

# Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial



## Estudio de factibilidad del rediseño de una línea de producción de hilo blanco

Hector Francisco Capuano Morales

Guatemala,  
2009



**Estudio de factibilidad del rediseño  
de una línea de producción de hilo  
blanco**

# Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial



## Estudio de factibilidad del rediseño de una línea de producción de hilo blanco

Trabajo de Graduación presentado por  
Hector Francisco Capuano Morales  
para optar al grado académico de  
Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala,  
2009

Por este medio agradezco a todos aquellos  
que me tendieron la mano, su ayuda y su  
tiempo para llevar a cabo este trabajo.

## Tabla de contenidos

Lista de tablas .....	viii
Lista de gráficas .....	ix
Resumen:.....	x
I. Introducción:.....	1
II. Justificación:.....	3
III. Objetivos: .....	4
IV. Metodología:.....	5
V. Descripción del Proceso, Situación Actual:.....	6
A. Descripción del producto: .....	6
B. Disposición de la planta: .....	6
C. Operaciones del proceso: .....	6
D. Descripción del proceso, situación actual:.....	7
1. Romper y estirar fibra .....	7
2. Mezclar y estirar fibra .....	7
3. Peinar y alinear fibra .....	8
4. Adelgazado y autorregulado. ....	8
5. Adelgazado y autorregulado segunda etapa.....	8
6. Retorcido.....	8
7. Estirado, retorcido y formado de hilo.. ....	8
8. Enconado.....	9
9. Texturizado por calentamiento. ....	9
10. Empaque. ....	9
VI. Análisis General del Proceso Productivo: .....	10
A. Just in time .....	10
1. Fundamentos de JIT.....	11
2. Administración del personal.. ....	12
B. Kanban .....	12
C. Mantenimiento Preventivo Total TPM .....	14
D. Tiempo Estándar .....	17
E. Sobre Procesos Manuales (SMED) .....	18
F. Sobre ergonomía.....	19
G. Sobre iluminación y ambientación:.....	19
H. Sobre niveles de sonido: .....	19
I. 5 S:.....	19
1. Análisis .....	21
2. Implementación de los pilares de 5's.....	21
VII. Análisis Crítico del Proceso de Producción de Hilo, .....	26
Método Actual .....	26
VII. Conclusiones sobre Análisis Crítico y.....	39
Análisis de Tiempos Consolidado .....	39
IX. Programa de Inventarios .....	41
A. Situación actual .....	41
B. Situación propuesta .....	41
X. Análisis de Factibilidad Económica.....	43
A. Estimación de costos de rediseño: .....	43
B. Escenarios proyectados: .....	45

1. Proyección actual/opción de no hacer nada: .....	45
2. Escenario optimista, crecimiento 95%:.....	46
3. Escenario optimista 2, crecimiento 50%:.....	47
4. Escenario conservador, crecimiento 10%: .....	48
5. Escenario conservador 2, crecimiento 10% con financiamiento propio:.....	49
6. Escenario pesimista, decrecimiento 10%:.....	50
C. Comparación de escenarios:.....	51
D. Conclusiones sobre análisis financiero: .....	52
XI. Conclusiones Generales del Estudio de Factibilidad.....	54
XII. Recomendaciones:.....	56
XIII. Bibliografía: .....	57
XIV. Apéndices.....	58
Apéndice A. Diagrama de operación del proceso, método actual .....	59
Apéndice B. Diagrama de operación del proceso, método propuesto .....	63
Apéndice C. Diagrama de recorrido actual.....	67
Apéndice D. Diagrama de recorrido propuesto .....	68
Apéndice E. Ritmo de producción por tiempo Takt .....	69
Apéndice F. Medidas de ergonomía, niveles de iluminación y de sonido.....	70
Apéndice G. Análisis de tiempos consolidado .....	72
Apéndice H: Flujos de efectivo para los diferentes escenarios.....	73
Apéndice I: Diagramas Bimanuales con MODAPTS.....	80

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Manejo de inventarios.....	41
Tabla 2: Costo de inversión .....	44
Tabla 3: Utilidades anuales de los diferentes escenarios .....	51
Tabla 4: Crecimiento porcentual de escenarios respecto a flujos actuales .....	51
Tabla 5: Valor Presente Neto y Puntos de Equilibrio para escenarios .....	51

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Utilidades proyección actual.....	45
Gráfica 2: Utilidades proyección crecimiento 95% .....	46
Gráfica 3: Utilidades proyección crecimiento 50% .....	47
Gráfica 4: Utilidades proyección crecimiento 10% .....	48
Gráfica 5: Utilidades proyección crecimiento 10% financiamiento propio.....	49
Gráfica 6: Utilidades proyección decrecimiento 10% .....	50
Gráfica 7: Comparación utilidades escenarios.....	52

## **RESUMEN:**

Este trabajo es un estudio de factibilidad sobre la implementación de un rediseño en las operaciones de una fábrica de hilo blanco. Las instalaciones bajo estudio son propiedad de la empresa Industrias y Servicios Boca del Monte S.A., planta fabril especializada en filatura localizada en el Km. 12.8 de la carretera a Villa Canales.

El estudio se dividirá en tres partes principales: En la primera parte se estudia el proceso productivo y se desarrolla un análisis crítico. En la segunda parte se crea el rediseño físico y administrativo de la instalación, tomando en cuenta el análisis crítico de la primera parte, así como consideraciones de calidad, de productividad y sostenibilidad del diseño. La tercera parte comprende un estudio de factibilidad financiera de la implementación del rediseño.

Para la primera parte, se llevará a cabo un estudio de tiempos y movimientos, el cual permitirá establecer los tiempos actuales de producción y permitirá identificar áreas de mejora. Luego, se propondrá un plan de mejoras, el cual incluye un Systematic Layout Planning para ordenar y organizar la planta, incrementando la cantidad de producto que puede generar la misma. También se diseñará un programa de mejora de calidad del proceso y de administración, y se mejorará el sistema de inventarios, dado que la falta de inventarios ha demostrado ser una fuente significativa de tiempos ociosos. Finalmente, se realizará un estimado de los tiempos bajo el nuevo diseño, a partir de los cuales se llevará a cabo el estudio de factibilidad financiera de la implementación.

## I. INTRODUCCIÓN:

Este estudio de factibilidad pretende lograr una mejora en las utilidades de la planta de producción de hilo de Industrias y Servicios Boca del Monte S.A., localizada en el Km. 12.8 de la carretera a Villa Canales, mediante un rediseño del proceso de producción actual de la misma.

En general, el estudio del proceso reveló puntos de mejora que permiten hasta cuadruplicar la producción de la fábrica. El rediseño consiste principalmente en la reubicación física de los elementos productivos dentro de la planta, mediante el Systematic Layout Planning SLP.

La implementación de un programa de TPM, modificaciones a las formas de trabajo manual y rediseño del manejo de inventario de materia prima.

El rediseño se concreta a tres puntos:

- Rediseño físico del proceso productivo.
- Implementación de la doctrina de Justo a Tiempo en el proceso de producción, desde el manejo de inventarios hasta el flujo de producto entre estaciones.
- Implementación de un programa de TPM, en apoyo a un flujo de proceso limpio.

Adicionalmente, existe espacio para mejora en las áreas de ergonomía y protección auditiva. La primera requeriría de fabricación de maquinaria a la medida del trabajador guatemalteco; en la práctica muy difícil, y la segunda requeriría del uso de tapones de esponja en los oídos y un estricto régimen de uso.

Económicamente, el estudio revela que es factible y rentable llevar a cabo las mejoras, financiando la inversión con capital propio. Sin embargo, demuestra que a corto plazo (5 años), no es recomendable incrementar la producción más allá del 10%, de acuerdo a la tendencia histórica de crecimiento de ventas.

Las empresas modernas presentan experiencias de cambios permanentes en los procesos de producción y, a la vez, tienen que enfrentar los retos de un mercado globalizado, cambiante y altamente competitivo. Como respuesta a estos retos surge la necesidad de proveer a las empresas con una estructura flexible, ágil y proactiva, con estructuras donde la gente trabaja en equipo en la búsqueda de la solución de los problemas de sistemas complejos y multiformes como lo son las empresas modernas.

La Ingeniería Industrial es imprescindible para la realización de cualquier evaluación económica de un proceso. Se utiliza en la formulación del proyecto de una industria y constituye una herramienta analítica cuando ha comenzado la producción y aparecen desviaciones del proyecto inicial o cuando se requieren modificaciones del proceso instalado. En el momento que se ha completado la etapa final del diseño del proceso, en el caso de un proyecto nuevo o cuando se concluye el relevamiento total de los datos técnicos del proceso en una planta existente, es posible realizar estimaciones de los costos, porque se dispone de especificaciones detalladas de los equipos e información bien definida sobre las necesidades de la planta.

La meta de toda empresa es ganar dinero y para ello se deben aplicar metodologías y sistemas que ayuden a alcanzar la meta. Para poder analizar si dentro de una planta de producción se está contribuyendo a alcanzar la meta, existen tres tipos de medidores los cuales son:

- Throughput <sup>1</sup> o facturación
- Inventarios
- Gastos de operación

Para poder alcanzar la meta en una planta de producción, se debe aumentar el throughput y se deben reducir los inventarios y los gastos de operación. El llamado throughput no es más que la tasa a la cual el sistema alcanza su meta, según la teoría de restricciones, y puede ser calculado mediante la expresión:

$$R = I/T$$

Donde R es la tasa de throughput, I es la cantidad de unidades que contiene el sistema, y T es el tiempo que le toma a una unidad fluir a través del proceso.

Para ello se deben utilizar metodologías y estrategias diferentes las cuales se describirán a lo largo de este trabajo.

---

<sup>1</sup> Throughput es la tasa a la cual el sistema alcanza su meta, según la Teoría de Restricciones, y puede ser calculado mediante la expresión:

$$R = I/T,$$

Donde R es la tasa de throughput, I es la cantidad de unidades que contiene el sistema, y T es el tiempo que le toma a una unidad fluir a través del proceso.

## **II. JUSTIFICACIÓN:**

La industria textil en Guatemala ha sido y es una de las actividades económicas industriales más fuertes en el país. Por lo tanto, la competencia en el mercado es fuerte. Cualquier ventaja competitiva que una empresa de este ramo pueda obtener le representa mayores ganancias y oportunidades de crecimiento.

Al examinar la producción de esta fábrica, se determinó que la distribución de los recursos no es la óptima; el estudio revela que los tiempos de transporte pueden acortarse, que los flujos de transporte dentro de la fábrica pueden ser más ordenados y menos enredados con una distribución diferente de los recursos y que las áreas de producción no se encuentran agrupadas y ordenadas en forma alguna. También se identificaron áreas de mejora en cuanto al manejo de inventarios, capacidad de producción desperdiciada, control de calidad, desperdicio de materia y manejo del recurso humano.

Todas estas áreas generan costos innecesarios, por lo que rediseñar la línea de producción eliminando los mismos y mejorando el producto incrementaría la rentabilidad para la organización. La nueva línea de producción se reorganizará utilizando un Systematic Layout Planning, donde se agrupe la maquinaria por funciones similares, a diferencia de como se encuentra actualmente, dispersa por la fábrica sin orden alguno. Esto reducirá los tiempos de producción, permitiendo rendir más producto, a la vez que disminuye el desorden y facilita mantenimientos, control de calidad y la administración.

### **III. OBJETIVOS:**

#### A. Generales:

- Determinar la mejor distribución de las etapas del proceso productivo dentro de las instalaciones actuales.
- Determinar la rentabilidad de llevar a cabo el rediseño de las operaciones de la línea.

#### B. Específicos:

- Incrementar la cantidad de producto elaborado en al menos 10%.
- Incrementar las utilidades en al menos 10% durante los próximos 5 años.
- Determinar la inversión mínima necesaria para implementar el rediseño.
- Determinar el plazo mínimo en que se recuperará la inversión

## IV. METODOLOGÍA:

En la primera etapa, se estudió el proceso de producción del hilo blanco, para conocerlo.

Como primer paso se realizó un análisis del estado actual del proceso. Para ello se levantó el Diagrama de Operaciones del Proceso DOP Actual, y el Diagrama de Recorrido DR Actual correspondiente. Luego, se recopiló la información obtenida y se llevó a cabo un análisis crítico de las principales actividades del proceso, documentándose en tablas de la siguiente manera:

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué		
Dónde		
Cuándo		
Quién		
Cómo		

Donde conjuntamente con el análisis de la situación actual de la actividad se anotaron los puntos de mejora, por actividad.

Luego se procedió a investigar y analizar las estrategias de rediseño del proceso, tanto en los recursos productivos como en, gestión de calidad del proceso, y manufactura esbelta, lo último mediante herramientas como Systematic Layout Planning, 5's, Kanban, TPM y Tiempo Takt. Finalmente, se reevaluó el manejo de inventarios de materia prima de la empresa y se propuso un nuevo programa, para que la misma no falte.

Luego, tomando en cuenta lo anterior, se desarrolló el diseño final de la planta, el Diagrama de Operaciones del Proceso mejorado, el nuevo Diagrama de Recorrido, planos de la nueva distribución de recursos en la planta, y las instalaciones y requerimientos del nuevo programa de producción.

Finalmente, se elaboró el estudio de factibilidad económica, donde se determinó los costos del rediseño, el punto de equilibrio en que los ingresos adicionales generados por el rediseño compensan la inversión, mediante flujos de caja, y las proyecciones financieras de Estado de Resultados a cinco años plazo.

## **V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, SITUACIÓN ACTUAL:**

### ***A. Descripción del producto:***

Las línea de producción bajo estudio se dedica a la fabricación de hilo blanco a partir de fibra sintética. El proceso es relativamente lineal, con pocas posibles variaciones, las cuales se limitan al grueso del hilo que se desea producir.

La materia prima ingresa a la fábrica en forma de pacas de fibra, de un peso promedio de 900 kg., y un volumen aproximado de  $1.69\text{m}^3$  (1m x 1.3m x 1.3m).

El producto terminado son “conos” de hilo de fibra sintética HB, de 150mm de altura y 200mm de diámetro aproximadamente. Vale la pena hacer notar aquí que realmente no tienen forma cónica, sino cilíndrica.

### ***B. Disposición de la planta<sup>2</sup>:***

La línea de producción se sitúa en un edificio de 54 metros de frente por 84 metros de longitud. El interior del mismo tiene columnas de acero que fungen como soportes del techo, y que recorren longitudinalmente el recinto, formando virtualmente una partición completa; ésta debe ser respetada a la hora de posicionar la maquinaria.

En la cara frontal posee dos puertas, una de las cuales se mantiene cerrada, y la otra, que utilizada para ingreso de materia prima y egreso de materia en proceso, en este caso, pabilos de mecha para ser hilados en otras plantas de la empresa.

### ***C. Operaciones del proceso<sup>3</sup>:***

En general el proceso cuenta con 10 operaciones principales, cada una de las cuales corresponde a una máquina específica que las lleva a cabo, a excepción de aquellas operaciones para las cuales hay múltiples máquinas posibles para realizarlas. A continuación se enumera las mismas:

1. Romper y estirar fibra
2. Mezclar y estirar fibra
3. Peinar y alinear fibra

---

<sup>2</sup> Véase Apéndice C Diagrama de Recorrido, Situación Actual

<sup>3</sup> Véase Apéndice A Diagrama de Operaciones del Proceso, Situación Actual

4. Adelgazado y autorregulado
5. Adelgazado y autorregulado segunda etapa
6. Retorcido
7. Estirado, retorcido y formado de hilo
8. Enconado
9. Texturizado por calentamiento
10. Empaque

***D. Descripción del proceso, situación actual:***

**1. Romper y estirar fibra.** La primera operación en el proceso consiste en romper y estirar la fibra sintética de las pacas de materia prima. Ingresa desde las pacas mediante un sistema de rodillos a la máquina, y sale de la máquina estirada unas 7 veces su longitud, y de consistencia más manejable. La máquina lo deposita en toneles con rodillos, los cuales son transportados manualmente hacia la segunda operación. Se consume una paca de 900 kg, en promedio, cada 4 horas, por lo cual el consumo promedio de producción diaria es de 5400 kg. La máquina produce un tonel de fibra procesada en promedio cada 31 minutos.

**2. Mezclar y estirar fibra.** La segunda operación consiste en mezclar y estirar la fibra a 4 veces su longitud. Los toneles de la primera operación alimentan la máquina, 12 por lado (24 en total), no obstante, generalmente se acostumbra trabajar sólo con 17 para no sobrecargar la máquina. Esta máquina deposita el producto en toneles con rodillos, alimentados de un tambor giratorio; genera un tonel aproximadamente cada 16 minutos. Estos toneles se transportan manualmente hacia la tercera máquina.

**3. Peinar y alinear fibra.** La tercera operación consiste en peinar y alinear la fibra. Esta máquina requiere 10 toneles de fibra para funcionar y deja de funcionar si se acaba uno de los toneles. Se carga de la misma forma que la máquina 2, y saca su producto en la misma forma, en toneles con rodillos cargados en un tambor giratorio. En promedio, toma 1 hora con 31 minutos producir un tonel de fibra peinada y alineada. Los toneles producidos son transportados a la cuarta máquina en forma manual.

**4. Adelgazado y autorregulado.** La cuarta operación consiste en el adelgazado y autorregulado de la fibra. La máquina funciona de manera similar a la máquina 3, también requiriendo 10 toneles para funcionar, excepto que produce simultáneamente 2 toneles llenos de fibra. En promedio, toma 1 hora 45 minutos producir estos 2 toneles. Luego, se transportan manualmente hacia la quinta operación.

**5. Adelgazado y autorregulado segunda etapa.** La quinta operación es una segunda etapa de adelgazado y autorregulado. Cabe aquí notar que esta segunda etapa se realiza para elevar la calidad del producto; no es indispensable. En ocasiones, cuando una de las dos máquinas se encuentra fuera de servicio, se procede directamente a la otra.

La quinta máquina requiere 16 toneles para operar, y produce 2 toneles de fibra adelgazada y autorregulada. En promedio tarda 50 minutos en realizar esta operación. Los toneles son transportados manualmente hacia la sexta operación.

**6. Retorcido.** La sexta operación en el proceso consiste en el retorcido, donde la fibra en forma de mecha se transforma en pabilos de mecha, para ser hilados posteriormente. La máquina requiere de 16 toneles de fibra. Produce 16 pabilos de mecha aproximadamente cada 13 minutos, en promedio. Los pabilos se transportan por carretilla hacia un punto intermedio en la planta, donde se almacenan a espera de ser procesados. Algunos de estos pabilos se cargan diariamente en camiones para ser procesados en otras plantas de la empresa. Otros sirven como un búfer para mantener la segunda mitad del proceso funcionando, cuando la primera está parada por falta de materia prima.

**7. Estirado, retorcido y formado de hilo.** Esta es la séptima etapa del proceso y es donde la mecha de los pabilos pasa a ser hilo en bobinas. A las máquinas que lo llevan a

cabo se les conoce también como “continuas”. Cada pabito de mecha toma 12 horas en consumirse. En promedio, durante un turno de 12 horas, se alimentan unos 362 pabilos de mechas a las continuas, y se producen unas 3620 bobinas de hilo, en partidas de en promedio 724 bobinas cada 2 horas 20 minutos. Estas bobinas son luego transportadas por carretilla a un punto intermedio, donde esperan ser enconadas. Sirven como un búfer del proceso cuando ocurren desperfectos en las máquinas continuas. De este punto intermedio se transportan por carretilla hacia las máquinas enconadoras.

**8. Enconado.** Es la octava parte del proceso y consiste en transferir el hilo de las bobinas a los conos utilizados en el tratamiento térmico. Estos conos tienen una forma de cono truncado, con una altura de 150mm de altura, diámetro mayor de 200mm y diámetro menor de 150mm aproximadamente. Se consumen aproximadamente 4 bobinas de hilo para producir un cono, tomando en promedio 1 hora 19 minutos por cono. Los conos se trasportan por carretilla a un punto intermedio, a la espera de ser tratados térmicamente.

**9. Texturizado por calentamiento.** Esta es la novena etapa del proceso. Consiste en calentar el hilo para darle textura, resistencia y consistencia. El cono se desencona y se encona de nuevo en los conos finales para ser empacado al final. Toma aproximadamente 1 hora 55 minutos. Luego se transportan por carretilla al empaque.

**10. Empaque.** Esta es la etapa final. Los conos se empacan horizontalmente sobre una plancha de cartón, 4 filas de 6 conos por plancha, cubiertos luego de plástico con cinta adhesiva. Toma aproximadamente 55.68 segundos por “caja”. Esta es la etapa final; luego, se almacenan en bodega a la espera de ser vendidos o utilizados para generar otros productos en otras plantas de la empresa.

## **VI. ANÁLISIS GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO:**

Los principales problemas del proceso productivo son: el mantenimiento de las máquinas, el desorden que prevalece en el flujo del proceso y la carencia de pacas de materia prima en la primera operación. El primer problema genera que, en ocasiones, se paralice el proceso porque la máquina anterior está en mantenimiento correctivo. Para paliar este problema usualmente se mantienen demoras de material, que compensan las interrupciones de la línea de producción, pero ocupan espacio significativo en el interior de la planta; de acuerdo a los principios de la producción justo a tiempo, estas demoras deben eliminarse, o reducirse al mínimo necesario, en este caso, mientras se va produciendo el abastecimiento de cada siguiente máquina.

El tercer problema no radica en cambios o mejoras que se puedan implementar en la planta propiamente dicho, el problema es la relación con los proveedores que no abastecen a tiempo o la cantidad necesaria. Cuando la fábrica está suficientemente abastecida de materia prima, y las máquinas están funcionando a su ritmo normal sin interrupciones, sumado a la implementación de métodos de trabajo sugeridos en los MODAPTS, es posible generar un ahorro de tiempo de aproximadamente 36 horas por cada turno de 12 horas, es decir, es posible hasta cuadruplicar la producción de la línea de producción, generando unos 640 conos de hilo terminados por turno, por encima de los 216 que actualmente se producen para una sola línea. Anualmente se puede producir 432,822 conos, en total.

### ***A. Just in time***

Just in time (JIT) es una filosofía japonesa, que ha sido modelada por distintas personas incluyendo a Henry Ford quien, hasta cierto punto, de alguna manera comprendía las dinámicas pero nunca logró abstraerlo en su totalidad. Fue mucho después que un japonés, llamado Taiichi Ohno, logró entender el concepto del JIT. En Japón, el JIT surge como una posible solución a uno de los mayores problemas subyacentes en la nación asiática, el ahorro de espacio. Hay muchas maneras de eliminar el desperdicio, pero Just in Time, se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, basándose en técnicas como SMED, TPM y Calidad Total, forzar su eliminación.

**1. Fundamentos de JIT.** Just in Time tiene varios aspectos, los cuales se pueden agrupar en dos grupos principales; los aspectos técnicos y los aspectos administrativos. Los aspectos técnicos incluyen nivelar la carga, establecer celdas de trabajo y agilizar la preparación de las máquinas. Seguido están los aspectos administrativos, como la promoción de la empresa con un clima propicio para el cambio a la producción justo a tiempo.

JIT tiene 4 objetivos esenciales relacionados con Calidad Total:

- Poner en evidencia los problemas fundamentales.
- Eliminar excesos.
- Buscar la simplicidad.
- Diseñar sistemas para identificar problemas.

#### Teoría de los Seis Ceros:

Para cumplir los 4 objetivos de JIT, surge la denominada “Teoría de los Seis Ceros”, los cuales son:

- Cero tiempos al mercado.
- Cero defectos en los productos.
- Cero pérdidas de tiempo.
- Cero papeles de trabajo.
- Cero stocks.
- Cero accidentes.

#### Principios del Just in Time

- Administración de calidad total
- Administración de la producción
- Administración de los proveedores
- Administración de los inventarios.
- Administración de recursos humanos.

Actualmente la empresa es la encargada de la importación de las materias primas provenientes de Turquía, por lo que ellos son los responsables de la logística y abastecimiento de toda la materia prima.

Muchas veces llegan a tener problemas con la entrega de materia prima debido a problemas en aduana o directamente con la empresa logística de transporte, es decir existen variables externas en el flujo de material a la fábrica por lo que es muy importante tener un tiempo de colchón o bien un inventario de reserva para poder cumplir con todos los pedidos.

Por lo demás, se encontró la manera de lograr la implementación de un JIT dentro de la fábrica, de manera que la materia “fluya” dentro de la línea de producción, requiriendo de las menores acumulaciones y demoras posibles. Éste es quizá el segundo problema mayoritario luego del mantenimiento, debido a que se generan acumulaciones grandes de producto en proceso. Las causas son diversas<sup>4</sup>.

**2. Administración del personal.** Para la filosofía Just in Time, el ser humano es el activo más importante. El ser humano es el único intermediario entre el cliente y la maquinaria que fabrica el producto que el cliente quiere. Se pudo observar que muchas de las decisiones son todavía centralizadas y las mismas deben pasar por gerencias antes de ser autorizadas, lo que hace que una decisión que podría ayudar a mejorar el trabajo en la planta tome varios días.

Es importante empoderar a los empleados para que puedan tomar decisiones rápidas y en el momento justo para que no existan atrasos, los cuales pudieron haber sido evitados si los empleados estuvieran capacitados en todo lo referente al proceso de producción. No obstante, el punto más importante que hace falta en cuanto a los empleados de la institución bajo estudio, es incentivarlos a tener iniciativa de resolución de problemas.

## ***B. Kanban***

Para poder hacer el análisis de los Kanban utilizados actualmente dentro del proceso de estudio, se debe definir en qué consiste la herramienta de Kanban. El Kanban se define como <<Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente>>. Éste significa en japonés: ‘etiqueta de instrucción’. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que dé información acerca de qué se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo.

---

<sup>4</sup> Véase *Análisis Crítico*

El Kanban cuenta con dos funciones principales: control de la producción y mejora de procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Just In Time. La función de mejora continua de los procesos se entiende por la facilitación de mejora en las diferentes actividades, así como la eliminación del desperdicio, reducción de set-up, organización del área de trabajo, mantenimiento preventivo y productivo entre otros. El sistema de Kanban se puede utilizar por medio de tarjetas que indiquen el tipo de producto que se necesita, el código del producto, la descripción del producto, en cuánto tiempo se necesita, la cantidad que se necesita y la cantidad que queda en el inventario.

Actualmente no se tiene un sistema eficiente de Kanban dentro del proceso de hacer hilo blanco. Se cuenta con un sistema de señales que indican cuándo la máquina está en funcionamiento continuo, cuando necesita mantenimiento o cuándo está del todo parada.

El Kanban de este proceso consiste en una serie de semáforos que indican el funcionamiento en el que la máquina se encuentra. Sin embargo, este sistema no es efectivo ya que muchos operarios hacen caso omiso a lo que dice la señal. Esto trae como consecuencia que las máquinas se arruinen por sobrepasar el límite de lo que podían producir.

Así mismo, existen otras operaciones que requieren de Kanban para tener un proceso de mejora continua. A continuación se presentan las operaciones que deberían de requerir tarjetas de Kanban:

- Materia prima
- Enconado

Para la materia prima se sugiere un sistema de Kanban ya que en este punto es donde se produce la mayor cantidad de desperdicio. Esto se debe a que los operarios toman el hilo en cantidades enormes sin que se sepa la cantidad demandada. Esto lo que hace es que acumula inventario y como consecuente se reduce el espacio de almacenamiento. Se sugiere que se imponga un sistema de tarjetas en donde el operario ponga la cantidad de materia prima que se necesita para la producción de una hora.

El enconado es otra operación que sugiere que se implemente un sistema de Kanban ya que aquí se necesita conos para poder enrollar el hilo producido por lo que si no se determina la cantidad que se necesita o si se dan varios conos al operario y que no son necesarios para la producción, éste se quedaría con un stock de conos enorme que hará

que se reduzca su cantidad de espacio o al contrario el operario puede quedarse sin los conos necesarios para la producción. Es por ello que se sugiere que dentro de esta operación se maneje un sistema de Kanban para reducir desperdicios y así implementar un sistema de Just in Time apropiado.

Por último, el Kanban que está implementado actualmente dentro del proceso necesita de mayor supervisión, por lo que se sugiere que cuando el semáforo se ponga en amarillo en cualquiera de las máquinas del proceso, suene una alarma y que el operario encargado de la máquina llene una tarjeta de Kanban para que pida los materiales necesarios para poder hacerle mantenimiento a la máquina. En estas operaciones se sugiere la implementación del Kanban con el fin de que se tenga un sistema de Just in Time eficiente.

### ***C. Mantenimiento Preventivo Total TPM***

En los estudios realizados se encontró que el problema de producción que tiene la planta es que el mantenimiento de la maquinaria no es efectuado de manera adecuada, esto provoca que la producción sea muy por debajo de su capacidad máxima. Se encontró este problema porque inicialmente se analizó la planta en su funcionamiento normal y se obtuvo los tiempos de preparación de la maquina y el tiempo que tardaba el proceso,<sup>5</sup> resultados de tiempo se tomaron con base a un turno de 12 horas, luego se tomaron nuevamente los tiempos de procesos por maquina, pero con la diferencia que la segunda toma de datos se realizó inmediatamente después de un mantenimiento mayor. Una de las metodologías que nos pueden ayudar a maximizar el uso del equipo (como pudimos ver que lo hace después de mantenimiento general) y mejorar la confiabilidad de las máquinas es el TPM. Los problemas que se presentan en la línea de proceso es que las máquinas no están funcionando bien, se acumulan inventarios y WIP en general. El TPM tiene como herramientas para mejorar la fiabilidad:

1. Mejoras enfocadas: Para las mejoras enfocadas planteamos que se formen equipos que estén relacionados con todos los procesos de la planta para que hagan un esfuerzo coordinado en la eliminación de los 7 desperdicios

---

<sup>5</sup> Véase Apéndice I. Diagramas Bimanuales

(sobreproducción, exceso de inventario, espera, movimientos extras, transportes innecesarios, defectos, fallas y reparaciones y finalmente procesamiento).

2. Mantenimiento autónomo: En el movimiento autónomo proponemos que se capacite a los operarios de las diferentes máquinas que procesa el hilo para que puedan ser capaces de reparar cualquier desperfecto mínimo y no tener que parar para llamar a mantenimiento. Esto no sólo incluye la reparación sino también el cuidado, conservación, manejo, etc. Esto permite que el operario pueda formar parte más activa en la intervención por la resolución de problemas y aparte crea un entendimiento a la hora de mantenimientos mayores.
3. Mantenimiento programado: Este manejo se centra en la mejora, predicción y prevención de problemas. Se debe capacitar un grupo de gente especializada en mantenimiento para realizar reparaciones en las máquinas de manera que se prevengan los problemas antes de que ocurran.
4. Mantenimiento de calidad: Este tipo de mantenimiento sirve para reducir las fluctuaciones estadísticas con el objetivo de mejorar la calidad del proceso y así la calidad del producto. En esta área no hay mucho problema pues la calidad del producto se mantiene bien pero es importante tenerlo en cuenta por que a veces las máquinas pueden presentar averías que no necesariamente las detienen, pero que pueden causar daños en la calidad del producto final.
5. Prevención de mantenimiento: Esta actividad se refiere a llevar contabilizados los errores o desperfectos que presenta la máquina para que en un futuro se pueda adquirir maquinaria tomando en cuenta estos datos.
6. Mantenimiento de áreas administrativas: Esto se refiere a que el área administrativa esté más involucrada en el proceso ya que ellos aunque no agregan un valor específico al producto esta área es la que hace que la producción se lleve a cabo. Un ejemplo de esto puede ser una mejor planificación o un mejor desarrollo de investigación, decidir sobre la implementación de técnicas de mejora como el TPM o el JIT.
7. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: Esto puede verse en la planta como la experiencia, estos individuos son aquellos que conocen las

máquinas y saben cómo funcionan, un ejemplo puede ser que cuando una máquina no esté trabajando bien el ruido que hace el hilo al pasar es diferente entonces notan que hay algo mal. El problema viene cuando esas personas renuncian, por eso es necesario entrenar a los operarios para que desarrollen estas habilidades. El TPM es una herramienta de manufactura necesaria para el buen funcionamiento de toda planta, pero es necesario concientizar a los trabajadores por que todo cambio provoca un sentimiento de malestar si no se ha hecho previamente una cultura de innovación. La implementación del TPM va a cambiar la manera en que los trabajadores perciben el trabajo ya que ahora se les pedirá ser más responsables de sus máquinas y aparte tienen que aprender a coordinar con el departamento de mantenimiento para que no haya problemas a la hora de realizar los mantenimientos. Puede ser que no sea posible implementar el TPM a su totalidad en un principio o puede que la planta no necesite que se implementen todos los factores del TPM por lo cual proponemos que se haga un cambio gradual. La solución inmediata y factible es hacer mantenimiento una vez a la semana; como se mencionó antes se han realizado investigaciones de tiempos que reflejan que después del mantenimiento la producción de producto terminado aumenta considerablemente, es por eso que proponemos un mantenimiento semanal. En estos momentos demanda máxima no es un problema porque todo lo que producen se vende, es decir, la fábrica no ha llegado a sobre- producir (vale aclarar que nos referimos a producto terminado ya que si hay subproductos que se acumulan a lo largo de la línea que puede denominársele como sobreproducción de un insumo para el producto final).

8. Solución a largo plazo: Para poder ilustrar la solución a largo plazo de manera más fácil podemos observar la figura que se presenta a la derecha, esta figura muestra la estructura necesaria para llegar al TPM, como podemos ver no se empieza por programar mantenimientos sino que se empieza por cambiar la cultura de los empleados de la planta. Primero se necesita tener una base sólida en el principio de las 5's ya que éstas representan una filosofía de orden necesaria para que el TPM se pueda mantener funcionando con éxito. Después se puede observar la segunda gran base; ésta es la capacitación para que los

operarios conozcan el proceso y sus máquinas. Luego el entrenamiento para que los operarios no solo conozcan su máquina sino que también tengan las habilidades básicas para poder arreglar pequeños desperfectos y prestar apoyo para las reparaciones y mantenimientos de la misma y por último, pero no menos importante, se deben inyectar los recursos que sean necesarios para que los operarios puedan cumplir con sus tareas. Lo anterior aplica también para cualquier equipo de mantenimiento. Después de sentar las bases ya se puede empezar a construir los pilares que llevan al TPM que son proyectos de mantenimiento, mantenimiento autónomo, mantenimiento para mejorar la fiabilidad, luego el mantenimiento planeado y el mantenimiento preventivo. (Eliminamos por completo el mantenimiento correctivos que es el que se hace con mayor frecuencia en la planta hiladora en cuestión).

#### ***D. Tiempo Estándar<sup>6</sup>***

En la tabla anterior observamos que el ritmo actual de la planta hay cuatro operaciones donde sobran y faltan botes. Entre la operación 3 y la 6 sobran 90 botes y entre la operación 4 y 5 faltan 52 botes. Las consecuencias principales del actual ritmo es que el flujo no está balanceado ya que hay máquinas que tienen que esperar a que salgan nuevos botes para abastecerse lo que baja la velocidad del proceso y por otro lado hay máquinas que procesan más botes de lo que la siguiente operación puede recibir lo que aumenta el inventario en proceso y el WIP. Un análisis de tiempo takt es necesario para balancear la línea de producción y reducir todos los desperdicios y excedentes que se generan durante el turno de trabajo, en este caso 12 horas. Para evitar los excedentes y reducir en tamaño las demoras que se forman antes de cada máquina, se recomienda incrementar la velocidad del proceso 3 para generar 81 botes por turno, y disminuir la del proceso 4 para generar 97 botes por turno, así como la del proceso 5 para generar 161 botes por turno. El único sobrante, en este caso, será de 1 bote por turno de 12 horas para la entrada de la máquina 6. Lo anterior es posible ya que el proceso no está trabajando en

---

<sup>6</sup> Véase Apéndice E. Ritmo de Producción por Tiempo Takt

óptimas condiciones por varias razones tales como el mantenimiento, desobediencia de los Kanban, operarios no disciplinados, entre otras cosas.

Tener el proceso balanceado tiene varias ventajas:

- La sincronización de la producción con los pedidos cliente:
- Permite la planificación en flujos.
- La sobreproducción es limitada, las existencias también.
- Una producción estable sin interrupciones
- El ritmo de la fabricación es el tiempo Takt.
- Una cadena regular de trabajo para los operadores.
- Identificar los errores o cuellos de botella es más sencillo.
- Una concepción de los procesos y los puestos de trabajo facilitada.
- Comprobación inmediata de la realización, facilitando la motivación de los empleados.

Para poder implementar el tiempo Takt o basarse en él se necesita que la mano de obra, los procesos, equipos y puestos de trabajo sean flexibles ya que implementar cambios en el tiempo estándar tiene efecto sobre los factores antes mencionados ya que puede aumentar o disminuir el tiempo que trabaja una máquina, la cantidad de mano de obra para momentos específicos para las mismas operaciones.

### ***E. Sobre Procesos Manuales (SMED)***

En la sección de diagramas bimanuales se detallan los mismos con respecto a los procesos de la carga y descarga de máquinas, junto con el método nuevo propuesto, para los que lo requieran. Adicionalmente, se utilizan estos como elementos de trabajo para calcular los tiempos de operaciones manuales mediante el método de MODAPTS. En general, se logran pequeños ahorros de tiempos en los procesos manuales, eliminando operaciones de sostener, u operaciones repetidas, en el orden de algunos segundos por procesos, pero que al iterar los mismos a través del turno se acumulan.<sup>7</sup> Ésta fue la aplicación del concepto SMED que se llevó a cabo.

---

<sup>7</sup> Véase Apéndice I. Diagramas Bimanuales con MODAPTS

## ***F. Sobre ergonomía<sup>8</sup>***

En general, las medidas de las máquinas le quedan un poco grandes al trabajador guatemalteco, dado que por su fabricación alemana o italiana están hechas para las medidas promedio del trabajador europeo; sin embargo, es posible para el trabajador guatemalteco utilizarlas con algún esfuerzo.

Esto provoca, sin duda alguna ciertos estiramientos de las áreas lumbar y de espalda superior, entre otras, especialmente en las máquinas de la operación 2 a la 6, que pueden tener efectos a largo plazo. Dadas las circunstancias, la discrepancia ergonómica no causa una merma de tiempo significativa.

## ***G. Sobre iluminación y ambientación<sup>9</sup>:***

La iluminación en general es apropiada, siendo general para las operaciones grandes y específicas para aquellas minuciosas.

## ***H. Sobre niveles de sonido<sup>10</sup>:***

En promedio sobrepasan el máximo permitido por OSHA de 80 dB para períodos de más de 8 horas de trabajo. Dado que, en el caso máximo, llega a 102.5 dB, es menester utilizar protección, y se sugieren tapones de esponja, que reducen los niveles percibidos hasta en 25db, cubriendo adecuadamente el exceso de 22.5 dB promedio percibido.

## ***I. 5 S:***

La metodología de 5s es considerada como uno de los principios básicos de la manufactura esbelta para maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo, y dar la posibilidad de contar con diversificación de productos, calidad más elevada, reducción de costos y entregas a tiempo.

Al aplicar la metodología de las 5s en la empresa en estudio se tiene como primer objetivo la recolección de información referente a la existencia de 5s en el área de estudio de la empresa, en este caso el área de producción. Posteriormente se intentará identificar

---

<sup>8</sup> Véase Apéndice F. Medidas de Ergonomía de Maquinaria

<sup>9</sup> Véase Apéndice F. Niveles de Iluminación

<sup>10</sup> Véase Apéndice F. Niveles de Sonido

cuales son los desperdicios que se generan en el área de producción y sus posibles causas, a partir de esto será necesario observar el DOP del área para poder identificar posibles puntos de ataque. Luego de esto se aplicará cada uno de los pilares de las 5 S y se propondrán soluciones.

Esta metodología fue elaborada por Hiroyoki Hirano, y se denomina 5s debido a las iniciales de las palabras japonesas seiri (clasificación), seiton (organizar), seiso(limpieza), seiketsu (estandarización) y shitsuke (disciplina).

- Seiri (Clasificación): Significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, transferir o eliminar.
- Seiton (Organizar): Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios que sean de fácil acceso, para facilitar su uso y de igual manera luego de utilizarlos regresarlos a su lugar correspondiente. De esta manera se busca mejorar a identificación de las distintas herramientas en uso, identificación de equipo de uso crítico para implementar programas de mantenimiento conservando la maquinaria en buen estado.
- Seiso (Limpieza): Busca fomentar en todos los empleados de la empresa una actitud en la cual se vean comprometidos con la limpieza del sitio de trabajo a su vez manteniendo clasificación y orden de las herramientas. Para que esto pueda resultar exitoso es necesario que los empleados sean capacitados correctamente y se les proporcionen las herramientas adecuadas para hacer esto posible.
- Seiketsu (Estandarización): A partir de la estandarización se busca mantener los cambios que se han logrado al aplicar los tres pilares anteriormente mencionados. Básicamente en esta etapa lo que se busca es crear hábitos en el personal para que el lugar se pueda conservar en las mejores condiciones.

- Shitsuke (Disciplina): A partir de la disciplina se busca crear hábitos para respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados, este pilar es demasiado importante ya que es necesario para que los avances logrados en las primeras cuatro etapas no se pierdan o se deterioren con el tiempo.

**1. Análisis.** El área de estirado, peinado y mezclado de fibras sintéticas crítica, no sólo porque de ella depende directamente la calidad de hilo a fabricar y que haya pabilos disponibles para hilar, sino también por la cantidad de materia en proceso que se acumula. Esta sección presenta problemas como la acumulación de material innecesario debido a que todavía no va a comenzar a ser procesado, existe también tiempo perdido al momento de intentar organizar los recipientes donde se almacena el material en proceso en espera de ser transportado a la etapa siguiente ya que ocupa un espacio considerable, no existe una documentación o registro de la materia que se está trabajando, etc. Por ejemplo, los toneles de fibra trabajada frecuentemente se amontonan entre máquinas, dificultando el paso y dificultando determinar si alguna máquina tiene problemas. Adicionalmente, los pabilos terminados se acumulan ante las máquinas coneras, esperando a ser convertidos en hilo embobinado y, de nuevo, entorpeciendo el paso, acumulados fuera de lugar, dado que idealmente se situarían frente a las embobinadoras continuas.

## **2. Implementación de los pilares de 5's**

- Clasificación: Inicialmente, se estudiará el procedimiento de cada centro de trabajo, y luego se determinará qué es necesario, que no es necesario, qué se debe modificar, etc. Los principales puntos de mejora propuesta son:
- Material en espera de ser procesado: En la primera mitad del proceso existe una acumulación de materia en diferentes etapas de procesamiento, esperando ser

procesada. Esta debe ser reducida a los niveles mínimos necesarios, y la restante, debe ser ordenada.

- Herramientas de trabajo: En la mayoría de puestos existen herramientas que son utilizadas al momento de hacerle mantenimiento a las máquinas, las cuales se deberían de colocar en su lugar correspondiente ya que únicamente causan desorden y a su vez se pueden llegar a extraviar.
- Saldos y producto final: Se puede observar que no existe un adecuado sistema de clasificación de los materiales que se encuentran en el piso de la planta, por lo que se debería de implementar un sistema de clasificación adecuado para los distintos productos. También es necesario eliminar del piso hilo o material que ya no se está utilizando, pues este contribuye a arruinar las máquinas.

Los principales beneficios que se obtendrán serán:

- Eliminación de desperdicios
  - Eliminar pérdidas de productos o elementos que se pueden llegar a deteriorar por permanecer expuestos al ambiente sin ningún tipo de protección.
  - Fácil acceso a material y herramientas.
  - Eliminación de obstrucciones que dificultan el flujo de materia
- Organización: Después de haber implementado el primer pilar de las 5s, es necesario continuar con el proceso para evitar caer de nuevo en una situación de desorden.

Se podría señalar el piso y paredes de la fábrica utilizando pintura, para poder identificar cuáles son las áreas de paso de la fábrica diferenciándolas de las áreas de trabajo, con esto se puede modificar el ambiente de trabajo motivando a los empleados a trabajar debido a la mejora en el aspecto del área de trabajo.

Es necesario instruir a todos los empleados sobre los beneficios que obtendrán al implementar estos cambios dentro de la planta, así como también identificar la maquinaria, forma de uso y mantenimiento.

Los beneficios que se obtendrán:

- Disposición de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
  - Identificación de las diferentes áreas de trabajo, para poderlas ubicar con facilidad.
  - Identificación y marcaje de todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
  - Disminución de accidentes.
  - Da una mejor apariencia
  - Es necesario que un sitio de trabajo se encuentre ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.
- Limpieza: La limpieza es muy importante debido a que las máquinas desprenden gran cantidad de partículas de hilo, las cuales ensucian todos los elementos en la planta de hilo. Lo más importante de la limpieza es evitar ensuciar, para esto se deben identificar las posibles fallas de la maquinaria e implementar sistemas que reduzcan la suciedad y así como aquellos que ayuden a la limpieza.

Es necesario implementar un programa de inspección así como también un formato de chequeo de limpieza para que sea aplicado y que cada empleado complete la sección que le fue asignada, ya que actualmente no llevan ningún control de limpieza. Se deben realizar mejoras en el sistema actual de ventilación debido a que permite la contaminación por medio de polvo y en este tipo de maquinarias puede causar atascos de materia. En cuanto a esto, existen sistemas que chupan directamente la mota y el polvo de alrededor de la maquinaria, eliminando en gran medida la materia suelta que potencialmente puede obstruir las máquinas. Las acciones de limpieza deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado durante el primer día de producción.

Los beneficios que se obtendrán:

- Aumentar la vida útil del equipo y las instalaciones

- Reducir riesgo de contraer enfermedades
  - Menos accidentes
  - Mejor aspecto de la planta en general
- Estandarización: Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas anteriores, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución. Se busca conservar lo que se ha logrado con los pasos anteriormente mencionados, se intentará fomentar hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones, los trabajadores son los que adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Se pretende enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento. El hecho de estandarizar hace que el conocimiento adquirido no se pierda, y que se tenga de referencia para poder mejorar continuamente. Al estandarizar se logra que los tiempos de intervención se mejoren y, por ende, que la productividad de la planta incremente.

Los beneficios que se obtendrán:

- Se guarda conocimiento
  - Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar el sitio de trabajo siempre limpio.
  - Los operarios llegan a conocer el equipo a profundidad
- Auto- disciplina en la mejora continua: La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que sólo mediante la conducta de los empleados podemos demostrar su presencia, a pesar de esto, es necesario crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Para poder crear una disciplina en los empleados es necesario que ellos se mantengan motivados, por lo cual es necesario que se impartan talleres o capacitaciones en los cuales se muestre la importancia del proyecto y la participación activa de cada

uno de los miembros. Otra opción sería la implementación de boletines informativos, carteles que muestren el avance que está teniendo toda la planta en base a los esfuerzos realizados por cada uno de los miembros.

Es importante que la gente llegue a comprender la importancia del respeto hacia los demás y el respeto por las normas en las cuales el trabajador ha participado en crear.

Los beneficios que se obtendrán:

- Se evitan sanciones
- Mejora la eficiencia
- Personal más apreciado
- Mejoramiento de la imagen global de la empresa

## VII. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HILO, MÉTODO ACTUAL

Operación 1 Romper y estirar fibra a siete veces su longitud

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Prepara y desenreda la fibra para los procesos subsiguientes	
Dónde	En máquina 1	
Cuándo	Después de transporte 1	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Se observan frecuentes desperfectos y mantenimiento correctivo	Un régimen de mantenimiento preventivo aceleraría el proceso.
Conclusiones/ Recomendaciones	Cuando no hay desperfectos, el proceso puede reducirse a alrededor de 20 a 25 minutos.	

Operación 2 Mezclar y estirar fibra a cuatro veces su longitud.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Prepara y desenreda la fibra para los procesos subsiguientes	
Dónde	En máquina 2	
Cuándo	Después de transporte 2	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Se observan frecuentes desperfectos y mantenimiento correctivo	Un régimen de mantenimiento preventivo aceleraría el proceso.
Conclusiones/ Recomendaciones	En ausencia de desperfectos, el proceso puede ocurrir en 14 minutos.	

Operación 3 Peinar y alinear fibra.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Alinea la fibra en preparación para el autorregulado.	
Dónde	En máquina 3	
Cuándo	Después de transporte 3	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Se observan algunos desperfectos y mantenimiento correctivo	Un régimen de mantenimiento preventivo aceleraría el proceso.
Conclusiones/ Recomendaciones	La mayor demora en el proceso es a causa de largos períodos de inactividad en la máquina dos. Una sincronización del proceso sería beneficiosa ya que el proceso mantiene constantemente su flujo.	

Operación 4 Adelgazado y autorregulado

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Prepara la fibra para el retorcido	
Dónde	En máquina 4	
Cuándo	Después de transporte 4	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Se observa sub-utilización del recurso.	Un régimen de mantenimiento preventivo aceleraría el proceso.
Conclusiones/ Recomendaciones	Frecuente inactividad por cuello de botella en máquina 2.	

Operación 5 Adelgazado y autorregulado segunda etapa.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Prepara la fibra para el retorcido	
Dónde	En máquina 5	
Cuándo	Después de transporte 5	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Solamente es afectado por lentitud de producción por cuello de botella en 2.	

### Operación 6 Retorcido

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Prepara la fibra para el retorcido	
Dónde	En máquina 6	
Cuándo	Después de transporte 6	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Recurso sub-utilizado por desperfectos y cuellos de botellas en 7. Mantenimiento preventivo en estos eliminaría esta subutilización.	

### Operación 7 Hilado

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Convierte la fibra retorcida en hilo.	
Dónde	En máquinas 7	
Cuándo	Después de transporte 8	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Se puede hilar en diferentes grosores de 1/12 K/km, 1/29 K/km, 1/32 K/km y 1/38 K/km, según la máquina utilizada. Falta de mantenimiento provoca paros frecuentes. También está deshabilitada la función de remover conos automáticamente.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Representa un cuello de botella. Cuando se paraliza el proceso, se puede atrasar la planta hasta 2 horas. Genera sub- utilización de capacidad.	

### Operación 8 Enconado

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Coloca en conos el hilo	
Dónde	En máquinas 8	
Cuándo	Después de transporte 11	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Estas máquinas podrían posicionarse mejor respecto a las hiladoras, reduciendo a la mitad la distancia de los transportes.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Al cambiarles de posición respecto a las hiladoras, podría reducirse a la mitad la distancia de transporte, que sumado a las demás medidas ahorraría 97.96 segundos en el transporte 11	

### Operación 9 Tratamiento de calor

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Da textura a ciertos hilos. Según pedido.	
Dónde	En máquinas 9	
Cuándo	Después de demora 8.	
Quién	Operario	
Cómo	Por maquinaria. Mejor mantenimiento preventivo en las mismas podría reducir en 1/3 el tiempo de la operación, así como hacer necesario sólo 1 operario para supervisar la máquina.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Con un régimen de mantenimiento preventivo, podría reducirse a 1 hora con 16 minutos 40 segundos la operación.	

### Operación 10 Empaque

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se empaican manualmente las cajas de conos	
Dónde	En departamento de empaque	
Cuándo	Después de transporte 14.	
Quién	Operarios	
Cómo	Proceso manual. Toma aproximadamente 1 minuto por caja.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es parte necesaria del proceso	

Transporte 1 Materia prima entra a máquina 1 por faja transportadora superior.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Esto reduce la cantidad de obstrucciones en 1.	
Dónde	Sobre la máquina 1	
Cuándo	Antes entrar a 1	
Quién	Alimentada de paca de material y halada por máquina 1	
Cómo	El material pasa por una faja que lo desenreda, antes de entrar a la máquina 1.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es parte necesaria del proceso.	

Transporte 2 De 1 a 2 por toneles con rodillos.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de 1 a 2	
Dónde	Entre operaciones 1 y 2	
Cuándo	Después de operación 1	
Quién	Operario	
Cómo	Mediante tonel con rodillos donde es depositado el material.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario, la distancia podría reducirse reposicionando las máquinas, pero en general es eficiente.	

Transporte 3 De 2 a 3 por toneles con rodillos.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de 2 a 3	
Dónde	Entre operaciones 2 y 3	
Cuándo	Después de operación 2	
Quién	Operario	
Cómo	Mediante tonel con rodillos donde es depositado el material.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario, la distancia podría reducirse reposicionando las máquinas, pero en general es eficiente.	

Transporte 4 De 3 a 4 por toneles con rodillos.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de 3 a 4	
Dónde	Entre operaciones 3 y 4	
Cuándo	Después de operación 3	
Quién	Operario	
Cómo	Mediante tonel con rodillos donde es depositado el material.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario, la distancia podría reducirse reposicionando las máquinas, pero en general es eficiente.	

Transporte 5 Entre 4 y 5 por toneles con rodillos.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de 4 a 5	
Dónde	Entre operaciones 4 y 5	
Cuándo	Después de operación 4	
Quién	Operario	
Cómo	Mediante tonel con rodillos donde es depositado el material.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario, la distancia podría reducirse reposicionando las máquinas, pero en general es eficiente.	

Transporte 6 Entre 5 y 6 por toneles con rodillos.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de 5 a 6	
Dónde	Entre operaciones 5 y 6	
Cuándo	Después de operación 5	
Quién	Operario	
Cómo	Mediante tonel con rodillos donde es depositado el material.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario, la distancia podría reducirse reposicionando las máquinas, pero en general es eficiente. A veces es obstaculizado por amontonamiento en demora 6.	

Transporte 7 Entre 6 y demora 6, manual

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado de maquina 6 a demora 6, a mano.	
Dónde	Alrededor de máquina 6	
Cuándo	Después de operación 6	
Quién	Operario	
Cómo	Rollos de material retorcido son transportados a mano de máquina 6 a demora 6.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Se puede eliminar al desaparecer la demora 6, reduciendo 8.68 segundos del proceso, más el tiempo que tome la demora 6, que usualmente es variable.	

Transporte 8 Entre demora 6 y operación 7.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado y colocado en la hiladoras, con carretilla, desde la demora 6.	
Dónde	De demora 6 a hiladoras (operación 7).	
Cuándo	Después de demora 6	
Quién	Operario	
Cómo	Transporte con carretilla a máquinas de la operación 7.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Se puede eliminar al desaparecer la demora 6. Al ocurrir directo de la operación 6 a la 7, se reduce en 7 metros. Al presente ocurre a una velocidad promedio de 1.83 m/s, por lo que al reducirle en 7 metros, se ahorran 12 segundos aproximadamente, un 22% de ahorro.	

Transporte 9 De hiladoras a demora 7.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es recogido de las hiladoras y transportado a demora 7.	
Dónde	De hiladoras a demora 7.	
Cuándo	Después de operación 7.	
Quién	Operario	
Cómo	Transporte con carretilla de operación 7. a demora 7.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Se puede eliminar al desaparecer la demora 7. Al ocurrir directo de la operación 7 a la 8, se reduce en 10 metros y se consolida con los transportes 10 y 11, permitiendo que sea realizado por un solo operario. Estos tres transportes cubren una distancia total de 124 m, en 3,100.75 segundos, incluyendo el remover los carretes de la maquinaria. A una velocidad de 0.039 m/s, una reducción de 10 m ahorra 0.39 s. No obstante, también es factible utilizar la capacidad de las máquinas de cambiar conos automáticamente, actualmente fuera de operación por falta de mantenimiento. De esta manera, el transporte 9 se reduce a apenas 155.16 segundos, con lo que el total de los 3 transportes ocurriría en 195.91 s, a una velocidad de 0.63 m/s, y se ahorrarían 6.32 s al desaparecer la demora 7.	

Transporte 10 De demora 7 a carretilla.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Carretes se echan en carretilla.	
Dónde	De demora 7 a carretilla.	
Cuándo	Después de demora 7	
Quién	Operario	
Cómo	Manual	
Conclusiones/ Recomendaciones	Se puede eliminar al desaparecer la demora 7. Elimina 1.59 segundos del proceso.	

Transporte 11 Por carretilla a enconadoras.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Material es transportado a enconadoras.	
Dónde	De demora 7 a enconadoras	
Cuándo	Después de demora 7	
Quién	Operario	
Cómo	Transporte con carretilla de demora 7 a enconadoras (operación 8)	
Conclusiones/ Recomendaciones	Se puede consolidar con el transportes 9 al eliminar la demora 7, permitiendo que sea realizado por un solo operario. De esta manera, el tiempo total de transporte ocurriría en 195.91 s, a una velocidad de 0.63 m/s, y se ahorrarían 6.32 s al desaparecer la demora 7.	

Transporte 12 De enconadoras a carretillas.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se recogen conos y se depositan en carretillas	
Dónde	De operación 8 a carretillas	
Cuándo	Después de operación 8	
Quién	Operario	
Cómo	Se remueve cono de máquina y se deposita en carretilla.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario. Espacio para mejora en movimientos.	

Transporte 13 De carretillas a demora 8

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Los conos se apilan en la demora 8.	
Dónde	En demora 8. Se sacan conos de carretilla.	
Cuándo	Después de transporte 12	
Quién	Operario	
Cómo	Se remueve cono de carretilla manualmente.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario. Espacio para mejora en movimientos.	

Transporte 14 De demora 8 a texturizado por calentamiento.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Los conos se llevan a tratamiento de calor	
Dónde	De demora 8 a tratamiento de calor (operación 9)	
Cuándo	Después de demora 8	
Quién	Operario	
Cómo	Por carretilla	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario. Espacio para mejora en movimientos.	

Transporte 15 De texturizado por calentamiento a empaque

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Los conos se llevan del tratamiento de calor al empaque	
Dónde	De tratamiento de calor (operación 9) a empaque (operación 10)	
Cuándo	Después de tratamiento de calor 9	
Quién	Operario	
Cómo	Por carretilla	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es necesario. Espacio para mejora en movimientos.	

Demora 1 Materia Prima por entrar

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se mantiene en el área de maquinaria una cantidad de materia prima para compensar inestabilidades del proceso.	Es innecesaria, ocupa espacio útil de la planta. Podría traerse de la bodega cuando se necesita.
Dónde	Junto a la máquina de la operación 1	
Cuándo	Antes del transporte 1	
Quién	Operario de la máquina	
Cómo	Es colocada en su lugar por operario de montacargas y alimentada a la máquina por operario, vía faja transportadora	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es innecesario mantener una cantidad de material cuando puede traerse de bodega sin pérdida de tiempo al utilizarse un buen proceso de justo a tiempo. No quita tiempo, pero limita el espacio interior.	

Demora 2 Fibra estirada por entrar a 2

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se acumula materia que sale de operación 1 por desperfectos mecánicos frecuentes de máquina de operación 2. También se paraliza 2 a veces por obstrucciones en transporte 1 y lentitud en transporte 2.	Es innecesaria, ocupa espacio útil de la planta. El proceso debe sincronizarse para que la materia salga de 1 a medida que es necesaria en 2.
Dónde	Entre máquinas de operación 1 y 2	
Cuándo	Antes del transporte 2	
Quién	Operario	
Cómo	Sale en tonel con rodillos de máquina 1 y es empujada por operario a su lugar.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Causa estorbo. Es resultado de un cuello de botella en la operación 2.	

Demora 3 Fibra estirada por entrar a 3

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se acumula materia que sale de operación 2 por desperfectos mecánicos frecuentes de máquina de operación 3. En ocasiones la operación 3 queda paralizada por desperfectos de 2.	Representa un cuello de botella en el proceso, pues provoca sobre trabajo a la operación 3 o recursos sub-utilizados.
Dónde	Entre máquinas de operación 2 y 3	
Cuándo	Antes del transporte 3	
Quién	Operario	
Cómo	Sale en tonel con rodillos de máquina 2 y es empujada por operario a su lugar frente a operación 3	
Conclusiones/ Recomendaciones	Puede eliminarse con un régimen de mantenimiento preventivo de máquinas 2 y 3.	

Demora 4 Fibra alineada por entrar a 4.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	La máquina 4 frecuentemente se encuentra paralizada por falta de material proveniente de 3. También se da acumulación de material frente a 4 cuando se le da mantenimiento.	Representa un cuello de botella en el proceso, pues provoca sobre trabajo a la operación 4 o recursos sub-utilizados.
Dónde	Entre máquinas de operación 3 y 4	
Cuándo	Antes del transporte 4	
Quién	Operario	
Cómo	Sale en tonel con rodillos de máquina 3 y es empujada por operario a su lugar frente a operación 4	
Conclusiones/ Recomendaciones	Puede eliminarse con un mantenimiento preventivo de máquina 4. También es necesario sincronizar la producción de estas máquinas.	

Demora 5 Fibra autorregulada por entrar a 6.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se acumulan toneles con rodillos de material cuando la máquina 6 está detenida, cosa que ocurre cuando se dan desperfectos mecánicos en las hiladoras.	La máquina 6 está sub-utilizada. Esta demora es un síntoma del cuello de botella en la operación 7.
Dónde	Antes de la máquina 6	
Cuándo	Antes de la operación 6	
Quién	Operario	
Cómo	Sale en tonel con rodillos de máquina 5 y es empujada por operario a su lugar frente a operación 6	
Conclusiones/ Recomendaciones	Esta demora obstruirá el transporte hacia la nueva máquina continua que aún no está en funcionamiento. Se suprime al eliminar los problemas de la operación 7.	

Demora 6 Fibra autorregulada por entrar a Fibra retorcida para entrar a máquinas hiladoras.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se apilan los rollos de material ya retorcido, y se van utilizando según son necesarios en las hiladoras.	La máquina 6 está sub-utilizada. Esta demora es un síntoma del cuello de botella en la operación 7.
Dónde	Cerca de la máquina 6	
Cuándo	Antes del transporte 8	
Quién	Operario	
Cómo	Se recogen los rollos manualmente de la máquina 6 y se apilan sobre una tarima de madera.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Esta demora no es necesaria. Puede eliminarse.	

Demora 7 Carretes de hilo esperando a ser enconados.

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se colocan los carretes de hilo en sacos, Para ser enconados según entren pedidos. Se hace para compensar cambios en el ritmo de producción. No es necesaria.	Puede eliminarse al corregir la forma en que se manejan los pedidos. No es perjudicial en si, pero puede corregirse.
Dónde	Enfrente de las máquinas 7	
Cuándo	Antes del transporte 8	
Quién	Operario	
Cómo	Se recogen manualmente los carretes de hilo de las máquinas y se transportan aquí en carretillas.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Esta demora no es necesaria. Puede eliminarse.	

Demora 8 Conos de hilo esperando a ser Tratados y/o Teñidos

	Análisis	Resultados/Mejoras
Qué	Se apilan los conos de hilo que esperan tratamiento. Es difícil eliminarla, puesto que permite tener producto listo para sólo preparar al gusto del cliente.	
Dónde	Cerca de la máquinas de la operación 8	
Cuándo	Antes de la decisión 3	
Quién	Operario	
Cómo	Se traen aquí en carretillas los conos de hilo de las máquinas.	
Conclusiones/ Recomendaciones	Es difícil eliminarla sin cambiar totalmente el sistema de manejo de pedidos de la fábrica	

## VII. CONCLUSIONES SOBRE ANÁLISIS CRÍTICO Y ANÁLISIS DE TIEMPOS CONSOLIDADO

Los principales problemas del proceso productivo son, el mantenimiento de las máquinas, y la carencia de pacas de materia prima en la primera operación. El primer problema genera que, en ocasiones, se paralice el proceso porque la máquina anterior está en mantenimiento correctivo. Para paliar este problema usualmente se mantienen demoras de material, que compensan las interrupciones de la línea de producción pero ocupan espacio significativo en el interior de la planta; de acuerdo a los principios de la producción justo a tiempo estas demoras deben eliminarse o reducirse al mínimo necesario, *i.e.*, cada operación del proceso debe entregar a la siguiente únicamente la suficiente materia para mantenerla en operación. El problema de inventario se corrige mediante una programación de pedidos de inventario <sup>11</sup>

En su nueva configuración, bien abastecida de materia prima, y funcionando a su ritmo normal sin interrupciones, sumado a la implementación de métodos de trabajo sugeridos en los MODAPTS, es posible lograr un aumento de producción de hasta 4 veces sobre el actual, de 108,864 conos de hilo anuales a 432,822. Este es el máximo potencial de producción de la planta, no obstante, la producción se ajusta a las ventas proyectadas <sup>12</sup>

En conclusión, las mejoras sugeridas se concretan a cuatro puntos:

- Reorganizar las operaciones de la fábrica a una configuración organizadas por grupos de tecnología, que permita flujos de transporte más limpios, más breves y más controlables, reduciendo la acumulación de inventario en proceso antes de cada operación al mínimo necesario para mantenerla en funcionamiento.
- Implementar un régimen de mantenimiento preventivo TPM que permita mantener el flujo de producción estable. Se estima dedicar 7 días al mes para realizar el mismo.
- Solventar la situación de la falta de materia prima mediante un programa de manejo de inventarios.

---

<sup>11</sup> véase *Manejo de Inventarios*.

<sup>12</sup> véase *Análisis de Factibilidad Económica*.

- Implantar métodos y técnicas de trabajo según se detallan en los diagramas bimanuales, que reducen el tiempo que emplea el trabajador en determinada tarea.

## IX. PROGRAMA DE INVENTARIOS

El análisis de las operaciones de producción de la fábrica pone de manifiesto que una causa significativa del desperdicio de recurso productivo es la frecuente falta de materia prima. Al implementar una estrategia de Justo a Tiempo en la empresa, surge la necesidad de mantener un inventario de seguridad, que proteja de situaciones de faltantes de materia prima a la empresa durante el tiempo que tome en llegar el siguiente pedido.

### *A. Situación actual*

Actualmente la empresa conoce el tiempo aproximado para recibir inventario, el cual es de aproximadamente 2.5 meses a partir del día en el que se coloca la orden. Entonces se ordena nueva materia cuando se está recibiendo la anterior, y en cantidad similar a la cantidad que se consume en ese período (126 pacas de 900 kg), estimando que llegue a tiempo cuando se está acabando la orden anterior.

No obstante, periódicamente ocurren faltantes de materia prima que provocan paros en la línea de producción. Estos faltantes se pueden compensar, si el período entre ordenes y el tamaño de las órdenes se optimiza.

### *B. Situación propuesta*

Para la situación de mejora propuesta se contemplan 4 escenarios distintos, correspondientes a los escenarios de producción que se considerarán más adelante en el análisis financiero:

**Tabla 1: Manejo de inventarios**

	Sin Incremento	95%	50%	10%	-10%
Inventario al recibir orden (kg)	243159.51	1801222.41	687759.69	280530.69	207613.18
Cant. económica de pedido (kg)	243160.55	1801224.44	687761.16	280531.78	230682.35
Tiempo de ciclo (Meses)	2.14	4.18	3.03	2.25	2.26
Faltante máximo (kg)	1.04	2.03	1.47	1.09	23069.17
Inventario al recibir orden (Pacas)	270	2001	764	312	231
Cant. económica de pedido (Pacas)	270	2001	764	312	256
Faltante máximo (Pacas)	0	0	0	0	26

En la situación actual, si no se practica en rediseño, debe realizarse la orden cada 2 meses y 4 días, y debe ordenarse 270 pacas, de 900 kg. Si se incrementa la producción a

un 95% de el total posible (3.8 veces), se debe ordenar cada 4 meses y 5 días, con una orden de 2001 pacas. En el caso de incrementar la producción en el mínimo objetivo de 10%, se ordenan 312 pacas cada 2 meses con 7 días. Y en el caso de que se de un decremento de producción de 10%, se debe ordenar 256 pacas cada 2 meses con 8 días.

Nótese que, ajustándose el manejo de inventarios a un programa de JIT, no admite la posibilidad de faltantes salvo cuando la producción cae por debajo de la actual, lo cual es congruente con que la fábrica no estará operando a capacidad.

## X. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Habiendo examinado los elementos necesarios para lograr una mejora, es menester determinar si el llevar a cabo dicha mejora es económicamente deseable, o aún factible, para la fábrica. Tomando como base los flujos de efectivo de los últimos 4 años de la fábrica, se realizó la proyección de flujos para los próximos 6 años. Se elaboró 6 escenarios diferentes, correspondientes a:

- No hacer nada: no llevar a cabo el rediseño ni invertir en mejora alguna
- Escenario optimista: Se implementa la mejora y se vende el 95% de la producción total
- Escenario optimista 2: Se implementa la mejora y se vende el 50% de la producción total
- Escenario conservador: Se implementa la mejora, pero solamente se incrementan las ventas en un 10%.
- Escenario conservador financiamiento propio: Se implementa la mejora, pero se financia con capital propio, en lugar de préstamo.
- Escenario pesimista: Se implementa la mejora, pero las ventas caen en 10%

Estos escenarios se compararán entre sí respecto a su valor presente neto en el año 0 (2009), el tiempo mínimo que toma recuperar la inversión, y el crecimiento en utilidades que representan respecto a la opción de no hacer nada.

### ***A. Estimación de costos de rediseño:***

El costo del rediseño se manifestará de tres maneras:

- Cobertura de los costos fijos de la fábrica mientras la misma no produce.
- Cobertura de costos variables de mantenimiento del rediseño.
- Ventas perdidas mientras se realiza el rediseño.

Los primeros dos deben ser cubiertos a medida que se van dando y representan la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Se estima que la planta estará fuera de

operación durante aproximadamente dos meses, por lo que se deduce el costo de rediseño a partir de los flujos de efectivo como:

**Tabla 2: Costo de inversión**

Inversión de Mejoras		
Ventas		
<b>Costos variables</b>		
Costo de materia prima		
Mantenimiento maquinaria	Q	(30,000.00)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q	(12,000.00)
Repuestos	Q	(94,000.00)
Trabajos torno	Q	(20,000.00)
Honorarios mantenimiento	Q	(30,000.00)
Bolsas plásticas empaque	Q	(40,000.00)
Conos	Q	(32,000.00)
Gasto importación producto	Q	(24,000.00)
Fletes	Q	(24,000.00)
Combustibles	Q	(350,000.00)
Energía	Q	(802,000.00)
Lubricantes	Q	(16,000.00)
<b>Costos fijos</b>		
Agremiatura	Q	(1,872.00)
Agua pura	Q	(5,400.00)
Almacenaje	Q	(1,166.00)
Extracción de basura	Q	(800.00)
Parafina	Q	(6,000.00)
Papelería fabrica	Q	(2,000.00)
Salarios	Q	(720,000.00)
Bono 14	Q	(328,000.00)
Vacaciones	Q	(30,000.00)
Prestaciones laborales	Q	(30,000.00)
IGSS	Q	(110,000.00)
Servicios médicos	Q	(6,000.00)
<b>Inversión total</b>	<b>Q</b>	<b>(2,715,238.00)</b>

Esta inversión puede financiarse de dos maneras, ya sea mediante un préstamo, con un interés anual de 13.89% (Tasa Activa de Guatemala para Julio 2009), o mediante capital propio, a un costo de oportunidad de 8% anual (Tasa pasiva de Guatemala para Julio 2009)<sup>13</sup>. Para los escenarios de financiamiento por préstamo, se tomó un plazo de tres años para pagar el mismo.

<sup>13</sup> Consultores para el Desarrollo S.A., *Tasas de Interés Para Moneda Local*.

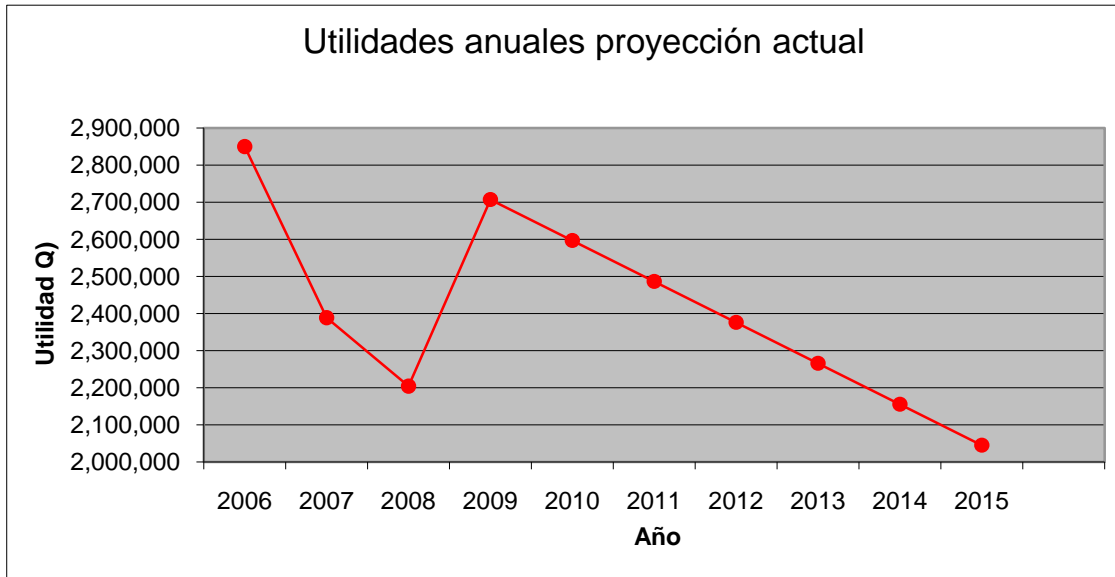
<http://www.copades.com/pub/es/detalletasdeinteres.html>

A continuación se comparan los diferentes escenarios.

**B. Escenarios proyectados<sup>14</sup>:**

**1. Proyección actual/opción de no hacer nada:**

**Gráfica 1: Utilidades proyección actual**

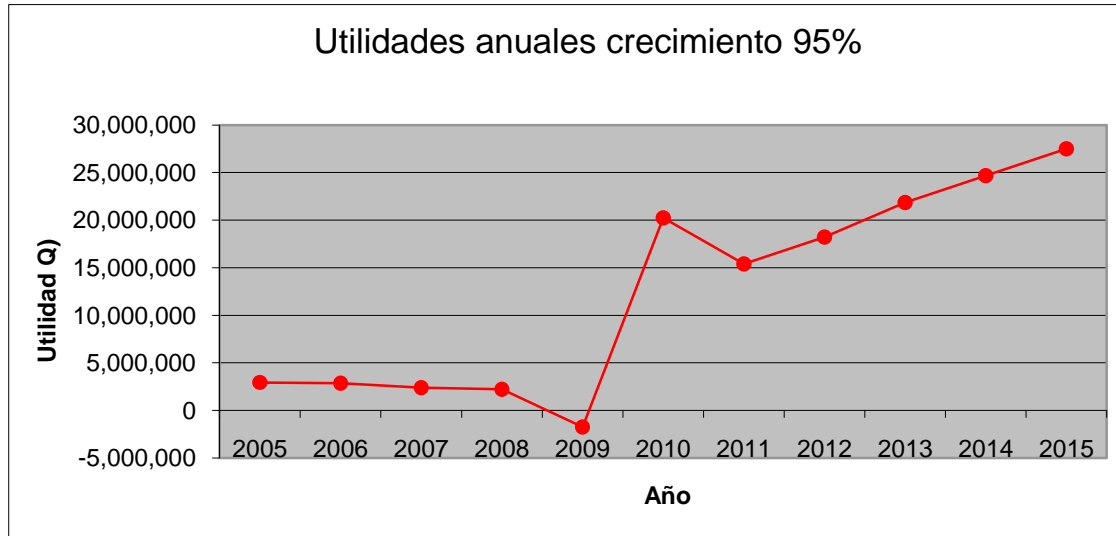


En el caso que no se lleve a cabo la mejora, las utilidades de la empresa exhiben una tendencia a la baja durante los siguientes 5 años, aunque sigue siendo rentable en el corto plazo. El Valor Presente Neto de la operación, si no se implementa una mejora, es de Q9,214,343.26.

<sup>14</sup> Véase Apéndice H. Flujos de efectivo para los diferentes escenarios proyectados

## 2. Escenario optimista, crecimiento 95%:

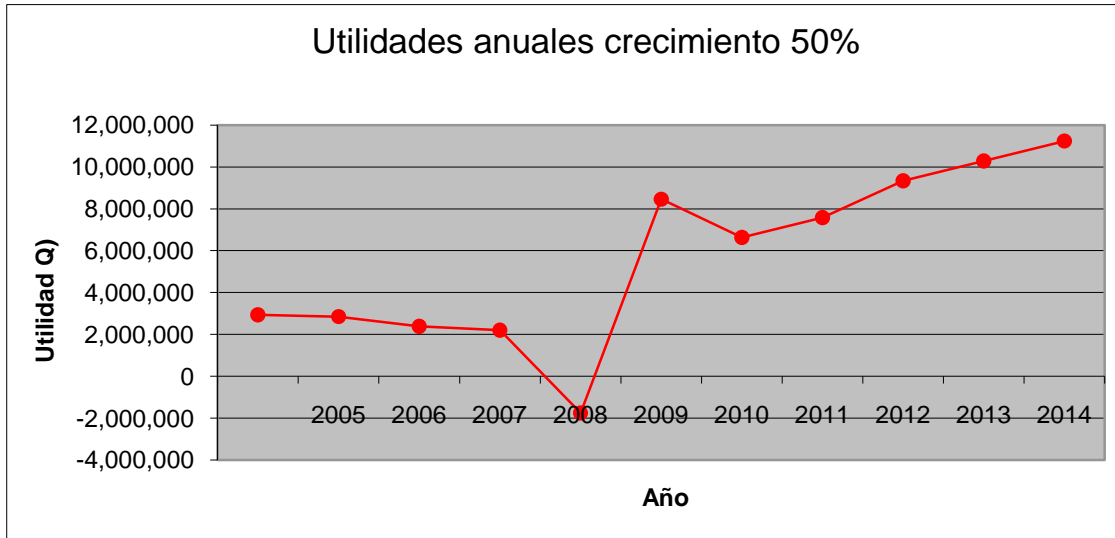
Gráfica 2: Utilidades proyección crecimiento 95%



Éste representa el caso ideal de implementación de mejora, donde la empresa vende un 95% de la producción máxima lograda, o sea, 3.8 veces más de lo que vendía antes. En este caso, las utilidades casi se multiplican por 10. El Valor Presente Neto de la operación bajo estas condiciones es de Q 80,423,670.76 y la inversión se recuperaría en un tiempo mínimo de 5 meses. No obstante, se considera que este crecimiento es improbable en el corto plazo, en base a la tendencia de crecimiento de ventas establecida anteriormente, por lo que no se considera viable un escenario en el que se aproveche toda la capacidad de producción. Nótese que las utilidades tienden a caer hacia el 2011, a consecuencia de una caída cíclica en la demanda.

### 3. Escenario optimista 2, crecimiento 50%:

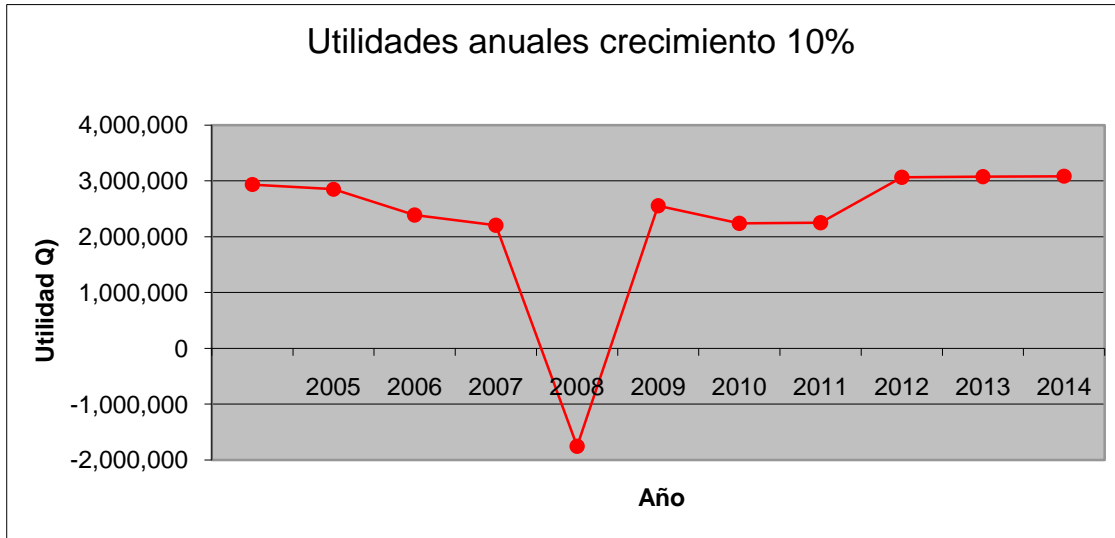
Gráfica 3: Utilidades proyección crecimiento 50%



Este escenario contempla la situación en la que se vende el doble de lo que se vendía originalmente, o sea, un 50% de la máxima producción potencial. La utilidad aproximadamente se cuadruplica respecto al escenario de no hacer nada. El Valor Presente Neto del proyecto bajo estas condiciones es de Q 33,748,243.70 y la inversión se recupera en un tiempo mínimo de 8 meses. Sin embargo, al igual que el escenario anterior, no se considera viable a corto plazo, dada la tendencia de crecimiento histórica. Nótese que este escenario también exhibe una pérdida de demanda cíclica en el año 2011, aunque de menores proporciones que para el escenario optimista de crecimiento 95%.

#### 4. Escenario conservador, crecimiento 10%:

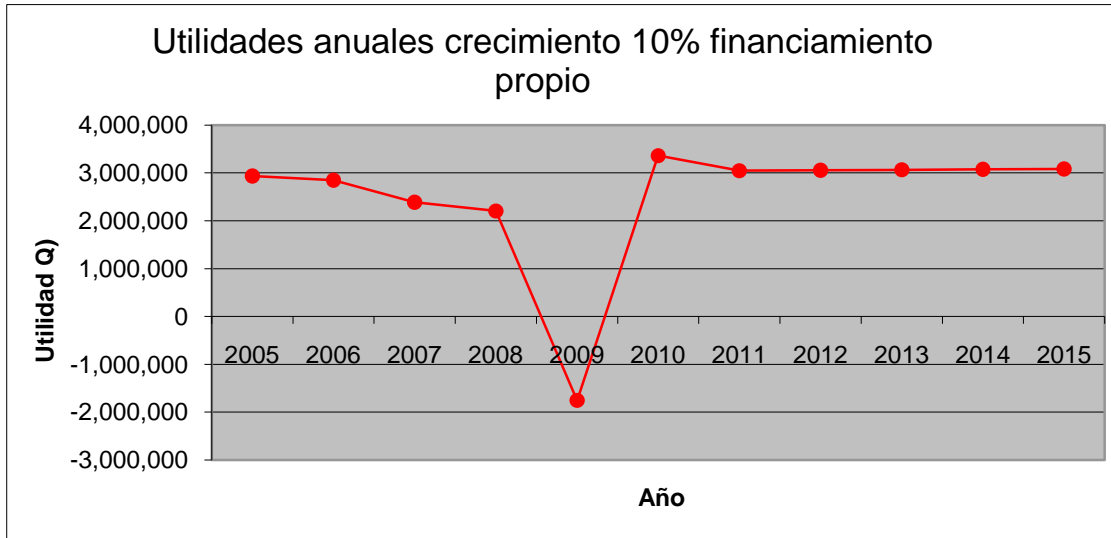
Gráfica 4: Utilidades proyección crecimiento 10%



Este escenario representa el crecimiento de ventas mínimo aceptable de acuerdo con los objetivos de este estudio. El Valor Presente Neto del proyecto bajo estas circunstancias es de Q 10,336,148.26 y la inversión se recupera en un tiempo mínimo de 1 año; no obstante, las utilidades no crecen al menos un 10% año con año durante los primeros 3 años respecto a las utilidades que se obtienen al no hacer nada (véase Tabla 2 de Análisis Comparativo de Escenarios). De acuerdo a la tendencia histórica se considera que este escenario es factible en el corto y el largo plazo. Este crecimiento en producción asegura al menos la estabilidad de las utilidades a niveles cercanos al histórico, a diferencia del escenario de no hacer nada.

**5. Escenario conservador 2, crecimiento 10% con financiamiento propio:**

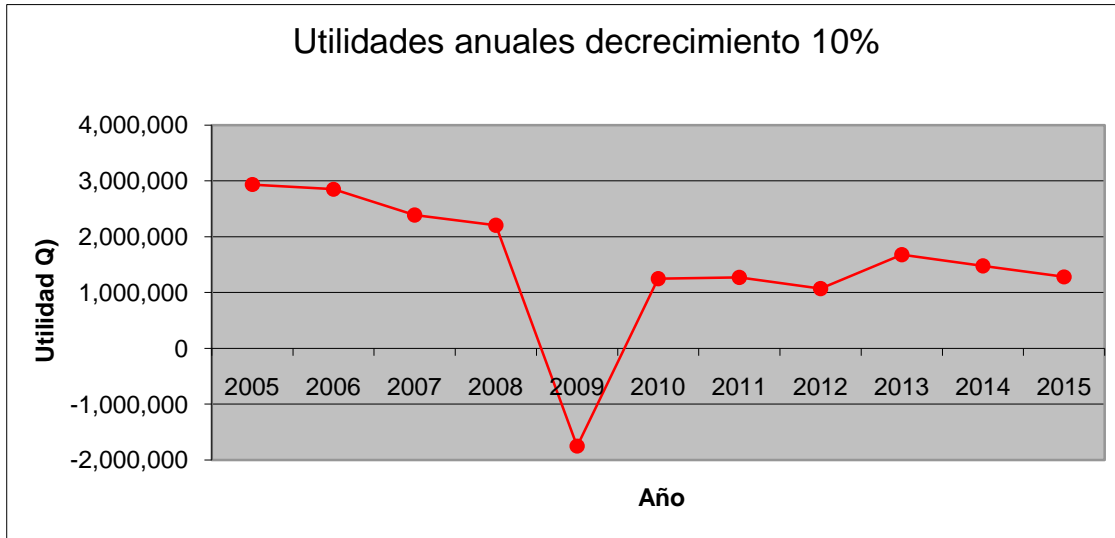
**Gráfica 5: Utilidades proyección crecimiento 10% financiamiento propio**



Este escenario conservador es similar al anterior, salvo que contempla cubrir la inversión con capital propio, a diferencia de mediante un préstamo. La ventaja de financiar con capital propio es que no se resta el pago de deuda a las utilidades, por lo que estas son mayores, y se recupera más rápidamente la inversión. El Valor Presente Neto del proyecto en este caso es de Q 14,440,795.82 y sus utilidades sí crecen más de un 10% cada año respecto a la opción de no hacer nada. El tiempo mínimo de recuperación de inversión es de 11 meses. Este escenario cumple con todos los objetivos delineados como mínimos aceptables para este estudio.

## 6. Escenario pesimista, decrecimiento 10%:

Gráfica 6: Utilidades proyección decrecimiento 10%



Este último escenario plantea una disminución en la demanda en un 10%, pese a la mejora, requiriendo disminuir la producción en 10%. El Valor Presente Neto del Proyecto de Mejora en este caso es de Q 5,155,426.76 y el tiempo mínimo de recuperación de la inversión es de 15 meses.

Bajo estas condiciones, las utilidades decrecen considerablemente respecto a las del caso de no hacer nada, hasta en un 50% el los primeros 3 años. No obstante, la tendencia de caída no parece ser tan acelerada como en el caso de no hacer nada y parecer ser cíclica. Esta alternativa se considera también factible, especialmente en el presente clima económico.

### C. Comparación de escenarios:

A continuación se muestran algunas tablas y gráficas comparativas de los diferentes escenarios planteados antes:

**Tabla 3: Utilidades anuales de los diferentes escenarios**

	2005	2006	2007	2008	2009
Sin Cambio	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q 2,707,205.35
Crecimiento 95%	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q (1,754,858.40)
Crecimiento 50%	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q (1,754,858.40)
Crecimiento 10%	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q (1,754,858.40)
Crecimiento 10% Cap. Propio	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q (1,754,858.40)
Decrecimiento 10%	Q 2,935,851.25	Q 2,850,204.66	Q 2,388,468.51	Q 2,203,973.16	Q (1,752,844.40)

2010	2011	2012	2013	2014	2015
Q 2,596,853.02	Q 2,486,500.69	Q 2,376,148.36	Q 2,265,796.03	Q 2,155,443.70	Q 2,045,091.37
Q 20,234,097.62	Q 15,387,895.39	Q 18,214,733.17	Q 21,847,063.39	Q 24,673,901.17	Q 27,500,738.94
Q 8,462,111.70	Q 6,632,365.71	Q 7,583,018.55	Q 9,339,163.84	Q 10,289,816.68	Q 11,240,469.53
Q 2,555,712.12	Q 2,240,996.45	Q 2,250,641.59	Q 3,065,779.19	Q 3,075,424.33	Q 3,085,069.47
Q 3,361,204.57	Q 3,046,488.90	Q 3,056,134.04	Q 3,065,779.19	Q 3,075,424.33	Q 3,085,069.47
Q 1,249,104.72	Q 1,269,552.24	Q 1,070,733.77	Q 1,677,407.75	Q 1,478,589.28	Q 1,279,770.81

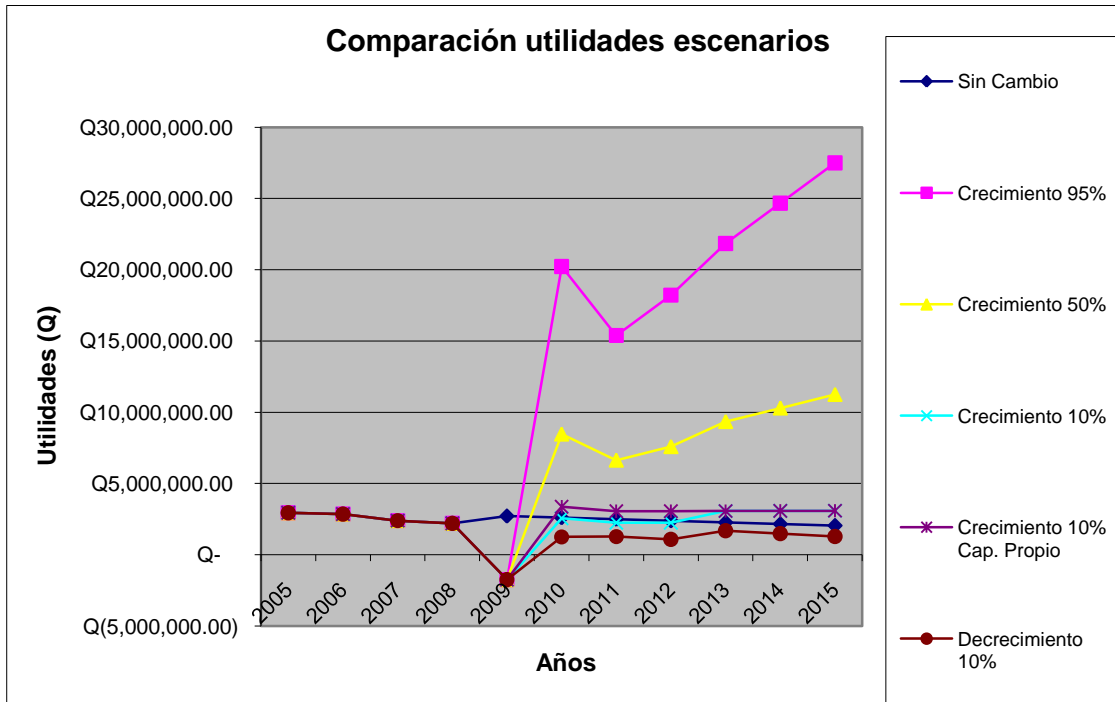
**Tabla 4: Crecimiento porcentual de escenarios respecto a flujos actuales**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Crecimiento 95%	0%	0%	0%	0%	-165%	679%	519%	667%	864%	1045%	1245%
Crecimiento 50%	0%	0%	0%	0%	-165%	226%	167%	219%	312%	377%	450%
Crecimiento 10%	0%	0%	0%	0%	-165%	-2%	-10%	-5%	35%	43%	51%
Crecimiento 10% Cap. Propio	0%	0%	0%	0%	-165%	29%	23%	29%	35%	43%	51%
Decrecimiento 10%	0%	0%	0%	0%	-165%	-52%	-49%	-55%	-26%	-31%	-37%

**Tabla 5: Valor Presente Neto y Puntos de Equilibrio para escenarios**

	VPN (2009)	Punto Eq. (Años)	Punto Eq. (Meses)
Sin Cambio	Q 9,214,343.26	0.00	0
Crecimiento 95%	Q80,423,670.76	0.39	5
Crecimiento 50%	Q33,748,243.70	0.63	8
Crecimiento 10%	Q10,336,148.26	1.02	12
Crecimiento 10% Cap. Propio	Q14,440,795.82	0.91	11
Decrecimiento 10%	Q 5,155,426.76	1.27	15

**Gráfica 7: Comparación utilidades escenarios**



#### ***D. Conclusiones sobre análisis financiero:***

Dentro de los 5 años proyectados ningún escenario representa pérdida. No obstante, en el caso de no hacer nada, la tendencia es de utilidades decrecientes, al igual que en el caso de un decrecimiento en ventas del 10%.

Por otro lado, se considera que los escenarios donde se puede producir a la máxima capacidad de mejora, o aún cuando se duplica la producción, no son factibles a corto plazo, según la tendencia histórica. La misma muestra que si es factible un crecimiento en producción del 10% y, si se financia con capital propio, cumple también con el objetivo de incrementar las utilidades en al menos 10% durante los 5 años proyectados.

Adicionalmente, el Valor Presente Neto del escenario de financiamiento propio es mayor al de financiamiento por deuda, aún cuando ambos son mayores al de la opción de no hacer nada. De igual manera, el período de recuperación de la inversión es menor para la opción de financiamiento propio.

Por lo tanto, el análisis financiero se concreta a los siguientes tres puntos:

- Dentro de los 5 años proyectados en los objetivos, se considera que es factible incrementar la producción en un 10%, mas no en un 50% o 95%.
- Es más rentable la opción de utilizar capital propio para financiamiento. Cualquier combinación de capital propio y deuda sería menos rentable que utilizar solamente capital propio.
- Se debe considerar la posibilidad de un decrecimiento continuado de hasta 10% durante los 5 años proyectados al evaluar la factibilidad del proyecto.

## **XI. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

- 1) Utilizando los mismos recursos y medios de producción que posee la empresa, pero rediseñando su línea de producción, redistribuyendo sus máquinas, e implementando los programas sugeridos, es posible incrementar la producción de la fábrica hasta 400%.
- 2) En el escenario optimista, es posible incrementar las utilidades hasta en un 1000% en un plazo de 5 años.
- 3) La tendencia histórica respalda un incremento de producción de hasta 10%.
- 4) La inversión mínima para llevar a cabo el proyecto es de Q 2,715,238.00
- 5) La inversión se recupera en 11 meses.
- 6) Aún en el caso que el crecimiento real de la demanda sea menor al 10%, o incluso ocurra el escenario pesimista de decrecimiento del 10%, se considera factible y rentable llevar a cabo el proyecto, pues permitiría a la fábrica estar preparada para afrontar un incremento en la demanda a mediano o largo plazo.
- 7) Otra razón para implementar las mejoras detalladas en este estudio son los beneficios de mayor orden y transparencia en el proceso y mayor capacidad para responder a las exigencias de la demanda.
- 8) El Valor Presente Neto es mayor si se utiliza financiamiento propio  
(Q14,440,795.82)

- 9) Las utilidades anuales representan un incremento superior al 10% sobre las proyecciones actuales <sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Véase Tabla 4: Crecimiento porcentual de escenarios respecto a flujos actuales.

## **XII. RECOMENDACIONES:**

- 1) Se recomienda comenzar las mejoras implementando el programa de Mantenimiento Preventivo Total TPM y solventando la situación de falta de inventario, pues son los dos problemas mayores de la empresa.
- 2) Luego, se recomienda capacitar y motivar al recurso humano para que perpetúe los programas por iniciativa propia, haciendo hincapié en que esto mejora su lugar de trabajo.
- 3) Es prudente llevar a cabo la mejora aún ante el panorama económico actual, pues esto colocará a la empresa en una posición competitiva cuando se recupere la economía.
- 4) Es recomendable invertir en campaña de mercadeo, así como en estudios de la situación de mercado una vez se haya practicado la mejora, para poder aprovechar al máximo la capacidad de producción incrementada.

### **XIII. BIBLIOGRAFÍA:**

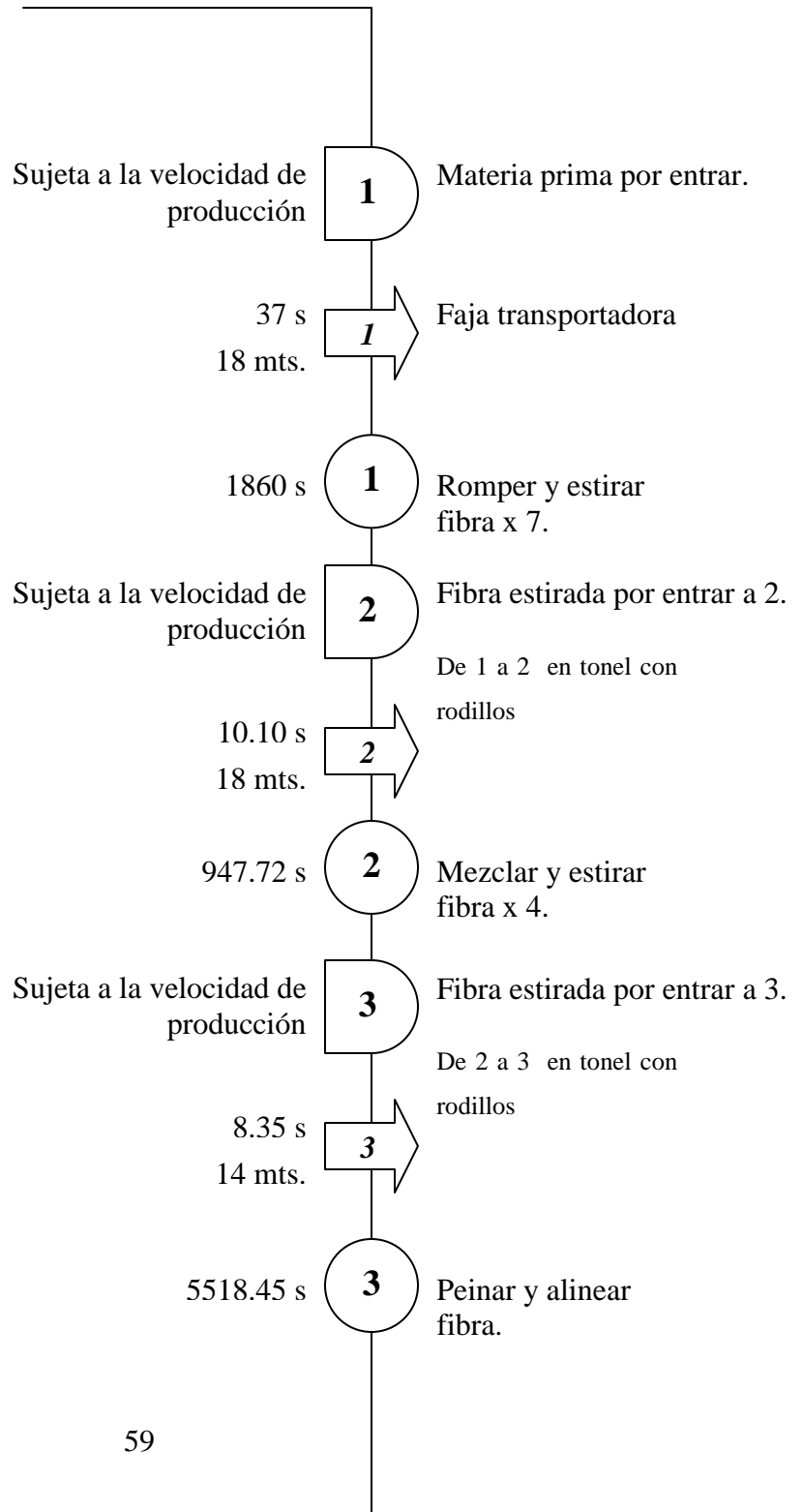
1. Blank, L. Tarquin, A. 2006. *Ingeniería Económica*. 6ª edición McGraw-Hill Companies, Inc. México D.F.
2. Consultores para el Desarrollo S.A., *Tasas de Interés Para Moneda Local*.  
<http://www.copades.com/pub/es/detalletesasdeinteres.html>
3. Chase, R. Jacobs F. Aquilano N. 2005. *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. 10ª edición, McGraw-Hill Companies, Inc. México D.F.
4. Evans, J. Lindsay W. 2008. *Administración y control de la calidad*. 7ª edición. Cengage Learning. México D.F.
5. Hillier, F. Lieberman G. 2006. *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Octava Edición. McGraw-Hill Companies, Inc. México D.F.
6. Meyers, F. Stephens, M. 2005. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. Third Edition. Pearson Education. USA.
7. Niebel, B. Freivalds, A. 2004. *Ingeniería de Métodos*. 11ª edición. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. México D.F.

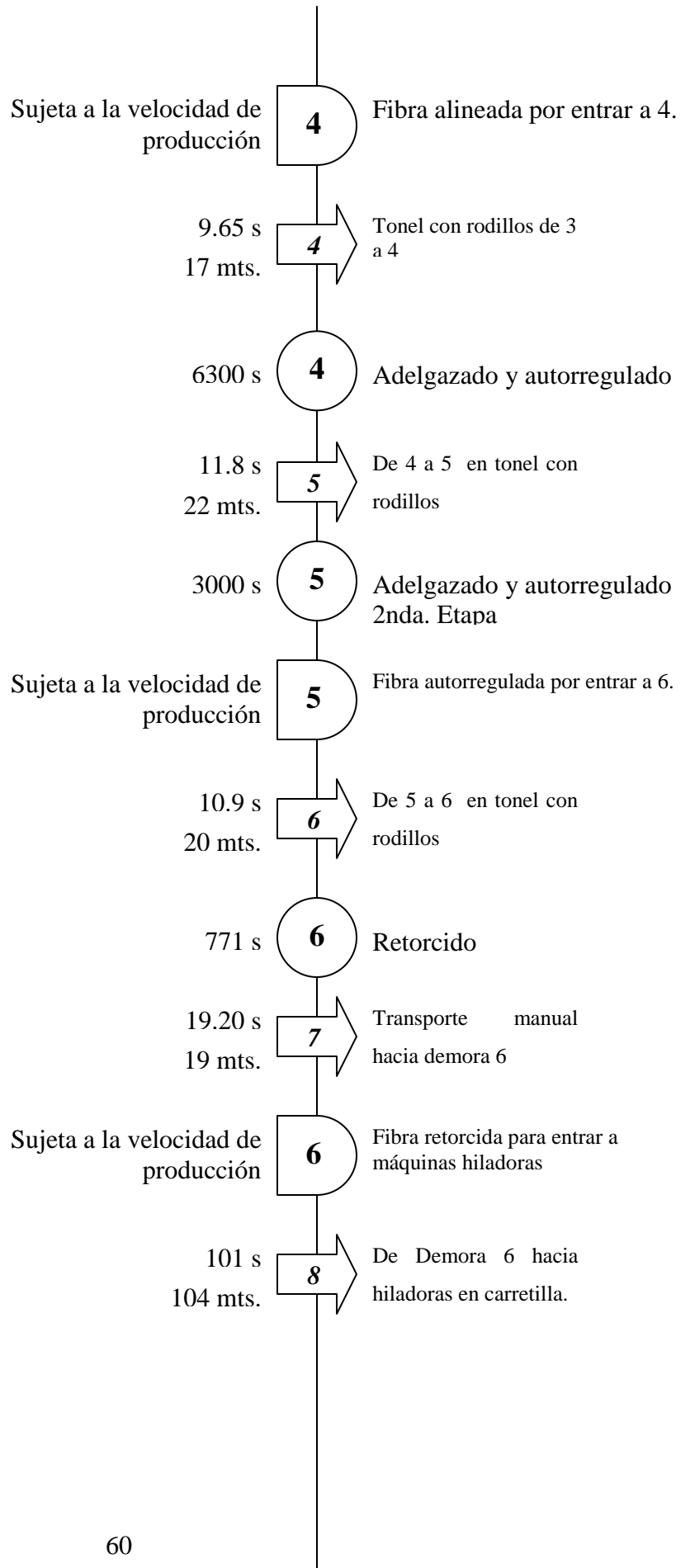
## **XIV. APÉNDICES**

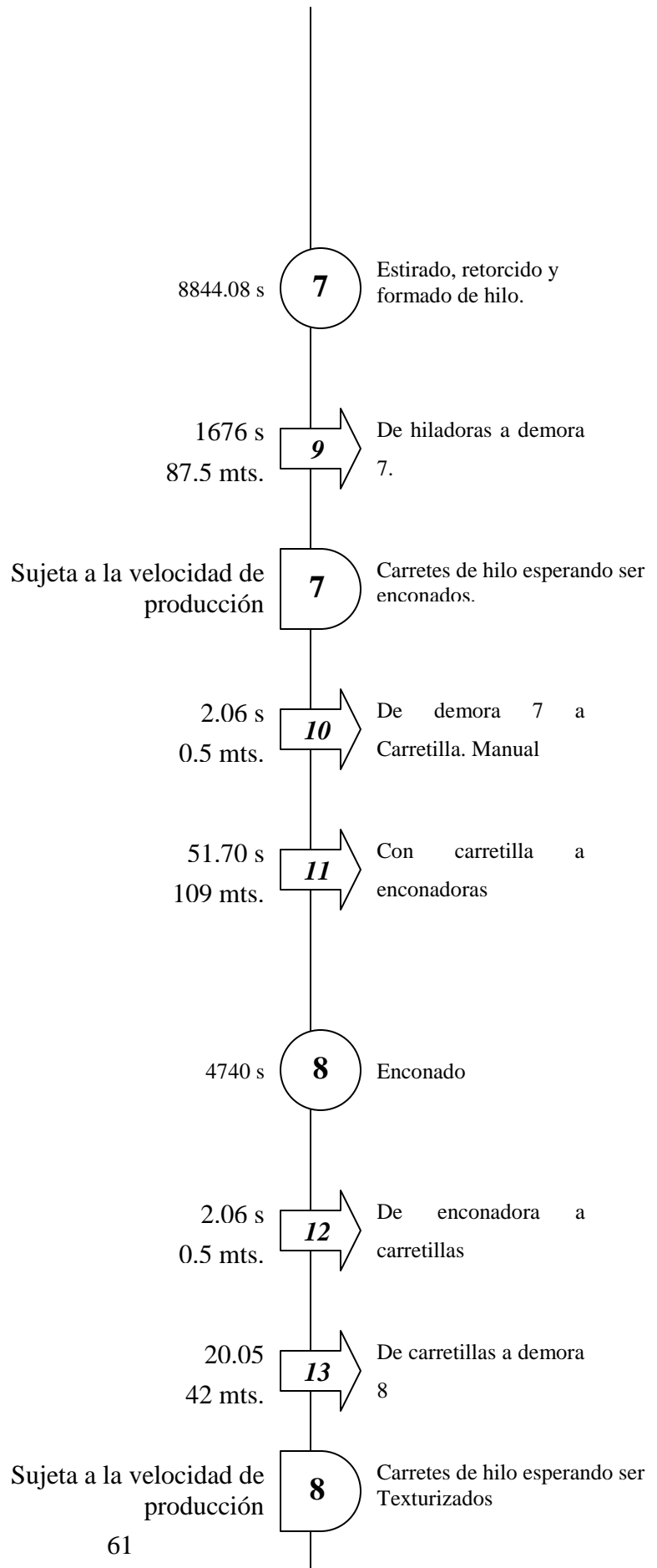
## Apéndice A. Diagrama de operación del proceso, método actual

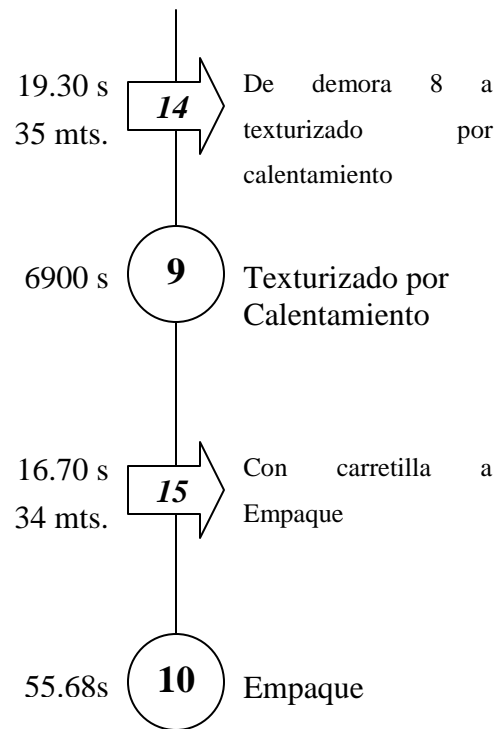
Producción de hilo a partir de fibra sintética,  
Realizado por: Hector F. Capuano

Fibra sintética HB  
Pacas de 1.5x1x1 mts y 900  
kg. Promedio.









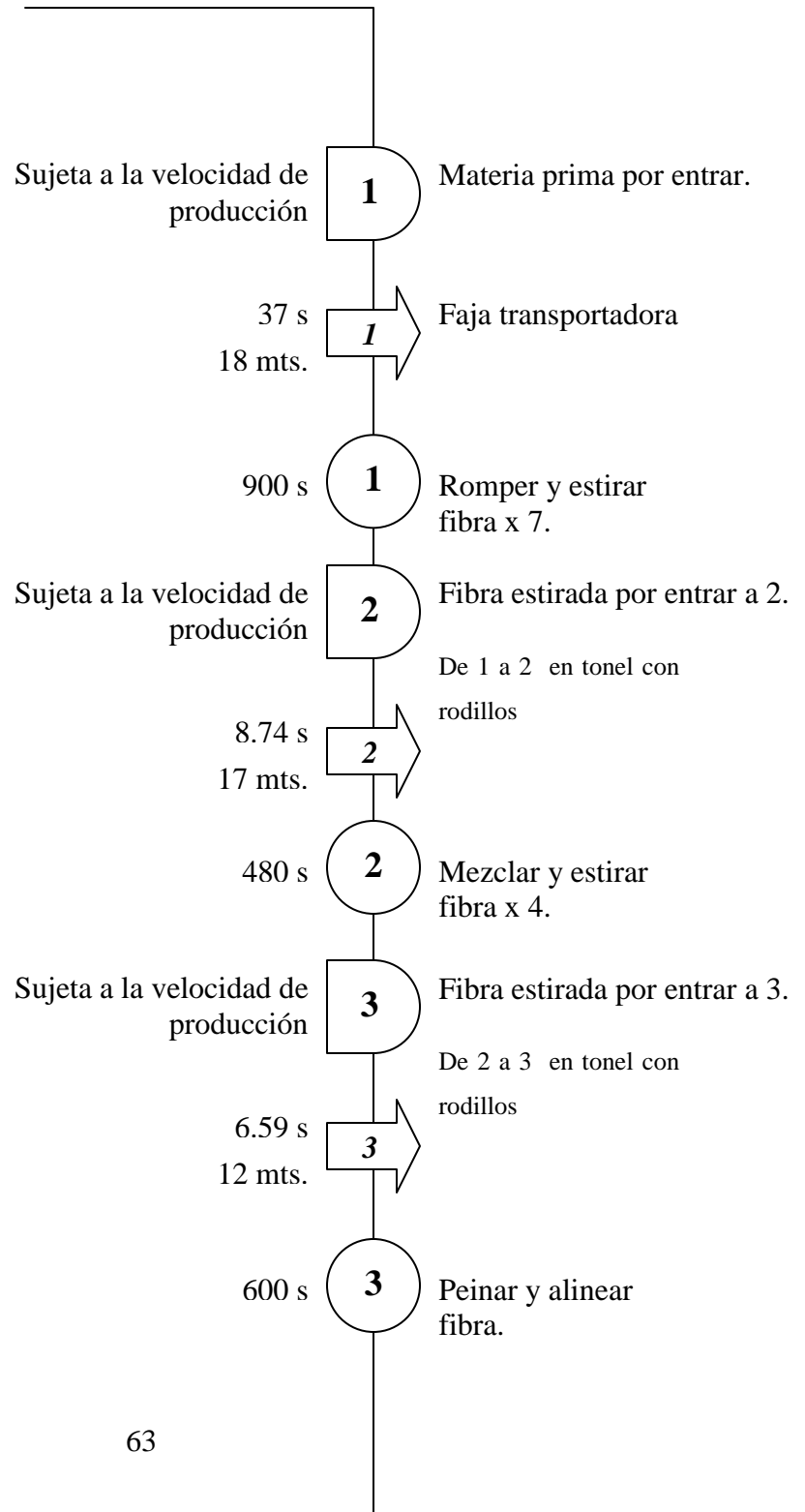
### Resumen

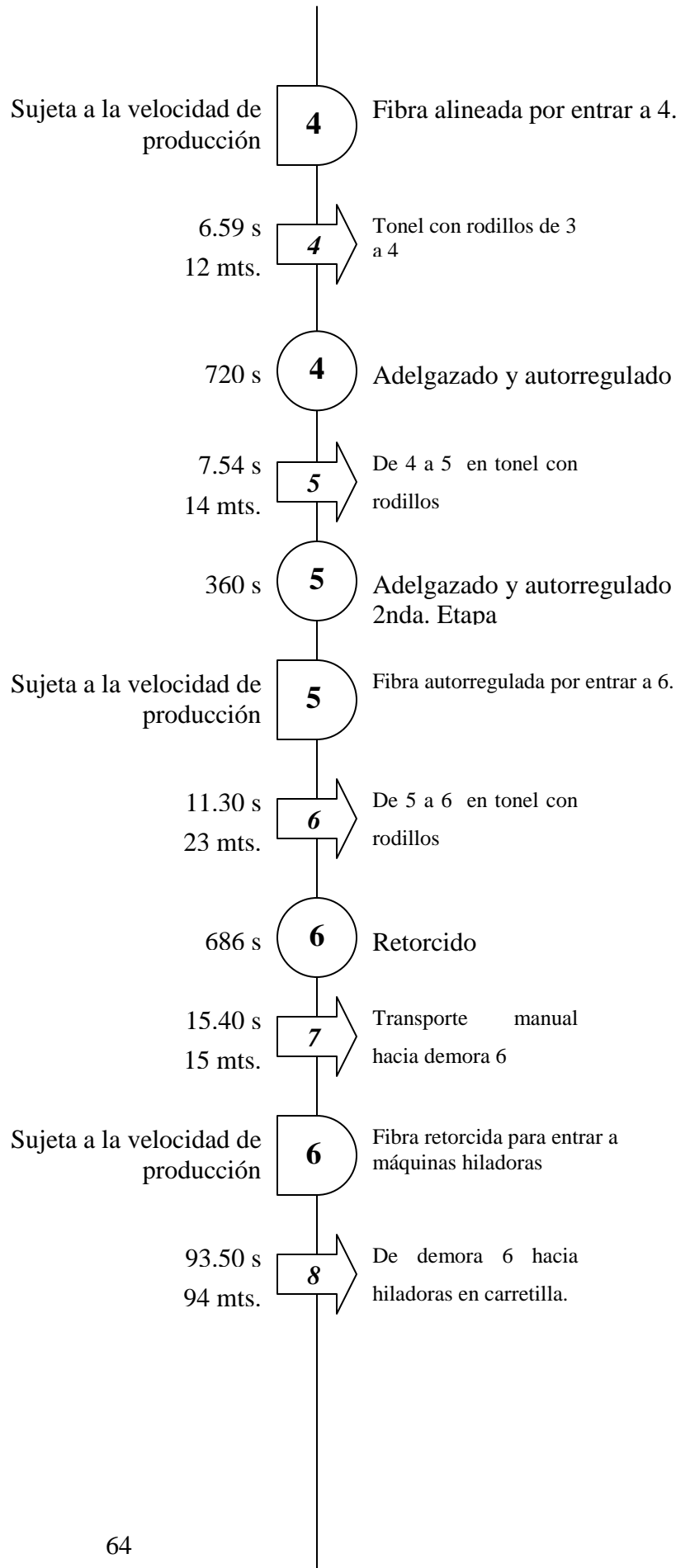
Evento	Número	Tiempo	Distancias
Operaciones	10	38536.93 s	-----
Transportes	15	1996.32 s	540 mts.
Demoras	8	Sujetas a velocidad de Producción	-----

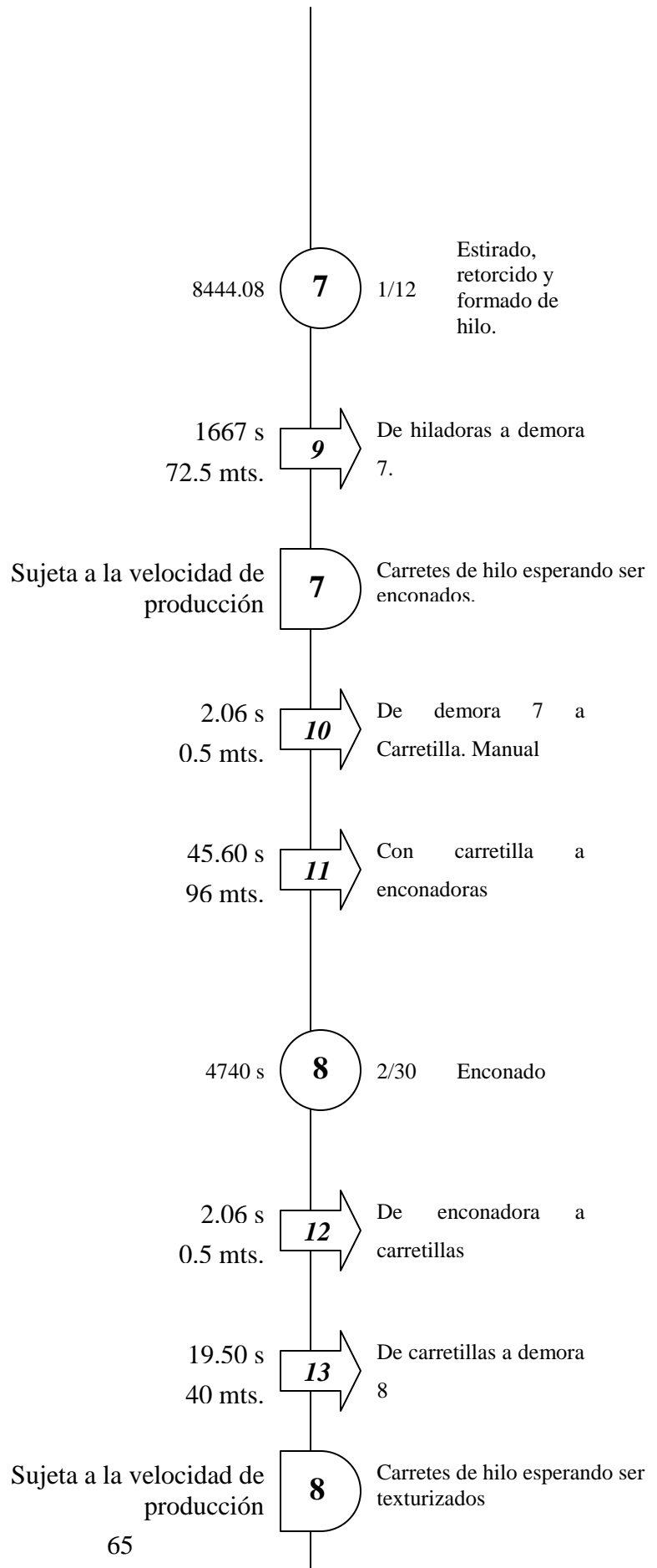
## Apéndice B. Diagrama de operación del proceso, método propuesto

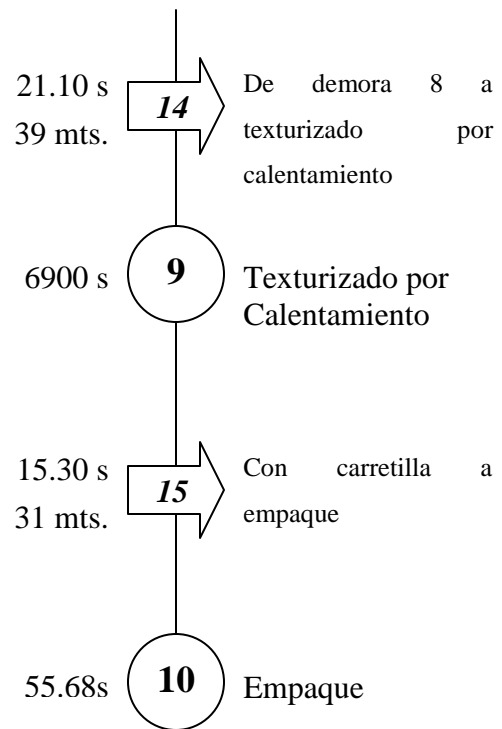
Producción de hilo a partir de fibra sintética,  
Realizado por: Hector F. Capuano

Fibra sintética HB  
Pacas de 1.5x1x1 mts y 900  
kg. Promedio.









### Resumen

Evento	Número	Tiempo	Distancias
Operaciones	10	23885.76s	-----
Transportes	15	1959.19 s	484.5 mts.
Demoras	8	Sujetas a velocidad de Producción	-----

*Apéndice C. Diagrama de recorrido actual*

*Apéndice D. Diagrama de recorrido propuesto*

## Apéndice E. Ritmo de producción por tiempo Takt

### Ritmo de producción por tiempo Takt

#### Ritmo actual

Op.	Descripción	Unidades por turno 12 h			
		Entran	Salen	Sobran	Faltan
1	Romper y estirar fibra x 7		48 botes		
2	Mezclar y estirar fibra x 4	48 botes	90 botes		
3	Peinar y alinear fibra.	80 botes	72 botes	10 botes	
4	Adelgazado y autorregulado	100 botes	120 botes		28 botes
5	Adelgazado y autorregulado 2	144 botes	240 botes		24 botes
6	Retorcido	160 botes	960 pabilos*	80 botes	
7	Hilado	362 pabilos*	3620 bobinas		
8	Enconado	864 bobinas	216 conos	2756 bobinas	
9	Tratamiento de calor	216 conos	216 conos		
10	Empaque	216 conos	216 conos		

\* No se toma como desenchaje pues estos pabilos alimentan otras plantas de la empresa.

#### Ritmo propuesto

Op.	Descripción	Unidades por turno 12 h			
		Entran	Salen	Sobran	Faltan
1	Romper y estirar fibra x 7		48 botes		
2	Mezclar y estirar fibra x 4	48 botes	90 botes		
3	Peinar y alinear fibra.	90 botes	81 botes		
4	Adelgazado y autorregulado	81 botes	97 botes		
5	Adelgazado y autorregulado 2	97 botes	161 botes		
6	Retorcido	160 botes	960 pabilos*	1 bote	
7	Hilado	362 pabilos*	3620 bobinas		
8	Enconado	3420 bobinas	855 conos	200 bobinas	
9	Tratamiento de calor	855 conos	855 conos		
10	Empaque	855 conos	855 conos		

**Apéndice F. Medidas de ergonomía, niveles de iluminación y de sonido**

**Medidas de ergonomía de maquinaria**

Op.	Descripción	Alturas					Distancia	
		Controles	Pantalla	Entrada	Salida	Trabajo	Máxima	ent. Maquinas
1	Romper y estirar fibra x 7	140	140	140	120	140	440	300
2	Mezclar y estirar fibra x 4	80-120	80-120	120	120	120-200	200	300
3	Peinar y alinear fibra.	136-158	136-158	120	136	120-200	200	250
4	Adelgazado y autorregulado	140-160	140-160	136	120	120-200	200	450
5	Adelgazado y autorregulado 2	136-164	136-164	120	112	120-200	200	450
6	Retorcido	96-120	96-120	95	60	95-210	210	300
7	Hilado	170	170	159	125	95-140	200	90-114
8	Enconado	140	140	100	150	84-150	180	90-114
9	Tratamiento de calor	100-150	100-150	90,160	130	90-160	180	150

**Medidas de iluminación**

Op.	Descripción	Color maquinaria y entorno	Iluminación			Promedio
			Pot. (W)	Dist. (m)	Cant.	
1	Romper y estirar fibra x 7	Verde claro	200	4.3	2	21.63
2	Mezclar y estirar fibra x 4	Verde claro	200	4.3	2	21.63
3	Peinar y alinear fibra.	Gris gaviota y grafito	200	4	1	12.50
4	Adelgazado y autorregulado	Gris gaviota y grafito	200	6	1	5.56
5	Adelgazado y autorregulado 2	Gris gaviota y grafito	200	4	1	18.06
			200	6	1	
6	Retorcido	Verde	Luz Indirecta			
7	Hilado	Verde	200	4	2	25.00
8	Enconado	Gris gaviota, grafito y metal	36	1	6	237.63
			200	4.3	2	
9	Tratamiento de calor	Gris gaviota, grafito y metal	36	1	6	237.63
			200	4.3	2	
10	Tintoreria	Gris concreto	200	4	1	12.50
	Fabrica interior (General)	Gris concreto (paredes)				49.345364
		Verde metal (columnas)				
	Fabrica exterior	Gris concreto				Luz Solar

**Niveles de sonido**

Op.	Descripción	Lectura 1			Lectura 2			Promedio		
		Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
1	Romper y estirar fibra x 7	90	92	95	91	94	99	90.5	93	97
2	Mezclar y estirar fibra x 4	89	92	97	90	93	96	89.5	92.5	96.5
3	Peinar y alinear fibra.	87	90	93	86	91	94	86.5	90.5	93.5
4	Adelgazado y autorregulado	87	90	95	86	90	94	86.5	90	94.5
5	Adelgazado y autorregulado 2	87	89	93	86	88	91	86.5	88.5	92
6	Retorcido	88	92	95	90	92	94	89	92	94.5
7	Hilado	92	93	98	94	96	98	93	94.5	98
8	Enconado	91	96	100	91	94	105	91	95	102.5
9	Tratamiento de calor	88	91	96	87	91	96	87.5	91	96
10	Tintorería	80	88	95	83	89	96	81.5	88.5	95.5
	Fabrica interior (General)	85	89	95	87	89	95	86	89	95
	Fabrica exterior	75	80	88				75	80	88
								86.875	90.375	95.25

**Apéndice G. Análisis de tiempos consolidado**

**Análisis de tiempos consolidado**

Descripción	Método actual	Método propuesto	Ahorro por turno	Ahorro por turno	
Operación 1	1860.00	900.00	46080.00	1.07	
Operación 2	947.72	480.00	42059.70	0.97	
Operación 3	5518.45	600.00	398362.86	9.22	
Operación 4	6300.00	720.00	541222.17	12.53	
Operación 5	3000.00	360.00	424977.21	9.84	
Operación 6	771.00	686.00	81225.60	1.88	
Operación 7	8444.08	8444.08	0.00	0.00	
Operación 8	4740.00	4740.00	0.00	0.00	
Operación 9	6900.00	6900.00	0.00	0.00	
Operación 10	55.68	55.68	0.00	0.00	
Transporte 1	37.00	37.00	0	0.00	
Transporte 2	10.10	8.74	65.28	0.00	
Transporte 3	8.35	6.59	158.4	0.00	
Transporte 4	9.65	6.59	247.86	0.01	
Transporte 5	11.80	7.45	421.95	0.01	
Transporte 6	10.90	11.30	-64.4	0.00	
Transporte 7	19.20	15.40	3648	0.08	
Transporte 8	101.00	93.50	1162.5	0.03	
Transporte 9	1676.00	1667.00	1944	0.05	
Transporte 10	2.06	2.06	0	0.00	
Transporte 11	51.70	45.60	1317.6	0.03	
Transporte 12	2.06	2.06	0	0.00	
Transporte 13	20.50	19.50	216	0.01	
Transporte 14	19.30	21.10	-388.8	-0.01	
Transporte 15	16.70	15.30	302.4	0.01	
Ahorro Total			1542655.93	35.71	642.773304
				108,864.00	323,958
					432,822

*Apéndice H: Flujos de efectivo para los diferentes escenarios*



<b>Escenario optimista: Crecimiento 95%</b>					
	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas	Q 33,314,222.33	Q 33,999,505.57	Q 34,254,355.36	Q 33,600,000.00	Q 28,391,722.10
<b>Costos variables</b>					
Costo de materia prima	Q (15,413,883.35)	Q (15,943,499.68)	Q (16,401,198.78)	Q (16,083,408.00)	Q (16,577,065.71)
Mantenimiento maquinaria	Q (204,894.27)	Q (209,603.94)	Q (213,236.48)	Q (180,000.00)	Q (184,171.11)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q (70,478.45)	Q (71,457.22)	Q (73,140.80)	Q (72,000.00)	Q (73,331.18)
Repuestos	Q (629,093.89)	Q (630,753.24)	Q (646,415.09)	Q (564,000.00)	Q (572,660.60)
Trabajos torno	Q (131,910.12)	Q (133,937.36)	Q (136,336.88)	Q (120,000.00)	Q (122,213.38)
Honorarios mantenimiento	Q (194,543.10)	Q (201,517.85)	Q (207,362.03)	Q (180,000.00)	Q (186,409.46)
Bolsas plásticas empaque	Q (246,107.65)	Q (252,666.44)	Q (259,744.98)	Q (240,000.00)	Q (246,818.67)
Conos	Q (194,805.46)	Q (196,676.46)	Q (199,277.48)	Q (192,000.00)	Q (194,236.01)
Gasto importación producto	Q (145,979.35)	Q (151,327.42)	Q (154,621.07)	Q (144,000.00)	Q (148,320.86)
Fletes	Q (130,805.30)	Q (135,183.24)	Q (137,868.92)	Q (144,000.00)	Q (147,531.81)
Combustibles	Q (1,426,344.31)	Q (1,439,471.09)	Q (1,670,420.03)	Q (2,100,000.00)	Q (1,096,061.68)
Energía	Q (4,549,282.43)	Q (4,714,398.40)	Q (4,814,925.30)	Q (4,812,000.00)	Q (4,944,821.43)
Lubricantes	Q (114,858.54)	Q (117,337.10)	Q (119,208.67)	Q (96,000.00)	Q (98,175.07)
<b>Costos fijos</b>					
Agremiatura	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
Agua pura	Q (32,819.96)	Q (32,866.50)	Q (33,528.23)	Q (32,400.00)	Q (32,754.13)
Almacenaje	Q (6,093.79)	Q (6,288.81)	Q (6,502.80)	Q (6,996.00)	Q (7,200.51)
Extracción de basura	Q (5,065.70)	Q (5,174.68)	Q (5,288.79)	Q (4,800.00)	Q (4,911.55)
Parafina	Q (34,320.81)	Q (34,613.16)	Q (35,465.74)	Q (36,000.00)	Q (36,572.47)
Papelería fabrica	Q (12,820.14)	Q (13,183.25)	Q (13,707.45)	Q (12,000.00)	Q (12,443.66)
Salarios	Q (4,392,019.65)	Q (4,430,405.04)	Q (4,488,257.36)	Q (4,320,000.00)	Q (4,368,118.85)
Bono 14	Q (189,373.14)	Q (193,552.66)	Q (193,021.30)	Q (164,000.00)	Q (165,824.08)
Vacaciones	Q (16,339.67)	Q (16,581.93)	Q (16,954.67)	Q (15,000.00)	Q (15,307.50)
Prestaciones laborales	Q (178,893.42)	Q (181,395.44)	Q (185,741.81)	Q (180,000.00)	Q (183,424.20)
IGSS	Q (686,208.61)	Q (703,509.45)	Q (726,790.18)	Q (660,000.00)	Q (680,290.78)
Servicios médicos	Q (41,192.34)	Q (42,141.83)	Q (42,559.93)	Q (36,000.00)	Q (36,683.79)
Utilidad operativa	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
Pago de préstamos					
Utilidad antes de impuestos	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
ISR 31% sobre utilidad	Q (1,319,005.63)	Q (1,280,526.73)	Q (1,073,080.06)	Q (990,190.84)	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>Q 2,935,851.25</b>	<b>Q 2,850,204.66</b>	<b>Q 2,388,468.51</b>	<b>Q 2,203,973.16</b>	<b>Q (1,754,858.40)</b>
	2010	2011	2012	2013	2014
	Q 129,466,252.77	Q 97,815,815.06	Q 111,539,171.62	Q 125,262,528.18	Q 138,985,884.75
	Q (62,992,849.71)	Q (47,849,758.12)	Q (54,691,979.24)	Q (61,534,200.36)	Q (68,376,421.48)
	Q (699,850.20)	Q (518,483.80)	Q (586,062.22)	Q (653,640.64)	Q (721,219.06)
	Q (278,658.47)	Q (211,049.14)	Q (240,917.17)	Q (270,785.20)	Q (300,653.23)
	Q (2,176,110.29)	Q (1,617,677.75)	Q (1,831,346.01)	Q (2,045,014.26)	Q (2,258,682.52)
	Q (464,410.86)	Q (345,900.93)	Q (391,929.35)	Q (437,957.78)	Q (483,986.20)
	Q (708,355.96)	Q (529,335.78)	Q (600,660.84)	Q (671,985.90)	Q (743,310.96)
	Q (937,910.94)	Q (706,047.60)	Q (803,811.26)	Q (901,574.92)	Q (999,338.58)
	Q (738,096.85)	Q (556,034.53)	Q (633,230.47)	Q (710,426.42)	Q (787,622.37)
	Q (563,619.27)	Q (424,833.88)	Q (483,935.57)	Q (543,037.25)	Q (602,138.93)
	Q (560,620.89)	Q (428,560.50)	Q (491,196.35)	Q (553,832.20)	Q (616,468.05)
	Q (4,165,034.38)	Q (1,096,054.41)	Q (1,096,050.77)	Q (1,096,047.13)	Q (1,096,043.50)
	Q (18,790,321.45)	Q (14,293,645.39)	Q (16,347,746.50)	Q (18,401,847.61)	Q (20,455,948.72)
	Q (373,065.27)	Q (274,141.33)	Q (308,722.44)	Q (343,303.55)	Q (377,884.66)
	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
	Q (32,694.32)	Q (32,634.50)	Q (32,574.69)	Q (32,514.87)	Q (32,455.06)
	Q (7,492.57)	Q (7,784.63)	Q (8,076.69)	Q (8,368.76)	Q (8,660.82)
	Q (4,843.25)	Q (4,774.95)	Q (4,706.65)	Q (4,638.35)	Q (4,570.05)
	Q (37,161.48)	Q (37,750.50)	Q (38,339.51)	Q (38,928.53)	Q (39,517.54)
	Q (12,250.04)	Q (12,056.42)	Q (11,862.80)	Q (11,669.18)	Q (11,475.56)
	Q (4,352,298.19)	Q (4,336,477.53)	Q (4,320,656.87)	Q (4,304,836.20)	Q (4,289,015.54)
	Q (158,159.00)	Q (150,493.92)	Q (142,828.85)	Q (135,163.77)	Q (127,498.69)
	Q (14,942.87)	Q (14,578.25)	Q (14,213.62)	Q (13,848.99)	Q (13,484.36)
	Q (184,190.81)	Q (184,957.42)	Q (185,724.03)	Q (186,490.64)	Q (187,257.25)
	Q (674,756.28)	Q (669,221.77)	Q (663,687.26)	Q (658,152.75)	Q (652,618.24)
	Q (35,167.90)	Q (33,652.01)	Q (32,136.11)	Q (30,620.22)	Q (29,104.33)
	Q 30,492,159.53	Q 23,468,678.04	Q 27,565,544.37	Q 31,662,410.71	Q 35,759,277.05
	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)		
	Q 29,324,779.16	Q 22,301,297.67	Q 26,398,164.01	Q 31,662,410.71	Q 35,759,277.05
	Q (9,090,681.54)	Q (6,913,402.28)	Q (8,183,430.84)	Q (9,815,347.32)	Q (11,085,375.89)
	<b>Q 20,234,097.62</b>	<b>Q 15,387,895.39</b>	<b>Q 18,214,733.17</b>	<b>Q 21,847,063.39</b>	<b>Q 24,673,901.17</b>
					<b>Q 27,500,738.94</b>

<b>Escenario optimista 2: Crecimiento 50%</b>					
	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas	Q 33,314,222.33	Q 33,999,505.57	Q 34,254,355.36	Q 33,600,000.00	Q 28,391,722.10
<b>Costos variables</b>					
Costo de materia prima	Q (15,413,883.35)	Q (15,943,499.68)	Q (16,401,198.78)	Q (16,083,408.00)	Q (16,577,065.71)
Mantenimiento maquinaria	Q (204,894.27)	Q (209,603.94)	Q (213,236.48)	Q (180,000.00)	Q (184,171.11)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q (70,478.45)	Q (71,457.22)	Q (73,140.80)	Q (72,000.00)	Q (73,331.18)
Repuestos	Q (629,093.89)	Q (630,753.24)	Q (646,415.09)	Q (564,000.00)	Q (572,660.60)
Trabajos torno	Q (131,910.12)	Q (133,937.36)	Q (136,336.88)	Q (120,000.00)	Q (122,213.38)
Honorarios mantenimiento	Q (194,543.10)	Q (201,517.85)	Q (207,362.03)	Q (180,000.00)	Q (186,409.46)
Bolsas plásticas empaque	Q (246,107.65)	Q (252,666.44)	Q (259,744.98)	Q (240,000.00)	Q (246,818.67)
Conos	Q (194,805.46)	Q (196,676.46)	Q (199,277.48)	Q (192,000.00)	Q (194,236.01)
Gasto importación producto	Q (145,979.35)	Q (151,327.42)	Q (154,621.07)	Q (144,000.00)	Q (148,320.86)
Fletes	Q (130,805.30)	Q (135,183.24)	Q (137,868.92)	Q (144,000.00)	Q (147,531.81)
Combustibles	Q (1,426,344.31)	Q (1,439,471.09)	Q (1,670,420.03)	Q (2,100,000.00)	Q (1,096,061.68)
Energía	Q (4,549,282.43)	Q (4,714,398.40)	Q (4,814,925.30)	Q (4,812,000.00)	Q (4,944,821.43)
Lubricantes	Q (114,858.54)	Q (117,337.10)	Q (119,208.67)	Q (96,000.00)	Q (98,175.07)
<b>Costos fijos</b>					
Agremiatura	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
Agua pura	Q (32,819.96)	Q (32,866.50)	Q (33,528.23)	Q (32,400.00)	Q (32,754.13)
Almacenaje	Q (6,093.79)	Q (6,288.81)	Q (6,502.80)	Q (6,996.00)	Q (7,200.51)
Extracción de basura	Q (5,065.70)	Q (5,174.68)	Q (5,288.79)	Q (4,800.00)	Q (4,911.55)
Parafina	Q (34,320.81)	Q (34,613.16)	Q (35,465.74)	Q (36,000.00)	Q (36,572.47)
Papelera fabrica	Q (12,820.14)	Q (13,183.25)	Q (13,707.45)	Q (12,000.00)	Q (12,443.66)
Salarios	Q (4,392,019.65)	Q (4,430,405.04)	Q (4,488,257.36)	Q (4,320,000.00)	Q (4,368,118.85)
Bono 14	Q (189,373.14)	Q (193,552.66)	Q (193,021.30)	Q (164,000.00)	Q (165,824.08)
Vacaciones	Q (16,339.67)	Q (16,581.93)	Q (16,954.67)	Q (15,000.00)	Q (15,307.50)
Prestaciones laborales	Q (178,893.42)	Q (181,395.44)	Q (185,741.81)	Q (180,000.00)	Q (183,424.20)
IGSS	Q (686,208.61)	Q (703,509.45)	Q (726,790.18)	Q (660,000.00)	Q (680,290.78)
Servicios médicos	Q (41,192.34)	Q (42,141.83)	Q (42,559.93)	Q (36,000.00)	Q (36,683.79)
Utilidad operativa	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
Pago de préstamos					
Utilidad antes de impuestos	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
ISR 31% sobre utilidad	Q (1,319,005.63)	Q (1,280,526.73)	Q (1,073,080.06)	Q (990,190.84)	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>Q 2,935,851.25</b>	<b>Q 2,850,204.66</b>	<b>Q 2,388,468.51</b>	<b>Q 2,203,973.16</b>	<b>Q (1,754,858.40)</b>
	2010	2011	2012	2013	2014
	Q 68,140,133.04	Q 56,931,735.24	Q 61,894,217.55	Q 66,856,699.87	Q 71,819,182.18
	Q (33,154,131.43)	Q (27,957,279.26)	Q (30,536,826.34)	Q (33,116,373.42)	Q (35,695,920.50)
	Q (368,342.21)	Q (297,478.47)	Q (317,698.61)	Q (337,918.74)	Q (358,138.88)
	Q (146,662.35)	Q (123,051.72)	Q (134,063.17)	Q (145,074.61)	Q (156,086.06)
	Q (1,145,321.20)	Q (930,485.03)	Q (996,897.70)	Q (1,063,310.38)	Q (1,129,723.05)
	Q (244,426.77)	Q (199,244.86)	Q (213,846.99)	Q (228,449.12)	Q (243,051.25)
	Q (372,818.93)	Q (305,644.42)	Q (329,035.62)	Q (352,426.82)	Q (375,818.02)
	Q (493,637.34)	Q (409,865.19)	Q (444,161.20)	Q (478,457.20)	Q (512,753.21)
	Q (388,472.03)	Q (322,951.31)	Q (350,200.85)	Q (377,450.40)	Q (404,699.94)
	Q (296,641.72)	Q (246,848.85)	Q (267,810.88)	Q (288,772.92)	Q (309,734.95)
	Q (295,063.62)	Q (251,522.33)	Q (276,221.42)	Q (300,920.52)	Q (325,619.62)
	Q (2,192,123.36)	Q (1,096,054.41)	Q (1,096,050.77)	Q (1,096,047.13)	Q (1,096,043.50)
	Q (9,889,642.87)	Q (8,359,859.67)	Q (9,142,435.27)	Q (9,925,010.87)	Q (10,707,586.46)
	Q (196,350.14)	Q (156,331.25)	Q (165,667.34)	Q (175,003.43)	Q (184,339.53)
	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
	Q (32,694.32)	Q (32,634.50)	Q (32,574.69)	Q (32,514.87)	Q (32,455.06)
	Q (7,492.57)	Q (7,784.63)	Q (8,076.69)	Q (8,368.76)	Q (8,660.82)
	Q (4,843.25)	Q (4,774.95)	Q (4,706.65)	Q (4,638.35)	Q (4,570.05)
	Q (37,161.48)	Q (37,750.50)	Q (38,339.51)	Q (38,928.53)	Q (39,517.54)
	Q (12,250.04)	Q (12,056.42)	Q (11,862.80)	Q (11,669.18)	Q (11,475.56)
	Q (4,352,298.19)	Q (4,336,477.53)	Q (4,320,656.87)	Q (4,304,836.20)	Q (4,289,015.54)
	Q (158,159.00)	Q (150,493.92)	Q (142,828.85)	Q (135,163.77)	Q (127,498.69)
	Q (14,942.87)	Q (14,578.25)	Q (14,213.62)	Q (13,848.99)	Q (13,484.36)
	Q (184,190.81)	Q (184,957.42)	Q (185,724.03)	Q (186,490.64)	Q (187,257.25)
	Q (674,756.28)	Q (669,221.77)	Q (663,687.26)	Q (658,152.75)	Q (652,618.24)
	Q (35,167.90)	Q (33,652.01)	Q (32,136.11)	Q (30,620.22)	Q (29,104.33)
	Q 13,431,310.37	Q 10,779,504.58	Q 12,157,262.32	Q 13,535,020.06	Q 14,912,777.80
	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)		
	Q 12,263,930.00	Q 9,612,124.21	Q 10,989,881.95	Q 13,535,020.06	Q 14,912,777.80
	Q (3,801,818.30)	Q (2,979,758.51)	Q (3,406,863.41)	Q (4,195,856.22)	Q (4,622,961.12)
	<b>Q 8,462,111.70</b>	<b>Q 6,632,365.71</b>	<b>Q 7,583,018.55</b>	<b>Q 9,339,163.84</b>	<b>Q 10,289,816.68</b>
					<b>Q 11,240,469.53</b>

<b>Escenario conservador: Crecimiento 10%</b>					
	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas	Q 33,314,222.33	Q 33,999,505.57	Q 34,254,355.36	Q 33,600,000.00	Q 28,391,722.10
<b>Costos variables</b>					
Costo de materia prima	Q (15,413,883.35)	Q (15,943,499.68)	Q (16,401,198.78)	Q (16,083,408.00)	Q (16,577,065.71)
Mantenimiento maquinaria	Q (204,894.27)	Q (209,603.94)	Q (213,236.48)	Q (180,000.00)	Q (184,171.11)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q (70,478.45)	Q (71,457.22)	Q (73,140.80)	Q (72,000.00)	Q (73,331.18)
Repuestos	Q (629,093.89)	Q (630,753.24)	Q (646,415.09)	Q (564,000.00)	Q (572,660.60)
Trabajos tomo	Q (131,910.12)	Q (133,937.36)	Q (136,336.88)	Q (120,000.00)	Q (122,213.38)
Honorarios mantenimiento	Q (194,543.10)	Q (201,517.85)	Q (207,362.03)	Q (180,000.00)	Q (186,409.46)
Bolsas plásticas empaque	Q (246,107.65)	Q (252,666.44)	Q (259,744.98)	Q (240,000.00)	Q (246,818.67)
Conos	Q (194,805.46)	Q (196,676.46)	Q (199,277.48)	Q (192,000.00)	Q (194,236.01)
Gasto importación producto	Q (145,979.35)	Q (151,327.42)	Q (154,621.07)	Q (144,000.00)	Q (148,320.86)
Fletes	Q (130,805.30)	Q (135,183.24)	Q (137,868.92)	Q (144,000.00)	Q (147,531.81)
Combustibles	Q (1,426,344.31)	Q (1,439,471.09)	Q (1,670,420.03)	Q (2,100,000.00)	Q (1,096,061.68)
Energía	Q (4,549,282.43)	Q (4,714,398.40)	Q (4,814,925.30)	Q (4,812,000.00)	Q (4,944,821.43)
Lubricantes	Q (114,858.54)	Q (117,337.10)	Q (119,208.67)	Q (96,000.00)	Q (98,175.07)
<b>Costos fijos</b>					
Agremiatura	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
Agua pura	Q (32,819.96)	Q (32,866.50)	Q (33,528.23)	Q (32,400.00)	Q (32,754.13)
Almacenaje	Q (6,093.79)	Q (6,288.81)	Q (6,502.80)	Q (6,996.00)	Q (7,200.51)
Extracción de basura	Q (5,065.70)	Q (5,174.68)	Q (5,288.79)	Q (4,800.00)	Q (4,911.55)
Parafina	Q (34,320.81)	Q (34,613.16)	Q (35,465.74)	Q (36,000.00)	Q (36,572.47)
Papelera fabrica	Q (12,820.14)	Q (13,183.25)	Q (13,707.45)	Q (12,000.00)	Q (12,443.66)
Salarios	Q (4,392,019.65)	Q (4,430,405.04)	Q (4,488,257.36)	Q (4,320,000.00)	Q (4,368,118.85)
Bono 14	Q (189,373.14)	Q (193,552.66)	Q (193,021.30)	Q (164,000.00)	Q (165,824.08)
Vacaciones	Q (16,339.67)	Q (16,581.93)	Q (16,954.67)	Q (15,000.00)	Q (15,307.50)
Prestaciones laborales	Q (178,893.42)	Q (181,395.44)	Q (185,741.81)	Q (180,000.00)	Q (183,424.20)
IGSS	Q (686,208.61)	Q (703,509.45)	Q (726,790.18)	Q (660,000.00)	Q (680,290.78)
Servicios médicos	Q (41,192.34)	Q (42,141.83)	Q (42,559.93)	Q (36,000.00)	Q (36,683.79)
Utilidad operativa	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
Pago de préstamos					
Utilidad antes de impuestos	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
ISR 31% sobre utilidad	Q (1,319,005.63)	Q (1,280,526.73)	Q (1,073,080.06)	Q (990,190.84)	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>Q 2,935,851.25</b>	<b>Q 2,850,204.66</b>	<b>Q 2,388,468.51</b>	<b>Q 2,203,973.16</b>	<b>Q (1,754,858.40)</b>
	2010	2011	2012	2013	2014
	Q 37,477,073.17	Q 36,489,695.33	Q 37,071,740.52	Q 37,653,785.71	Q 38,235,830.90
	Q (18,234,772.29)	Q (18,011,039.84)	Q (18,459,249.89)	Q (18,907,459.95)	Q (19,355,670.01)
	Q (202,588.22)	Q (186,975.81)	Q (183,516.80)	Q (180,057.80)	Q (176,598.79)
	Q (80,664.29)	Q (79,053.02)	Q (80,636.17)	Q (82,219.32)	Q (83,802.47)
	Q (629,926.66)	Q (586,888.67)	Q (579,673.55)	Q (572,458.43)	Q (565,243.31)
	Q (134,434.72)	Q (125,916.83)	Q (124,805.81)	Q (123,694.79)	Q (122,583.77)
	Q (205,050.41)	Q (193,798.74)	Q (193,223.01)	Q (192,647.28)	Q (192,071.55)
	Q (271,500.54)	Q (261,773.99)	Q (264,336.17)	Q (266,898.34)	Q (269,460.52)
	Q (213,659.61)	Q (206,409.70)	Q (208,686.04)	Q (210,962.38)	Q (213,238.73)
	Q (163,152.95)	Q (157,856.33)	Q (159,748.54)	Q (161,640.75)	Q (163,532.96)
	Q (162,284.99)	Q (163,003.24)	Q (168,733.96)	Q (174,464.68)	Q (180,195.41)
	Q (1,205,667.85)	Q (1,096,054.41)	Q (1,096,050.77)	Q (1,096,047.13)	Q (1,096,043.50)
	Q (5,439,303.58)	Q (5,392,966.81)	Q (5,539,779.65)	Q (5,686,592.49)	Q (5,833,405.34)
	Q (107,992.58)	Q (97,426.20)	Q (94,139.79)	Q (90,853.37)	Q (87,566.96)
	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
	Q (32,754.13)	Q (32,674.38)	Q (32,623.11)	Q (32,571.84)	Q (32,520.57)
	Q (7,200.51)	Q (7,589.92)	Q (7,840.26)	Q (8,090.60)	Q (8,340.94)
	Q (4,911.55)	Q (4,820.48)	Q (4,761.94)	Q (4,703.39)	Q (4,644.85)
	Q (36,572.47)	Q (37,357.82)	Q (37,862.69)	Q (38,367.56)	Q (38,872.43)
	Q (12,443.66)	Q (12,185.50)	Q (12,019.54)	Q (11,853.58)	Q (11,687.62)
	Q (4,368,118.85)	Q (4,347,024.64)	Q (4,333,464.07)	Q (4,319,903.50)	Q (4,306,342.93)
	Q (165,824.08)	Q (155,603.98)	Q (149,033.91)	Q (142,463.84)	Q (135,893.77)
	Q (15,307.50)	Q (14,821.33)	Q (14,508.79)	Q (14,196.25)	Q (13,883.72)
	Q (183,424.20)	Q (184,446.34)	Q (185,103.44)	Q (185,760.54)	Q (186,417.63)
	Q (680,290.78)	Q (672,911.44)	Q (668,167.57)	Q (663,423.71)	Q (658,679.84)
	Q (36,683.79)	Q (34,662.60)	Q (33,363.27)	Q (32,063.93)	Q (30,764.59)
	Q 4,871,310.97	Q 4,415,201.31	Q 4,429,179.77	Q 4,443,158.24	Q 4,457,136.71
	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)		
	Q 3,703,930.60	Q 3,247,820.94	Q 3,261,799.41	Q 4,443,158.24	Q 4,457,136.71
	Q (1,148,218.49)	Q (1,006,824.49)	Q (1,011,157.82)	Q (1,377,379.06)	Q (1,381,712.38)
	<b>Q 2,555,712.12</b>	<b>Q 2,240,996.45</b>	<b>Q 2,250,641.59</b>	<b>Q 3,065,779.19</b>	<b>Q 3,075,424.33</b>
					<b>Q 3,085,069.47</b>

<b>Escenario conservador 2: Crecimiento 10% financiamiento propio</b>					
	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas	Q 33,314,222.33	Q 33,999,505.57	Q 34,254,355.36	Q 33,600,000.00	Q 28,391,722.10
<b>Costos variables</b>					
Costo de materia prima	Q (15,413,883.35)	Q (15,943,499.68)	Q (16,401,198.78)	Q (16,083,408.00)	Q (16,577,065.71)
Mantenimiento maquinaria	Q (204,894.27)	Q (209,603.94)	Q (213,236.48)	Q (180,000.00)	Q (184,171.11)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q (70,478.45)	Q (71,457.22)	Q (73,140.80)	Q (72,000.00)	Q (73,331.18)
Repuestos	Q (629,093.89)	Q (630,753.24)	Q (646,415.09)	Q (564,000.00)	Q (572,660.60)
Trabajos tomo	Q (131,910.12)	Q (133,937.36)	Q (136,336.88)	Q (120,000.00)	Q (122,213.38)
Honorarios mantenimiento	Q (194,543.10)	Q (201,517.85)	Q (207,362.03)	Q (180,000.00)	Q (186,409.46)
Bolsas plásticas empaque	Q (246,107.65)	Q (252,666.44)	Q (259,744.98)	Q (240,000.00)	Q (246,818.67)
Conos	Q (194,805.46)	Q (196,676.46)	Q (199,277.48)	Q (192,000.00)	Q (194,236.01)
Gasto importación producto	Q (145,979.35)	Q (151,327.42)	Q (154,621.07)	Q (144,000.00)	Q (148,320.86)
Fletes	Q (130,805.30)	Q (135,183.24)	Q (137,868.92)	Q (144,000.00)	Q (147,531.81)
Combustibles	Q (1,426,344.31)	Q (1,439,471.09)	Q (1,670,420.03)	Q (2,100,000.00)	Q (1,096,061.68)
Energía	Q (4,549,282.43)	Q (4,714,398.40)	Q (4,814,925.30)	Q (4,812,000.00)	Q (4,944,821.43)
Lubricantes	Q (114,858.54)	Q (117,337.10)	Q (119,208.67)	Q (96,000.00)	Q (98,175.07)
<b>Costos fijos</b>					
Agremiatura	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
Agua pura	Q (32,819.96)	Q (32,866.50)	Q (33,528.23)	Q (32,400.00)	Q (32,754.13)
Almacenaje	Q (6,093.79)	Q (6,288.81)	Q (6,502.80)	Q (6,996.00)	Q (7,200.51)
Extracción de basura	Q (5,065.70)	Q (5,174.68)	Q (5,288.79)	Q (4,800.00)	Q (4,911.55)
Parafina	Q (34,320.81)	Q (34,613.16)	Q (35,465.74)	Q (36,000.00)	Q (36,572.47)
Papelera fabrica	Q (12,820.14)	Q (13,183.25)	Q (13,707.45)	Q (12,000.00)	Q (12,443.66)
Salarios	Q (4,392,019.65)	Q (4,430,405.04)	Q (4,488,257.36)	Q (4,320,000.00)	Q (4,368,118.85)
Bono 14	Q (189,373.14)	Q (193,552.66)	Q (193,021.30)	Q (164,000.00)	Q (165,824.08)
Vacaciones	Q (16,339.67)	Q (16,581.93)	Q (16,954.67)	Q (15,000.00)	Q (15,307.50)
Prestaciones laborales	Q (178,893.42)	Q (181,395.44)	Q (185,741.81)	Q (180,000.00)	Q (183,424.20)
IGSS	Q (686,208.61)	Q (703,509.45)	Q (726,790.18)	Q (660,000.00)	Q (680,290.78)
Servicios médicos	Q (41,192.34)	Q (42,141.83)	Q (42,559.93)	Q (36,000.00)	Q (36,683.79)
Utilidad operativa	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
Pago de préstamos					
Utilidad antes de impuestos	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,754,858.40)
ISR 31% sobre utilidad	Q (1,319,005.63)	Q (1,280,526.73)	Q (1,073,080.06)	Q (990,190.84)	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>Q 2,935,851.25</b>	<b>Q 2,850,204.66</b>	<b>Q 2,388,468.51</b>	<b>Q 2,203,973.16</b>	<b>Q (1,754,858.40)</b>
	2010	2011	2012	2013	2014
	Q 37,477,073.17	Q 36,489,695.33	Q 37,071,740.52	Q 37,653,785.71	Q 38,235,830.90
	Q (18,234,772.29)	Q (18,011,039.84)	Q (18,459,249.89)	Q (18,907,459.95)	Q (19,355,670.01)
	Q (202,588.22)	Q (186,975.81)	Q (183,516.80)	Q (180,057.80)	Q (176,598.79)
	Q (80,664.29)	Q (79,053.02)	Q (80,636.17)	Q (82,219.32)	Q (83,802.47)
	Q (629,926.66)	Q (586,888.67)	Q (579,673.55)	Q (572,458.43)	Q (565,243.31)
	Q (134,434.72)	Q (125,916.83)	Q (124,805.81)	Q (123,694.79)	Q (122,583.77)
	Q (205,050.41)	Q (193,798.74)	Q (193,223.01)	Q (192,647.28)	Q (192,071.55)
	Q (271,500.54)	Q (261,773.99)	Q (264,336.17)	Q (266,898.34)	Q (269,460.52)
	Q (213,659.61)	Q (206,409.70)	Q (208,686.04)	Q (210,962.38)	Q (213,238.73)
	Q (163,152.95)	Q (157,856.33)	Q (159,748.54)	Q (161,640.75)	Q (163,532.96)
	Q (162,284.99)	Q (163,003.24)	Q (168,733.96)	Q (174,464.68)	Q (180,195.41)
	Q (1,205,667.85)	Q (1,096,054.41)	Q (1,096,050.77)	Q (1,096,047.13)	Q (1,096,043.50)
	Q (5,439,303.58)	Q (5,392,966.81)	Q (5,539,779.65)	Q (5,686,592.49)	Q (5,833,405.34)
	Q (107,992.58)	Q (97,426.20)	Q (94,139.79)	Q (90,853.37)	Q (87,566.96)
	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
	Q (32,754.13)	Q (32,674.38)	Q (32,623.11)	Q (32,571.84)	Q (32,520.57)
	Q (7,200.51)	Q (7,589.92)	Q (7,840.26)	Q (8,090.60)	Q (8,340.94)
	Q (4,911.55)	Q (4,820.48)	Q (4,761.94)	Q (4,703.39)	Q (4,644.85)
	Q (36,572.47)	Q (37,357.82)	Q (37,862.69)	Q (38,367.56)	Q (38,872.43)
	Q (12,443.66)	Q (12,185.50)	Q (12,019.54)	Q (11,853.58)	Q (11,687.62)
	Q (4,368,118.85)	Q (4,347,024.64)	Q (4,333,464.07)	Q (4,319,903.50)	Q (4,306,342.93)
	Q (165,824.08)	Q (155,603.98)	Q (149,033.91)	Q (142,463.84)	Q (135,893.77)
	Q (15,307.50)	Q (14,821.33)	Q (14,508.79)	Q (14,196.25)	Q (13,883.72)
	Q (183,424.20)	Q (184,446.34)	Q (185,103.44)	Q (185,760.54)	Q (186,417.63)
	Q (680,290.78)	Q (672,911.44)	Q (668,167.57)	Q (663,423.71)	Q (658,679.84)
	Q (36,683.79)	Q (34,662.60)	Q (33,363.27)	Q (32,063.93)	Q (30,764.59)
	Q 4,871,310.97	Q 4,415,201.31	Q 4,429,179.77	Q 4,443,158.24	Q 4,457,136.71
	Q 4,871,310.97	Q 4,415,201.31	Q 4,429,179.77	Q 4,443,158.24	Q 4,457,136.71
	Q (1,510,106.40)	Q (1,368,712.40)	Q (1,373,045.73)	Q (1,377,379.06)	Q (1,381,712.38)
	<b>Q 3,361,204.57</b>	<b>Q 3,046,488.90</b>	<b>Q 3,056,134.04</b>	<b>Q 3,065,779.19</b>	<b>Q 3,075,424.33</b>
					<b>Q 3,085,069.47</b>

<b>Escenario Pesimista: decrecimiento 10%</b>					
	2005	2006	2007	2008	2009
Ventas	Q 33,314,222.33	Q 33,999,505.57	Q 34,254,355.36	Q 33,600,000.00	Q 28,391,722.10
<b>Costos variables</b>					
Costo de materia prima	Q (15,413,883.35)	Q (15,943,499.68)	Q (16,401,198.78)	Q (16,083,408.00)	Q (16,577,065.71)
Mantenimiento maquinaria	Q (204,894.27)	Q (209,603.94)	Q (213,236.48)	Q (180,000.00)	Q (184,171.11)
Mantenimiento planta de tratamiento	Q (70,478.45)	Q (71,457.22)	Q (73,140.80)	Q (72,000.00)	Q (73,331.18)
Repuestos	Q (629,093.89)	Q (630,753.24)	Q (646,415.09)	Q (564,000.00)	Q (572,660.60)
Trabajos tomo	Q (131,910.12)	Q (133,937.36)	Q (136,336.88)	Q (120,000.00)	Q (122,213.38)
Honorarios mantenimiento	Q (194,543.10)	Q (201,517.85)	Q (207,362.03)	Q (180,000.00)	Q (186,409.46)
Bolsas plásticas empaque	Q (246,107.65)	Q (252,666.44)	Q (259,744.98)	Q (240,000.00)	Q (246,818.67)
Conos	Q (194,805.46)	Q (196,676.46)	Q (199,277.48)	Q (192,000.00)	Q (194,236.01)
Gasto importación producto	Q (145,979.35)	Q (151,327.42)	Q (154,621.07)	Q (144,000.00)	Q (148,320.86)
Fletes	Q (130,805.30)	Q (135,183.24)	Q (137,868.92)	Q (144,000.00)	Q (147,531.81)
Combustibles	Q (1,426,344.31)	Q (1,439,471.09)	Q (1,670,420.03)	Q (2,100,000.00)	Q (1,096,061.68)
Energía	Q (4,549,282.43)	Q (4,714,398.40)	Q (4,814,925.30)	Q (4,812,000.00)	Q (4,944,821.43)
Lubricantes	Q (114,858.54)	Q (117,337.10)	Q (119,208.67)	Q (96,000.00)	Q (98,175.07)
<b>Costos fijos</b>					
Agremiatura	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
Agua pura	Q (32,819.96)	Q (32,866.50)	Q (33,528.23)	Q (32,400.00)	Q (32,754.13)
Almacenaje	Q (6,093.79)	Q (6,288.81)	Q (6,502.80)	Q (6,996.00)	Q (7,200.51)
Extracción de basura	Q (5,065.70)	Q (5,174.68)	Q (5,288.79)	Q (4,800.00)	Q (4,911.55)
Parafina	Q (34,320.81)	Q (34,613.16)	Q (35,465.74)	Q (36,000.00)	Q (36,572.47)
Papelera fabrica	Q (12,820.14)	Q (13,183.25)	Q (13,707.45)	Q (12,000.00)	Q (12,443.66)
Salarios	Q (4,392,019.65)	Q (4,430,405.04)	Q (4,488,257.36)	Q (4,320,000.00)	Q (4,368,118.85)
Bono 14	Q (189,373.14)	Q (193,552.66)	Q (193,021.30)	Q (164,000.00)	Q (165,824.08)
Vacaciones	Q (16,339.67)	Q (16,581.93)	Q (16,954.67)	Q (15,000.00)	Q (15,307.50)
Prestaciones laborales	Q (178,893.42)	Q (181,395.44)	Q (185,741.81)	Q (180,000.00)	Q (183,424.20)
IGSS	Q (686,208.61)	Q (703,509.45)	Q (726,790.18)	Q (660,000.00)	Q (680,290.78)
Servicios médicos	Q (41,192.34)	Q (42,141.83)	Q (42,559.93)	Q (36,000.00)	Q (36,683.79)
Utilidad operativa	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,752,844.40)
Pago de préstamos					
Utilidad antes de impuestos	Q 4,254,856.88	Q 4,130,731.40	Q 3,461,548.57	Q 3,194,164.00	Q (1,752,844.40)
ISR 31% sobre utilidad	Q (1,319,005.63)	Q (1,280,526.73)	Q (1,073,080.06)	Q (990,190.84)	
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>Q 2,935,851.25</b>	<b>Q 2,850,204.66</b>	<b>Q 2,388,468.51</b>	<b>Q 2,203,973.16</b>	<b>Q (1,752,844.40)</b>
	2010	2011	2012	2013	2014
	Q 30,663,059.87	Q 31,947,019.79	Q 31,555,634.51	Q 31,164,249.23	Q 30,772,863.95
	Q (14,919,359.14)	Q (15,800,764.41)	Q (15,775,344.01)	Q (15,749,923.62)	Q (15,724,503.23)
	Q (165,754.00)	Q (162,419.66)	Q (153,698.62)	Q (144,977.59)	Q (136,256.55)
	Q (65,998.06)	Q (69,275.53)	Q (68,763.50)	Q (68,251.48)	Q (67,739.45)
	Q (515,394.54)	Q (510,533.92)	Q (486,957.07)	Q (463,380.22)	Q (439,803.37)
	Q (109,992.05)	Q (109,621.72)	Q (105,018.88)	Q (100,416.05)	Q (95,813.22)
	Q (167,768.52)	Q (168,944.15)	Q (163,042.43)	Q (157,140.71)	Q (151,239.00)
	Q (222,136.80)	Q (228,864.84)	Q (224,375.05)	Q (219,885.26)	Q (215,395.48)
	Q (174,812.41)	Q (180,511.57)	Q (177,238.31)	Q (173,965.05)	Q (170,691.79)
	Q (133,488.78)	Q (138,080.22)	Q (135,734.69)	Q (133,389.16)	Q (131,043.62)
	Q (132,778.63)	Q (143,332.33)	Q (144,847.86)	Q (146,363.39)	Q (147,878.91)
	Q (986,455.51)	Q (1,096,054.41)	Q (1,096,050.77)	Q (1,096,047.13)	Q (1,096,043.50)
	Q (4,450,339.29)	Q (4,733,657.28)	Q (4,739,189.51)	Q (4,744,721.75)	Q (4,750,253.98)
	Q (88,357.56)	Q (84,336.19)	Q (78,244.78)	Q (72,153.36)	Q (66,061.94)
	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)	Q (11,232.00)
	Q (32,754.13)	Q (32,674.38)	Q (32,623.11)	Q (32,571.84)	Q (32,520.57)
	Q (7,200.51)	Q (7,589.92)	Q (7,840.26)	Q (8,090.60)	Q (8,340.94)
	Q (4,911.55)	Q (4,820.48)	Q (4,761.94)	Q (4,703.39)	Q (4,644.85)
	Q (36,572.47)	Q (37,357.82)	Q (37,862.69)	Q (38,367.56)	Q (38,872.43)
	Q (12,443.66)	Q (12,185.50)	Q (12,019.54)	Q (11,853.58)	Q (11,687.62)
	Q (4,368,118.85)	Q (4,347,024.64)	Q (4,333,464.07)	Q (4,319,903.50)	Q (4,306,342.93)
	Q (165,824.08)	Q (155,603.98)	Q (149,033.91)	Q (142,463.84)	Q (135,893.77)
	Q (15,307.50)	Q (14,821.33)	Q (14,508.79)	Q (14,196.25)	Q (13,883.72)
	Q (183,424.20)	Q (184,446.34)	Q (185,103.44)	Q (185,760.54)	Q (186,417.63)
	Q (680,290.78)	Q (672,911.44)	Q (668,167.57)	Q (663,423.71)	Q (658,679.84)
	Q (36,683.79)	Q (34,662.60)	Q (33,363.27)	Q (32,063.93)	Q (30,764.59)
	Q 2,977,677.06	Q 3,007,311.14	Q 2,719,168.43	Q 2,431,025.73	Q 2,142,883.02
	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)	Q (1,167,380.37)		
	Q 1,810,296.70	Q 1,839,930.78	Q 1,551,788.07	Q 2,431,025.73	Q 2,142,883.02
	Q (561,191.98)	Q (570,378.54)	Q (481,054.30)	Q (753,617.97)	Q (664,293.74)
	<b>Q 1,249,104.72</b>	<b>Q 1,269,552.24</b>	<b>Q 1,070,733.77</b>	<b>Q 1,677,407.75</b>	<b>Q 1,478,589.28</b>
					<b>Q 1,279,770.81</b>

*Apéndice I: Diagramas Bimanuales con MODAPTS*

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 2: Cargar la máquina de mezclar y estirar fibra x 4					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	5	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Suelta mecha en máquina	P	0	4	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mano derecha	M	4	5	G	0	Sostiene mecha
Preposiciona mecha	M	2	6	G	0	Sostiene mecha
Suelta mecha en mano derecha	P	0	7	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mecha en maq.	M	4	8	G	0	Sostiene mecha
Toma mecha en máquina	G	3	9	M	5	Alcanza hacia mecha en maq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	10	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	11	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	12	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	13	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	14	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 14 con cada bote que se carga						
		30	Mods		35	
		3.87	Segundos		4.52	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 3: Cargar la maquina de peinar y alinear fibra					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	5	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Suelta mecha en máquina	P	0	4	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mano derecha	M	4	5	G	0	Sostiene mecha
Preposiciona mecha	M	2	6	G	0	Sostiene mecha
Suelta mecha en mano derecha	P	0	7	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mecha en maq.	M	4	8	G	0	Sostiene mecha
Toma mecha en máquina	G	3	9	M	5	Alcanza hacia mecha en maq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	10	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	11	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	12	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	13	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	14	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 14 con cada bote que se carga						
		30	Mods		35	
		3.87	Segundos		4.52	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b> Operación 4: Cargar la maquina de adelgazado y autorregulado						
<b>Método actual</b> Realizado por: Hector F. Capuano						
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	5	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Suelta mecha en máquina	P	0	4	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mano derecha	M	4	5	G	0	Sostiene mecha
Preposiciona mecha	M	2	6	G	0	Sostiene mecha
Suelta mecha en mano derecha	P	0	7	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mecha en maq.	M	4	8	G	0	Sostiene mecha
Toma mecha en máquina	G	3	9	M	5	Alcanza hacia mecha en maq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	10	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	11	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	12	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	13	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	14	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 14 con cada bote que se carga						
		30	Mods	35		
		3.87	Segundos	4.52		

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b> Operación 5: Cargar la maquina de adelgazado y autorregulado segunda etapa						
<b>Método actual</b> Realizado por: Hector F. Capuano						
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	5	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Suelta mecha en máquina	P	0	4	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mano derecha	M	4	5	G	0	Sostiene mecha
Preposiciona mecha	M	2	6	G	0	Sostiene mecha
Suelta mecha en mano derecha	P	0	7	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mecha en maq.	M	4	8	G	0	Sostiene mecha
Toma mecha en máquina	G	3	9	M	5	Alcanza hacia mecha en maq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	10	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	11	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	12	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	13	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	14	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 14 con cada bote que se carga						
		30	Mods	35		
		3.87	Segundos	4.52		

Diagrama bimanual						
del proceso:						
Operación 6: Cargar la máquina de retorcido						
Realizado por: Hector F. Capuano						
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	5	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Suelta mecha en máquina	P	0	4	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mano derecha	M	4	5	G	0	Sostiene mecha
Preposiciona mecha	M	2	6	G	0	Sostiene mecha
Suelta mecha en mano derecha	P	0	7	G	0	Sostiene mecha
Alcanza hacia mecha en maq.	M	4	8	G	0	Sostiene mecha
Toma mecha en máquina	G	3	9	M	5	Alcanza hacia mecha en maq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	10	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	11	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	12	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	13	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	14	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 14 con cada bote que se carga						
		30	Mods	35		
		3.87	Segundos	4.52		

Diagrama bimanual						
del proceso:						
Operación 7: Cargar la maquina de hilado						
Realizado por: Hector F. Capuano						
<b>Modapts</b>						
<b>Método actual</b>						
<b>(no se sugieren cambios)</b>						
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia carretilla	M	7	1	M	7	Alcanza hacia carretilla
Toma pabilo	G	4	2	G	4	Toma pabilo
Mueve pabilo hacia soporte	M	7	3	M	7	Mueve pabilo hacia soporte
Ensambla pabilo en soporte	P	10	4	P	10	Ensambla pabilo en soporte
Sostiene pabilo	G	0	5	G	3	Toma mecha de pabilo
Sostiene pabilo	G	0	6	M	7	Mueve mecha hacia rodillos
Alcanza hacia control de rodillos	M	5	7	G	0	Sostiene mecha
Levanta (usa) rodillos	U	2	8	M	3	Mueve mecha hacia rodillos
Sostiene control de rodillos	G	0	9	U	0.5	Ensambla mechas
Suelta controles de rodillos	P	0	10	M	2	Mueve hacia hilo en máquina
Alcanza hacia controles de hilo	M	3	11	G	3	Toma hilo en máquina
Usa controles de hilo	U	2	12	U	0.5	Ensambla mecha con hilo
Suelta controles de hilo	P	0	13	P	5	Posiciona ensamble
Espera		0	14	G	0	Suelta ensamble
Espera		0	15	M	7	Alcanza hacia bobinas vacías
Espera		0	16	G	2	Toma bobina vacía
Espera		0	17	M	3	Mueve bobina hacia mano izq.
Toma bobina vacía	G	2	18	P	2	Suelta bobina vacía
Sostiene bobina vacía	G	0	19	M	7	Alcanza hacia bobinas vacías
Sostiene bobina vacía	G	0	20	G	2	Toma bobina vacía
Sostiene bobina vacía	G	0	21	M	3	Mueve bobina hacia mano izq.
Toma bobina vacía	G	2	22	P	2	Suelta bobina vacía
Sostiene bobinas	G	0	23	M	3	Alcanza hacia mano izq.
Suelta bobina	P	0	24	G	2	Toma bobina vacía
Sostiene bobinas	G	0	25	M	5	Alcanza hacia soporte de bobina
Sostiene bobinas	G	0	26	P	5	Ensambla bobina en soporte
Sostiene bobinas	G	0	27	G	0	Suelta bobina
Sostiene bobinas	G	0	28	M	3	Alcanza hacia mano izq.
Suelta bobina	P	0	29	G	2	Toma bobina vacía
Sostiene bobinas	G	0	30	M	5	Alcanza hacia soporte de bobina
Sostiene bobinas	G	0	31	P	5	Ensambla bobina en soporte
Sostiene bobinas	G	0	32	G	0	Suelta bobina
Alcanza hacia controles de hilo	M	5	33	M	3	Alcanza hacia hilo
Usa controles de hilo	U	2	34	G	3	Toma hilo
Usa controles de hilo	U	2	35	M	2	Mueve hilo hacia cursor
Usa controles de hilo	U	2	36	P	5	Posiciona hilo en cursor
Suelta controles de hilo	P	0	37	P	0	Suelta cursor
Se repiten operaciones de 1 a 37 cada vez que se cambia pabilo						
Se repiten operaciones de 15 a 37 cada vez que se cargan bobinas						
		55	Mods			123
		7.1	Segundos			15.9

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 8: Cargar la maquina de enconado					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
<b>(no se sugieren cambios)</b>						
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia bobina en carreta	M	7	1	M	7	Alcanza hacia bobina en carreta
Toma bobina	G	2	2	G	3	Toma punta de hilo en bobina
Mueve bobina hacia cargador	M	5	3	M	1	Preposiciona hilo en mano
Posiciona bobina en cargador	P	2	4	P	2	Posiciona hilo en ventosa
Suelta bobina en cargador	P	0	5	P	0	Suelta hilo en ventosa
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada bobina						
		16	Mods			13
		2.06	Segundos			1.68

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 9: Cargar la maquina de tratamiento térmico					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
<b>(no se sugieren cambios)</b>						
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia cono en carreta	M	7	1	M	7	Alcanza hacia cono en carreta
Toma cono	G	2	2	G	3	Toma punta de hilo de cono
Mueve cono hacia soporte	M	5	3	M	1	Preposiciona hilo en mano
Posiciona cono en soporte	P	2	4	P	2	Posiciona hilo en ventosa
Suelta cono en soporte	P	0	5	P	0	Suelta hilo en ventosa
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada bobina						
		16	Mods		13	
		2.06	Segundos		1.68	







Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 5: de Op. 4 a Op. 5 por tonel con rodillos					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia tonel	M	7	1	M	7	Alcanza hacia tonel
Toma tonel por borde superior	G	4	2	G	4	Toma tonel por borde superior
Mueve tonel a posición media	W	73.5	3	W	73.5	Mueve tonel a posición media
Preposiciona tonel	P	2	4	P	2	Preposiciona tonel
Mueve tonel a posición en maq.	M	5	5	M	5	Mueve tonel a posición en maq.
Suelta tonel	P	0	6	P	0	Suelta tonel
Se repite operaciones de 1 a 6 para cada tonel que se carga						
		91.5	Mods		91.5	
		11.8	Segundos		11.8	



Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 7: de Op. 6 a demora 6 (manual)					
<b>Método actual</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia pabilo	M	7	1	M	7	Alcanza hacia pabilo
Toma pabilo	G	4	2	G	4	Toma pabilo
Sostiene pabilo	L	1	3	L	1	Sostiene pabilo
Mueve pabilo a demora 6	W	135	4	W	135	Mueve pabilo a demora 6
Posiciona pabilo en demora 6	P	2	5	P	2	Posiciona pabilo en demora 6
Suelta pabilo	P	0	6	P	0	Suelta pabilo
Se repite operaciones de 1 a 6 para cada pabilo						
		149	Mods		149	
		19.2	Segundos		19.2	

Diagrama bimanual					
del proceso:					
<b>Modapts</b>		Transporte 8: de demora 6 a Op. 7			
<b>Método actual</b>		Realizado por: Hector F. Capuano			
Mano izquierda			Mano derecha		
Alcanza hacia pabilo	M	7	1	M	7
Toma pabilo	G	4	2	G	4
Sostiene pabilo	L	1	3	L	1
Mueve pabilo a carretilla	M	7	4	M	7
Suelta pabilo en carretilla	P	0	5	P	0
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada pabilo					
Alcanza hacia carretilla	M	7	6	M	7
Mueve carretilla a Op. 7	W	376	7	W	376
Suelta carretilla	P	0	8	P	0
Se repite operaciones 6 a 8 para cada carretilla cuando está llena					
			782	Mods	782
			101	Segundos	101

Diagrama bimanual					
del proceso:					
<b>Modapts</b>		Transporte 9: de Op. 7 a demora 7			
<b>Método actual</b>		Realizado por: Hector F. Capuano			
Mano izquierda			Mano derecha		
Alcanza hacia bobina	M	7	1	M	7
Toma bobina	G	2	2	G	2
Sostiene bobina	G	0	3	G	0
Mueve bobina a carretilla	M	7	4	M	7
Suelta bobina en carretilla	P	0	5	P	0
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada bobina					
Alcanza hacia carretilla	M	5	6	M	5
Mueve carretilla a demora 7	W	316	7	W	316
Suelta carretilla	P	0	8	P	0
Se repite operaciones 6 a 8 para cada carretilla cuando está llena					
		12993	Mods	12993	
		1676	Segundos	1676	









Diagrama bimanual					
del proceso:					
<b>Modapts</b>		Transporte 14: De demora 8 a texturizado			
<b>Método actual</b>		Realizado por: Hector F. Capuano			
Mano izquierda			Mano derecha		
Alcanza hacia cono	M	7	1	M	7
Toma cono	G	2	2	G	2
Sostiene cono	G	0	3	G	0
Mueve cono a carretilla	M	7	4	M	7
Suelta cono en carretilla	P	0	5	P	0
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada cono					
Alcanza hacia carretilla	M	7	1	M	7
Mueve carretilla a demora 8	W	126	2	W	126
Suelta carretilla	P	0	3	P	0
		149	Mods		149
		19.3	Segundos		19.3



Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 2: Cargar la maquina de mezclar y estirar fibra x 4					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	7	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	4	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	5	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	6	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	7	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	8	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 8 con cada bote que se carga						
		17	Mods		32	
		2.19	Segundos		4.13	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 3: Cargar la maquina de peinar y alinear fibra					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	7	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	4	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	5	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	6	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	7	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	8	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 8 con cada bote que se carga						
		17	Mods		32	
		2.19	Segundos		4.13	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Operación 4: Cargar la maquina de adelgazado y autorregulado					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	7	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	4	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	5	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	6	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	7	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	8	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 8 con cada bote que se carga						
		17	Mods		32	
		2.19	Segundos		4.13	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
Operación 6: Cargar la maquina de retorcido						
Realizado por: Hector F. Capuano						
Mano izquierda			Mano derecha			
Sostiene mecha en máquina	G	0	1	M	7	Alcanza hacia mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	2	G	4	Toma mecha en bote
Sostiene mecha en máquina	G	0	3	M	4	Mueve mecha hacia mano izq.
Preposiciona mecha en maq.	M	2	4	M	2	Preposiciona mecha en mano
Posiciona mecha en máquina	P	5	5	P	5	Posiciona con mecha en maq.
Ensambla mechas	G	8	6	G	8	Ensambla mechas
Posiciona mecha ensambladas	P	2	7	P	2	Posiciona mecha ensambladas
Suelta mecha ensamblada	P	0	8	P	0	Suelta mecha ensamblada
Se repite operación de 1 a 8 con cada bote que se carga						
		17	Mods	32		
		2.19	Segundos	4.13		



Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 3: de Op. 2 a Op. 3 por tonel con rodillos					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia tonel	M	7	1	M	7	Alcanza hacia tonel
Toma tonel por borde superior	G	4	2	G	4	Toma tonel por borde superior
Mueve tonel a posición en maq.	W	40.1	3	W	40.1	Mueve tonel a posición en maq.
Suelta tonel	P	0	4	P	0	Suelta tonel
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada tonel que se carga						
		51.1	Mods		51.1	
		6.59	Segundos		6.59	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 4: de Op. 3 a Op. 4 por tonel con rodillos					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia tonel	M	7	1	M	7	Alcanza hacia tonel
Toma tonel por borde superior	G	4	2	G	4	Toma tonel por borde superior
Mueve tonel a posición en maq.	W	40.1	3	W	40.1	Mueve tonel a posición en maq.
Suelta tonel	P	0	4	P	0	Suelta tonel
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada tonel que se carga						
		51.1	Mods		51.1	
		6.59	Segundos		6.59	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 5: de Op. 4 a Op. 5 por tonel con rodillos					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia tonel	M	7	1	M	7	Alcanza hacia tonel
Toma tonel por borde superior	G	4	2	G	4	Toma tonel por borde superior
Mueve tonel a posición en maq.	W	46.8	3	W	46.8	Mueve tonel a posición en maq.
Suelta tonel	P	0	4	P	0	Suelta tonel
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada tonel que se carga						
		57.8	Mods		57.8	
		7.45	Segundos		7.45	



Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>	Transporte 7: de Op. 6 a demora 6 (manual)					
<b>Método propuesto</b>	Realizado por: Hector F. Capuano					
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia pabilo	M	7	1	M	7	Alcanza hacia pabilo
Toma pabilo	G	4	2	G	4	Toma pabilo
Mueve pabilo a demora 6	W	106	3	W	106	Mueve pabilo a demora 6
Posiciona pabilo en demora 6	P	2	4	P	2	Posiciona pabilo en demora 6
Suelta pabilo	P	0	5	P	0	Suelta pabilo
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada pabilo						
		119	Mods		119	
		15.4	Segundos		15.4	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>		Transporte 8: de demora 6 a Op. 7				
<b>Método propuesto</b>		Realizado por: Hector F. Capuano				
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia pabilo	M	7	1	M	7	Alcanza hacia pabilo
Toma pabilo	G	4	2	G	4	Toma pabilo
Mueve pabilo a carretilla	M	7	3	M	7	Mueve pabilo a carretilla
Suelta pabilo en carretilla	P	0	4	P	0	Suelta pabilo en carretilla
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada pabilo						
Alcanza hacia carretilla	M	7	5	M	7	Alcanza hacia carretilla
Mueve carretilla a Op. 7	W	340	6	W	340	Mueve carretilla a Op. 7
Suelta carretilla	P	0	7	P	0	Suelta carretilla
Se repite operaciones 5 a 7 para cada carretilla cuando esta llena						
		725	Mods		725	
		93.5	Segundos		93.5	

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>		Transporte 9: de Op. 7 a demora 7				
<b>Método propuesto</b>		Realizado por: Hector F. Capuano				
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia bobina	M	7	1	M	7	Alcanza hacia bobina
Toma bobina	G	2	2	G	2	Toma bobina
Mueve bobina a carretilla	M	7	3	M	7	Mueve bobina a carretilla
Suelta bobina en carretilla	P	0	4	P	0	Suelta bobina en carretilla
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada pabito						
Alcanza hacia carretilla	M	5	5	M	5	Alcanza hacia carretilla
Mueve carretilla a demora 7	W	242	6	W	242	Mueve carretilla a demora 7
Suelta carretilla	P	0	7	P	0	Suelta carretilla
Se repite operaciones 5 a 7 para cada carretilla cuando esta llena						
		12919	Mods	12919		
		1667	Segundos	1667		

Diagrama bimanual						
del proceso:						
<b>Modapts</b>		Transporte 10: de demora 7 a carretilla				
<b>Método propuesto</b>		Realizado por: Hector F. Capuano				
Mano izquierda			Mano derecha			
Alcanza hacia bobina	M	7	1	M	7	Alcanza hacia bobina
Toma bobina	G	2	2	G	2	Toma bobina
Mueve bobina a carretilla	M	7	3	M	7	Mueve bobina a carretilla
Suelta bobina en carretilla	P	0	4	P	0	Suelta bobina en carretilla
Se repite operaciones de 1 a 4 para cada bobina						
		16	Mods			16
		2.06	Segundos			2.06







Diagrama bimanual					
del proceso:					
<b>Modapts</b>		Transporte 14: De demora 8 a texturizado			
<b>Método propuesto</b>		Realizado por: Hector F. Capuano			
Mano izquierda			Mano derecha		
Alcanza hacia cono	M	7	1	M	7
Toma cono	G	2	2	G	2
Mueve cono a carretilla	M	7	4	M	7
Suelta cono en carretilla	P	0	5	P	0
Se repite operaciones de 1 a 5 para cada cono					
Alcanza hacia carretilla	M	7	1	M	7
Mueve carretilla a demora 8	W	141	2	W	141
Suelta carretilla	P	0	3	P	0
		164	Mods		164
		21.1	Segundos		21.1

