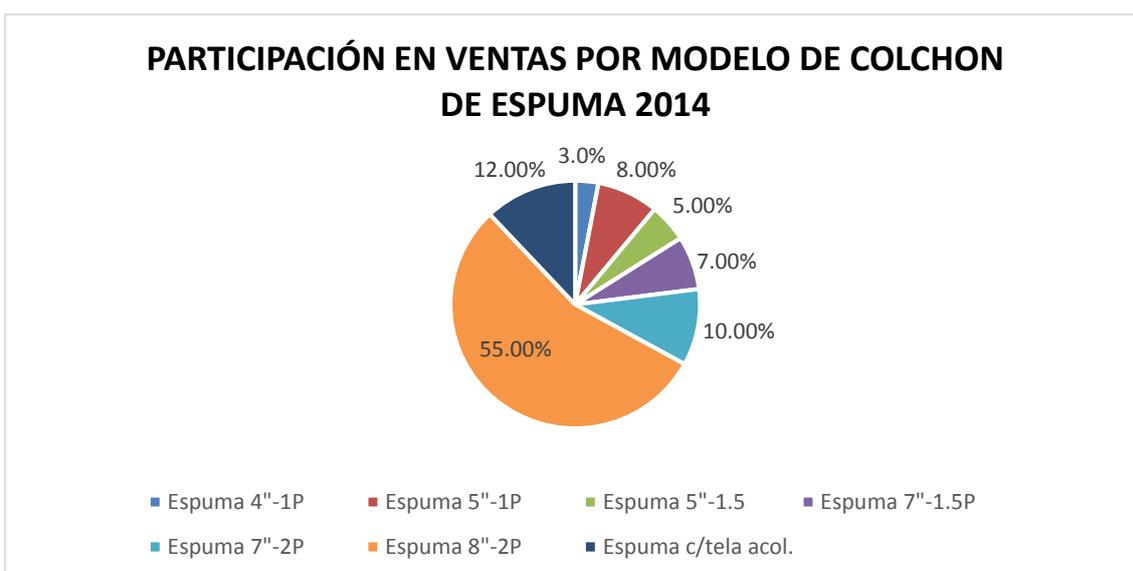


**Figura N°22: Participación en ventas por modelo de colchón de resortes 2014**

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°7: PARTICIPACIÓN EN PORCENTAJE DE VENTAS AÑO 2014 PARA COLCHONES DE ESPUMA

Con la siguiente información se puede optar por tomar la mejor decisión en cuanto al modelo a elegir para la investigación.



**Figura N°23: Participación en ventas por modelo de colchón de espuma 2014**

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°8: ESTRUCTURA DE PANEL

Se muestra el producto final de la operación panelado.



**Figura N°24: Estructura de panel terminado**

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°9: PRENSADO DE COLCHÓN

Operación siguiente al tapizado, se realiza de manera artesanal.

**Figura N°25: Prensado de un colchón de resortes**



Fuente: Elaboración propia