

**DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE RECO S.A.**

**EDGAR ARMANDO GIRALDO SERNA**

**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ESPECIALIZACIÓN LOGÍSTICA EMPRESARIAL MIXTA  
MEDELLÍN  
2012**

**DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE RECO S.A.**

**EDGAR ARMANDO GIRALDO SERNA**

Trabajo de grado para optar al título de  
Especialista en Logística Empresarial

Asesor Temático  
Jesús Torres Correa  
Especialista en logística

Asesor Metodológico  
Lina Marcela Acevedo Correa  
Abogada, Magíster en Derecho

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ESPECIALIZACIÓN LOGÍSTICA EMPRESARIAL MIXTA  
MEDELLÍN  
2012

## CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. IDENTIFICAR LOS RECORRIDOS Y DEMORAS EFECTUADOS POR LOS MATERIALES ENTRE OPERACIONES EN CADA UNA DE LAS LÍNEAS	14
1.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	14
1.2 LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y SUS ACTIVIDADES	18
1.2.1 LÍNEA DE BANDAS	18
1.2.2 LÍNEA DE BLOQUES	20
1.2.3 LÍNEA DE PASTILLAS	23
1.3 ESTUDIO DE MÉTODOS	26
1.3.1 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	27
1.4 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	27
1.5 FLUJOGRAMA	28
1.5.1 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA	30
1.5.2 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA	31
1.5.3 CUADRO RESUMEN DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA	32
1.5.4 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BANDAS A PARTIR DE TEJA	33
1.5.5 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BANDAS A PARTIR DE TEJA	34
1.5.6 CUADRO RESUMEN DE BANDAS A PARTIR DE TEJA	35

1.5.7 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BLOQUES	36
1.5.8 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BLOQUES	37
1.5.9 CUADRO RESUMEN DE BLOQUES	38
1.5.10 FLUJOGRAMA ACTUAL DE PASTILLAS	39
1.5.11 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE PASTILLAS	40
1.5.12 CUADRO RESUMEN DE PASTILLAS	41
2. DIFERENCIAR LOS RECURSOS NECESARIOS POR CADA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y OPTIMIZARLOS	43
2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS	43
2.2 RECURSOS	43
2.2.1 MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS	43
2.2.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS NECESARIOS	44
2.2.3 TALENTO HUMANO	45
2.3 FILOSOFÍA LEAN	45
2.4 DEMANDA	46
2.5 FLUJO EFICIENTE O DE VALOR	46
2.6 FLUJO DE VALOR PROPUESTO	47
2.7 TIEMPO DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE	51
2.8 TIEMPO DE TACTO O RITMO	52
2.9 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN BANDA TEJA	52
2.9.1 DEMANDA ACTUAL BANDA TEJA	52
2.9.2 TIEMPO DE CICLO POR OPERACIÓN	52
2.9.3 BALANCEO DE LA LÍNEA BANDA TELA	55
2.9.4 CONCLUSIÓN BANDA TEJA	57

	Pág.
2.10 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO BANDA LÁMINA	58
2.10.1 CONCLUSIÓN BANDA LÁMINA	59
2.11 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN BLOQUES	60
2.11.1 CONCLUSIÓN BLOQUES	61
2.12 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN PASTILLAS	62
2.12.1 CONCLUSIÓN PASTILLAS	63
2.13 LOCAL	64
3. DETERMINAR COMO PUEDEN SER EFICIENTES LAS MÁQUINAS, EL PERSONAL Y ESPACIO DISPONIBLE PARA FACILITAR LOS DESPLAZAMIENTOS Y REDUCIR LOS DESPILFARROS EN LAS LÍNEAS	65
3.1 DESPILFARROS	65
3.1.1 DESPILFARRO DE SOBREPDUCCIÓN	65
3.1.2 DESPILFARRO DE INVENTARIOS O STOCKS	66
3.1.3 DESPILFARRO DE DEFECTOS Y RECHAZOS	67
3.1.4 DESPILFARRO DE MOVIMIENTO	68
3.1.5 DESPILFARRO DE PROCESAMIENTO	68
3.1.6 DESPILFARRO DE ESPERA	69
3.1.7 DESPILFARRO DE TRANSPORTE	69
3.2 UBICACIÓN DE LA MAQUINARIA EN LAS LÍNEAS	70
3.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE BANDAS	71
3.2.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE BLOQUES	72
3.2.3 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PASTILLAS	73
3.2.4 MÁQUINAS Y EQUIPOS AUXILIARES	73

3.3 DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO	74
3.4 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL	74
3.4.1 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BANDA TEJA	75
3.4.2 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BANDA LÁMINA	78
3.4.3 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BLOQUES	80
3.4.4 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE PASTILLAS	82
3.4.5 AHORRO OPERATIVO	85
3.5 EFICIENCIA	85
3.6 RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN	86
4. CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFIA	86
CIBERGRAFIA	90

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Segmentos de banda	19
Imagen 2. Montaje en zapata	19
Imagen 3. Ensamble del tambor	20
Imagen 4. Segmentos de bloques	22
Imagen 5. montaje de bloques en zapata	22
Imagen 6. Tambor o campana	23
Imagen 7. Segmentos de pastillas	25
Imagen 8. Vista frontal del sistema de frenos de disco.	25
Imagen 9. Vista superior del sistema de frenos de disco	26

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Tiempo tacto línea banda teja	56
Gráfica 2. Tiempo tacto línea banda teja DDA actual balanceado	56
Gráfica 3. Tiempo tacto línea banda lámina	58
Gráfica 4. Tiempo tacto línea banda lámina DDA actual balanceado	59
Gráfica 5. Tiempo tacto línea de bloques	60
Gráfica 6. Tiempo tacto línea de bloques DDA actual balanceado	61
Gráfica 7. Tiempo tacto línea pastillas DDA actual	62
Gráfica 8. Tiempo tacto línea pastillas DDA actual balanceado	63
Gráfica 9. Tiempo tacto línea banda teja	76
Gráfica 10. Tiempo tacto línea banda teja DDA 30% balanceado	77
Gráfica 11. Tiempo tacto línea banda lámina DDA 30%	78
Gráfica 12. Tiempo tacto línea banda lámina DDA 30% balanceado	79
Gráfica 13. Tiempo tacto línea bloques DDA 30%	80
Gráfico 14. Tiempo tacto línea bloques DDA 30% balanceado	82
Gráfico 15. Tiempo tacto línea pastillas DDA 30%	83
Gráfico 16. Tiempo tacto línea pastillas DDA 30% balanceado	84



## LISTA DE PLANOS

	Pág.
Plano 1. Planta actual de RECO	47
Plano 2. Línea de bandas	48
Plano 3. Línea de bloques	49
Plano 4. Línea de pastillas	50
Plano 5. Distribución planta RECO propuesta	51
Plano 6. Línea de bandas	71
Plano 7. Línea de bloques	72
Plano 8. Línea de pastillas	73
Plano 9. Distribución de planta	74

## GLOSARIO

**BALANCEO DE LÍNEA:** Proceso mediante el cual las tareas a ejecutar se distribuyen niveladamente entre los puestos de trabajo.

**BANDA:** Pieza cóncava alargada que va sobre la zapata, es la que se desgasta en la acción del frenado de automotores medianos y pequeños.

**BLOQUE:** Producto similar a las bandas pero está dividida en dos segmentos, para dejar un espacio en el centro como disipador de calor, su aplicación es para automotores grandes.

**CAPACIDAD OCIOSA:** Es aquella capacidad instalada de producción de una empresa que no se utiliza o que se subutiliza.

**CÉLULA DE PROCESO:** Conjunto de equipos que realizan parte del proceso con una secuencia ordenada.

**DEMANDA DE CLIENTES:** Cantidad de piezas requeridas por los clientes.

**ESPACIO CÚBICO:** Es el espacio que se tiene en el local donde se involucra el área y la altura.

**FLUJO CONTINUO:** Es el estado ideal para reponer una sola pieza o un número mínimo de ellas cuando hayan sido arrastradas por el proceso.

**FLUJO:** Movimiento de material o información en cada una de las etapas del proceso.

**FLUJOGRAMA:** son representaciones gráficas de la secuencia de acontecimiento o actividades que se producen en la fabricación de un producto o durante un proceso industrial.

**JUSTO A TIEMPO:** Sistema diseñado para lograr la mejor calidad posible, costos y entrega de productos y servicios, eliminando todo tipo de muda en los procesos para satisfacer a un cliente final.

**LEAN:** Es una cultura japonesa donde se asigna la producción justo a tiempo, minimizando el despilfarro y maximizando el flujo.

**MUDA:** Se refiere a todas las actividades que no agregan valor, también conocida como despilfarro.

**PASTILLA:** Elemento de fricción utilizado para frenos de disco.

**TIEMPO DE CICLO:** Tiempo que transcurre desde el comienzo de un proceso u operación hasta que se termina.

**TIEMPO DE TACTO:** Es el ritmo o tiempo al que la demanda solicita una unidad.

## RESUMEN

El siguiente trabajo presenta el rediseño de planta de la empresa RECO S.A y la descripción de todos los recursos necesarios para que éste sea posible en el corto plazo. El estudio se realizó aplicando un diseño de campo bajo el esquema de investigación tipo descriptiva. El proyecto sirve para establecer una base teórica actual en cuanto a la organización y distribución de la planta, que permita establecer y llevar a cabo los cambios necesarios para obtener una estructura productiva acorde a las necesidades actuales de la empresa. Se desarrolla en tres etapas basadas en la teoría de métodos de trabajo, mapeo de valor y justo a tiempo. En la primera etapa se habla sobre los recursos necesarios para independizar las líneas de trabajo, se definen las actividades que componen cada línea de producción y como eliminar al máximo los transportes y las demoras o esperas que son los despilfarros que más sobresalen en el método actual. En la segunda etapa se realiza el balanceo de los recursos necesarios en base a la demanda actual, se muestran los flujos de cada línea actual y los proyectados justo a tiempo y todos los ahorros obtenidos. En la tercera etapa se definen los despilfarros más comunes, se desarrolla nuevamente el balanceo de las tres líneas con una demanda proyectada de crecimiento, una vista general de cómo debe quedar distribuida la planta futura, la inversión que se debe realizar y el retorno de esta. Finalmente se termina con las conclusiones, donde se resalta la importancia de la ejecución.

**PALABRAS CLAVES:** Balanceo, Despilfarros, Costos, Eficiencia, Recursos.

## INTRODUCCIÓN

En todos los países desarrollados o en vía de desarrollo, la principal fuente de crecimiento económico es el incremento de la productividad, implementando nuevas metodologías para hacer las cosas más eficientes. Es por esto que se hace imperiosa la necesidad de estimular el crecimiento como una vía para la industrialización, mejorando todos sus procesos con ingeniería, brindándoles la posibilidad de crecer en nuevos mercados internacionales con un producto muy competitivo en precio, calidad y servicio. Actualmente la planta de producción de Repuestos Colombianos –RECO S.A.- no cuenta con un orden lógico de distribución de equipos que permita visualizar y controlar el flujo de materiales dentro del proceso, con altos traslados entre operaciones generando desgastes innecesarios, problemas de calidad en el producto final, altos inventarios, máquinas en espera de material a procesar, muchos incidentes y accidentes, necesidad de horas extras y áreas subutilizadas que al final dejan como resultado un producto costoso y la hacen ineficiente para dar respuesta a la demanda actual. Es claro entonces que se debe invertir, pero debe ser una propuesta de rediseño de planta que permita mejorar la productividad, bajar los costos y mejorar el servicio, cabe entonces preguntarse ¿Cómo presentar una propuesta a RECO S.A de rediseño de la planta de producción que permita mejorar la productividad, bajar los costos y aumentar el servicio prometido a sus clientes?, teniendo en cuenta cuatro puntos fundamentales: Identificar los recorridos y las demoras para eliminarlas al máximo, diferenciar los recursos de cada línea de producción, bajar a cero el inventario en proceso y aprovechar mejor los equipos, las personas y el espacio para lograr el servicio esperado.

Teniendo en cuenta la globalización de los mercados, con los nuevos tratados que se están firmando en la actualidad con Estados Unidos y los demás países, se hace necesario que las pequeñas y medianas empresas que son la base de la economía colombiana piensen en nuevos proyectos y tecnologías para garantizar una permanencia en un mercado que cada vez es más exigente. Es conveniente para RECO S.A un proyecto de distribución de planta que optimice los recursos de mano de obra, equipos, materiales y área de trabajo. A nivel social ofrecer la estabilidad de empleo y el sustento de ciento cincuenta y dos familias. En lo personal es la oportunidad de brindar posibles soluciones para lograr los resultados que impacten positivamente, teniendo en cuenta que no se registra ningún proyecto estructurado hasta el momento que permita solucionar el problema en la empresa.

La metodología a utilizar es la investigación cuantitativa, por medio de un estudio descriptivo que permita llegar a conocer las situaciones predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Se utilizará formatos de análisis en la recolección de datos en campo para brindar una información de manera cuidadosa y exacta. Como instrumento, se tuvo en cuenta

la revisión bibliográfica, la observación en campo y la medición con cronómetro y cinta métrica.

Finalmente se desarrolla cada uno de los capítulos, en el primero se logra disminuir las distancias y los tiempos de espera entre procesos; en el segundo se trabaja balanceo, respetando el flujo continuo y el ahorro de espacio; en el tercero se realiza nuevamente el balanceo con una demanda proyectada de crecimiento del 30%, la disposición de la planta futura, la inversión y ahorro de los recursos.

## **1. IDENTIFICAR LOS RECORRIDOS Y DEMORAS EFECTUADOS POR LOS MATERIALES ENTRE OPERACIONES EN CADA UNA DE LAS LÍNEAS.**

En este capítulo se inicia definiendo cada uno de los términos utilizados, se habla de cada línea de producción, bandas, bloques y pastillas. Como están conformadas sus actividades y finalmente se hace una breve descripción del método de trabajo actual y propuesto por cada una de las líneas de producción, que permite hacer el comparativo, demostrando la reducción de los recorridos y las demoras en cada etapa del proceso.

### **1.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.**

La organización de las áreas de trabajo se ha desarrollado desde el siglo XVIII. Las primeras distribuciones las desarrollaba el hombre que realizaba a cabo el trabajo o el arquitecto que proyectaba el edificio<sup>1</sup>.

Con la llegada de la revolución industrial, se transformó este pensamiento y entonces los propietarios comenzaron a buscar un objetivo económico al estudiar las transformaciones de sus fábricas<sup>2</sup>.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una organización de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, segura y satisfactoria para los empleados. Además, para ésta se tienen los siguientes objetivos<sup>3</sup>:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Aumento en la satisfacción y la moral de los colaboradores.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.

---

<sup>1</sup> CAMARGO ORTIS, Jorge. Rediseño de la planta de producción de bornes Risaralda para el mejoramiento de sus procesos. Pereira, 2010, 19 p. Tesis (Ingeniería industrial). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería industrial. Escuela de Ingeniería.

<sup>2</sup> MARTINEZ, Juan. Distribución de planta. En : Gestipolis. [en línea]. (2002). [consultado 19 abril 2012]. Disponible en <<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm>>

<sup>3</sup> FOSSIL, Edward. Distribución en planta. En : Scribe. [en línea]. (2007). [consultado 20 abril 2012]. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/79178464/Distribución-en-planta>>

- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

La distribución en planta tiene dos intereses claros que son<sup>4</sup>:

- Interés Económico: Persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y el funcionamiento de las empresas.
- Interés Social: Persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

Los Principios básicos de la distribución de planta son<sup>5</sup>:

- Principio de la Integración de conjunto: Es el que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte la mejor unión entre todas las partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida: La distribución debe permitir que la distancia a recorrer por el material y los trabajadores entre operaciones sea más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: La distribución o proceso debe estar en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad: A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Los problemas que se pueden tener al realizar una distribución en planta son<sup>6</sup>:

- Proyecto de una planta totalmente nueva: Se trata de ordenar todos los medios de producción e instalación para que trabajen como conjunto integrado.

---

<sup>4</sup>VIVAS, Francy. Distribución en planta. En : Buenas tareas. [en línea]. (2012). [consultado 25 octubre 2012]. Disponible en <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm>>

<sup>5</sup>VIANCO, Genaro. Distribución en planta. En : Slideshare. [en línea]. (2008). [consultado 26 octubre 2012]. Disponible en <<http://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/tema-7-distribucic3b3n-de-planta.pdf>>

<sup>6</sup>PALOMINOS, Pedro. Distribución física de planta. En : Slideshare. [en línea]. (2006). [consultado 28 octubre 2012]. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/49906359/plantas-industriales-recursos-2>>

- Expansión o traslado de una planta ya existente: En este caso los edificios ya están allí, limitando la acción del ingeniero de distribución.
- Reordenación de una planta ya existente: La forma y particularidad del edificio limitan la acción del ingeniero.
- Ajustes en distribución ya existente: Se presenta principalmente, cuando varían las condiciones de operación.

Existen siete sistemas fundamentales de distribución en planta, los cuales son:

- Movimiento de material: En esta el material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.
- Movimiento del Hombre: Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material.
- Movimiento de Maquinaria: El trabajador mueve diversas herramientas o maquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.
- Movimiento de Material y Hombres: Los materiales y la maquinaria van hacia los hombres que llevan a cabo la operación.
- Movimientos de Hombres y Maquinaria: Los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija.
- Movimiento de Materiales, Hombres y Maquinaria: Es demasiado caro e innecesario el moverlos a los tres.

Los tipos de distribución son<sup>7</sup>:

- Distribución por posición fija: Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Sus ventajas son:
  - Se logra una mejor utilización de la maquinaria
  - Se adapta a gran variedad de productos y a una demanda intermitente
  - Presenta un mejor incentivo al trabajador
  - Se mantiene más fácil la continuidad en la producción

---

<sup>7</sup> MAGAÑA, Antonio. Productividad en procesos. En : Scribe. [en línea]. (2009). [consultado 28 octubre 2012]. Disponible en <[http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf)>



- Distribución por proceso o por Fusión: En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. Sus ventajas son:
  - Reduce el manejo del material
  - Disminuye la cantidad del material en proceso
  - Se da un uso más efectivo de la mano de obra
  - Existe mayor facilidad de control
  - Reduce la congestión y el área de suelo ocupado
  
- Distribución por producción en cadena, En línea o por producto: El producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, El material está en movimiento. Sus ventajas son:
  - Reduce el manejo de la pieza mayor
  - Permite operarios altamente capacitados
  - Permite cambios frecuentes en el producto
  - Se adapta a una gran variedad de productos
  - Es más flexible

La distribución en planta y el manejo de materiales se relacionan directamente, ya que un breve diseño de la distribución reduce al mínimo la distancia de transporte de materia prima.

Desde la perspectiva de la ingeniería, el manejo de materiales se define como el arte y la ciencia que se aplican al traslado, embalajes y almacenamiento de sustancias en cualquier forma, líquidos, sólidos a granel, piezas, paquetes, unidades de carga, contenedores, vehículos y naves<sup>8</sup>.

Las ventajas que se tienen en una buena distribución de planta son<sup>9</sup>:

- Disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores.
- Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración, entre otros.
- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.

---

<sup>8</sup> TURMERO ASTROS, Iván. Optimización de la gestión de almacenamiento. En : monografías. [en línea]. (2007). [consultado 01 noviembre 2012]. Disponible en <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm>>

<sup>9</sup> MURILLO, Lina. Diseño de distribución en planta. En : Blogspot. [en línea]. (2011). [consultado 01 noviembre 2012]. Disponible en <<http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionDeDistribucionDePlanta>>

- Seguridad del personal y disminución de accidentes.
- Localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto.
- Disminución del tiempo de fabricación.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Incremento de la productividad y disminución de los costos.

## **1.2 LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y SUS ACTIVIDADES.**

RECO SA es una empresa dedicada a la manufactura de elementos que componen el sistema de frenos para todos los automotores, se centra en el elemento de fricción, banda, bloque y pastilla; que es el que hace el contacto dentro de la campana o disco y hace que la rueda se detenga, generando como resultado un frenado suave, sin ruido y confiable. A continuación se describe cada elemento, como línea de fabricación.

### **1.2.1 LÍNEA DE BANDAS.**

Son elementos de fricción con una curvatura que va desde un diámetro 6 hasta un diámetro 16, dependiendo de la aplicación del sistema de frenos y de la marca del vehículo. Esta va sobre un suncho o zapata, posicionada con pegante o remache dependiendo del tamaño, existen aplicaciones para carros pequeños en ruedas delanteras, hasta vehículos medianos en ruedas traseras, se monta una banda por zapata y dos zapatas por rueda que van dentro de un tambor o campana, que una vez accionado el sistema efectúa el frenado de la rueda. Su presentación comercial es por juegos, cada juego está compuesto por cuatro unidades. A continuación se describe las actividades que la componen:

**Mezclado:** Es la operación mediante el cual se cogen todos los componentes o materiales, se hace el pesado y registro, se lleva al mezclador donde se juntan hasta obtener una homogenización en la mezcla para bandas.

**Prensado en frío:** Esta operación inicia con la mezcla y con la ayuda de una prensa se hacen las preformas en frío, ya sean láminas o tejas dependiendo de la Fórmula a trabajar.

**Prensado en caliente:** El operario toma las preformas en frío y las coloca dentro de los moldes en una prensa con temperatura hasta compactar según ficha técnica.

**Corte:** El operario recoge la lámina o teja y realiza el corte necesario según ficha técnica de la referencia a trabajar, definiendo la medida de ancho y largo.

**Rectificado:** Se recoge la unidad de banda y se rectifica hasta dar el espesor final según ficha técnica.

**Moldeo:** Es la operación mediante el cual se define la curvatura de la referencia de banda que se esté trabajando, solo aplica para el proceso a partir de lámina, las tejas ya salen desde prensado en caliente con la curvatura definida.

**Curado:** Se recogen las unidades de banda y se colocan en un horno para homogenizar la estructura molecular y alargar la vida útil del producto.

**Pulido:** Después de curado se realiza un pulido en la parte externa para homogenizar el color.

**Revisión de calidad:** Se realiza la operación de inspección de todas las unidades, verificando medidas y posibles defectos, la unidad que no cumple se rechaza y se destruye, las que cumplen continúan el proceso de fabricación.

**Marcado:** En esta operación se coloca a cada banda la referencia, código de fricción y la trazabilidad o número de lote.

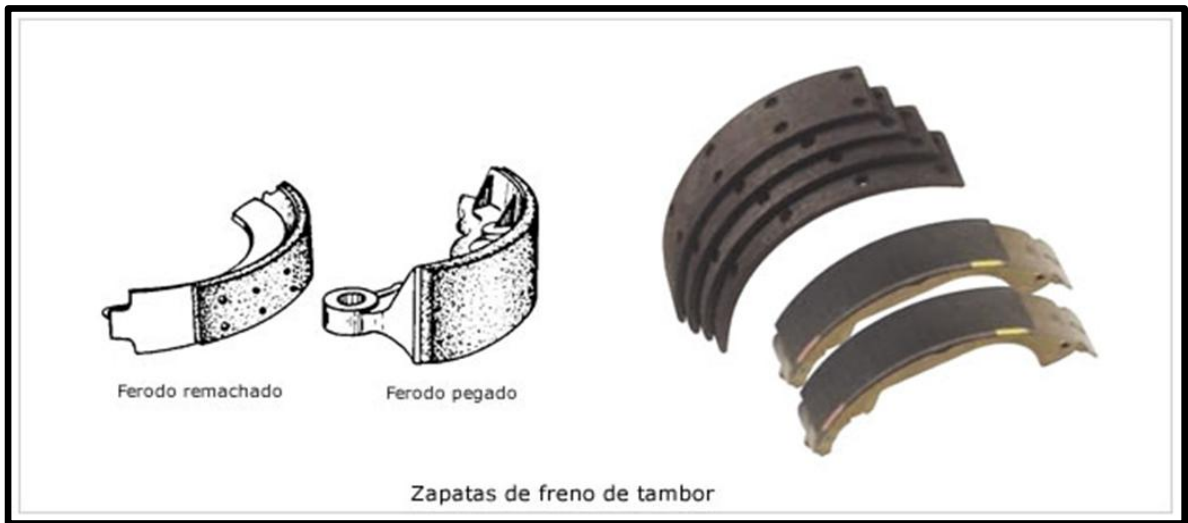
**Empaque:** El operario recoge cuatro unidades y les coloca una cinta para que quede una unidad de juego, se coloca las etiquetas definidas según formulación, luego el producto es llevado a la ubicación dentro del almacén de producto terminado. A continuación ver imágenes de la línea de bandas.

Imagen 1. Segmentos de banda



Fuente secundaria, catálogo de producto RECO

Imagen 2. Montaje en zapata



Fuente secundaria, catálogo técnico de RECO

Imagen 3. Ensamble del tambor



Fuente secundaria, catálogo técnico de RECO

### 1.2.2 LÍNEA DE BLOQUES.

Son elementos de fricción con curvatura que va desde un diámetro 14 hasta diámetro 16 ½, su aplicación es similar a las bandas, la diferencia es que la longitud de arco debe llevar dos segmentos, respetando una ranura en la mitad

que sirve para disipar el calor generado en el frenado, están diseñados para automotores pesados y semipesados. La línea está compuesta por las siguientes operaciones:

**Mezclado:** Es la operación mediante el cual se cogen todos los componentes o materiales, se hace el pesado y registro, se lleva al mezclador donde se juntan los insumos hasta obtener una homogenización. La fórmula utilizada debe ser para bloques.

**Prensado en frío:** Esta operación inicia con la mezcla y con la ayuda de una prensa se hacen las preformas o tejas en frío, teniendo en cuenta la Fórmula a trabajar.

**Prensado en caliente:** El operario toma las preformas en frío y las coloca en una prensa con temperatura hasta compactar según ficha técnica.

**Corte:** El operario recoge las tejas y realiza el corte necesario según ficha técnica de la referencia a trabajar, definiendo la medida de ancho y largo.

**Curado:** Se recogen las unidades de bloques y se colocan en el horno para homogenizar la estructura molecular y alargar la vida útil del producto.

**Rectificado:** Se recoge la unidad de bloque y se rectifica hasta dar el espesor final según ficha técnica.

**Revisión de calidad:** Se realiza la operación de inspección de todas las unidades, verificando medidas y posibles defectos, la unidad que no cumple se rechaza y se destruye, las que cumplen continúan el proceso de fabricación.

**Testigo de desgaste:** En esta operación se realiza un borde a cada segmento de bloque, que permite de forma visual, generar la alerta de cambio del elemento de fricción.

**Perforado:** Se coge cada segmento y se realizan las perforaciones para el anclaje en la zapata o zuncho.

**Chafinado:** Es el pulido que se realiza a cada segmento en los bordes para garantizar el asentamiento dentro de la campana.

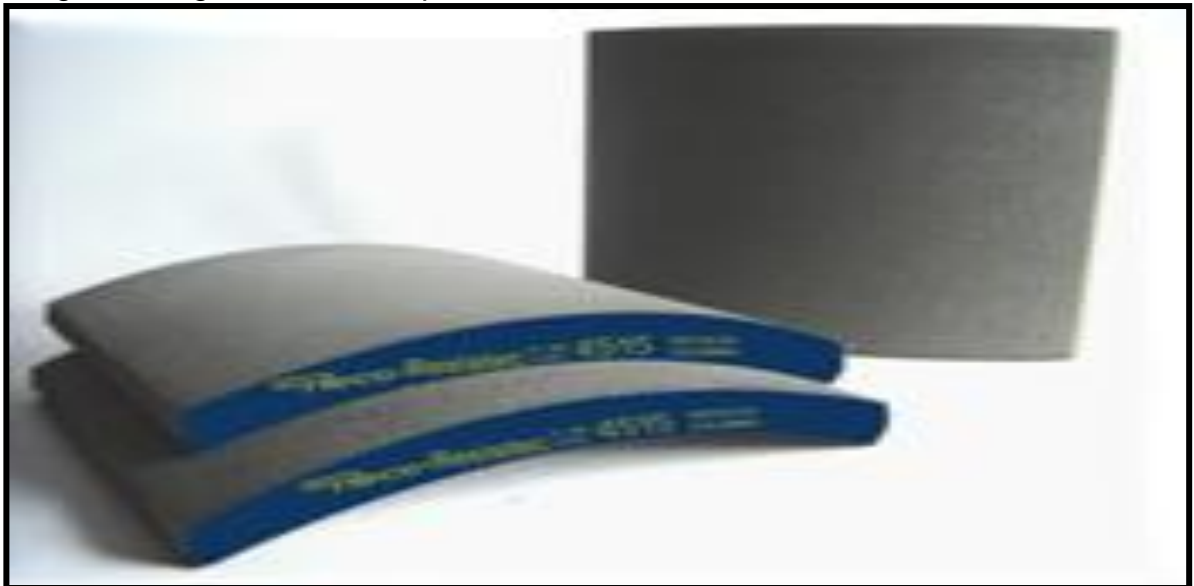
**Pintura:** El operario recoge los segmentos y los apila sobre la mesa en la cabina de pintura, luego los pinta en los dos lados frontales.

**Marcado:** En esta operación se coloca a cada segmento de bloques la referencia, código de fricción, el país de origen y la trazabilidad o número de lote.

**Empaque:** El operario recoge cuatro unidades y las zuncha para que quede en unidad de medio juego, se ponen las etiquetas definidas según formulación, se coloca en caja definida, luego el producto es llevado a la ubicación dentro del almacén de producto terminado.

A continuación ver imágenes de la línea de bloques:

Imagen 4. Segmentos de bloques



Fuente secundaria, catálogo de producto RECO

Imagen 5. montaje de bloques en zapata



Fuente secundaria, catálogo técnico RECO

Imagen 6. Tambor o campana



Fuente secundaria, catálogo técnico RECO

### 1.2.3 LÍNEA DE PASTILLAS.

Son elementos de fricción con diferentes siluetas que dependen de la marca del vehículo, van instaladas dentro de un cáliper que ajusta a un disco en forma de pinza. Su aplicación es freno de disco para automotores pequeños. La línea la componen las siguientes actividades:

**Mezclado:** Es la operación mediante el cual se cogen todos los componentes o materiales, se hace el pesado y registro, se lleva al mezclador donde se juntan hasta obtener una homogenización en la mezcla que es el insumo principal para la elaboración de pastillas.

**Prensado en frío:** Esta operación inicia con la mezcla y con la ayuda de una prensa y los moldes dependiendo de la silueta a sacar, se hacen las preformas o tacos en frío.

**Troquelado de platina:** En esta operación se corta la platina según la referencia, se hace el pinado para el anclaje de los resortes de ajuste y se le da planitud para garantizar el perfecto acople del taco en el prensado en caliente.

**Granallado de platina:** En esta operación se exponen las platinas a una lluvia de un elemento particulado angular llamado granalla. Este proceso se realiza para dejar una rugosidad en las dos caras de la platina que evitan que el taco se desprenda.

**Colocar Pegante:** Se coge cada platina y se le aplica una cantidad de pegante en uno de los lados que ayuda a dar más resistencia en el ensamble de las dos piezas.

**Prensado en caliente:** El operario toma las preformas en frío y las platinas, se colocan en un molde, se coloca en una prensa con temperatura hasta acoplar y compactar el taco según ficha técnica.

**Curado:** Se recogen las unidades de pastillas y se colocan en el horno a una temperatura definida para cada pieza, lo cual permite homogenizar la estructura molecular y alargar la vida útil del producto.

**Gratado:** Es la limpieza de todos los excedentes de material en el perímetro de la platina.

**Granallado de pastilla:** Es el acabado que se le da a la cara frontal de la platina para garantizar que no hallan excedentes de material, lo cual permite que la pintura sea homogénea.

**Rectificado:** Se recoge la unidad de pastilla y se rectifica (Proceso para corregir las dimensiones y alisar las superficies de materiales) hasta dar el espesor final y el ranurado o disipador de calor según ficha técnica.

**Revisión de calidad:** Se realiza la operación de inspección manual de todas las unidades elaboradas, verificando medidas y posibles defectos. La unidad que no cumple se rechaza y se destruye, las que cumplen continúan el proceso de fabricación.

**Remachado:** En esta operación se colocan los resortes de anclaje y testigo de desgaste según los parámetros establecidos o definidos en las fichas técnicas de cada referencia.

**Pintura:** El operario recoge los segmentos de pastilla las apila sobre la mesa en la cabina de pintura, luego las pinta en los lados, las ubica en una base plana y las pinta en la parte superior, que es la cara de la platina.

**Marcado:** En esta operación se le coloca a cada segmento de pastillas la referencia, código de fricción, el país de origen y la trazabilidad o número de lote establecido para el producto.

**Empaque:** El operario recoge cuatro unidades de pastillas, las empaca en termo encogido formando un juego y éste se deposita en una caja con las laminillas anti ruido y luego es llevado a la ubicación determinada dentro del almacén de producto terminado.



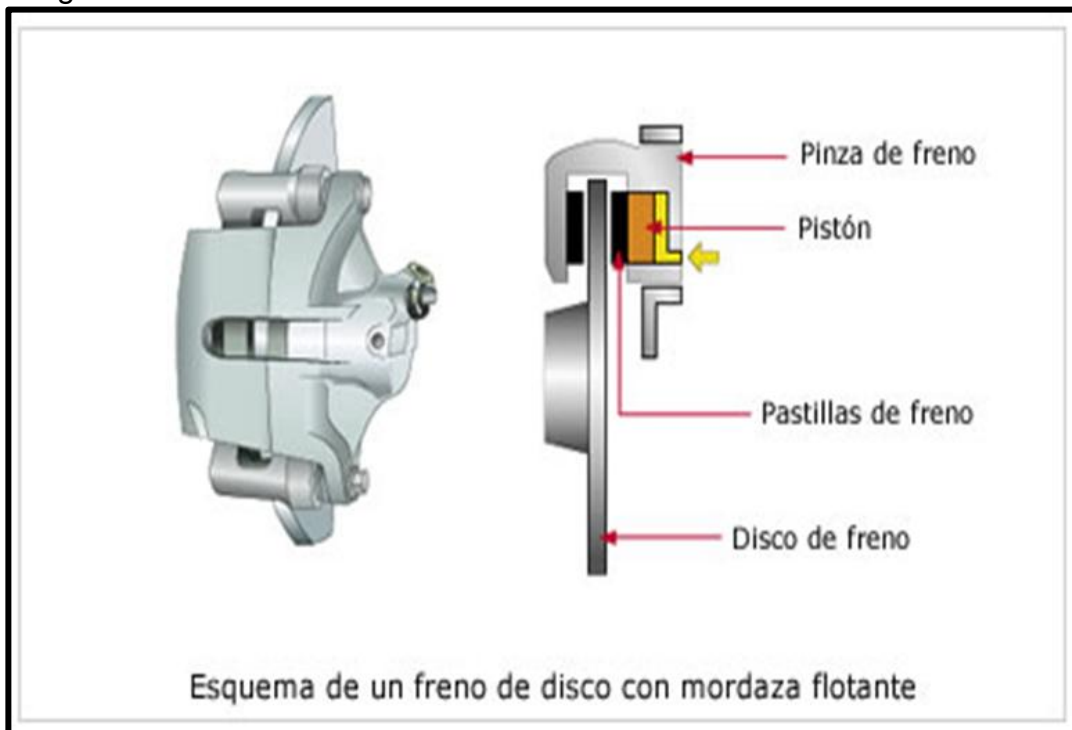
A continuación se observan imágenes de la línea de pastillas.

Imagen 7. Segmentos de pastillas



Fuente secundaria, catálogo de producto RECO.

Imagen 8. Vista frontal del sistema de frenos de disco.



Fuente secundaria, catálogo técnico RECO

Imagen 9. Vista superior del sistema de frenos de disco



Fuente secundaria, catálogo técnico de RECO

### 1.3 ESTUDIO DE MÉTODOS<sup>10</sup>.

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa. La ingeniería de métodos utiliza técnicas para el análisis de operaciones, una de ellas es dividir una tarea en simples elementos de trabajo, estudiando cada movimiento para ordenarlo o eliminar los que no sean necesarios, buscando así una mejor combinación y secuencia de movimientos, para obtener el más sencillo y eficiente.

Para el analista de métodos resulta muy importante apoyarse en todas aquellas técnicas gráficas que le permitan dar una idea de la ubicación de los puestos y de la secuencia de las operaciones que se realizan en las producciones objeto de

<sup>10</sup> KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo: Oficina internacional del trabajo. Cuarta edición. México : Limusa, 1999. 96 p.

estudio. El estudio de métodos permite efectuar importantes economías con pequeños cambios, utilizando dispositivos o plantillas económicas.

### 1.3.1 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS.

El procedimiento para el estudio del método se realiza seleccionando la tarea o trabajo a mejorar, luego se debe registrar los detalles de las actividades, posteriormente se debe analizar los detalles observados, se continúa realizando un análisis crítico y aportar ideas para un nuevo método, finalmente se aplica el nuevo método en el lugar de trabajo.

Los métodos de trabajo se pueden mejorar, ya sea, eliminando, combinando o reordenando los elementos que componen la tarea.

- **Eliminando:** Estudiando en detalle el elemento de la operación, y a la vez preguntarse el ¿por qué lo hacen?, ¿para qué?, ¿cómo se podría mejorar? y de esta manera determinar la posibilidad de ser eliminado, si esto es posible se habrá logrado uno de los objetivos más importantes que es ahorrar trabajo innecesario y disminuir el trabajo, para así lograr un trabajo más ágil.
- **Combinando:** Analizar la posibilidad de realizar dos actividades simultáneamente en el mismo puesto de trabajo o por el mismo operario, para reducir transportes y otros movimientos innecesarios. Logrando de esta manera mayor economía.
- **Reordenando:** cambiando el orden en que se realizan los elementos, para lograr una mayor agilidad en las actividades realizadas.

### 1.4 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.





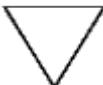
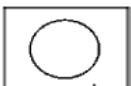
La información se obtuvo de dos formas, de fuentes primarias y fuentes secundarias:

- **Fuentes primarias:** A través de observación directa y la medición en campo se recolecta la información necesaria para validar el método actual de trabajo en cada línea, haciendo énfasis en la eliminación al máximo de los transportes y las demoras o esperas que se generan en cada etapa del proceso; Luego de tener un diagnóstico claro y con las herramientas que brinda el estudio de métodos de trabajo, con la ayuda del flujograma, se hace un estudio propuesto para tener al final un comparativo que permita visualizar la mejora esperada.
- **Fuentes secundarias:** estos datos se obtienen de fuentes primarias de la empresa, bibliografías, internet y publicaciones de interés para el estudio.

## 1.5 FLUJOGRAMA.

El flujograma es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se presentan en el proceso de producción, con fines analíticos y para ayudar a encontrar y eliminar diferencias entre métodos. Estos flujogramas son construidos de acuerdo con la ASME (Asociación Americana de Ingeniería Mecánica) que nos dicen que cualquier proceso industrial o elaboración de un producto se puede representar por medio de cinco tipos de actividades, cuya denominación símbolo o resultado inmediato se resumen en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Actividades utilizadas en flujograma de procesos

Actividad	Símbolo	Resultado Inmediato
Operación		Produce, completa, realiza algo
Transporte		Mueve, transporta, desplaza
Inspección		Verifica, comprueba algo
Demora		Retrasa, interfiere un proceso
Almacenamiento		Guarda o protege algo
Operación-Inspección		Combinación

Fuente secundaria, tomado del libro de la O.I.T (Organización internacional del trabajo)

**Operación (○):** Son las principales fases del proceso, ocurre cuando se cambia intencionalmente las características físico/químicas de un objeto o material, es decir, cuando existe la transformación.

**Transporte (⇨):** Ocurre cuando se mueve o traslada un objeto de un lado a otro, excepto cuando el movimiento hace parte intrínseca de una operación o son generados por el operario, si el traslado es menor de un metro, no hay transporte.

**Inspección (□):** Se genera cuando se examina un objeto para identificar y/o verificar sus características en cantidad o en calidad.

**Demora (□):** Se presenta cuando las operaciones no permiten una actividad inmediata de la actividad siguiente o esa actividad no se requiere, excepto cuando estas circunstancias cambian intencionalmente las características físico/químicas del objeto cuyo caso se considera que no hay una demora sino una operación.

**Almacenamiento (▽):** Ocurre cuando se guarda o protege algo que no se puede retirar sin autorización, en general se considera que almacenaje solo hay en el inicio de las materias primas y al final de productos terminados, los almacenajes intermedios son llamados demora.

Hay además actividades combinadas, que son ejecutadas por el mismo operario simultáneamente y en el mismo puesto de trabajo, las más comunes son:

Operación-Inspección



Operación de transporte



Operación de inspección-Transporte



Es decir, solo las tres primeras operaciones son posibles de combinar.

Una vez se conoce cada etapa del proceso productivo de RECO S.A y se describe la herramienta a utilizar se pasa a realizar los flujogramas en cada línea para obtener las mejoras de transporte y demoras o esperas que es el objetivo de este capítulo.

## 1.5.1 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1			Método: Actual / Propuesto			
Proceso: Línea de bandas									
Operario / Material / Equipo			Lugar: Planta de bandas				Fecha Julio- 19-2012		
Elaboró: Edgar Giraldo					Aprobó:				
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
En almacén de materias primas									x
Materia prima recogida	180			x					(2 operarios )
Transportado hasta el área de mezclas	180	19,4		x					En carro (2 operarios)
Descargado de materiales en ubicación	180			x					(2 operarios)
En espera de ser procesados	180		480			x			
Inspeccionado de materiales	180						x		Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	5,0		x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x					Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x					(1 operario)
Transportado el contenedor hasta ubicación	180	6,0		x					(1 operario)
En espera de ser prensado en frío	180		960			x			
Transportado hasta prensado en frío	180	80,3		x					(2 operarios )
Inspeccionado de mezcla para lámina	180						x		En báscula (1 operario) 44 veces
Transportado hasta cajones de prensa M-301	180	40,3		x					Un tarro por vez, 44 veces
Prensado de Mezcla en M-301	180			x					4 láminas por vez, 11 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	22,0		x					44 láminas, 4 por vez
Prensado en caliente de lámina	180			x					44 láminas, 5 por vez
Desmoldado de lámina y colocar en tanque	180			x					44 láminas
Transportado hasta estante	180	22,5			x				manual 44 láminas
En espera de ser cortado	180		1920			x			
Transportado hasta corte	180	16,0		x					manual 44 láminas
Cortado de ancho y colocado en carro	180			x					
Inspeccionado el corte	180						x		con regla, 3 cada 100 unidades
Transportado hasta rectificado M-3	120	3,0		x					En carro, 156 piezas
Rectificado de fajas y colocar en carro	120			x					156 piezas
Transportado hasta corte longitud M-4	110	6,0		x					En carro, 156 piezas
Cortado de largo y colocado en carro	110			x					
Transportado hasta moldeo	110	7,0		x					En carro, 156 piezas
Moldeado de fajas	110			x					
Transportado hasta el horno	110	6,0		x					En carro, 156 piezas
En espera de ser curado	110		960			x			
Colocado el material en herramental y colocar sobre carro	110			x					
Curado de bandas	110			x					
Descargado de material y colocar sobre mesa	110			x					
Transportado hasta pulido M-11	105	9,0		x					En carro, 156 piezas
Pulido de segmentos de banda en M-11	105			x					
Transportado hasta chaffán	105	5,0		x					En carro, 156 piezas
Chaffanado de bandas	105			x					
Transportado hasta revisión	105	8,6		x					En carro, 156 piezas
Inspeccionado de bandas	105						x		
Marcado de bandas	105			x					De forma manual con sello
Rotulado de bandas	105			x					
Colocado de etiquetas	105			x					
Transportado hasta almacén	105	47,0		x					39 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	105							x	39 juegos
<b>TOTAL</b>		<b>303,1</b>	<b>4320</b>						

## 1.5.2 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1		Hoja No. 1 de 1		Método: Actual / Propuesto						
Proceso: Línea de bandas										
Operario / Material / Equipo	Lugar: Planta de bandas			Fecha Julio- 19-2012						
Elaboró: Edgar Giraldo			Aprobó:							
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Transportado hasta el área de mezclas	180	7,0			x					Montacargas, (1 operarios)
En espera de ser procesados	180		65			x				
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	3,0			x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado hasta cajones de prensa M-301	180	4,0			x					En carro
Inspeccionado de material	180						x			Un tarro por vez, 44 veces
Prensado de Mezcla en M-301	180			x						4 láminas por vez, 11 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	2,3			x					44 láminas, 4 por vez
Prensado en caliente de lámina	180			x						44 láminas, 5 por vez
Desmoldado de lámina y colocar en tanque	180			x						44 láminas
Transportado hasta corte	180	2,0			x					manual 44 láminas
Cortado de ancho y colocado en carro	180			x						
Inspeccionado el corte	180						x			con regla, 3 cada 100 unidades
Transportado hasta rectificado M-3	120	2,0			x					
Rectificado de fajas y colocar en carro	120			x						156 piezas
Transportado hasta corte longitud M-4	110	2,0			x					
Cortado de largo y colocado en carro	110			x						
Marcado de bandas	110			x						En videojet
Transportado hasta moldeo	110	3,0			x					En carro, 156 piezas
Moldeado de fajas	110			x						
Transportado hasta el horno	110	2,0			x					En carro, 156 piezas
Colocado el material en herramental y colocar sobre carro	110			x						
Curado de bandas	110			x						
Descargado de material y Pulido en M-11	110			x						
Chafanado de bandas	105			x						
Transportado hasta revisión	105	3,0			x					
Inspeccionado de bandas	105						x			
Rotulado de bandas	105			x						
Colocado de etiquetas	105			x						
Transportado hasta almacén	105	7,0			x					39 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	105							x		39 juegos
<b>TOTAL</b>		<b>37,3</b>	<b>65</b>							

### 1.5.3 CUADRO RESUMEN DE BANDAS A PARTIR DE LÁMINA.

<b>DISTANCIAS BANDA LAMINA</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>PROPUESTO (m)</b>	<b>ACTUAL (m)</b>
1. Materia prima a mezclas	10,00	30,4
2. Mezclas a prensa frío	4,00	120,6
3. Prensa frío a prensa caliente	2,30	44,5
4. Prensa caliente a Corte ancho	2,00	16,0
5. Corte a Rectificado	2,00	3,0
6. Rectificado a corte largo	2,00	6,0
7. Corte largo a Moldeo	3,00	7,0
8. Moldeo a Curado	2,00	6,0
9. Curado a Pulido	0.00	9,0
10. Pulido a Chaflanado	0.00	5,0
11. Chaflanado a Revisión	0.00	8,6
12. Revisión a Marcación	3.00	3,0
13. Marcación a Empaque	0.00	3,0
14. Empaque a Almacén de Producto Terminado	7.00	41
<b>TOTAL</b>	<b>37,30</b>	<b>303,10</b>

Para banda lámina se observa una reducción de 265,80m que representan un 87,70%, se pasaría de tener recorridos de 303,10 m a 37,30m.



### 1.5.4 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BANDAS A PARTIR DE TEJA.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1			Método: Actual / Propuesto				
Proceso: Línea de bandas - Teja										
Operario / Material / Equipo			Lugar: Planta de bandas				Fecha Julio- 26-2012			
Elaboró: Edgar Giraldo					Aprobó:					
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Materia prima recogida	180			x						(2 operarios )
Transportado hasta el área de mezclas	180	19,4		x						En carro (2 operarios)
Descargado de materiales en ubicación	180			x						(2 operarios)
En espera de ser procesados	180		480			x				
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	5		x						(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado el contenedor hasta ubicación	180	6		x						(1 operario)
En espera de ser prensado en frío	180		720			x				
Transportado hasta prensado en frío	180	60,3		x						(2 operarios )
Inspeccionado y empacado de mezcla para teja	180			x			x			En báscula (1 operario) 40 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	24		x						40 tejas, una por vez
Prensado en caliente de teja y colocar en ubicación	180			x						40 tejas, 4 por vez
Transportado hasta corte	180	34,7		x						En carro
Cortado de ancho y colocado en carro	170			x						
Inspeccionado el corte	170						x			con regla, 3 cada 100 unidades
Transportado hasta rectificado externo M-22C	170	8		x						En carro, 240 piezas
Rectificado externo M-22C	165			x						240 piezas
Transportado hasta rectificado interno M-11	165	6		x						En carro, 240 piezas
Rectificado interno M-11	160			x						240 piezas
Transportado hasta corte longitudinal	160	16		x						En carro, 240 piezas
Cortado de largo y colocado en carro	160			x						
Transportado hasta chafán	160	21		x						En carro, 240 piezas
Chafanado de bandas	160			x						
Transportado hasta revisión	160	8,6		x						En carro, 240 piezas
Inspeccionado de bandas	160						x			
Marcado de bandas	160			x						De forma manual con sello
Rotulado de bandas	160			x						
Colocado de etiquetas	160			x						
Transportado hasta almacén	160	47		x						60 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	160							x		60 juegos
<b>TOTAL</b>		256	1200							

### 1.5.5 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BANDAS A PARTIR DE TEJA.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1			Método: Actual / Propuesto				
Proceso: Línea de bandas - Teja										
Operario / Material / Equipo			Lugar: Planta de bandas				Fecha Julio- 29-2012			
Elaboró: Edgar Giraldo					Aprobó:					
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Transportado hasta el área de mezclas	180	7			x					Montacargas, (1 operarios)
En espera de ser procesados	180		65			x				
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	3			x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado hasta prensado en frío	180	3			x					(1 operarios )
Inspeccionado y empacado de mezcla para teja	180			x			x			En báscula (1 operario) 40 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	3			x					40 tejas, una por vez
Prensado en caliente de teja y colocar en ubicación	180			x						40 tejas, 4 por vez
Transportado hasta corte	180	2			x					En carro
Cortado de ancho y colocado en carro	170			x						
Inspeccionado el corte	170						x			con regla, 3 cada 100 unidades
Transportado hasta rectificado externo M-22C	170	2			x					En carro, 240 piezas
Rectificado externo M-22C	165			x						240 piezas
Transportado hasta rectificado interno M-11	165	2			x					En carro, 240 piezas
Rectificado interno M-11	160			x						240 piezas
Transportado hasta corte longitud	160	2			x					240 piezas
Cortado de largo y colocado en carro	160			x						
Transportado hasta chaflán	160	3			x					240 piezas
Chaflanado de bandas	160			x						
Marcado de bandas	160			x						en videojet
Transportado hasta revisión	160	2			x					240 piezas
Inspeccionado de bandas	160						x			
Rotulado de bandas	160			x						
Colocado de etiquetas	160			x						
Transportado hasta almacén	160	7			x					60 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	160							x		60 juegos
<b>TOTAL</b>			36	65						

### 1.5.6 CUADRO RESUMEN DE BANDAS A PARTIR DE TEJA.

<b>DISTANCIAS BANDA TEJA</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>PROPUESTO (m)</b>	<b>ACTUAL (m)</b>
1. Materia prima a Mezclas	10,0	30,4
2. Mezclas a Prensa Frio	3,0	60,3
3. Prensa Frío a Prensa Caliente	3,0	24,0
4. Prensa Caliente a Corte	2,0	34,7
5. Corte a Rectificado Externo	2,0	8,0
6. Rectificado Externo a Rectificado Interno	2,0	6,0
7. Rectificado Interno a Corte Largo	2,0	16,0
8. Corte largo a chaflán	3,0	21,0
9. Chaflán a Revisión, marcación y empaque.	2,0	8,6
10. Empaque a Almacén de producto terminado	7,0	47,0
<b>TOTAL</b>	<b>36,0</b>	<b>256,0</b>

En banda teja se presenta una reducción de 220,0m, que significan un 85.9%, se pasaría de tener recorridos de 256,0m a 36,0m.

## 1.5.7 FLUJOGRAMA ACTUAL DE BLOQUES.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1		Método: Actual / Propuesto					
Proceso: Línea de bloques										
Operario / Material / Equipo	Lugar: Planta de bloques			Fecha Julio- 13-2012						
Elaboró: Edgar Giraldo			Aprobó:							
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Materia prima recogida	180			x						(2 operarios )
Transportado hasta el área de mezclas	180	19,4			x					En carro (2 operarios)
Descargado de materiales en ubicación	180			x						(2 operarios)
En espera de ser procesados	180		480			x				
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	5,0			x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 3
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado el contenedor hasta ubicación	180	6,0			x					(1 operario)
En espera de ser prensado en frío	180		512			x				
Transportado hasta prensado en frío	180	17,8			x					(2 operarios )
Inspeccionado de mezcla para teja delgada	85						x			En báscula (1 operario) 24 veces
Inspeccionado de mezcla para teja gruesa	95						x			En báscula (1 operario) 24 veces
Transportado hasta cajones de prensa M-36	180	8,3			x					Un tarro por vez, 48 veces
Prensado de Mezcla en M-36	180			x						6 tejas por vez, 8 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	96,0			x					48 tejas, 3 por vez
Prensado en caliente de teja	180			x						48 tejas, 12 por vez
Marcado de teja	180			x						48 tejas
Transportado hasta estante	180	7,5			x					manual 3 tejas por vez, 16 veces
En espera de ser cortado	180		329			x				
Transportado hasta corte	180	8,5			x					En carro, 48 tejas
Cortado y colocado en carro	180			x						
Inspeccionado el corte	180						x			En zapata, 10 unidades por lote
Transportado hasta curado	180	40,0			x					En carro, 144 piezas
Colocado en canastillas	180			x						1 canastilla, 6 piezas
Colocado de canastillas en carro	180			x						En carro, 72 canastas
En espera de ser curado	180		307			x				
Transportado hasta dentro del horno	180	3,0			x					En carro, 72 canastas
Curado de bloques	180			x						
Transportado fuera del horno	180	3,0			x					
En espera de ser rectificado	180		273			x				
Transportado hasta rectificado externo	130	32,0			x					En carro, 144 piezas
Rectificado de material en la parte externa	130			x						
Inspeccionado de espesor del bloque	130						x			
En espera de ser procesado	130		225			x				
Transportado hasta revisión	130	8,0			x					En carro, 144 piezas
Inspeccionado de bloques	130						x			
En espera de ser procesado	130		134			x				
Transportado hasta máquina de testigo de desgaste	130	13,0			x					En carro, 144 piezas
Realizado el testigo de desgaste	120			x						
Inspeccionado del testigo de desgaste	120						x			
En espera de ser procesado	120		604			x				
Transportado hasta perforado	120	8,0			x					En carro, 144 piezas
Perforado de bloques	120			x						
Inspeccionado de perforado	120						x			
En espera de ser procesado	120		183			x				
Transportado hasta pintura	120	16,0			x					En carro, 144 piezas
Pintado de bloques	120			x						
En espera de secado de los bloques	120		75			x				
Transportado hasta marcación	120	21,0			x					En carro, 144 piezas
Marcado de bloques	120			x						
En espera de ser procesado	120		47			x				
Transportado hasta empaque	120	5,0			x					En carro, 144 piezas
Zunchado y empaque en cajas por juegos	120			x						
Transportado hasta depósito transitorio	120	4,0			x					En carro, 18 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	120							x		Lote de 18 juegos
<b>TOTAL</b>		321,5	3169							

### 1.5.8 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE BLOQUES.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1			Método: Actual / Propuesto				
Proceso: Línea de bloques										
Operario / Material / Equipo			Lugar: Planta de bloques				Fecha: Julio- 16-2012			
Elaboró: Edgar Giraldo					Aprobó:					
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇄	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Transportado hasta el área de mezclas	180	7,0			x					Montacargas, (1 operarios)
En espera de ser procesados	180		65		x					
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	3,0			x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 3
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado el contenedor hasta prensado en frío	180	3,0			x					(1 operario)
Inspeccionado de mezcla para teja delgada	85						x			En báscula (1 operario) 24 veces
Inspeccionado de mezcla para teja gruesa	95						x			En báscula (1 operario) 24 veces
Transportado hasta cajones de prensa M-36	180	8,3			x					Un tarro por vez, 48 veces
Prensado de Mezcla en M-36	180			x						6 tejas por vez, 8 veces
Transportado hasta prensado en caliente	180	3,0			x					Banda transportadora
Prensado en caliente de teja	180			x						48 tejas, 12 por vez
Transportado hasta corte	180	2,0			x					Banda transportadora
Cortado y colocado en carro	180			x						
Inspeccionado el corte	180						x			En zapata, 10 unidades por lote
Colocado en canastillas	180			x						1 canastilla, 6 piezas
Colocado de canastillas en carro	180			x						En carro, 30 canastas
Transportado hasta dentro del horno	180	1,0			x					En carro
Curado de bloques	180			x						
Transportado fuera del horno	180	1,0			x					
Rectificado de material en la parte externa	130			x						
Inspeccionado de espesor del bloque	130						x			
Transportado hasta revisión	130	2,0			x					18 juegos
Inspeccionado de bloques	130						x			
Transportado hasta máquina de testigo de desgaste	130	2,0			x					18 juegos
Realizado el testigo de desgaste	120			x						
Inspeccionado del testigo de desgaste	120						x			
Transportado hasta perforado	120	3,0			x					18 juegos
Perforado de bloques	120			x						
Inspeccionado de perforado	120						x			
Transportado hasta pintura	120	4,0			x					18 juegos
Pintado de bloques	120			x						
Transportado hasta marcación	120	2,0			x					18 juegos
Marcado de bloques	120			x						
Transportado hasta empaque	120	2,0			x					18 juegos
Zunchado y empaque en cajas por juegos	120			x						
Transportado hasta depósito transitorio	120	3,0			x					18 juegos
Almacenado en ubicación de producto terminado	120							x		Lote de 18 juegos, banda transportadora
<b>TOTAL</b>		<b>46,3</b>	<b>65</b>							

### 1.5.9 CUADRO RESUMEN DE BLOQUES.

<b>DISTANCIAS BLOQUES</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>PROPUESTO (m)</b>	<b>ACTUAL (m)</b>
1. Materia prima a Mezclas	13,0	30,4
2. Mezclas a Prensado Frío	8,3	26,1
3. Prensado frío a Prensado Caliente	3,0	96,0
4. Prensado Caliente a Corte	2,0	8,5
5. Corte a horno	2,0	46,0
6. Horno a Rectificado	0,0	32,0
7. Rectificado a Revisión	2,0	8,0
8. Revisión a Testigo desgaste	2,0	13,0
9. Testigo desgaste a Taladros	3,0	8,0
10. Taladros a Pintura	4,0	16,0
11. Pintura a Marcación	2,0	21,0
12. Marcación a Empaque.	2,0	5,0
13. Empaque a Almacén de Producto Terminado.	3,0	4,0
<b>TOTAL</b>	<b>46,3</b>	<b>321,5</b>

En bloques se pasaría de 321,5 m a 46.3 m, para una reducción de 275,2 m que representa un 85.6%.

### 1.5.10 FLUJOGRAMA ACTUAL DE PASTILLAS.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama No. 1		Hoja No. 1 de 1		Método: Actual / Propuesto					
Proceso: Línea de Pastillas									
Operario / Material / Equipo		Lugar: Planta de pastillas			Fecha Julio- 29-2012				
Elaboró: Edgar Giraldo				Aprobó:					
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	D	□	▽	
En almacén de materias primas								x	
Materia prima recogida	180			x					(2 operarios )
Transportado hasta el área de mezclas	180	19,4			x				En carro (2 operarios)
Descargado de materiales en ubicación	180			x					(2 operarios)
En espera de ser procesados	180		480			x			
Inspeccionado de materiales	180						x		Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	5			x				(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x					Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x					(1 operario)
Transportado el contenedor hasta ubicación	180	8			x				(1 operario)
En espera de ser prensado en frío	180		1140			x			
Transportado hasta prensado en frío	180	150			x				(1 operario)
Colocado material en tolva, montaje de molde y programado	180			x					
Prensado en frío del taco	180								720 tacos
Transportado hasta prensado en caliente	180	96			x				Manual
En almacén de flejes								x	
Transportado hasta corte de platina		36			x				Manual
Cortado de silueta de platina				x					
Transportado hasta pinado de platina		6			x				En canasta
Pinado de platina									
Transportado hasta Granallado de platina		26			x				En carro, 720 platinas
Granallado de platina					x				720 platinas
Transportado hasta pegante		6			x				En carro, 720 platinas
Colocado de pegante en platina					x				720 platinas
Transportado hasta prensado en caliente		36			x				En parrilla
Prensado en caliente de pastillas					x				
Transportado hasta curado		41			x				En carro, 720 pastillas
Colocado de pastillas en curado					x				
Curado de pastillas					x				
Transportado hasta Granallado de pastilla		39			x				En carro, 720 pastillas
Granallado de pastillas					x				
Transportado hasta Grateado de pastilla		7			x				En carro, 720 pastillas
Grateado de pastillas					x				
Transportado hasta rectificado de pastilla		5			x				En carro, 720 pastillas
Rectificado de pastilla					x				
Transportado hasta revisión		11			x				En carro, 720 pastillas
Inspeccionado de pastilla							x		
Transportado hasta pintura		4			x				En carro, 720 pastillas
Pintado de pastillas					x				
Transportado hasta marcación		14			x				En carro, 720 pastillas
Marcación de pastilla					x				
Transportado hasta empaque		7			x				En carro, 720 pastillas
Empacado de pastilla					x				
Transportado hasta Almacén		15			x				180 juegos
En almacenamiento de producto terminado								x	
<b>TOTAL</b>		<b>531,4</b>	<b>1620</b>						

### 1.5.11 FLUJOGRAMA PROPUESTO DE PASTILLAS.

FLUJOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama No. 1			Hoja No. 1 de 1			Método: Actual / Propuesto				
Proceso: Línea de Pastillas										
Operario / Material / Equipo	Lugar: Planta de pastillas			Fecha Julio- 29-2012						
Elaboró: Edgar Giraldo			Aprobó:							
DESCRIPCIÓN	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
En almacén de materias primas									x	
Transportado hasta el área de mezclas	180	7			x					Montacargas, (1 operarios)
En espera de ser procesados	180		65			x				
Inspeccionado de materiales	180						x			Registros en báscula (1 operario)
Transportado de materiales a mezclado	180	3			x					(1 operario)
Mezclado de materiales	180			x						Mezclador # 1
Descargado en contenedor	180			x						(1 operario)
Transportado hasta prensado en frío	180	21			x					(1 operario)
Colocado material en tolva, montaje de molde y programado	180			x						
Prensado en frío del taco	180			x						720 tacos
Transportado hasta prensado en caliente	180	2			x					Manual
En almacén de flejes									x	
Transportado hasta corte de platina		3			x					Manual
Cortado de silueta de platina				x						
Montado de troquel pinador				x						
Pinado de platina				x						
Transportado hasta Granallado de platina		4			x					En carro, 720 platinas
Granallado de platina				x						720 platinas
Transportado hasta pegante		3			x					En carro, 720 platinas
Colocado de pegante en platina				x						720 platinas
Transportado hasta prensado en caliente		2			x					En parrilla
Prensado en caliente de pastillas				x						
Transportado hasta curado		2			x					En carro, 720 pastillas
Colocado de pastillas en curado				x						
Curado de pastillas				x						
Transportado hasta Granallado de pastilla		3			x					En carro, 720 pastillas
Granallado de pastillas				x						
Transportado hasta Grateado de pastilla		3			x					En carro, 720 pastillas
Grateado de pastillas				x						
Transportado hasta rectificado de pastilla		2			x					En carro, 720 pastillas
Rectificado de pastilla				x						
Transportado hasta revisión		2			x					En carro, 720 pastillas
Inspeccionado de pastilla							x			
Transportado hasta pintura		4			x					En carro, 720 pastillas
Pintado de pastillas				x						
Transportado hasta marcación		3			x					En carro, 720 pastillas
Marcación de pastilla				x						
Transportado hasta empaque		2			x					En carro, 720 pastillas
Empacado de pastilla				x						
Transportado hasta Almacén		2			x					180 juegos
En almacenamiento de producto terminado									x	
<b>TOTAL</b>			68	65						



### 1.5.12 CUADRO RESUMEN DE PASTILLAS.

<b>DISTANCIAS PASTILLAS</b>		
<b>PROCESOS</b>	<b>PROPUESTO (m)</b>	<b>ACTUAL (m)</b>
1. Materia prima a Mezclas	10,0	32,4
2. Mezclas a Prensado en Frío.	21,0	150,0
3. Prensado en Frío a Prensado en Caliente	2,0	96,0
4. Estante de Flejes a Corte de platina	3,0	36,0
5. Corte de Platina a Pinado	4,0	6,0
6. Pinado a Granallado	0,0	26,0
7. Granallado a Pegante	3,0	6,0
8. Pegante a Prensado en Caliente	2,0	36,0
9. Prensado en Caliente a Curado	2,0	41,0
10. Curado a Granallado de Pastilla	3,0	39,0
11. Granallado de Pastilla a Grateado	3,0	7,0
12. Grateado a Rectificado	2,0	5,0
13. Rectificado a Revisión	2,0	11,0
14. Revisión a Pintura	4,0	4,0
15. Pintura a Marcación	3,0	14,0
16. Marcación a Empaque	2,0	7,0
17. Empaque a Almacenamiento de Producto Terminado	2,0	15,0
<b>TOTAL</b>	<b>68,0</b>	<b>531,40</b>

En pastillas se presenta una reducción de 463,4m que representa un 87,2%. Se pasaría de tener recorridos de 531,40m a 68,0m.

En este capítulo se logra demostrar grandes ahorros en distancias y demoras o esperas entre operaciones en cada línea de producción, como se puede observar a continuación.

<b>PROCESOS</b>	<b>PROPUESTO (m)</b>	<b>ACTUAL(m)</b>	<b>REDUCCIÓN (m)</b>
BANDA LAMINA	37,30	303,10	265,80
BANDA TEJA	36,00	256,00	220,00
BLOQUES	46,30	321,50	275,20
PASTILLAS	68,00	531,40	463,40

En Banda Lámina se dejan de caminar 265,80 metros por lote programado. En promedio se procesan 12 lotes por día, para ahorro total de 3.189,6 metros.

En Banda Teja se dejan de caminar 220,00 metros por lote programado. En promedio se procesan 15 lotes por día, para un ahorro total de 3.300,0 metros.

En Bloques se dejan de caminar 275,20 metros por lote programado. En promedio se procesan 25 lotes por día, para un ahorro total de 6.880,0 metros.

En Pastillas se dejan de caminar 463,40 metros por lote programado. En promedio se procesan 2 lotes por día, para un ahorro total de 926,8 metros.

En total por día se dejan de caminar 14,296.4 metros, tiempo que será utilizado en la transformación del producto, incrementando la productividad, disminuyendo fatiga y aumentando la calidad.

En demoras o esperas comparando el método actual con el propuesto se tiene un desperdicio en tiempo 10.049 minutos por día, de los 23.040 minutos por día invertidos en las tres líneas, en porcentaje estamos hablando del 43,6% del tiempo invertido por día. Al disminuir a cero los tiempos de espera, este porcentaje pasa a ser operación que es la actividad que agrega valor y al final se debe ver reflejado en aumento de productividad o ahorros operativos.

## **2. DIFERENCIAR LOS RECURSOS NECESARIOS POR CADA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y OPTIMIZARLOS.**

En este capítulo se garantiza un flujo de proceso eficiente, se revisan los recursos necesarios para poder producir en las tres líneas, que inversiones son necesarias para independizarlas y todo el análisis de balanceo de las líneas para reducir a cero el inventario en proceso, optimizar los costos en los recursos y tener un mejor tiempo de transferencia de cada lote, teniendo en cuenta la demanda de los clientes.

### **2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.**

En los capítulos dos y tres se trabajaron mucho las entrevistas con el personal de planta y la observación, que permitió obtener los datos de cada operación realizados en campo para poder levantar la información y poder balancear todas las líneas. Se hicieron mediciones en todos los equipos y áreas utilizadas, para poder levantar planos del método actual y propuesto, poder proponer los flujos de cada línea y la disposición correcta de las máquinas. Los instrumentos utilizados en campo fueron los siguientes: cronómetro, cinta métrica, computador, software de dibujo y bibliografía de apoyo.

### **2.2 RECURSOS**

Los recursos son todos aquellos elementos que combinados son capaces de generar valor en la producción de bienes y servicios, estos elementos son las materias primas que hacen parte del producto final, las máquinas y equipos donde se transforma la materia prima; el talento humano es quien realiza la operación de transformación. Sin ellos no es posible que una empresa manufacturera agregue valor, satisfaciendo clientes, proveedores, accionistas y la comunidad que de alguna forma se beneficia de ella; siendo estas las razones fundamentales por el cual se constituyen.

#### **2.2.1 MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS.**

Las materias primas son aquellos componentes que hacen parte de un producto final transformado, algunas materias primas utilizadas por la empresa RECO son las fibras, los aglomerantes, los modificadores de fricción, la resina, limallas metálicas y los rellenos. Los suministros no hacen parte del producto final pero son necesarios para hacer la transformación, como son las piedras de rectificado, material de empaque, repuestos, entre otros. Con esto es posible fabricar un juego de bandas, bloques y pastillas.

Actualmente cuenta con un inventario de 60 días en materia prima y suministros para fabricación en sus tres líneas de producción, aunque el 70% de estos insumos son importados, se debe ajustar a 30 días realizando una buena planeación con los proveedores y así aprovechar la mitad del espacio en otra

actividad del proceso. Reducir los inventarios va a permitir a la compañía optimizar el espacio, evitar obsolescencia en los materiales, doblar la rotación y tener un flujo de caja mayor. El ahorro en costos de inventario es 140 millones.

### 2.2.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS NECESARIOS.

La empresa RECO cuenta con tres líneas de producción como se menciona en el primer capítulo, en su gran mayoría independientes, comparten la operación de curado, marcación y zunchado, se debe invertir en estos equipos para poder separarlas totalmente; es necesario también invertir en cintas transportadoras para algunas partes del proceso donde se deben dejar espacios entre equipos por cambio de moldes con montacargas, se describe la inversión a realizar por la compañía en el siguiente cuadro.

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
HORNOS PARA CURADO DE BANDAS	2	\$ 52.000.000
HORNO PARA CURADO DE PASTILLAS	1	\$ 22.000.000
VIDEO JET PARA BANDAS	1	\$ 27.000.000
CINTAS TRANSPORTADORAS BANDAS	1	\$ 21.000.000
CINTAS TRANSPORTADORAS BLOQUES	1	\$ 12.000.000
ZUNCHADORA BANDAS	1	\$ 3.500.000
HORNOS PARA CURADO DE BLOQUES	3	\$ 78.000.000
VIDEO JET PARA BLOQUES	1	\$ 27.000.000
CORTADORA DE BLOQUES	1	\$ 31.000.000
CINTA TRANSPORTADORA PRODUCTO TERMINADO AL ALMACEN	1	\$ 24.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>\$ 297.500.000</b>

Con esta inversión en equipos se garantiza que cada línea sea independiente y que la distribución de estos sobre el local se realice respetando el flujo de cada una de ellas.

### **2.2.3 TALENTO HUMANO.**

El factor humano es uno de los activos fundamentales para la empresa el cual motiva y capacita permanentemente buscando el desarrollo y pertenencia para seguir creciendo bajo cinco valores fundamentales: honestidad, disciplina, confiabilidad, respeto y compromiso. La empresa no busca desplazar talento humano a engrosar las estadísticas de desempleo, por el contrario, se busca aprovecharlo para explotar toda la capacidad de este recurso y poder crecer en el mercado de exportación con precios competitivos, hay muchas expectativas en este mercado que cada vez es más globalizado y exigente, pero atractivo para seguir creciendo en participación.

La empresa actualmente vende el 70% de lo fabricado en las tres líneas para el mercado nacional y el 30% restante para el mercado de exportación, se espera para el 2015 un crecimiento en ventas del 30%, aprovechando la capacidad instalada, manteniendo los mismos costos fijos.

### **2.3 FILOSOFÍA LEAN<sup>11</sup>.**

Las empresas industriales se mantienen en mejora continua de los métodos eficientes para transformar materiales en bruto en artículos acabados con un valor adicional para los clientes o consumidores finales. Los procesos transforman el material en productos; las operaciones son las acciones (mezclado, corte, curado, rectificado, entre otras) que ejecutan esas transformaciones, pero los procesos incluyen también elementos que no añaden valor como son los transportes que se realizan en todo el proceso productivo y las demoras o esperas que se presentan entre cada operación antes de transformarla, estos elementos lo ideal es radicarlos del todo como se observa en el capítulo uno.

Una vez radicados al máximo los elementos que no proporcionan valor, se estudia la demanda tanto interna como externa, el flujo de valor y la nivelación de cargas de trabajo entre operaciones para garantizar que lo que requiere el cliente es lo que se está produciendo con los mismos tiempos de respuesta totalmente balanceados con los recursos estrictamente necesarios.

---

<sup>11</sup> LUYSTER, Tom. Gestión del flujo de valor : Ocho pasos para implementar métodos de producción lean. Madrid : TGP Hoshin, 2003. 13 p.

## **2.4 DEMANDA.**

Para poder hacer una buena planeación interna y optimizar al máximo los recursos que se involucran en el momento de producir, es necesario entender la demanda de clientes de sus productos incluyendo características de calidad, plazos de entrega y precio. Generalmente son datos históricos que una vez organizados se puede obtener una visión clara de consumo promedio por referencia.

La empresa para calcular la demanda en sus tres líneas, realiza un promedio de ventas de los últimos tres meses, luego se realiza una clasificación para definir las de mayor rotación y poder definir un inventario que cumpla con el servicio ofrecido a los clientes sin quedar desabastecidos. Actualmente, para la línea de banda teja la demanda por día es de 277 juegos, la de banda lámina es de 325 juegos, en bloques la demanda por día es de 352 juegos y de pastillas de 150 juegos.

Después de conocer la demanda de los clientes por día, es necesario mejorar el flujo de respuesta actual y lo que requiere la compañía para responder a sus clientes oportunamente de forma sincronizada en tiempos, que permita una mayor agilidad de respuesta en la transformación del producto, sin exceder los costos, cumpliendo con la promesa de servicio establecida.

## **2.5 FLUJO EFICIENTE O DE VALOR<sup>12</sup>.**

Es la cantidad de material que se mueve desde la operación inicial, que es el almacenamiento de materias primas, hasta el almacén de producto terminado. El flujo eficiente, o de valor ideal, es cuando se trabaja pieza a pieza en toda la línea por el método de arrastre, comúnmente llamado justo a tiempo.

La empresa actualmente cuenta con un sistema de producción intermitente, por lotes de producción de diecisiete juegos transferidos entre operaciones y con una restricción mayor que es la operación de curado donde se acumulan en promedio cien juegos de cada línea para poder curar, solo existe un equipo donde se realizan todos los curados con tiempos diferentes entre líneas, no se cuenta con una posición definida entre equipos generando largos transportes y demoras en el momento de la transformación entre operaciones. Actualmente en la empresa, transformar un lote de producción en promedio contemplando las tres líneas de producción después de colocada la orden, se demora 72 horas. A continuación se observa el plano de recorridos actual donde cada flujo de proceso está representado por un color diferente: rojo para la línea de pastillas, verde que representa los recorridos de la línea de banda lámina, morado representa la línea de banda teja y azul la línea de bloques.

---

<sup>12</sup>LUYSTER, Tom. Gestión del flujo de valor : Ocho pasos para implementar métodos de producción lean. Madrid : TGP Hoshin, 2003. 27 p.

En la parte superior derecha se encuentra el almacén de materiales donde inicia cada proceso con un flujo que no es claro, finalizando en la parte inferior derecha en el almacén de producto terminado.

Plano 1. Planta actual de RECO



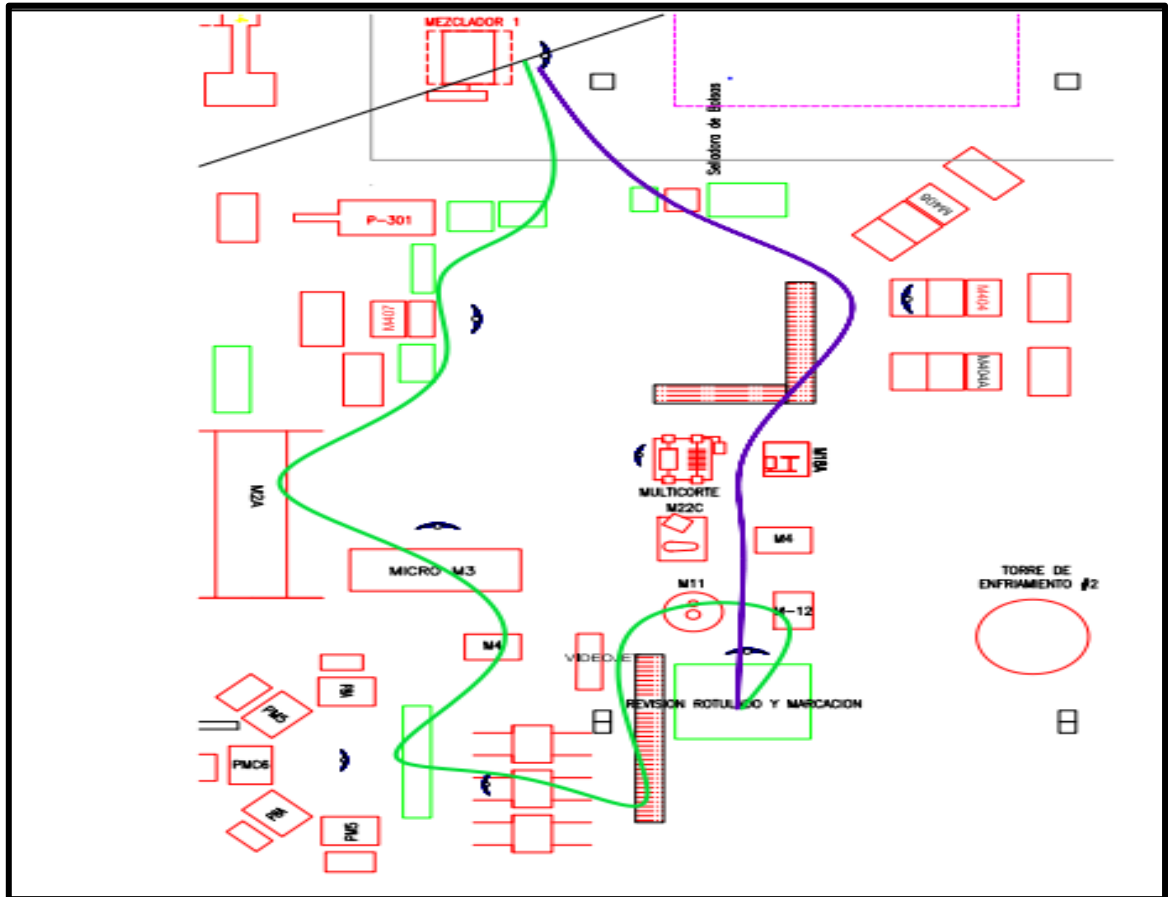
Fuente primaria

## 2.6 FLUJO DE VALOR PROPUESTO.

Luego de tener claro el flujo de proceso actual, que es el que se va a mejorar, se hace un análisis de producto-cantidad (PQ) donde se seleccionan los volúmenes fabricados por líneas en los últimos tres meses mínimo; posteriormente se ordenan los datos de mayor a menor para realizar una gráfica de Pareto y poder visualizar la posición de las máquinas por donde va a pasar el ochenta por ciento de lo que se desea fabricar. El análisis PQ se realiza cuando el montaje de la línea es nuevo o se maneja un amplio portafolio de productos que difieren entre centros de operaciones. Al final se debe tener claro cuál es la mejor posición de cada equipo dentro de la línea de producción. En el caso de la empresa RECO es claro la mejor posición de los equipos en cada una de sus líneas ya que parte del mismo principio e involucra los mismos centros de trabajo en el noventa por ciento

de las referencias a fabricar en sus tres líneas de producción. A continuación se representa en el plano como debe quedar el flujo del proceso propuesto en la línea de bandas.

Plano 2. Línea de bandas



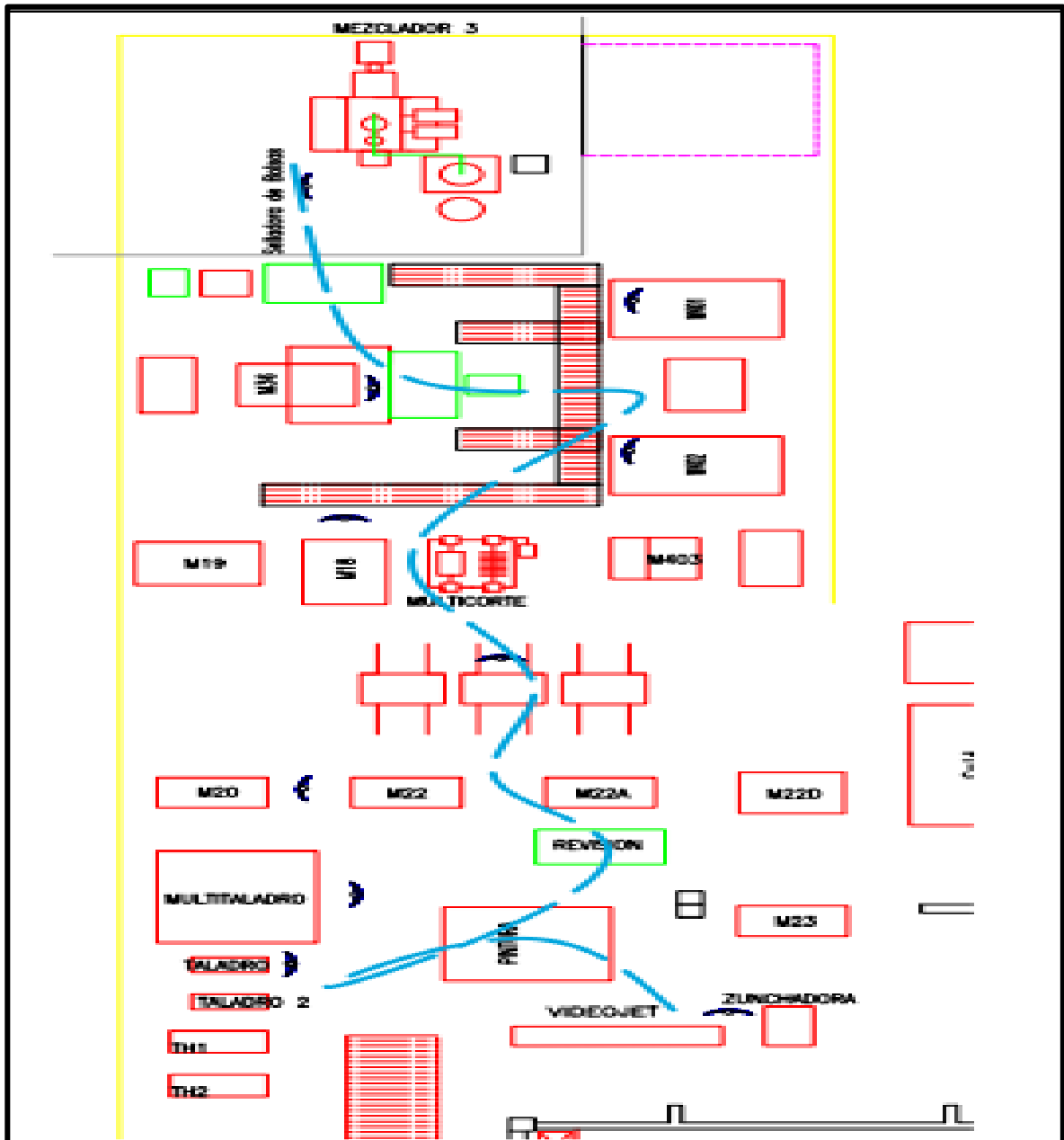
Fuente primaria

Dentro de la línea de bandas se representan dos flujos: la línea verde representa la fabricación de bandas a partir de lámina y la línea morada representa el proceso a partir de teja. Las bandas a partir de la lámina inician en un mezclado (mezclador uno), pasa a prensado en frío (M 301), continua a prensado en caliente (M 407), luego pasa a corte de ancho (M 2A), rectificado en (M 3), sigue a corte de longitud (M 4), continua a moldeo (PM'S), curado que es donde se debe invertir en dos hornos, el material se descarga a una banda que es otra inversión para llevar a marcación (video jet nueva inversión), pulido (M 11), luego chaflán (M 12), revisión y empaque. La línea de tejas representada en morado inicia en mezclado (mezclador uno), continua a prensado en frío, prensado en caliente (M 404, M408, M 404A), luego se descarga en cintas transportadoras (nueva inversión) que



alimenta corte de ancho (M 18A, M 18B), pasa a rectificado (M 22C, M 11), corte de longitud (M 4), continua a chaflán, marcación, rotulado (nueva inversión de zunchadora) y empaque. Ver plano

Plano 3. Línea de bloques

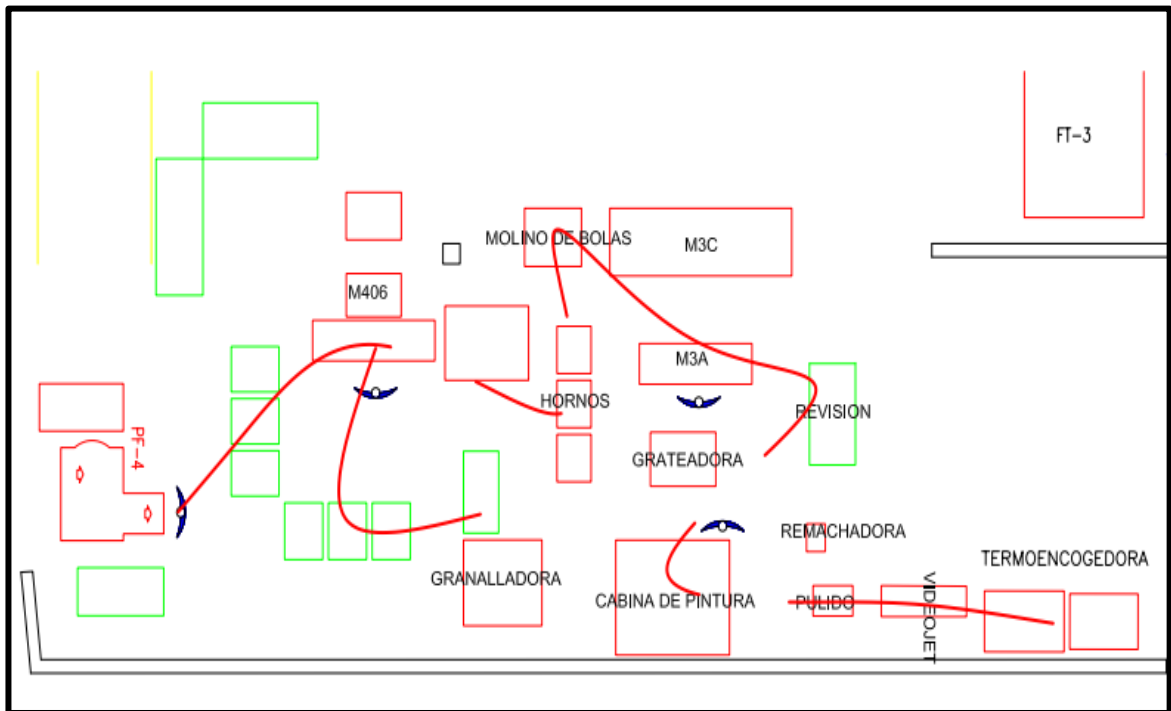


Fuente primaria

La línea de bloques inicia en mezclado (mezclador tres), pasa a prensado en frío que es alimentado por cintas transportadoras (M 36), continua en prensado en

caliente (M 401, M 402), se descarga en cinta transportadora para alimentar corte (M 18, multicorte, M 19), luego se cura en tres hornos que son nueva inversión, sigue a rectificado (M 20, M 22, M 22A, M 22D), pasa a revisión, perforado (Taladro múltiple, Taladro horizontal, Taladro 1-2), pintura (cabina uno), marcación (video jet) y empaque (zunchadora).

#### Plano 4. Línea de pastillas



Fuente primaria

La línea de pastillas es alimentada por el mezclador (1) de la línea de bandas, cada dos días y por aprovechamiento de equipo, se justifica el transporte y no la inversión en uno nuevo, luego pasa a prensado en frío (PF 4), Por otro lado, en granallado se prepara la platina, ambos elementos llegan a prensado en caliente donde son ensamblados (M 406), luego pasa a curado (Horno nueva inversión), sigue la etapa de limpieza (Molino de bolas, Gratado), rectificado (M 3A, M 3C), pintura (cabina dos), pulido, remachado, marcación (video jet nueva inversión) y empaque.

Las tres líneas quedan distribuidas dentro de la planta de producción propuesta como se observa en el siguiente plano, de forma que garantice el flujo continuo, reduciendo al máximo el transporte y los almacenamientos temporales entre operaciones y con la eficiencia que se requiere para garantizar un buen servicio en la entrega de producto al cliente final.

## Plano 5. Distribución planta RECO propuesta



Fuente primaria

### 2.7 TIEMPO DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE.

Generalmente las jornadas laborales son de 480 minutos, para calcular el tiempo de producción disponible neto, se deben restar de esos 480 minutos los tiempos correspondientes a paros programados regulares. En la planta de RECO, del tiempo total del turno de trabajo se resta el tiempo de reunión que se realiza al inicio para conocer el resultado de los indicadores del día anterior, normalmente son 5 minutos; 25 minutos de restaurante, un tiempo de 10 minutos de aseo, que lo realiza puntualmente cada operario en su puesto de trabajo al finalizar el turno de trabajo y un tiempo de alistamiento que cambia por línea.

## **2.8 TIEMPO DE TACTO O RITMO<sup>13</sup>.**

A partir de los datos sobre la demanda de los clientes por línea y el tiempo neto disponible por turno, se determina el tiempo de tacto, o ritmo con el que llega una orden de pedido de un juego que se debe producir para atender la solicitud de un cliente en específico sin olvidar el tiempo de entrega pactado por la empresa. De modo similar como el director de la orquesta guía el ritmo de la música, el tiempo de tacto indica el ritmo de la demanda del cliente; producir según el tiempo de tacto significa sincronizar el ritmo de producción con el de las ventas.

## **2.9 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN BANDA TEJA.**

Después de conocer el ritmo con el que la demanda solicita un juego y el nuevo flujo de proceso que se requiere para dar la respuesta oportuna de forma sincronizada, viene la fase de nivelación de cargas, que es distribuir el trabajo nivelando en volumen y variedad, para reducir el stock en proceso y permitir fabricar la demanda actual, que en promedio es de 277 juegos en la línea de banda teja en un flujo continuo.

### **2.9.1 DEMANDA ACTUAL BANDA TEJA.**

La línea de banda teja actualmente cuenta con un tiempo disponible de 410 minutos después de descontar todos los tiempos mencionados más 30 minutos en promedio por turno, en alistamiento de equipos o cambio de utillajes; se trae la demanda de la línea por turno para dividir el tiempo disponible y obtener el tiempo de tacto que al final lo que muestra es que cada 1.48 minutos un cliente solicita un juego de bandas a partir de teja.

TIEMPO DISPONIBLE	410 Minutos
DEMANDA	277 Unidades
TIEMPO TACTO	1.48 Minutos/Unidad

### **2.9.2 TIEMPO DE CICLO POR OPERACIÓN.**

Después de tener el ritmo al que la demanda requiere un juego de bandas a partir de teja se debe conocer el ritmo de cada operación para producir un juego dado en minutos.

---

<sup>13</sup> LUYSTER, Tom. Gestión del flujo de valor: Ocho pasos para implementar métodos de producción lean. Madrid : TGP Hoshin, 2003. 48 p.

Para la primera operación que es mezclado se tiene un tiempo de proceso de 30 minutos, es la mezcla para 173 juegos; se divide los minutos por los juegos y se obtiene que cada 0.17 minutos se tiene un juego en esta operación.

<b>DATOS</b>	<b>MEZCLAS</b>
Ciclo proceso	30
Pesada	180
peso teja	2,6
No tejas/pesada	69
no juegos por teja	2,5
No juegos por pesada	173
<b>Tiempo ciclo(minutos)/juego</b>	<b>0,17</b>

El prensado en frío tiene un tiempo de proceso en el equipo de 2,5 minutos y sale material para 2,5 juegos; se hace la división y se obtiene que en esta operación cada minuto se procese un (1) juego.

<b>DATOS</b>	<b>PRENSADO EN FRIO</b>
Ciclo del equipo/vez	2,5
No. Juegos/teja	2,5
<b>Tiempo ciclo(minutos)/juego</b>	<b>1</b>

En el prensado en caliente se tiene un tiempo de proceso del equipo de 20 minutos y se obtienen 4 tejas, Cada teja da para 2,5 juegos, se obtiene en esta operación que cada 2 minutos se procesa 1 juego.

<b>DATOS</b>	<b>PRENSADO EN CALIENTE</b>
Ciclo del quipo/vez	20
No. Tejas por vez	4
Ciclo por teja	5
No. Juegos/teja	2,5
<b>Tiempo ciclo(minutos)/juego</b>	<b>2</b>

Para el corte se tiene un tiempo de proceso de 0,96 minutos y se corta 2,5 juegos por vez, se tiene que por juego se demora 0,38 minutos.

<b>DATOS</b>	<b>CORTE</b>
Ciclo equipo/teja	0,96
No. Juegos/teja	2,5
<b>Tiempo ciclo(minutos)/juego</b>	<b>0,38</b>

En rectificado, el equipo tiene un tiempo de proceso de 0,33 minutos por segmento, cada juego está compuesto por 4 unidades, se multiplican los dos datos y se obtiene como resultado que esta operación procesa un juego cada 1,33 minutos.

<b>DATOS</b>	<b>RECTIFICADO EXTERNO</b>
Ciclo del quipo/segmento	0,33
No. Segmentos/juego	4
<b>Tiempo ciclo(minutos)/juego</b>	<b>1,33</b>

La siguiente operación es corte longitudinal, se procesa un segmento cada 0,16 minutos que multiplicado por cuatro da 0,67 minutos por juego.

<b>DATOS</b>	<b>MAQUINA 4</b>
Ciclo del quipo/segmento	0.16
No. Segmentos/juego	4
<b>Tiempo ciclo (minutos)/juego</b>	<b>0,67</b>

Luego de hacer el corte longitudinal, a cada segmento se debe pulir en las puntas para que los bordes no queden tan salientes y se garantice un mejor asentamiento, esto es lo que se llama Chaflán; la operación se demora por ciclo de equipo 5 segundos por segmento, para procesar 4 unidades que son un juego se demora 20 segundos, es decir, cada 0.33 minutos se obtiene un juego.

<b>DATOS</b>	<b>CHAFLAN</b>
Ciclo del quipo/segmento	5
No. Segmentos/juego	4
Tiempo ciclo/juego	20
<b>Tiempo ciclo (minuto)/juego</b>	<b>0,33</b>

La siguiente operación que continúa es marcación en cada segmento, se marca la trazabilidad, referencia, código de fricción y referencia. Marcar cada segmento se demora 4 segundos por cuatro segmentos que componen un juego son 16 segundos, pasado a minutos es 0,27 minutos por juego.

<b>DATOS</b>	<b>MARCADO</b>
Ciclo del quipo/segmentos	4
No. Segmentos/juego	4
Tiempo ciclo/juego	16
<b>Tiempo ciclo (minuto)/juego</b>	<b>0,27</b>

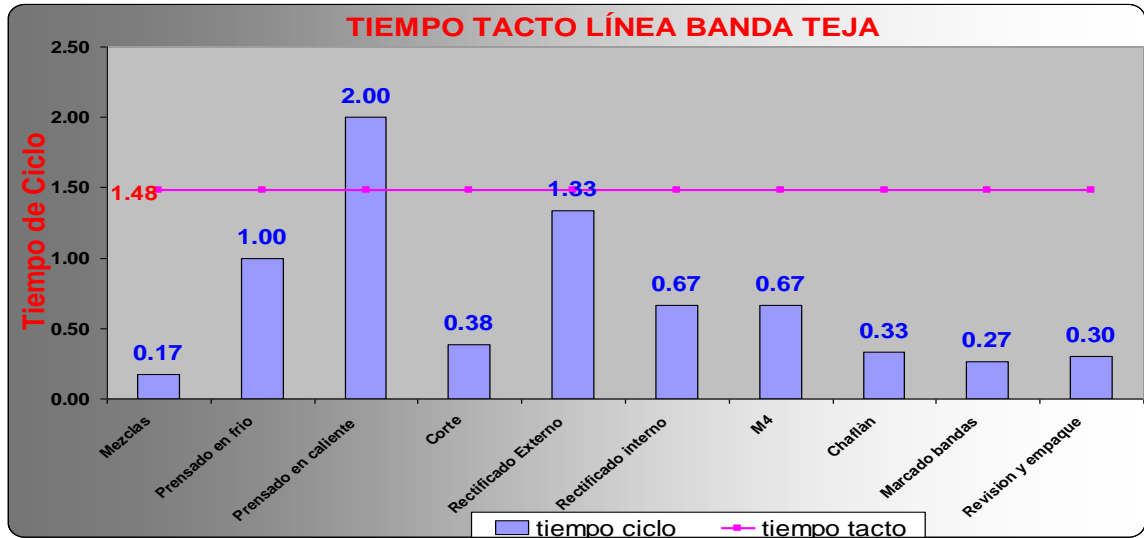
Por último se revisa y se empaca, la revisión se realiza al 100% para garantizar que no haya ningún segmento defectuoso y posterior a esto se hace un rotulado del producto y se colocan las etiquetas para ingresar al almacén. Esta operación tiene un tiempo de 4,5 segundos por unidad, procesar cada juego se demora en esta operación 0,3 minutos.

<b>DATOS</b>	<b>REVISION Y EMPAQUE</b>
Ciclo del quipo/segmento	4,5
No. Segmentos/juego	4
Tiempo ciclo/juego	18
<b>Tiempo ciclo (minuto)/juego</b>	<b>0,3</b>

### **2.9.3 BALANCEO DE LA LÍNEA BANDA TEJA.**

Luego que se tiene el tiempo de tacto o ritmo al que los clientes solicitan un juego de bandas y todos los tiempos de las operaciones que componen el flujo de proceso para fabricarlo, se elabora una gráfica actual para empezar a balancear cargas de trabajo. Cada espacio que se observa entre la línea de demanda y el ritmo de la operación es la posibilidad de generar inventario en proceso que no se requiere. En el gráfico se observan algunas operaciones con tiempos más rápidos que otras, la empresa tiene asignada una persona para mezclas, una para prensado en frío, una para prensado en caliente, una para corte ancho y longitudinal, una para rectificado externo, una para rectificado interno y chaflán, una para marcación y una para revisión y empaque; en total ocho personas cargadas a la línea.

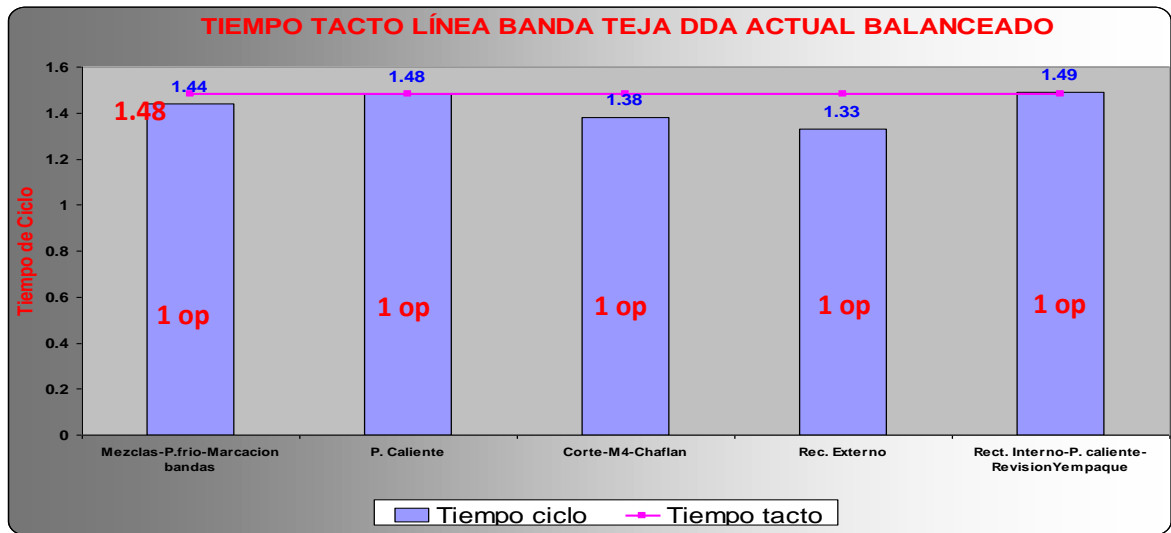
Gráfica 1. Tiempo tacto línea banda teja



Fuente primaria

Actualmente en la línea de banda teja se trabaja con 8 operarios, donde se tiene una operación restrictiva que produce un juego cada dos minutos, esta operación se debe revisar para explotarla al máximo de tal forma que no se pierda ningún tiempo y que esta esté mínimo al tiempo de solicitud de la demanda, Las demás operaciones se deben juntar como células de manufactura ejecutadas por un solo operario tratando que esté al mismo ritmo de la demanda.

Gráfica 2. Tiempo tacto línea banda teja DDA actual balanceado



Fuente primaria



PROCESO	TIEMPO CICLO
Mezclas, Prensado en Frío y Marcación de bandas	1.44
Prensado en Caliente	1.48
Corte de ancho, corte de largo y Chaflán	1.38
Rectificado Externo	1.33
Rectificado Interno, Revisión y Empaque.	1.49

#### 2.9.4 CONCLUSIÓN BANDA TEJA

Para hacer el balanceo teniendo en cuenta el tiempo de tacto 1.48 min/juego, en el primer proceso se unen mezclas, prensado en frío y marcación de bandas, con tiempos de ciclo de 0.17, 1.00, 0.27 min/juego respectivamente para un total de 1.44 min/juego, este proceso lo hace un operario, garantizando que en esta célula de manufactura compuesta por estas tres operaciones genere un juego al ritmo de la demanda sin inventario en proceso.

La siguiente etapa del proceso es la restricción, es la que pone la velocidad del flujo dentro de la línea, prensado en caliente sin la unión de otra operación se debe explotar al máximo, haciendo relevos en tiempos de descanso, los cambios de utillaje deben ser planeados y programados para pasar a un tiempo de operación de 2 minutos a 1.48 min/juego, realizado por un operario.

Para la siguiente célula de manufactura se unen corte de ancho, corte de largo y chaflán, este proceso lo debe hacer un operario; el tiempo de ciclo total para este proceso sería de 1.38 minutos/juego.

En la siguiente célula de proceso se unen rectificado interno, revisión y empaque, como esta célula de trabajo es más ágil que las demás con un tiempo ocioso de 0,24 minutos/juego es quien debe hacer los relevos de descanso en la restricción que es Prensado en caliente para un tiempo total de 1.49 min/juego y se haría con un operario.

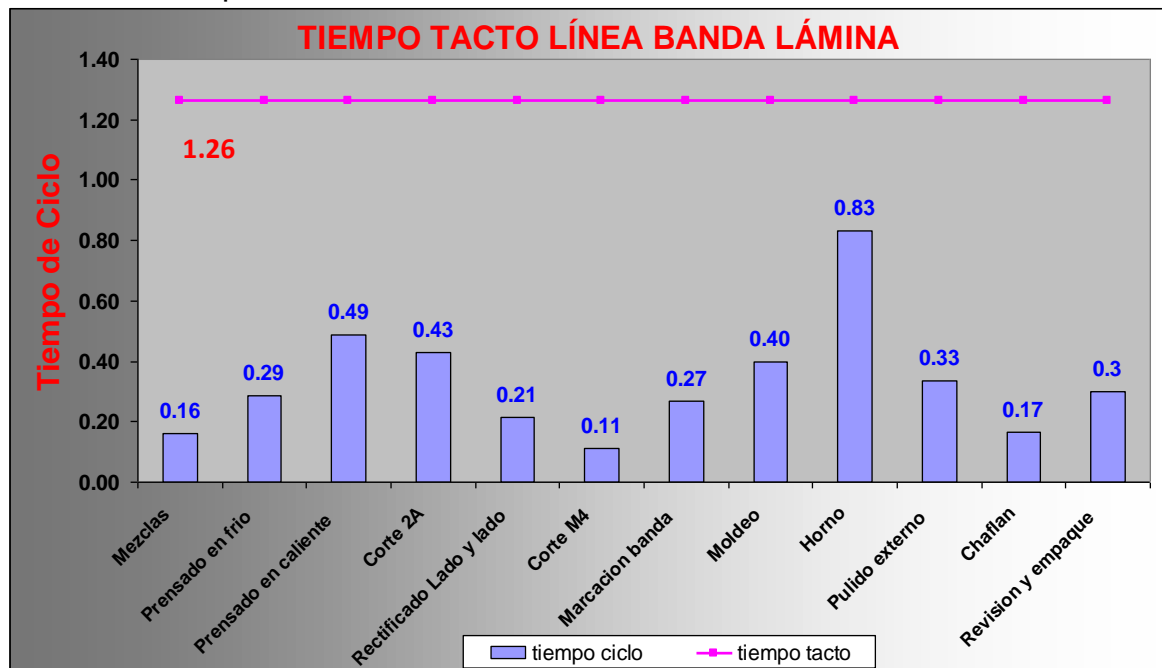
Finalmente la línea de banda teja queda balanceado con cinco operarios, con una reducción de tres operarios comparado con el método de trabajo anterior y teniendo en cuenta la demanda de producto de esta línea, generando cero inventario en proceso.

## 2.10 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN BANDA LÁMINA.

Para todas las demás líneas se debe realizar los mismos cálculos de tiempo de tacto o ritmo con el que la demanda solicita un juego y la capacidad de respuesta de cada operación dentro del proceso para asignar los recursos necesarios, cumpliendo con la demanda oportunamente, sin los costos.

TIEMPO DISPONIBLE	410 minutos
DEMANDA	325 juegos
TIEMPO TACTO	1.26 min/juego

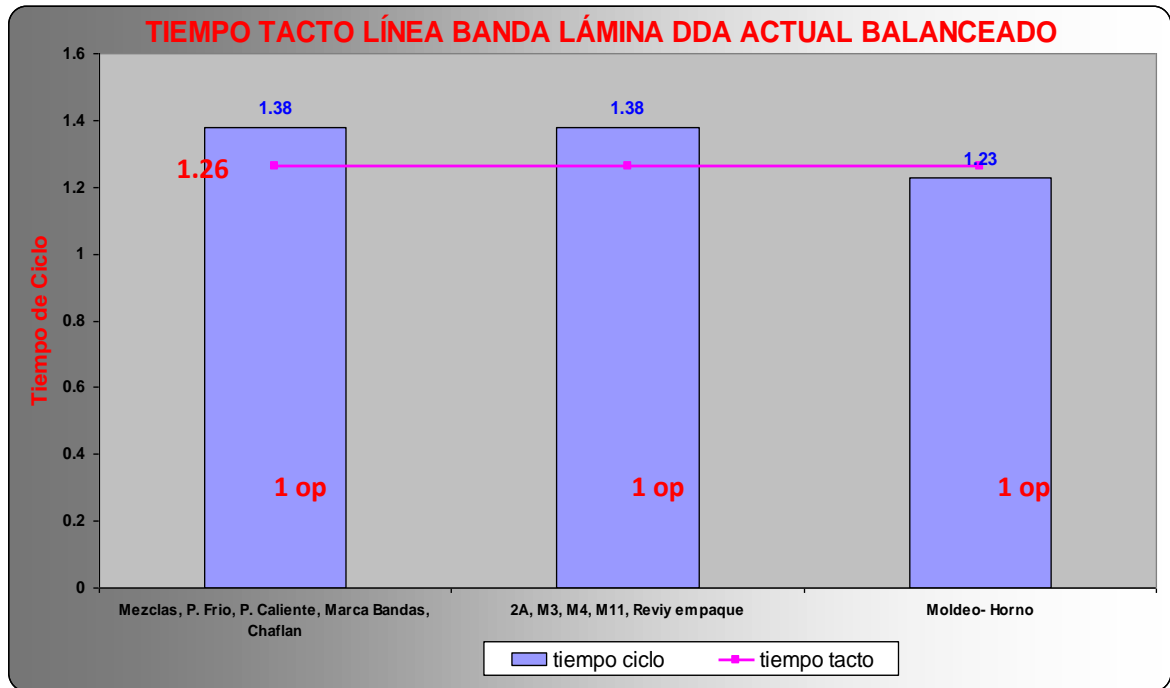
Gráfica 3. Tiempo tacto línea banda lámina



Fuente primaria

Actualmente en la línea de banda lámina se trabaja con cinco operarios, donde claramente se observa una capacidad instalada en la línea muy superior al ritmo de la demanda, teniendo en cuenta la operación más lenta, este ritmo de proceso coloca un juego de bandas en el almacén cada 0,83 minutos por juego, la demanda lo solicita cada 1,26 minutos por juego, arrojando como resultado un sobre stock en almacén de producto terminado.

Gráfica 4. Tiempo tacto línea banda lámina DDA actual balanceado



Fuente primaria

### 2.10.1 CONCLUSIÓN BANDA LÁMINA

Para balancear la línea de banda lámina, se unen en la primera célula de proceso las operaciones de mezclas, prensado en frío, Prensado en caliente, marcación bandas y chafflán para un tiempo de 1.38 min/juego, como la sumatoria de los tiempos es mayor al ritmo de demanda se debe trabajar los cambios de utillaje de forma planeada garantizando reducir los tiempos, para que el tiempo de operación de la célula sea igual al de la demanda.

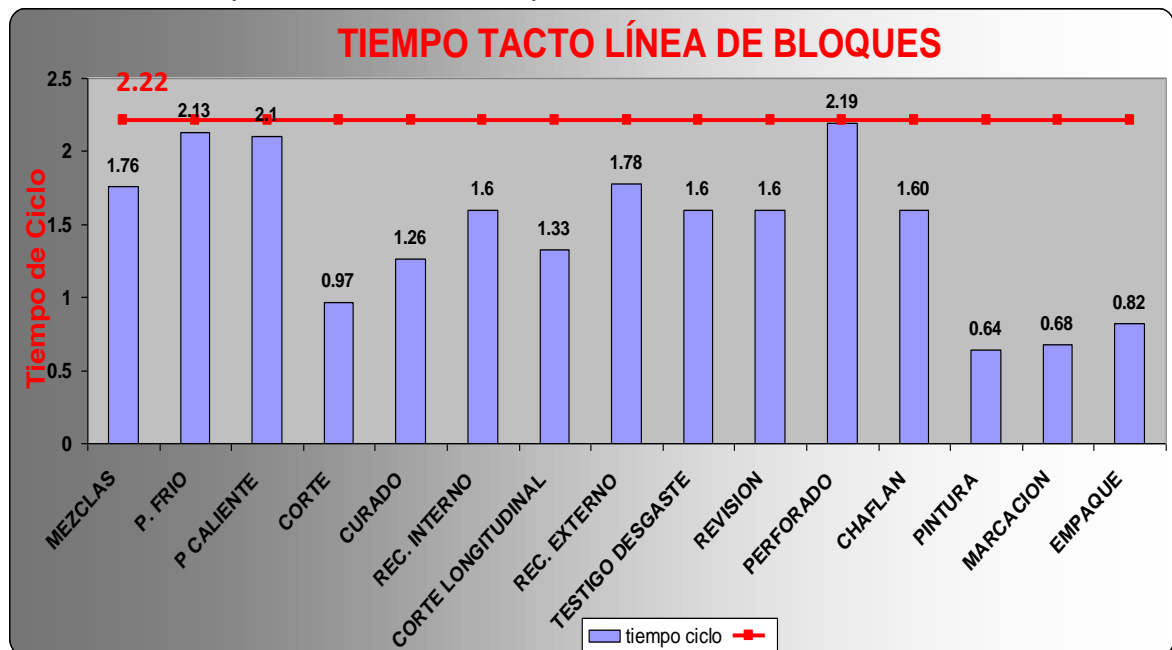
En la segunda célula de proceso se unen corte de ancho, rectificado, corte longitud, chafflán, revisión y empaque con 1.38 minutos por juego, se debe planear igualmente los tiempos de utillaje, como en la primera célula, para nivelarla con la demanda.

Finalmente para la tercera célula de proceso se une moldeo y horno para un tiempo total de 1.23 minutos por juego. Teniendo en cuenta la demanda de producto e ir a la par en esta línea, Banda lámina queda balanceada con tres operarios, con una reducción de dos operarios, sin generar sobre inventario en el almacén de producto terminado.

## 2.11 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN BLOQUES.

TIEMPO DISPONIBLE	780 Minutos
DEMANDA	352 Unidades
TIEMPO TACTO	2.22 Minutos/Unidad

Gráfica 5. Tiempo tacto línea de bloques

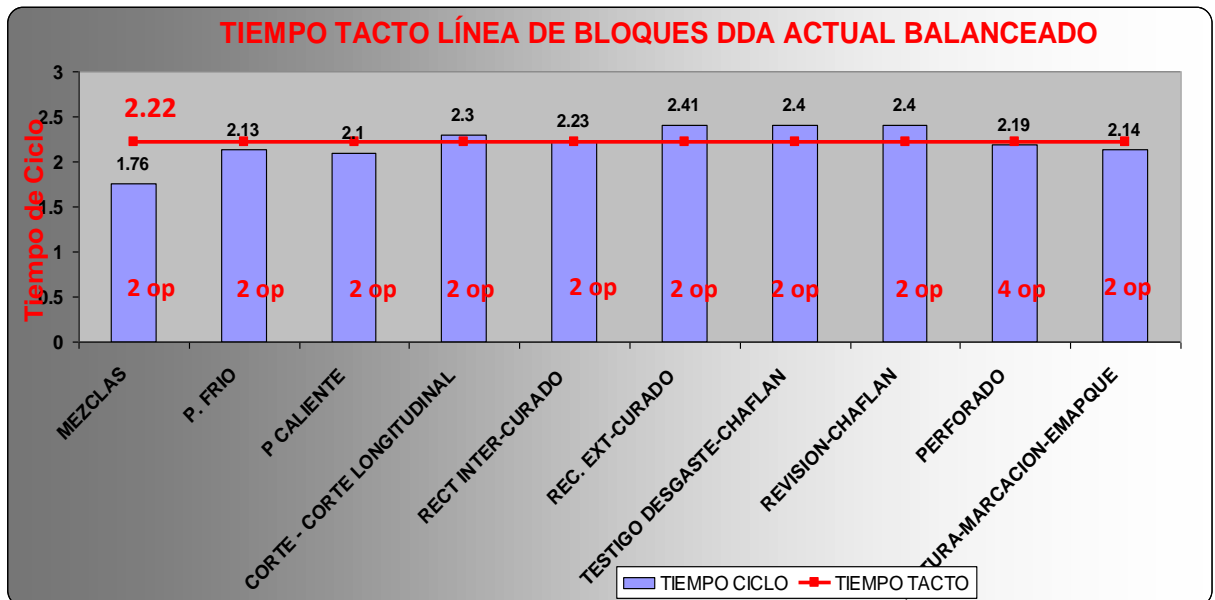


Fuente primaria

Actualmente en la línea de bloques se trabaja con 31 operarios, distribuido en dos turnos, con unos tiempos de operación, en unas partes muy ajustados y en otros con mucho tiempo ocioso que trabajando al mismo ritmo se genera inventario en proceso innecesario.

Luego se balancea el flujo de proceso con cada operación teniendo en cuenta el ritmo de la demanda, como se hizo en las líneas anteriores.

Gráfica 6. Tiempo tacto línea de bloques DDA actual balanceado



Fuente primaria

### 2.11.1 CONCLUSIÓN BLOQUES

Para balancear la línea de bloques, la primera operación se trabaja con un operario por turno con un tiempo de 1,76 minutos por juego. La segunda que es prensado en frío se ejecuta con un operario por turno con un tiempo de 2,13 minutos por juego. La tercera operación se hace con un operario por turno con un tiempo de 2,1 minutos por juego.

En la siguiente etapa del proceso se unen corte y corte longitudinal, con un tiempo de 2,3 minutos por juego con un operario.

En la segunda célula de proceso se unen rectificado interno con curado y rectificado externo con tiempos de 2,23 y 2,41 respectivamente con dos operarios.

En la siguiente célula se unen testigo de desgaste, chaflán y revisión con tiempos de 2,4 minutos por juego con dos operarios.

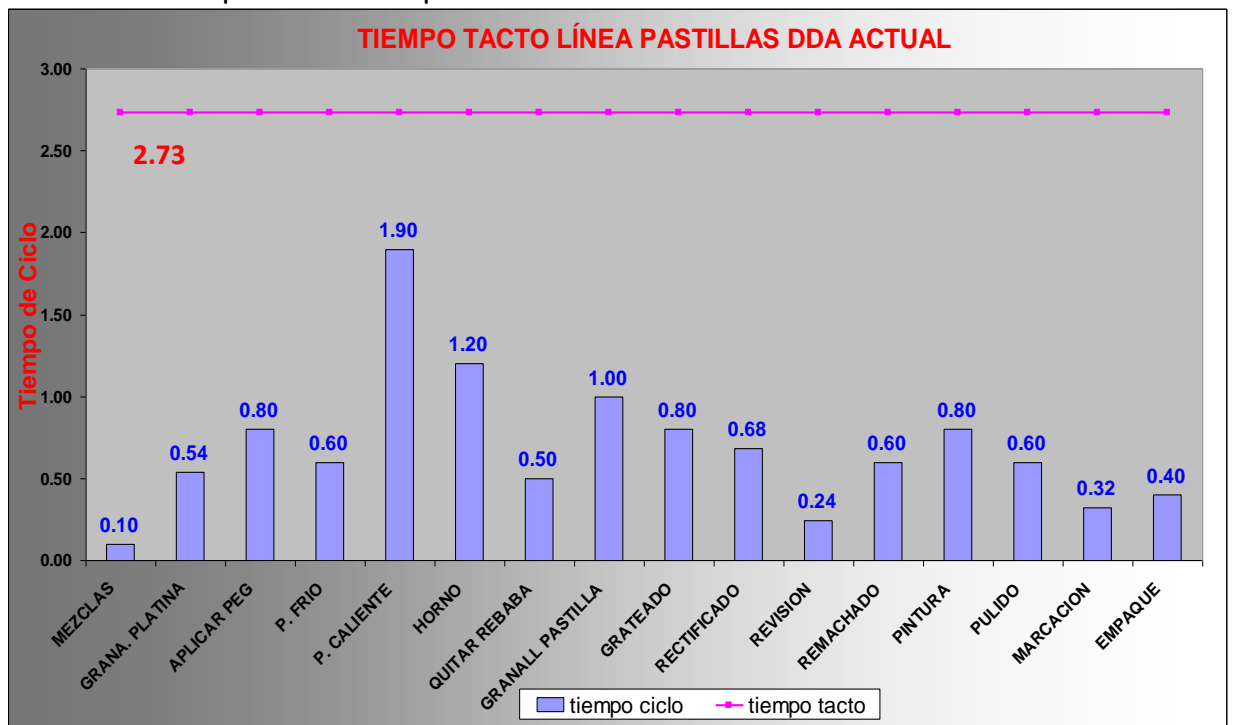
La siguiente operación se debe trabajar con dos operarios por turno con un tiempo de 2,19 minutos por juego.

Finalmente se une pintura, marcación y empaque con un tiempo de 2,14 minutos por juego con un operario por turno. Se da una reducción de nueve operarios dentro de la línea que pasan a reforzar otras áreas de trabajo.

## 2.12 NIVELACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO EN PASTILLAS.

TIEMPO DISPONIBLE	410 Minutos
DEMANDA	150 Unidades
TIEMPO TACTO	2.73 Minutos/Unidades

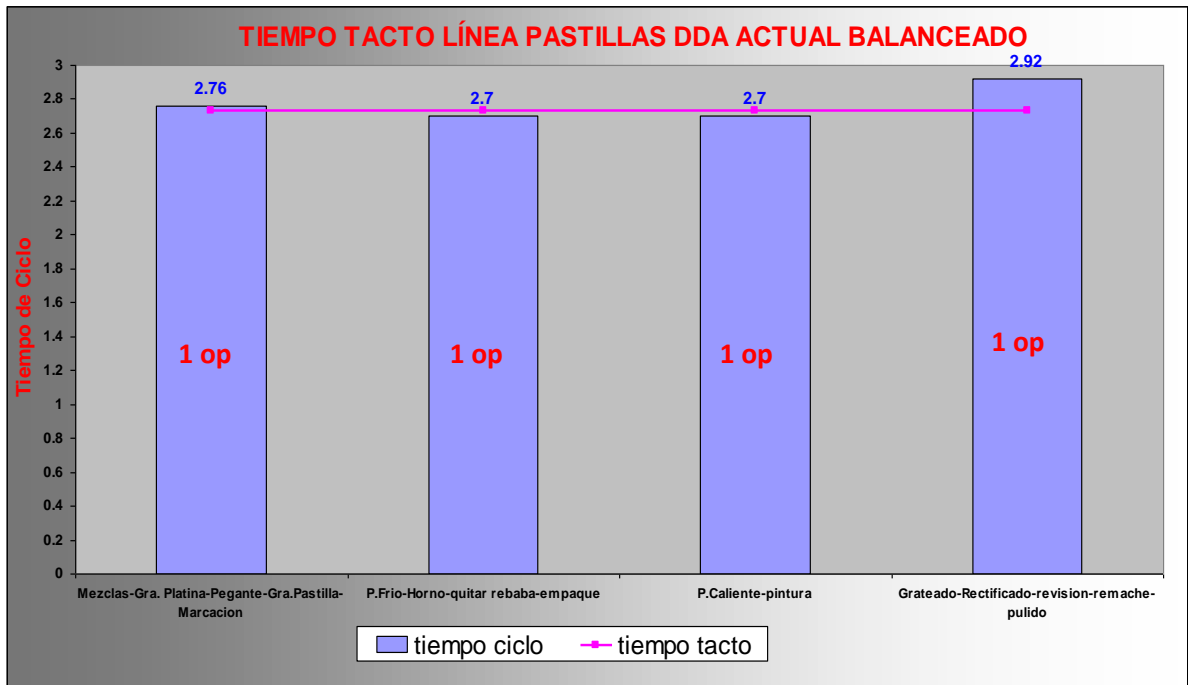
Gráfica 7. Tiempo tacto línea pastillas DDA actual



Fuente primaria

Actualmente en la línea de pastillas se trabaja con cinco operarios, donde claramente se observa una capacidad instalada en la línea muy superior al ritmo de la demanda, similar a la línea de banda lámina; teniendo en cuenta la operación más lenta, este ritmo de proceso coloca un juego de pastillas en el almacén cada 1,90 minutos por juego, la demanda lo solicita cada 2,73 minutos por juego, arrojando como resultado un sobre stock en almacén de producto terminado.

Gráfica 8. Tiempo tacto línea pastillas DDA actual balanceado



Fuente primaria

### 2.12.1 CONCLUSIÓN PASTILLAS.

Para balancear la línea de pastillas se debe contar con 4 operarios y la unión de varios procesos, para el primer proceso se deben unir mezclas, granallado de platina, pegado de platina, granallado de pastilla y marcación como una célula de manufactura ejecutada por un operario, con un tiempo de 2.76 min/juego.

La segunda célula de manufactura debe estar compuesta por prensado en frío, curado, retirar rebaba y empaque con un tiempo de 2.70 min/juego, ejecutada por un operario; la siguiente célula está compuesta por prensado en caliente y pintura, ejecutada por un operario con un tiempo de 2.70 min/juego.

La última célula está compuesta por grateado, rectificado, revisión, remachado y pulido, manejado por otro operario con un tiempo de 2.92 min/juego. Teniendo en cuenta la demanda de producto e ir a la par con la producción en esta línea, pastillas queda balanceada con cuatro operarios, con una reducción de un operario.

### **2.13 LOCAL.**

La empresa cuenta con un local propio de cuatro mil doscientos metros cuadrados, se debe realizar adecuaciones civiles para ubicar las líneas de producción sobre un espacio de dos mil quinientos veintisiete metros cuadrados, el espacio restante que son mil seiscientos setenta y tres metros cuadrados, se debe adecuar en dos bodegas independientes para arriendo, de tal forma que generen otros ingresos, donde están ubicadas el metro cuadrado cuesta \$11.000 por 1672m<sup>2</sup> se tienen otros ingresos por \$18,392.000

Los costos por adecuación de local, se generan por reparación de pisos, retirar muros, trabajos eléctricos, mecánicos y organizar bodegas para alquiler por un valor de \$780,000.000.

Se inicia definiendo cada uno de los recursos importantes, que hacen parte del proceso productivo, como las materias primas, las personas y las máquinas; es necesario invertir en los equipos mencionados para separar cada una de las líneas que permita tener un flujo continuo y lograr la eficiencia esperada.

En este capítulo se logra evidenciar con el balanceo de los recursos, que son muchos los beneficios que se tienen cuando la línea funciona toda a la misma marcha en un flujo continuo. El inventario en proceso baja a cero porque no hay esperas entre operaciones, el consumo de materia prima se hace más controlado de tal forma que nivela los picos de consumo y permite realizar los pedidos a proveedores de forma sincronizada, las personas son más eficientes porque transforman el producto necesario sin tener excesos de inventario, las máquinas pueden tener una planeación de mantenimientos preventivos en los tiempos que no esté en funcionamiento y finalmente los rechazos y desperdicios son más controlados, ya que cuando ocurre una falla en una operación, inmediatamente es detectada por la operación que continúa y se puede parar a tiempo. Se logra demostrar un ahorro en personal operativo de 15 personas, que representa el 31.2% del tiempo cargado.



### **3 DETERMINAR CÓMO PUEDEN SER EFICIENTES LAS MÁQUINAS, EL PERSONAL Y EL ESPACIO DISPONIBLE PARA FACILITAR LOS DEZPLAZAMIENTOS Y REDUCIR LOS DESPILFARROS EN LAS LÍNEAS.**

Se inicia el capítulo definiendo los siete despilfarros o pérdidas más comunes dentro del sector manufacturero. Se retoman nuevamente los recursos de materia prima, maquinaria, personal y espacio que son de vital importancia en todo proceso productivo y cuál debe ser la correcta disposición para obtener una mayor optimización y por ende eficiencia en todas sus etapas de fabricación en el producto final. Se realiza nuevamente el balanceo por cada línea teniendo en cuenta el crecimiento de mercado proyectado, partiendo de un flujo intermitente y terminando con un flujo de proceso continuo, que permita ser más eficientes con los recursos.

#### **3.1 DESPILFARROS<sup>14</sup>.**

La meta última del enfoque *lean* es la eliminación total del despilfarro. El despilfarro (en japonés muda), es cualquier cosa que añade costos o tiempo sin agregar valor. Toyota es uno de los líderes en el tema a nivel mundial, define el despilfarro como: “Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas espacio y tiempo del operario que resultan totalmente esenciales para añadir valor al producto”. La definición de Toyota abarca absolutamente todos los insumos de un producto. Desarrollarla y llevarla a la práctica les ha llevado décadas y a ser la empresa mejor gestionada del mundo, la más rentable del automóvil y un ejemplo a seguir. No cabe duda, Toyota es el mejor fabricante del mundo y sus competidores parece que aún están lejos de poder imitarles si bien, es cierto que lo intentan.

Con los años, se han identificado siete despilfarros perjudiciales que son: Sobreproducción, esperas, transporte, proceso innecesario, stocks, movimientos y defectos. Estos se desarrollan a continuación.

##### **3.1.1 DESPILFARRO DE SOBREPDUCCIÓN.**

Es producir componentes que no son necesarios para uso o venta inmediata, es decir, que se producen más bienes y servicios que los que son demandados o que pueden ser vendidos en el mercado a precios que cubran los costos y generen alguna utilidad. La sobreproducción es una función de la mentalidad del supervisor de línea, quien se preocupa por problemas tales como fallas en las máquinas, productos defectuosos y ausentismo, que lo obligan a producir más de lo necesario simplemente para estar en una posición de seguridad. Este tipo de muda es el resultado de adelantarse al programa de producción. Cuando se trata de una máquina costosa, con frecuencia se descarta la necesidad de un número de productos, en favor de la utilización eficiente de la máquina.

---

<sup>14</sup> IMAI, Masaaki. Gemba kaizen : Como implementar el kaizen en el sitio de trabajo. Bogotá : MC Graw Hill, 1998. 67p.

En un sistema justo a tiempo, sin embargo, adelantarse al programa de producción se considera peor que retrasarse. Producir más de lo necesario genera un tremendo despilfarro: el consumo de materias primas antes de que estas se necesiten; el consumo derrochador de mano de obra y de servicios públicos; las adiciones de maquinaria; el incremento en las cargas de los intereses; el espacio adicional para almacenar el exceso de inventario; los costos agregados de administración y transporte. De todos los mudas, el exceso de producción es el peor. Este da a las personas un falso sentimiento de seguridad, contribuye a cubrir todo tipo de problemas y oculta aquella información que puede suministrar indicios en la zona de producción. Producir más de lo necesario debe considerarse un crimen. La sobreproducción surge de los siguientes supuestos o políticas que carecen de validez:

- Producir tanto como se pueda en el proceso, sin tener en cuenta la velocidad apropiada a la cual puede operar la siguiente operación o célula de la línea.
- Dar al operario suficiente libertad de acción para producir.
- Permitir que cada proceso o línea tenga un interés en incrementar su propia productividad.
- Acelera el índice de producción sin fallas causadas por la línea. (el índice de producción sin fallas se refiere al porcentaje de productos que se terminan sin reprocesamiento).
- Dejar que las máquinas produzcan más de lo necesario porque tienen un exceso de capacidad.
- Introducir máquinas costosas porque estas no pueden depreciarse, a menos que se mejore la proporción de uso en la operación.

### **3.1.2 DESPILFARRO DE INVENTARIOS O STOCKS.**

Los productos finales, los productos en proceso, o los repuestos y los suministros que se mantienen en inventario no agregan ningún valor. Por el contrario, aumentan el costo de operación porque ocupan espacio y requieren equipos e instalaciones adicionales, tales como bodegas, elevadores de cargas y sistemas computarizados de cintas transportadoras. Además, una bodega requiere recursos humanos adicionales para operación y administración.

Mientras el exceso de ítems permanece en inventario y recoge polvo, no se agrega ningún valor, y su calidad se deteriora con el transcurso del tiempo. Lo que es aún peor, estos elementos podrían ser destruidos por un incendio u otro desastre. Si no existiera muda de inventario, podría evitarse una gran cantidad de despilfarro. El inventario es el resultado de una sobreproducción. Si la sobreproducción es un crimen, el inventario debería considerarse como un enemigo que debe destruirse. Infortunadamente, todos nosotros conocemos gerentes que no pueden dormir en la noche si no tienen un buen inventario.

Con frecuencia, el inventario se compara con el nivel de agua que oculta problemas. Cuando el nivel de inventario es alto, nadie posee la seriedad suficiente para manejar problemas como calidad, tiempo de no trabajo, operación de las máquinas y ausentismo, perdiendo la oportunidad de mejora.

Bajar los niveles de inventario nos ayudan a identificar áreas que necesitan atención y nos obliga a enfrentar problemas, a medida que estos van apareciendo; esto es exactamente lo que busca el sistema de producción justo a tiempo: cuando el nivel de inventario baja y alcanza finalmente la línea de flujo de una sola pieza, el mejoramiento continuo se convierte en una actividad diaria obligatoria.

### **3.1.3 DESPILFARRO DE DEFECTOS Y RECHAZOS.**

Los rechazos o productos defectuosos interrumpen la producción y requieren una costosa repetición del trabajo. Con frecuencia, los productos defectuosos deben descartarse, lo que significa un gran despilfarro de recursos y de esfuerzo.

En el ambiente de producción masiva de hoy, una máquina automatizada de alta velocidad con fallas de funcionamiento puede arrojar una gran cantidad de productos defectuosos antes de que se pueda detener el problema. Igualmente, los productos defectuosos pueden dañar máquinas o dispositivos costosos. Por lo tanto se deben asignar ayudantes para las máquinas de alta velocidad, que estén listos para detenerlas tan pronto como se identifique un mal funcionamiento.

El hecho de tener que destinar un ayudante para esta tarea frustra el propósito de tener una máquina de alta velocidad. Al menos, estas máquinas deberían estar equipadas con mecanismos que las detengan tan pronto como se genere un producto defectuoso.

Con frecuencia, los proveedores se quejan de la cantidad de papeleo y de los muchos cambios de diseño que solicitan sus clientes. En un sentido más amplio, ambos problemas involucran *muda*. El despilfarro en exceso de papeleo podría eliminarse reduciendo los trámites burocráticos, modernizando las operaciones, eliminando procesos innecesarios y acelerando el tiempo de toma de decisiones sobre procesamiento. El problema de cambios excesivos de diseño produce como resultado una muda de repetición de trabajo. Si los diseñadores hicieran correctamente su trabajo desde el comienzo, si tuvieran una mejor comprensión de los requerimientos de clientes y proveedores, como también del requerimiento de su propio lugar de trabajo, podrían eliminar la muda de los cambios de diseño. El mejoramiento continuo puede aplicarse con igual efectividad tanto a los proyectos de ingeniería como a los problemas relacionados con el lugar de trabajo.

### **3.1.4 DESPILFARRO DE MOVIMIENTO.**

Cualquier movimiento del cuerpo de una persona, que no se relacione directamente con la adición de valor, es improductivo. Por ejemplo, cuando una persona camina no está agregando valor alguno. En particular, debe evitarse cualquier acción que requiera gran esfuerzo físico por parte de un operador, como levantar o llevar un objeto pesado, no solo porque esto es difícil, sino porque esto representa *muda*. Mediante una reorganización de lugar de trabajo puede eliminarse la necesidad que un operador lleve un objeto pesado durante una distancia determinada. Si observamos un operador trabajando, descubriremos que el verdadero momento de adición de valor toma solo unos cuantos segundos; el resto de sus movimientos representa acciones que no agregan valor, como recoger o regresar a su sitio una pieza de trabajo. Con frecuencia, la misma pieza de trabajo se recoge con la mano derecha y luego se sostiene con la mano izquierda. Por ejemplo, una persona que trabaja con una máquina de coser recoge primero unas pocas piezas de tela de la caja de suministros, las coloca luego sobre la máquina y finalmente, recoge una pieza de tela para coserla en la máquina. Esto es muda de movimiento. La caja de suministros debe ubicarse, de manera que el operador pueda recoger una pieza de tela e introducirla directamente en la máquina de coser.

Para identificar la *muda* de movimiento, necesitamos observar con cuidado la forma en la que los operadores usan sus manos y piernas. Después debemos redistribuir la colocación de las partes y desarrollar herramientas y soportes apropiados.

### **3.1.5 DESPILFARRO DE PROCESAMIENTO.**

Algunas veces, la tecnología o el diseño inadecuados conducen a muda en el trabajo de procesamiento en sí. Un acceso indebidamente distante o un exceso en el procesamiento de la máquina, un accionar improductivo de la prensa y el quitar las virutas que quedan al taladrar una lámina constituyen todos ejemplos de muda de procesamiento que se puede evitar. En cada paso en que se trabaja una pieza de trabajo o un elemento de información, se agrega valor y se envía luego al proceso siguiente. En este caso, procesamiento se refiere a modificar este tipo de pieza de trabajo o elemento de información. Con frecuencia, la eliminación de la muda en el procesamiento puede lograrse con una técnica de sentido común y de bajo costo. Mediante la combinación de operaciones puede evitarse algún procesamiento derrochador. Por ejemplo, en una planta donde se producen teléfonos, el auricular y el cuerpo se ensamblan en líneas separadas y posteriormente se unen en la línea de ensamblaje. Con el fin de proteger contra ralladuras las superficies de los auriculares mientras se transportan hacia la línea final de ensamble, cada auricular se envuelve en una bolsa plástica. Sin embargo, al conectar la línea de ensamble de auriculares con la línea de ensamble final, la empresa podría eliminar la operación de envoltura plástica.

El despilfarro en el procesamiento también se produce, en muchos casos, como resultado de una falta de sincronización de procesos. Con frecuencia, los operadores tratan de participar en el trabajo de procesamiento en un grado mucho más intenso que el necesario, lo que constituye otro ejemplo de muda de procesamiento.

### **3.1.6 DESPILFARRO DE ESPERA.**

El despilfarro de espera se presenta cuando las manos del operador están inactivas; cuando el trabajo de un operador se detiene debido a desbalanceo en la línea, falta de partes de recambio o tiempo de no trabajo u operación de las máquinas; o cuando simplemente el operador supervisa una máquina mientras ésta realiza un trabajo que agrega valor. Este tipo de muda es fácil de detectar. Más difícil de detectar es la muda de espera durante el procesamiento de máquina o durante el trabajo de ensamble. Aun si el operador parece estar trabajando intensamente, podría existir una gran cantidad de *muda* en la forma de los segundos o minutos que el operador emplea esperando que llegue la siguiente pieza de trabajo. Durante este intervalo, el operador esta simplemente observando la máquina.

### **3.1.7 DESPILFARRO DE TRANSPORTE.**

En el lugar de trabajo se pueden observar muchas clases de transporte por medio de camiones, elevadores de cargas y cintas transportadoras. El transporte es parte esencial de las operaciones, pero el movimiento de materiales o productos no agrega valor. Lo que es aún peor, con frecuencia ocurren daños durante el transporte. Dos procesos separados requieren transporte. Con el fin de eliminar la muda en esta área, debe incorporarse en la línea, si es posible, todo centro de trabajo que esté físicamente distante de la línea principal.

Junto con el exceso de inventario y la espera innecesaria, la *muda* de transporte es una forma de despilfarro sumamente visible. Una de las características más sobresalientes de la mayor parte de los lugares de trabajo en occidente es la gran dependencia de las cintas transportadoras. Algunas veces, estos equipos son utilizados exageradamente en procesos o almacenes sin agregar valor. Cada vez que vea una cinta transportadora en el lugar de trabajo, la primera pregunta debería ser: ¿podemos eliminarla? Lo mejor que una empresa puede hacer con sus cintas transportadoras es vendérselas a su competidor. En el capítulo uno se desarrolla el comparativo de transporte y esperas de cada línea, actual y el proyectado eliminando al máximo estas dos mudas, se utilizan cintas transportadoras en algunos puntos debido a la necesidad de espacio cuando se realiza cambio de utillaje con montacargas.

La empresa RECO cuenta actualmente con un sobre costo de materias primas, material en proceso y producto terminado de 120 días, se busca con este proyecto disminuir 60 días; se ha venido trabajando para reducir al mínimo la sobre

producción de material en proceso y producto terminado; el material en proceso actualmente es de 15 días en promedio con respecto a la demanda actual, por ser un flujo intermitente, con centros de trabajo separados uno de los otros, largos transportes y demoras o esperas hasta de dos días en promedio, hacen que el lead time por lote sea de 74 horas desde materias primas hasta el almacén de producto terminado, con el proyecto se busca tener un flujo continuo o justo a tiempo donde el lead time sea de 8 horas máximo en las tres Líneas con cero carros que permita procesar pieza a pieza y que al final de cada turno todo el material quede ubicado al final de la cadena como producto terminado, como se menciona en el capítulo dos y tres, esto garantiza que el inventario en proceso pasa a ser cero.

El inventario de producto terminado está compuesto por dos mil referencias activas en el portafolio del área comercial, que son manufacturadas; estas se encuentran dentro de una clasificación ABC dependiendo del movimiento en dinero y su marginalidad. Las tipo A hacen el 80% de las ventas, las tipo B el 15% y las tipo C solo el 5%. Dentro de este inventario se baja el número de días a 30 con un ahorro de 15 días en los productos A y B, los C se fabrican bajo pedido, ya que son muchas referencias en pocas cantidades, teniendo en cuenta que la planta con el proyecto va a tener un tiempo de respuesta de 8 horas y que la promesa de servicio es de 24 horas.

Las materias primas como se define en el capítulo dos, se deben hacer ajustes para tener ahorros de 30 días y en dinero por \$140 millones y poder aprovechar el espacio en la disposición de los equipos por línea que vamos a ver a continuación.

### **3.2 UBICACIÓN DE LA MAQUINARIA EN LAS LÍNEAS.**

A continuación se observa cómo deben estar dispuestas las máquinas y equipos dentro del local, antes se habló de cuales hay que adicionar para que las líneas queden totalmente independientes, en este capítulo se muestra cómo deben estar dispuestas y cuál debe ser su ritmo de trabajo para lograr la mayor eficiencia en cada una de las líneas.

Las máquinas son las encargadas de transformar la materia prima y agregar un valor dentro de la cadena del proceso productivo. Es Uno de los recursos con los que cuenta toda línea de producción y son considerados activos de la compañía, la medición se hace en horas máquina. Las máquinas generalmente dentro de una línea balanceada no trabajan al mismo ritmo, son como los instrumentos musicales en una melodía, para que esta sea agradable al oído, cada uno tiene un espacio y un tiempo para intervenir, así mismo las máquinas dentro de una línea de producción para que esta sea eficiente no todas pueden trabajar al mismo ritmo, unas solo intervienen en el producto unas cuantas horas en el turno, otras lo harán en un tiempo mayor y una producirá todo el tiempo sin descanso que es la que marca la pauta, al final el flujo será tan rápido como produzca esta máquina o

centro de trabajo, que es comúnmente conocido como cuello de botella o restricción.

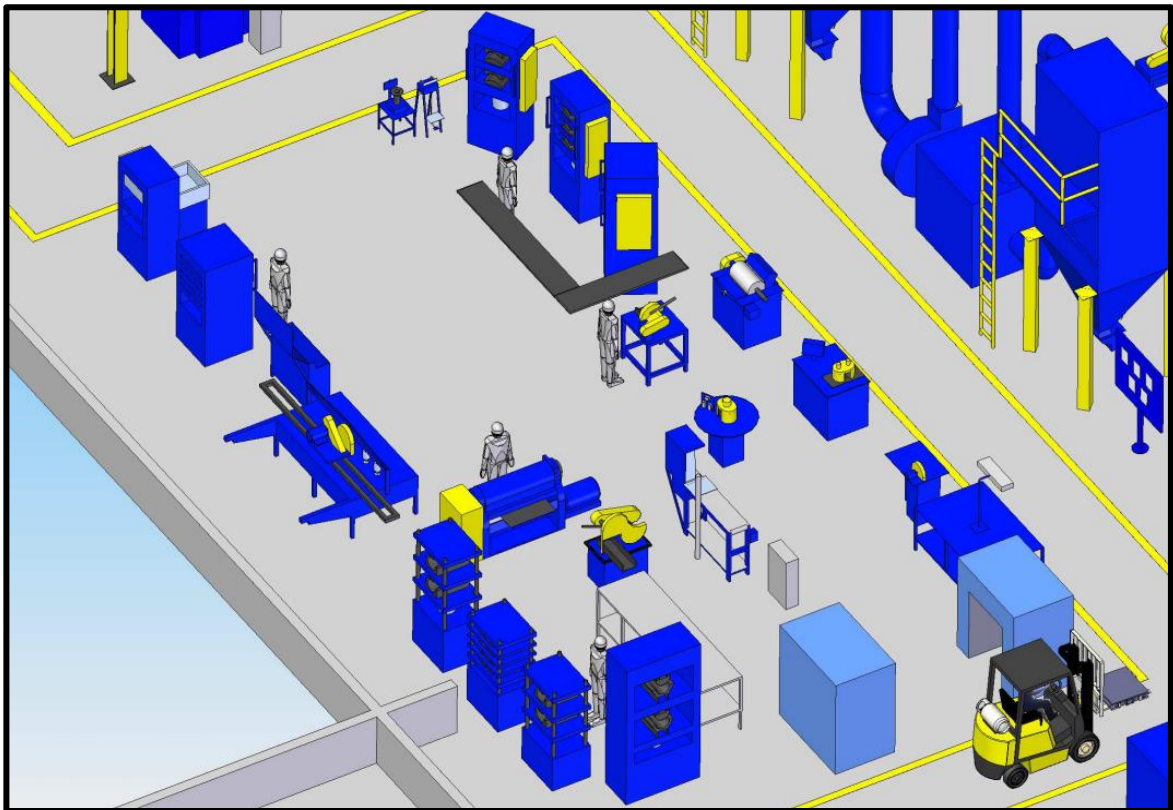
En el capítulo dos se desarrolla todo el balanceo de las tres líneas y se puede observar que la capacidad de producción es muy superior a la demanda actual, generando despilfarros de maquinaria que se representa en inventario en proceso y producto terminado innecesario, generando desgastes y sobrecostos.

A continuación se relaciona las máquinas que son utilizadas en cada una de las líneas de producción.

### 3.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE BANDAS.

La línea de bandas está compuesta por diferentes máquinas como son: Mezclador uno, prensas en frío, cintas transportadoras, prensas en caliente, cortadoras, rectificadoras, máquinas de moldeo, hornos, máquinas de pulido, equipo de marcación video jet, zunchado, selladoras, básculas y herramientas de medición. En el siguiente plano se ve la proyección final de las máquinas en la línea de bandas.

Plano 6. Línea de bandas



Fuente primaria.

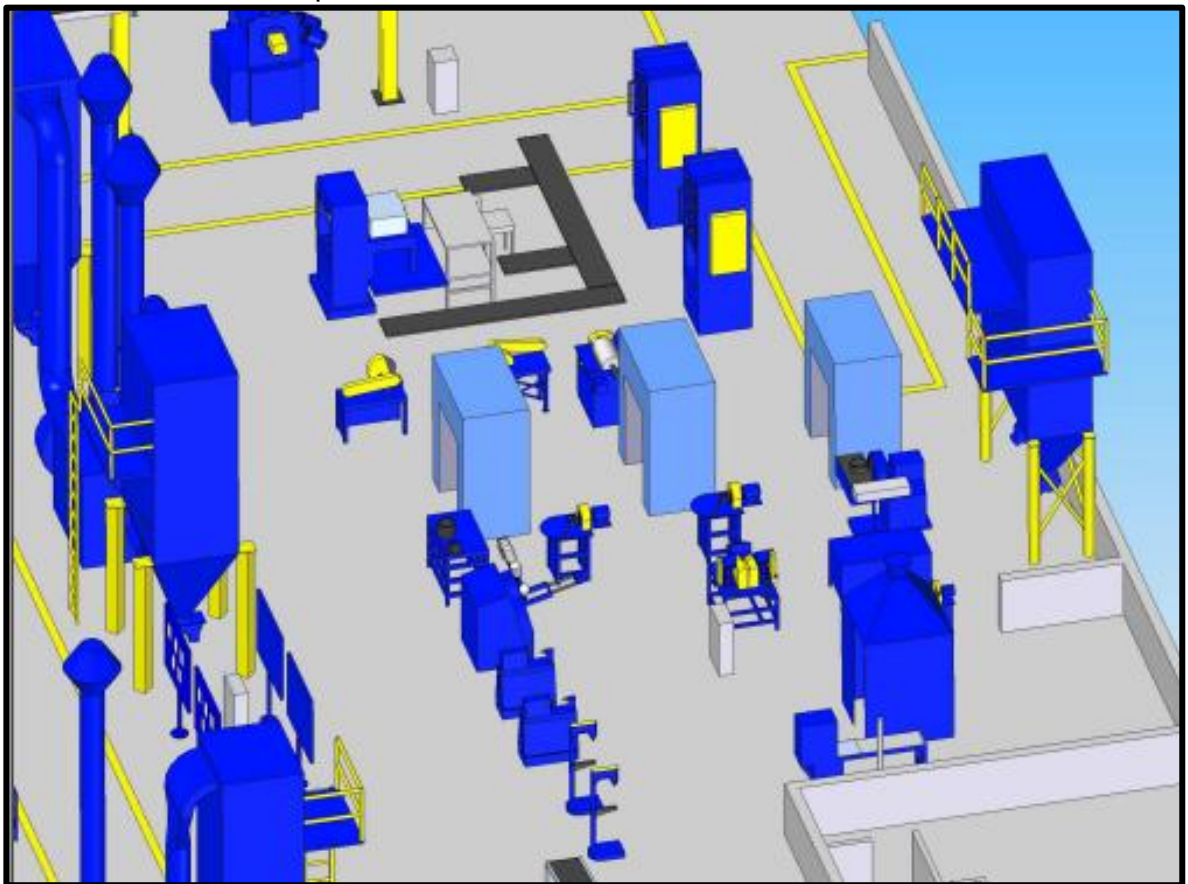
### 3.2.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE BLOQUES.

La línea de bloques, igualmente cuenta con equipos y máquinas especiales para hacer bloques que la hacen independiente a las líneas de bandas y pastillas.

Las máquinas y equipos con los que cuenta la línea de bloques son:

Mezclador tres, prensa en frío, cintas transportadoras, prensas en caliente, cortadoras, hornos de curado, rectificado, máquina de testigo de desgaste, taladros, cabina de pintura, equipo de marcación video jet, zunchado, selladoras, básculas, dosificador y herramental de medición.

Plano 7. Línea de bloques



Fuente primaria

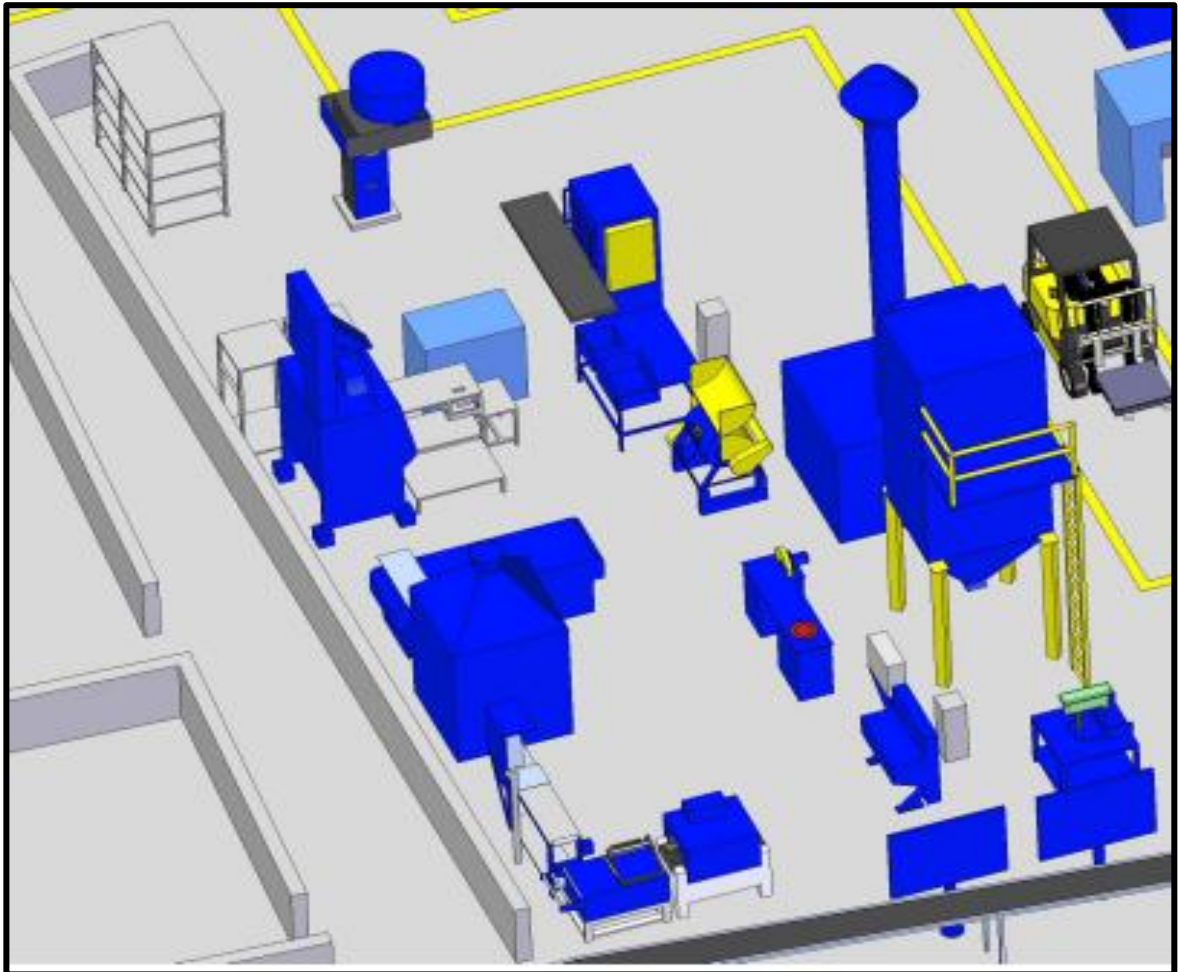


### 3.2.3 MÁQUINAS Y EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PASTILLAS.

Esta Línea cuenta con máquinas con especificaciones para la fabricación de pastillas, comparte con la línea de bandas la parte de mezclado por ser un equipo no restrictivo para ninguna de las dos.

Los equipos con los que cuenta la línea son la prensa en frío, granallado, prensa en caliente, horno, pulidoras, rectificadoras, cabina de pintura, remachadora, equipo de marcación video jet, termoencogible, y herramienta de medición.

Plano 8. Línea de pastillas



Fuente primaria.

### 3.2.4 MÁQUINAS Y EQUIPOS AUXILIARES.

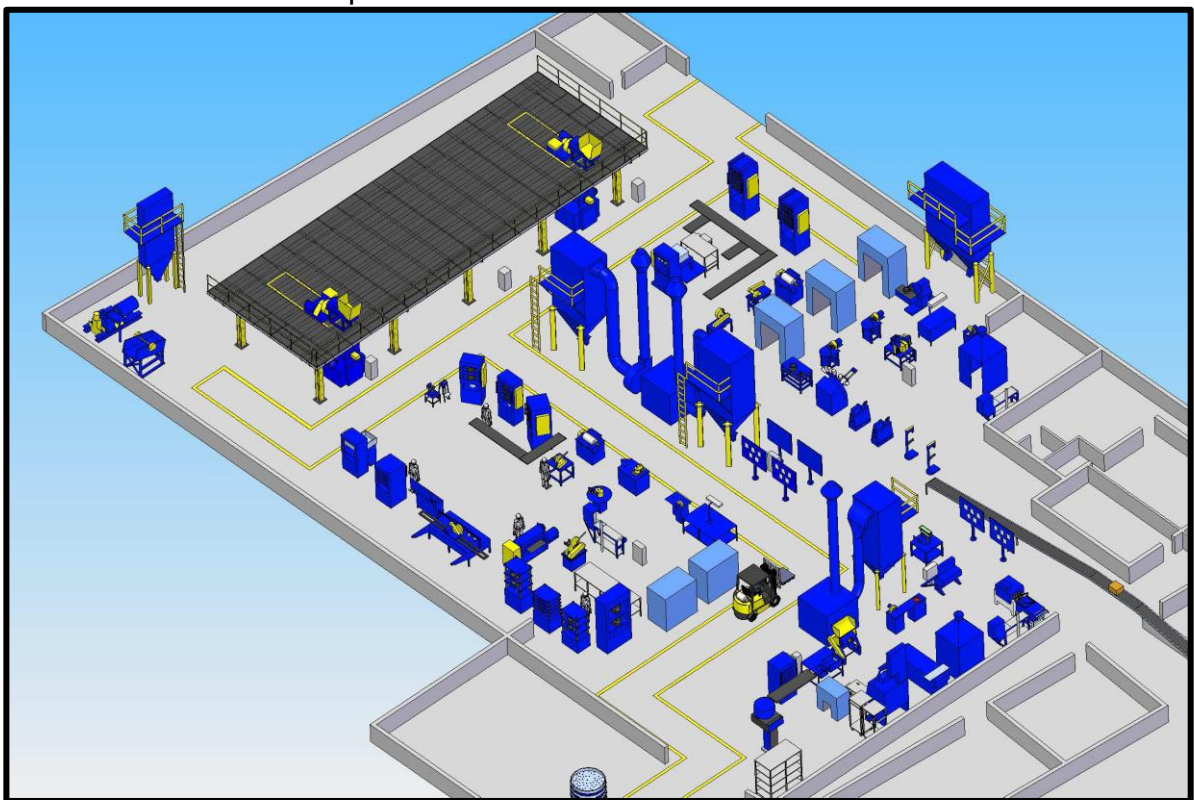
Dentro de la planta de producción hay otros equipos auxiliares que son el sistema de succión, el sistema de aire, el sistema de enfriamiento, montacargas y la cinta transportadora que conecta la planta con el almacén de producto terminado. Estos

equipos son necesarios para el normal desarrollo del proceso, sin estos no es posible que los demás funcionen de forma eficiente.

### 3.3 DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO.

Se parte de un espacio disponible en el nuevo proyecto de 2527 m<sup>2</sup> como área total, se debe construir la plataforma que sirve como almacenamiento de materias primas, aprovechando el área cúbica del local y donde van anclados los mezcladores de cada línea, luego debe haber un pasillo de 2 metros de ancho que une el ingreso de las materias primas con el almacenamiento y las tres líneas de producción, terminando en otra puerta que es taller de mantenimiento. El área de prensado debe tener una separación entre frentes de 4 metros para cambio de moldes con montacargas, los demás equipos deben tener una separación de un metro para hacer los mantenimientos preventivos y correctivos. Al final las líneas están unidas por una cinta transportadora que lleva el producto terminado hasta el almacén de producto terminado.

Plano 9. Distribución de planta



Fuente primaria

### 3.4 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL.

Como se definió anteriormente, es el principal recurso de la compañía, es el encargado de accionar las máquinas con el mejor método y cuidado, es el recurso

pensante que optimiza y hace eficiente el sistema. Es el único recurso que no pierde valor en el tiempo, por el contrario, la capacitación y la experiencia lo hacen cada vez más valioso.

RECO actualmente cuenta con una cultura de trabajo en la planta de producción por baches o flujo intermitente, como se mencionó anteriormente; donde los equipos están dispuestos sin un orden lógico en todo lo largo y ancho del local con unos transportes de materiales en exceso, altas demoras entre operaciones para ser procesado, se controla por eficiencias locales, razón por la cual tanto las máquinas como las personas trabajan a toda capacidad generando al final una diferencia muy grande entre lo producido y lo demandado que al final pasa a ser inventario. Así como las máquinas deben parar y fabricar solo lo que pide la demanda, los operarios también deben cambiar la mentalidad que las eficiencias locales son ineficientes y costosas.

El sobredimensionamiento operativo se debe aprovechar para capacitarse en otros puestos de trabajo en un corto plazo, contar con un personal altamente calificado, capaz de desempeñar todas las operaciones que componen la célula de producción, este personal debe ser polivalente en un nivel alto de desempeño, seguridad ocupacional y calidad.

Con el balanceo de las líneas en el capítulo dos se observa que sobran personas que deben ser aprovechadas en otro lado, RECO espera crecer en el corto plazo en un 30% y se debe proyectar este crecimiento de la demanda y separar los recursos necesarios. A continuación se realiza nuevamente el balanceo de las líneas con la nueva demanda para conocer los recursos necesarios y como quedan conformadas las células de trabajo para la capacitación operativa.

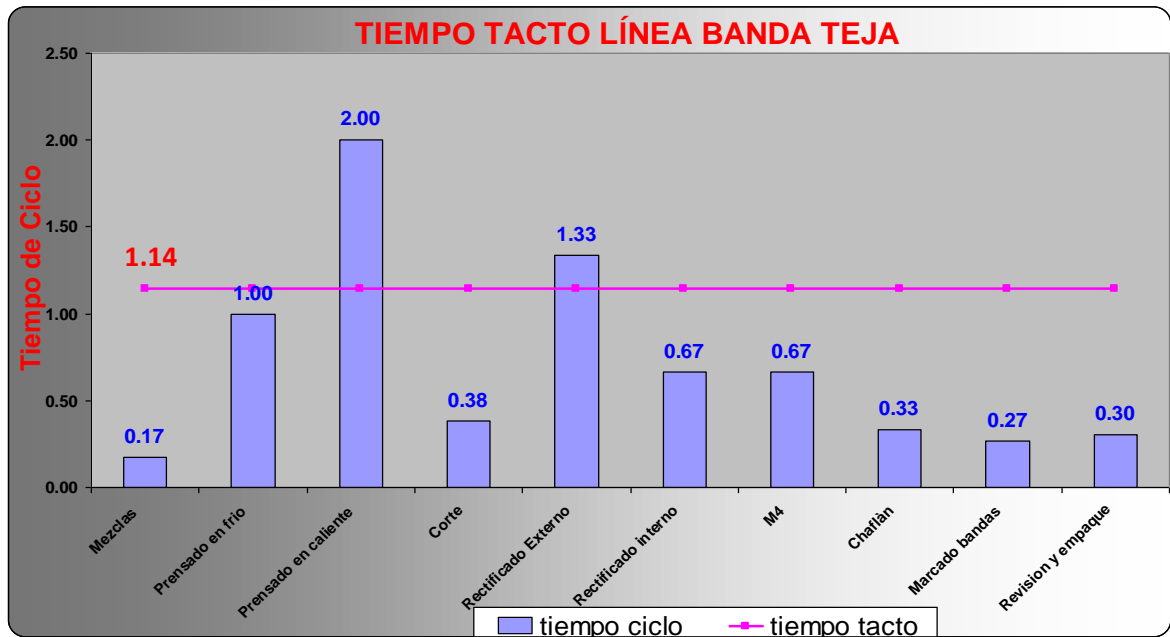
#### **3.4.1 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BANDA TEJA.**

La línea de banda teja actualmente cuenta con un tiempo disponible de 410 minutos después de descontar todos los tiempos mencionados en el anterior capítulo, la demanda actualmente en esta línea es de 277 juegos más un crecimiento del 30% proyectado, la nueva demanda es de 360 juegos, luego de tener el tiempo disponible y la nueva demanda se halla el tiempo de tacto o ritmo al que debe quedar nuevamente balanceada la línea. Los ciclos de cada operación continúan igual, se hace la nueva distribución de tiempos sin sobrepasar el tiempo de tacto.

TIEMPO DISPONIBLE	410 Minutos
DEMANDA 30%	360 Unidades
TIEMPO TACTO	1.14Minutos/Unidad

En el siguiente gráfico se observa el nuevo ritmo de la demanda y los ciclos de cada operación para balancear cada célula de trabajo que debe ser ejecutada por Un operario.

Gráfica 9. Tiempo tacto línea banda teja



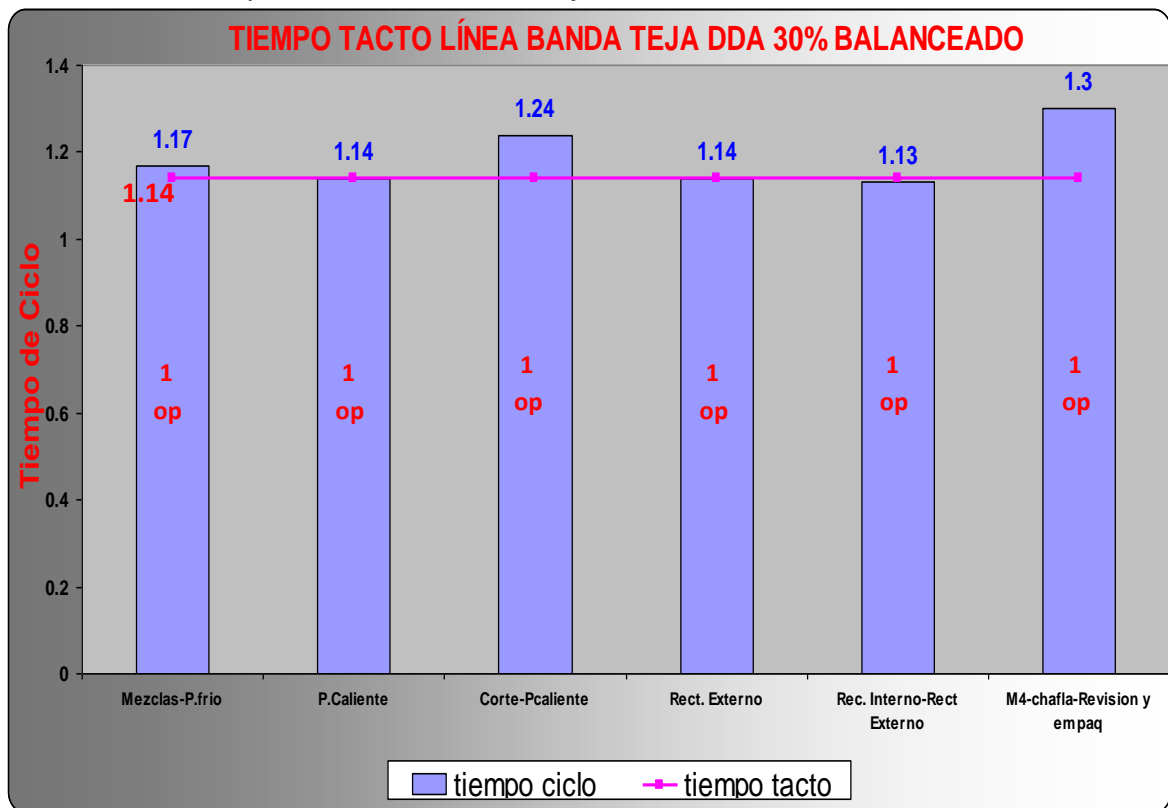
Fuente primaria

Las células quedan repartidas como se observa en el siguiente cuadro con sus respectivos tiempos de ciclo:

PROCESO	TIEMPO CICLO
Mezclas, Prensado en Frío	1.17
Prensado en Caliente	1.24
Corte, Prensado en Caliente	1.00
Rectificado Externo	1.14
Rectificado Interno, Rectificado Externo, Marcación de Bandas	1.13
Corte longitudinal, Chaflán, Revisión y empaque	1.30

Con el incremento de la demanda se deben unir mezclas y prensado en frío para un tiempo de ciclo total de 1.17 minutos por juego en la primera célula; la segunda debe estar conformada por Prensado en Caliente con un tiempo de ciclo de 1.24 minutos por juego; la tercera célula de manufactura debe estar compuesta por Corte y parte de prensado en Caliente ya que este sobrepasa el tiempo de tacto, en total se tiene un tiempo de 1.00 minuto por juego, rectificado externo cuenta con un tiempo de ciclo de 1.14 minutos por juego; para la siguiente célula se unen Rectificado Interno, marcación y ayudaría en Rectificado Externo ya que sobrepasa el tiempo de tacto, para un total de 1.13 minutos por juego; por último se une un corte longitudinal, Chaflán, revisión y empaque con un tiempo de 1.30 minutos por juego. La siguiente gráfica representa la nivelación de cargas.

Gráfica 10. Tiempo tacto línea banda teja DDA 30% balanceado



Fuente primaria

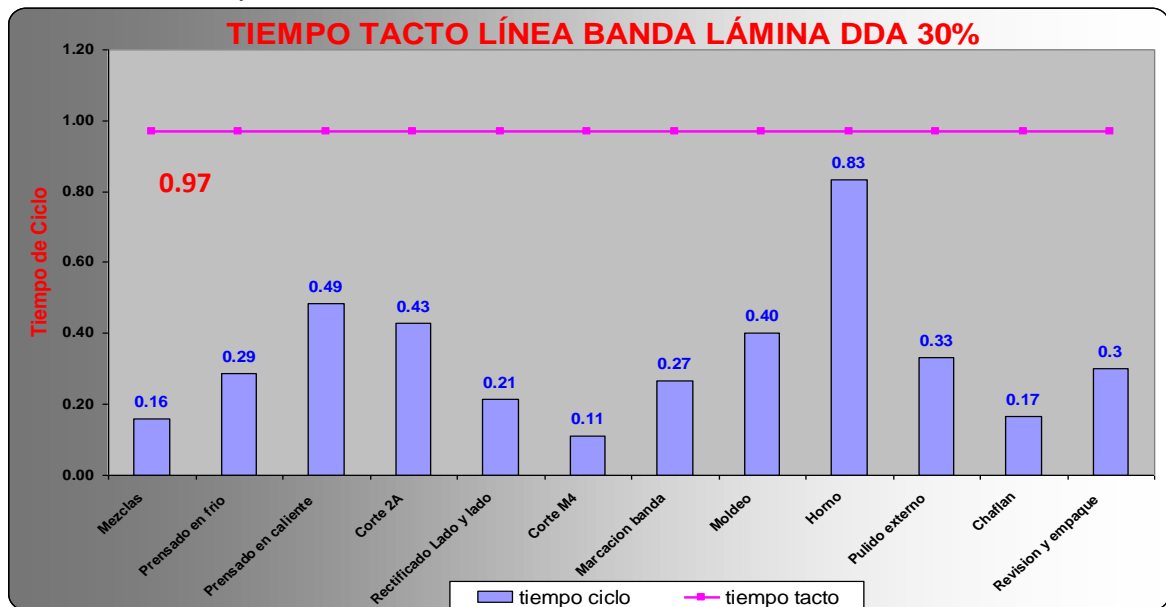
Con un incremento en la demanda del 30% se necesitan 6 operarios en banda teja y al principio algunas horas extras en las células que sobrepasan el tiempo de tacto mientras se hacen mejoras puntuales en las operaciones de las células tres y seis.

### 3.4.2 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BANDA LÁMINA.

La línea de banda lámina actualmente cuenta con un tiempo disponible de 410 minutos, la demanda actualmente en esta línea es de 325 juegos más un crecimiento del 30% proyectado, la nueva demanda es de 423 juegos, luego de tener el tiempo disponible y la nueva demanda se halla el tiempo de tacto o ritmo al que debe quedar nuevamente balanceada la línea. Como en la Línea anterior los ciclos de cada operación continúan igual, se realiza la nueva distribución de tiempos sin sobrepasar en lo posible el tiempo de tacto.

TIEMPO DISPONIBLE	410 Minutos
DEMANDA 30%	423 Unidades
TIEMPO TACTO	0.97 Minutos/Unidad

Gráfica 11. Tiempo tacto línea banda lámina DDA 30%



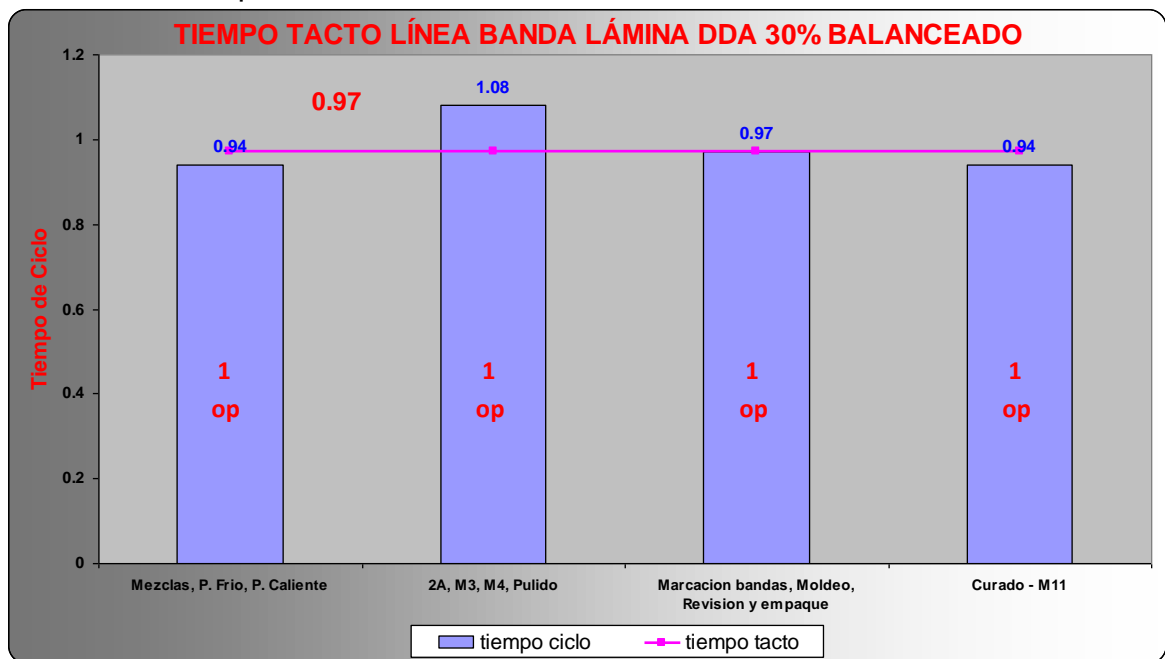
Fuente primaria

Las células quedan repartidas como se observa en el siguiente cuadro con sus respectivos tiempos de ciclo:

PROCESO	TIEMPO CICLO
Mezclas, Prensado en Frío, prensado en caliente	0.94
Corte de ancho, rectificado, corte longitudinal, pulido	1.08
Marcación de bandas, moldeo, revisión, empaque	0.97
Curado, pulido	0.94

Con el incremento de la demanda se deben unir mezclas, prensado en frío y prensado en caliente en la primera célula de manufactura, ejecutada por un operario para un tiempo de ciclo total de 0.94 minutos por juego; en la siguiente célula se une corte de ancho, rectificado, corte longitudinal y parte del pulido con un tiempo de ciclo de 1.08 minutos por juego; la siguiente célula debe conformarse con las operaciones de marcado de bandas, moldeo, revisión y empaque con un tiempo total de 0.97 minutos por juego; finalmente la última célula debe estar conformada por curado y la otra parte de pulido con un tiempo de 0.94 minutos por juego. La siguiente gráfica representa la nivelación de cargas.

Gráfica 12. Tiempo tacto línea banda lámina DDA 30% balanceado



Fuente primaria

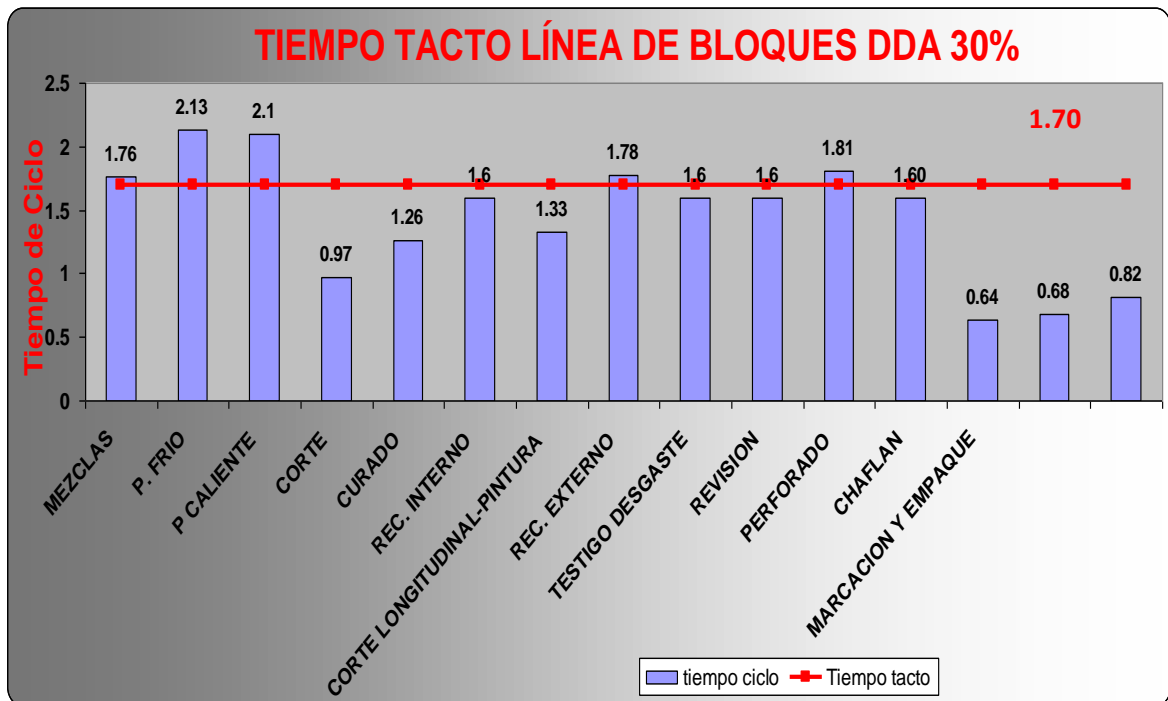
Con un incremento en la demanda del 30% se necesitan 4 operarios en banda lámina, algunas horas extras en la célula que sobrepasa el tiempo de tacto mientras se hacen mejoras puntuales en cada una de las operaciones.

### 3.4.3 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE BLOQUES.

La línea de bloques actualmente cuenta con un tiempo disponible de 780 minutos, la demanda actualmente en esta línea es de 352 juegos más un crecimiento del 30% proyectado, la nueva demanda es de 458 juegos, luego de tener el tiempo disponible y la nueva demanda se halla el tiempo de tacto o ritmo al que debe quedar nuevamente balanceada la línea. Los ciclos de cada operación continúan igual, se hace la nueva distribución de tiempos sin sobrepasar el tiempo de tacto en lo posible.

TIEMPO DISPONIBLE	780 Minutos
DEMANDA 30%	458 Unidades
TIEMPO TACTO	1.70 Minutos/Unidad

Gráfica 13. Tiempo tacto línea bloques DDA 30%



Fuente primaria



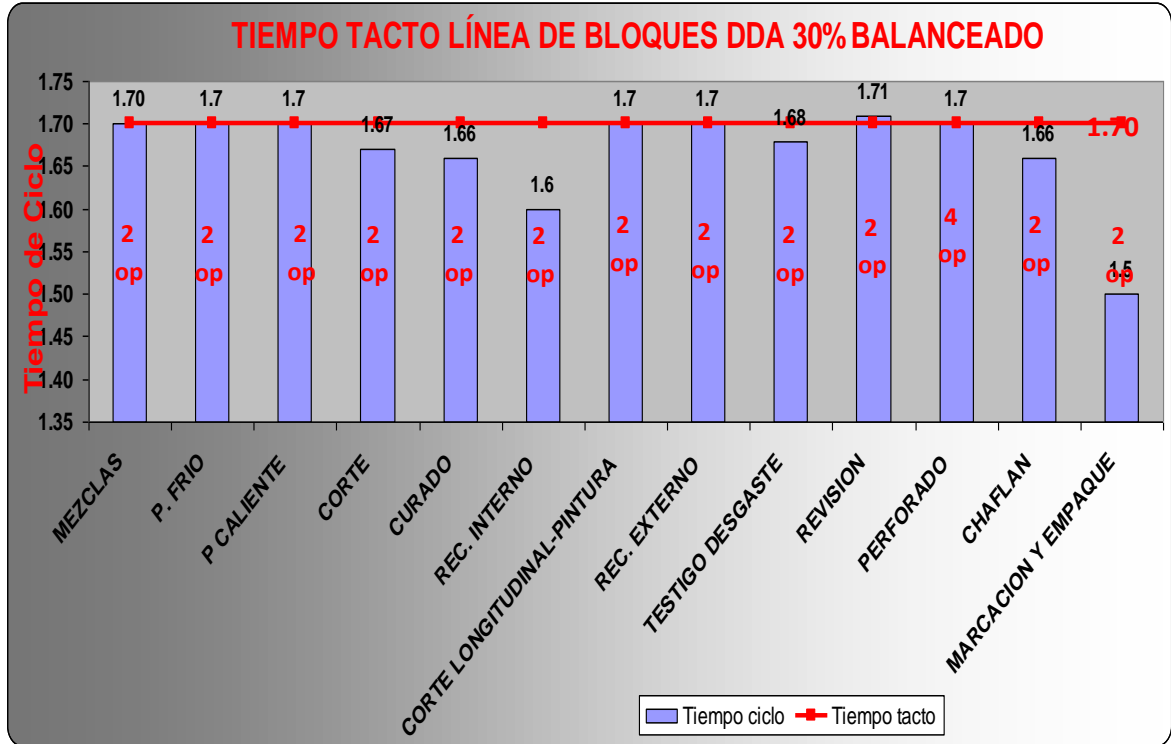
Las células quedan repartidas como se observa en el siguiente cuadro con sus respectivos tiempos de ciclo:

<b>PROCESO</b>	<b>TIEMPO CICLO</b>
Mezclas	1.70
Prensado en Frío	1.70
Prensado en Caliente	1.70
Corte	1.67
Curado	1.66
Rectificado interno	1.60
Corte longitudinal, pintura	1.70
Rectificado Externo	1.70
Testigo de desgaste	1.68
Revisión	1.71
Perforado	1.70
Chaflán	1.66
Marcación, empaque	1.50

Con el incremento de la demanda, cada operación está balanceada con dos operarios, uno por cada turno, iniciando con mezclas con 1.70 minutos por juego, continúa prensado en frío con un tiempo de ciclo de 1.70 minutos por juego, sigue prensado en caliente con un tiempo de ciclo de 1.70 minutos por juego, luego sigue Corte con un tiempo de 1.66 minutos por juego, continúa curado con un tiempo de 1.66 minutos por juego, rectificado interno con un tiempo de 1.60 minutos por juego, Luego se une corte longitudinal y pintura con un tiempo de 1.70 minutos por juego, rectificado externo con un tiempo de 1.70 minutos por juego, testigo de desgaste con un tiempo de 1.68 minutos por juego, sigue revisión con un tiempo de 1.71 minutos por juego, continúa chaflán con un tiempo de 1.66 minutos por juego y finalmente se une marcación y empaque con un tiempo de

1.50 minutos por juego. La siguiente gráfica representa la distribución de las células de trabajo en bloques.

Gráfico 14. Tiempo tacto línea bloques DDA 30% balanceado



Fuente primaria

La línea de bloques queda balanceada con dos operarios por célula de trabajo a excepción de perforado que debe trabajar con cuatro operarios. La línea requiere de 28 operarios para responder al mismo ritmo de la demanda, con un crecimiento del 30%, distribuido en dos turnos de trabajo.

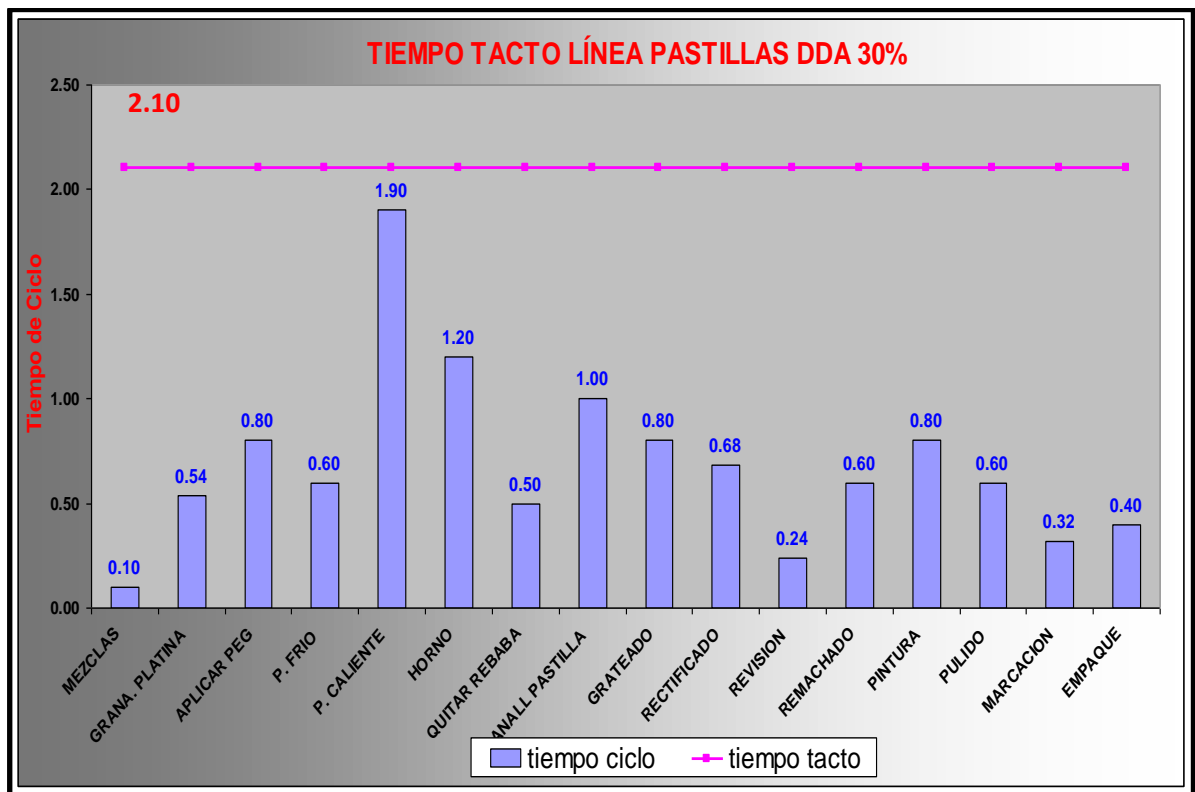
### 3.4.4 DISTRIBUCIÓN OPERATIVA EN LA LÍNEA DE PASTILLAS.

La línea de pastillas actualmente cuenta con un tiempo disponible de 410 minutos, la demanda actualmente en esta línea es de 150 juegos más un crecimiento del 30% proyectado, la nueva demanda es de 195 juegos, luego de tener el tiempo disponible y la nueva demanda, se halla el tiempo de tacto o ritmo al que debe quedar nuevamente balanceada la línea. Los ciclos de cada operación continúan igual, se hace la nueva distribución de tiempos sin sobrepasar el tiempo de tacto en lo posible.

TIEMPO DISPONIBLE	410 Minutos
DEMANDA 30%	195 Unidades
TIEMPO TACTO	2.10 Minutos/Unidad

La siguiente gráfica muestra los ciclos de cada operación y el nuevo tiempo en el que la demanda va a solicitar un juego de pastillas.

Gráfico 15. Tiempo tacto línea pastillas DDA 30%



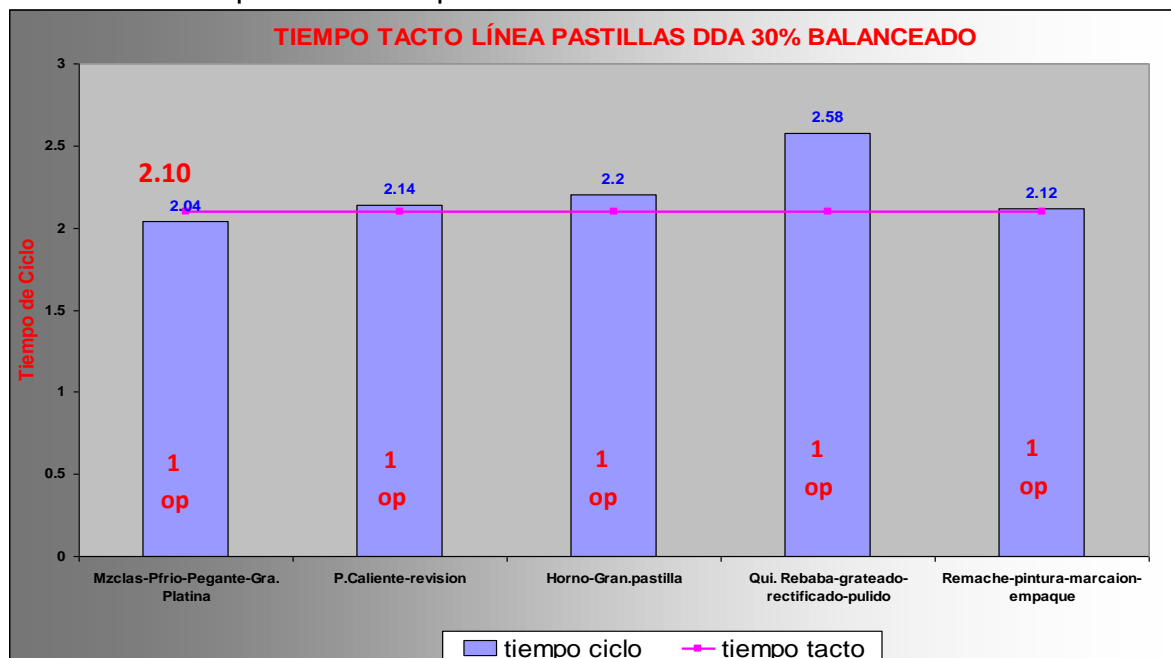
Fuente primaria

Las células quedan repartidas como se observa en el siguiente cuadro con sus respectivos tiempos de ciclo:

PROCESO	TIEMPO CICLO
Mezclas, prensado en frío, pegante, granallado de platina	2.04
Prensado en caliente, revisión	2.14
Curado, granallado de pastilla	2.20
Quitar rebaba, gratado, rectificado, pulido	2.58
Remache, pintura, marcación, empaque	2.12

Cada célula después de incrementada la demanda es ejecutada por un operario, la primera está conformada por mezclas, prensado en frío, colocar pegante en la platina y granallado de platina con un tiempo de 2.04 minutos por juego, continúa prensado en caliente y revisión con un tiempo de ciclo de 2.14 minutos por juego, sigue curado y granallado de pastillas con un tiempo de 2.20 minutos por juego, luego sigue la célula conformada por quitar rebaba al taco, gratado, rectificado y pulido con un tiempo de 2.58 minutos por juego, finalmente la célula conformada por remache, pintura, marcación y empaque con un tiempo de 2.12 minutos por juego. La siguiente gráfica representa la distribución de las células de trabajo.

Gráfico 16. Tiempo tacto línea pastillas DDA 30% balanceado



Fuente primaria

La línea de pastillas queda balanceada con un operario por célula de trabajo, la cuarta célula que sobrepasa el tiempo de tacto, inicialmente se deben generar horas extras, mientras se hacen mejoras focalizadas en estas operaciones de trabajo. La línea requiere de 5 operarios para responder al mismo ritmo de la demanda, con un crecimiento del 30%, distribuido en un turno de trabajo.

### 3.4.5 AHORRO OPERATIVO.

Después de realizar la nueva distribución operativa, teniendo en cuenta la proyección de crecimiento de la demanda en un 30%, se aprovechan 9 personas distribuidas en las líneas como se observa en el siguiente cuadro.

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	DEMANDA			AHORRO EN COSTOS
	ACTUAL	PROPUESTO	PROPUESTO CON EL 30%	
BANDA LAMINA	5	3	4	\$1,100.000
BANDA TEJA	8	5	6	\$2,200.000
<b>TOTAL BANDAS</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>\$3,300.000</b>
BLOQUES	31	22	28	\$3,300.000
PASTILLAS	5	4	5	\$0,0
<b>TOTAL PLANTA</b>	<b>49</b>	<b>34</b>	<b>43</b>	<b>\$6,600.000</b>

Dentro del área de manufactura se tiene un ahorro de 6 operarios que representan \$6,600.000 mensuales que son reubicados en otras áreas de trabajo dentro de la compañía y se logra demostrar el crecimiento en las líneas en un 30% con el mismo recurso inicial.

### 3.5 EFICIENCIA<sup>15</sup>.

La eficiencia es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados.

En términos generales, la palabra eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, Software, entre otros.) limitados y en muchos casos en situaciones complejas y muy competitivas.

<sup>15</sup> THOMPSON, Iván. Definición de eficiencia. En : Promonegocios. (en línea). (2008). Tomado de <<http://www.promonegocios.net/administración/definición/eficiencia.html>>

En el caso de RECO SA, como ya se mencionó anteriormente en el capítulo dos, es mejorar su eficiencia en el aprovechamiento de los recursos con los que cuenta cada una de las tres líneas en cantidad de producto y tiempo de respuesta a sus clientes, implementando la nueva metodología de justo a tiempo. La visión también está centrada en seguir creciendo en el mercado internacional aprovechando toda la capacidad instalada ociosa en maquinaria, talento humano y espacio físico.

Lo proyectado por la compañía para el 2015 es crecer su mercado en un 30% y mejorar la promesa de entrega a sus clientes, pasando del 60% al 85% en 24 horas dentro del área metropolitana y 72 horas a las principales ciudades de Colombia.

### 3.6 RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN.

Para hallar el retorno de la inversión se toman todas las inversiones necesarias del proyecto y se divide por los ahorros mensuales y otros ingresos, se obtiene que el proyecto se recupere en 8,3 meses. Ver cuadro.

<b>RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INVERSIÓN</b>	<b>AHORRO MES</b>
Inversión en equipos	\$ 297.500.000	
Repotenciación del local	\$ 900.000.000	
Adecuación de los dos locales	\$ 80.000.000	
Movimiento y ajuste de equipos	\$ 45.000.000	
Fabricación de plataforma	\$ 55.000.000	
Reparaciones y ajustes eléctricos	\$ 275.000.000	
Construcción de restaurante y oficinas	\$ 185.000.000	
Construcción de estructuras y estantes	\$ 35.000.000	
Ahorro de 6 operarios		\$ 6.600.000
Ahorros por inventarios		\$ 200.000.000
Ingresos por arriendos de las dos bodegas		\$ 18.392.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.872.500.000</b>	<b>\$ 224.992.000</b>
<b>R.O.I</b>		<b>8,3</b>

Ha quedado establecido en este capítulo que la distribución en planta es la integración de todas las máquinas, materiales, recursos humanos e instalaciones de la empresa, en una gran unidad operativa; que trabaja conjuntamente con efectividad, minimizando los costos de producción y elevando al máximo la productividad.

También se ha logrado demostrar el orden completo de lo que se proyecta como la futura planta de RECO, con unos flujos claros en sus tres líneas que alcanza optimizar los recursos y un crecimiento del 30%, sin restricciones que puedan limitar el diseño, con una máxima utilización de los espacios y una oportuna respuesta de servicio a todos sus clientes en todo el país.

#### 4. CONCLUSIONES

Las fases de la distribución y los pasos en el proceso de diseño expuestos en este trabajo, conforman un método ordenado y aplicable a la situación de RECO; que corrobora la importancia y eficacia del planeamiento sistémico de la distribución, como método general a seguir en los proyectos de distribución, generando unos ahorros en recorridos de 14.296,4 metros por día, productividad del 30%, ahorros operativos de 6 personas, disminución de inventarios en 60 días y ahorros de 1672 m<sup>2</sup> en el local.

Este trabajo da solución a los objetivos planteados inicialmente, pues se plantea un aprovechamiento de los recursos que cuantificados, pagan el proyecto en 8.3 meses, con unos procesos tan ágiles que garantizan la promesa de servicio de 24 horas.

En el primer capítulo se logra demostrar grandes ahorros en distancias y tiempos en demoras entre operaciones, en las tres líneas; luego en el segundo capítulo se hace el balanceo de las operaciones con respecto a la demanda, bajando el tiempo operativo; finalmente se proyecta un crecimiento de la demanda y nuevamente se realiza el balanceo

Los proyectos de distribución en planta han dejado de ser simples sueños escritos en las pequeñas empresas y recobran la importancia de una oportunidad inmensa para optimizar los recursos y ser un diferenciador con respecto a la competencia.

Este proyecto puede ser la base teórica de cualquier empresa que tenga un diagnóstico claro, también para aquellas personas que están en formación o que de alguna forma se sientan con la responsabilidad de la mejora continua en un ambiente laboral.

La hipótesis queda resuelta con el desarrollo del capítulo uno y dos donde se evidencia el ahorro en distancia, espacio en el local y un flujo de proceso eficiente que garantiza la oportuna respuesta al cliente final.

Este proyecto puede ser la base de partida para el desarrollo de temas como el *smed*, *estudio de tiempos* y *automatización* que complementan con el tema tratado de forma específica, pero que en el desarrollo de este proyecto se mencionan superficialmente, ya que no son el foco principal.

Se concluye al final que el proyecto es viable, que da solución a las expectativas planteadas por la empresa y aunque no sea la solución definitiva a todos sus problemas, es un paso muy importante hacia la dirección correcta.



## BIBLIOGRAFÍA

KENICHI, Sekine. Diseño de células de fabricación: Cambridge, Massachussets: TGP, 1993. 185 – 279 p.

TAPPING, Don y LUYSTER, Tom y SHUKER, Tom. Gestión del flujo de valor. Madrid: TGP Hoshin, 2003. 109 – 146 p.

MUTHER, Richard. Distribución en planta. Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1981. 472 p

MUTHER, Richard. Planificación y Proyección de la Empresa Industrial. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A. 1968. 234 p.

CAMARGO ORTIS, Jorge. Rediseño de la planta de producción de bornes Risaralda para el mejoramiento de sus procesos. Pereira, 2010, 19 p. Tesis (Ingeniería industrial). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería industrial. Escuela de Ingeniería.

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo: Oficina internacional del trabajo. Cuarta edición. México : Limusa, 1999. 96 p.

LUYSTER, Tom. Gestión del flujo de valor: Ocho pasos para implementar métodos de producción lean. Madrid : TGP Hoshin, 2003. 13 p.

IMAI, Masaaki. Gemba kaizen : Como implementar el kaizen en el sitio de trabajo. Bogotá : MC Graw Hill, 1998. 67p.

## CIBERGRAFÍA

MARTINEZ, Juan. Distribución de planta. En : Gestipolis. [en línea]. (2002). [consultado 19 abril 2012]. Disponible en <<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/distriplantarodri.htm>>

FOSSIL, Edward. Distribución en planta. En : Scribe. [en línea]. (2007). [consultado 20 abril 2012]. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/79178464/Distribución-en-planta>>

VIVAS, Francy. Distribución en planta. En : Buenas tareas. [en línea]. (2012). [consultado 25 octubre 2012]. Disponible en <<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/distriplantarodri.htm>>

VIANCO, Genaro. Distribución en planta. En : Slideshare. [en línea]. (2008). [consultado 26 octubre 2012]. Disponible en <<http://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/tema-7-distribucic3b3n-de-planta.pdf>>

PALOMINOS, Pedro. Distribución física de planta. En : Slideshare. [en línea]. (2006). [consultado 28 octubre 2012]. Disponible en <<http://es.scribd.com/doc/49906359/plantas-industriales-recursos-2>>

THOMPSON, Iván. Definición de eficiencia. En : Promonegocios. (en línea). (2008). Tomado de <<http://www.promonegocios.net/administración/definición/eficiencia.html>>