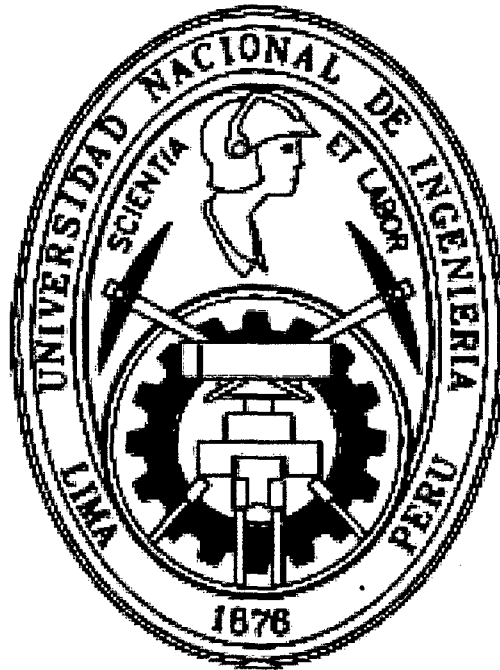


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR
LA COMPETITIVIDAD DE LA LÍNEA DE POLIÉSTER EN LA EMPRESA
TEXTIL "EL AMAZONAS"**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

GONZALO VLADIMIR CONTRERAS MARTÍNEZ

STAINER MEJÍA ZAMALLOA

Lima – Perú

2013

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi querida familia, quienes son mi razón de ser y mi inspiración en todo momento. A mi padre, Melitón Contreras, por sus sabios consejos y sus valiosas enseñanzas. A mi madre, Lucy Martínez, por su constante e incansable apoyo, lucha, cariño y dedicación. A mis hermanos: Oliver, Arturo y Víctor por ser mis compañeros y por comprenderme siempre. A mi abuelita Susana Tomateo por su gran amor y por ser la abuelita más buena. Finalmente quiero dedicar este trabajo a Judith Crispín por su ternura, compañía y por ser el amor de mi vida.

Gonzalo Contreras Martínez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A mis padres, quienes a lo largo de toda mi vida me han impulsado a lograr mis metas, además de ser mi inspiración y ejemplo.

Al ingeniero Fernando Roque, quien fue guía y mentor en la elaboración de esta tesis.

A mis colegas y amigos, quienes me regalan siempre gratos momentos llenos de risas y diversión.

Finalmente, a mi querida alma máter, la Universidad Nacional de Ingeniería, por ser lugar donde adquirí más que conocimientos, por ser parte de mi vida y por enseñarme el valor de la aplicación de la ingeniería en el día a día.

Stainer Mejía Zamalloa

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a nuestros padres por todo el apoyo en nuestra trayectoria universitaria. A nuestros compañeros de la universidad por su gran compañía y ayuda. A nuestros profesores, quienes además de brindarnos conocimientos, alimentaron en nosotros el amor por la ingeniería. A nuestro asesor, profesor y amigo, Adolfo Valencia, por ser guía y gran apoyo en el desarrollo de este proyecto. A los Ingenieros Roque y Aguedo, por su plena disposición para que podamos recopilar toda la información necesaria de la empresa, y por participar en la implementación de mejoras sugeridas por nosotros. Finalmente, queremos agradecer a nuestra alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, por hacernos ganar grandes experiencias en el desarrollo como profesional y como personas.

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
INDICE DE CUADROS.....	IX
INDICE DE GRÁFICOS.....	XI
DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACION	2
1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.1. EL PROBLEMA A INVESTIGAR.....	2
1.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2.1. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.2.2. IMPORTANCIA	6
1.3. OBJETIVOS.....	7

1.3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
1.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4.	METODOLOGÍA	8
1.4.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	8
1.4.2.	HIPÓTESIS	8
1.4.3.	VARIABLES E INDICADORES	9
1.4.4.	MATRIZ METODOLÓGICA.....	10
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....		11
2.1.	EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA	11
2.1.1.	¿POR QUÉ PRODUCCIÓN ESBELTA?	11
2.1.2.	EL PRINCIPIO DE LA REDUCCIÓN DE COSTOS.....	11
2.1.3.	VALOR AGREGADO	12
2.1.4.	DESPERDICIOS	12
2.1.5.	EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA Y EL SISTEMA ESBELTO.....	14
2.1.6.	LA "CASA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA"	15
2.2.	LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA	18
2.3.	DESARROLLO DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	19
2.3.1.	LAS HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA	19
2.3.2.	LAS 4 ESTRATEGIAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	25
2.4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	28
2.4.1.	PASO 1: COMPROMETERSE CON LA MANUFACTURA ESBELTA	28
2.4.2.	PASO 2: ELEGIR EL PROCESO	29
2.4.3.	PASO 3: APRENDER ACERCA DE LA MANUFACTURA ESBELTA	30
2.4.4.	PASO 4: MAPEAR EL ESTADO ACTUAL	31

2.4.5.	PASO 5: DETERMINAR MEDIBLES DE LA MANUFACTURA ESBELTA	32
2.4.6.	PASO 6: MAPEAR EL ESTADO FUTURO	33
2.4.7.	PASO 7: CREAR PLANES KAIZEN.....	34
2.4.8.	PASO 8: IMPLEMENTAR PLANES KAIZEN	35
CAPITULO III: LA EMPRESA.....		36
3.1.	DATOS GENERALES.....	36
3.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	36
3.1.2.	RAZÓN SOCIAL.....	37
3.1.3.	GIRO DE LA EMPRESA	37
3.1.4.	UBICACIÓN FÍSICA.....	37
3.1.5.	PRINCIPALES EJECUTIVOS	39
3.1.6.	PRINCIPALES CLIENTES Y PROVEEDORES	39
3.2.	ASPECTOS DE MERCADO	41
3.2.1.	PRODUCTOS	41
3.2.2.	ANÁLISIS DEL MERCADO TEXTIL.....	49
3.3.	ASPECTOS DE ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN	52
3.3.1.	VISIÓN	52
3.3.2.	MISIÓN	52
3.3.3.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	52
3.4.	ASPECTO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO	54
3.4.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	54
3.4.2.	PRINCIPALES MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	56
3.4.3.	DISPOSICIÓN DE PLANTA.....	57
3.4.4.	REQUERIMIENTOS DE INSUMOS.....	58

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO ACTUAL	59
4.1. ELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	59
4.1.1. PARTICIPACIÓN DE LAS VENTAS	59
4.1.2. ESTABILIDAD DE PRECIOS DE INSUMOS	59
4.2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	61
CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN.....	63
5.1. REDISEÑO PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO.....	63
5.1.1. ESTRATEGIA 1: SINCRONIZACIÓN DE LA OFERTA AL CLIENTE, EXTERNAMENTE.....	63
5.1.2. ESTRATEGIA 2: SINCRONIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, INTERNAMENTE	67
5.1.3. ESTRATEGIA 3: CREACIÓN DE FLUJO.....	70
5.1.4. ESTRATEGIA 4: ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS PULL	77
5.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA A TRAVÉS DEL MAPEO DE PROCESOS	78
5.2.1. PASO 1: COMPROMISO CON LA MANUFACTURA ESBELTA	78
5.2.2. PASO 2: ELECCIÓN DE PROCESOS.....	80
5.2.3. PASO 3: APRENDIZAJE ACERCA DE LA MANUFACTURA ESBELTA	82
5.2.4. PASO 4: MAPEO DEL ESTADO ACTUAL.....	83
5.2.5. PASO 5: DETERMINACIÓN DE MEDIBLES DE LA MANUFACTURA ESBELTA.....	86
5.2.6. PASO 6: MAPEO DEL ESTADO FUTURO	87
5.2.7. PASO 7: CREACIÓN DE PLANES KAIZEN.....	92
5.2.8. PASO 8: IMPLEMENTACIÓN DE PLANES KAIZEN	93
CAPITULO VI: EVALUACION DE IMPACTO ECONÓMICO.....	95
6.1. EVALUACIÓN DE COSTOS SIN PROPUESTA DE MEJORA.....	95

6.2. EVALUACIÓN DE COSTOS CON PROPUESTA DE MEJORA.....	96
6.3. EVALUACION DE IMPACTO	97
CAPITULO VII: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	98
7.1. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	98
7.2. CONTRASTE Y VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	99
7.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	103
GLOSARIO DE TÉRMINOS	105
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS.....	110
ANEXO1: PRESENTACIÓN DE LA FÁBRICA	111
ANEXO2: TALLER DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN LEAN MANUFACTURING	115
ANEXO 3: VSM INICIAL. CÁLCULOS DE TIEMPOS DE CICLO.....	120
ANEXO 4: VSM PROPUESTO. CÁLCULO DE TIEMPOS DE CICLO- ACTIVIDADES DE MEJORA.....	127

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1: MATRIZ METODOLÓGICA.....	10
CUADRO 5.1: ANÁLISIS DE TC DEL LABORATORIO.....	68
CUADRO 5.2: DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA.....	69
CUADRO 5.3: ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE - LAYOUT INICIAL.....	74
CUADRO 5.4: ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE- LAYOUT PROPUESTO.....	76
CUADRO 5.5: RESUMEN DE MEJORA- LAYOUT.....	77
CUADRO 5.6: PROCESOS CLAVE.....	81
CUADRO 5.7: RESUMEN DE TIEMPOS – INICIO.....	85
CUADRO 5.8: RESUMEN DE TIEMPOS – PROPUESTO.....	90
CUADRO 5.9: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	92
CUADRO 6.1: COSTEO ESTÁNDAR – SITUACIÓN INICIAL.....	96
CUADRO 6.2: COSTEO ESTÁNDAR – SITUACIÓN PROPUESTA.....	96
CUADRO 6.3: EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO.....	97
CUADRO 7.1: MEJORAS ALCANZADAS.....	98
CUADRO 7.2: LOGROS ALCANZADOS.....	99

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: CASA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA.....	17
FIGURA 2.2: NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA	18
FIGURA 2.3: TIEMPO DE CICLO Y VALOR AGREGADO.....	20
FIGURA 2.4: PROCESO DE PRODUCCIÓN	21
FIGURA 2.5: BALANCEO DE OPERADORES (Estado Actual)	22
FIGURA 2.6: BALANCEO DE OPERADORES (Estado futuro)	22
FIGURA 2.7. PASOS DEL MAPEO DE PROCESOS.....	24
FIGURA 2.8. EJEMPLO VSM SITUACION ACTUAL	32
FIGURA 2.9. EJEMPLO VSM SITUACION PROPUESTA	34
FIGURA 3.1: MAPA DE UBICACIÓN	38
FIGURA 3.2: CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	40
FIGURA 3.3: MODELOS DE TEJIDO DE LANA.....	46
FIGURA 3.4: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	53
FIGURA 3.5: FLUJO DE TEÑIDO DE POLIESTER.....	55
FIGURA 3.6: FLUJO DE TEÑIDO DE ALGODÓN.....	56
FIGURA 3.7: LAYOUT DE LA EMPRESA	58
FIGURA 4.1: DIAGRAMA CAUSA EFECTO	63
FIGURA 5.1: LAYOUT DE LA EMPRESA	73
FIGURA 5.2: LAYOUT INICIAL LÍNEA DE POLIÉSTER	74
FIGURA 5.3: LAYOUT PROPUESTO DE POLIESTER.....	76
FIGURA 5.4: VSM – SITUACIÓN INICIAL.....	85
FIGURA 5.5: VSM – SITUACIÓN PROPUESTA	90

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 3.1: EXPORTACIONES DE TEXTILES (2005 – 2011).....	49
GRÁFICO 3.2: EXPORTACIONES DE TEXTILES (2012).....	50
GRÁFICO 3.3: VENTAS DE POLIESTER VS ALGODÓN 2011.....	51
GRÁFICO 3.4: VENTAS DE POLIESTER VS ALGODÓN 2012.....	51
GRÁFICO 4.1: PRECIO MENSUAL DEL ALGODÓN 07-12.....	60
GRÁFICO 5.1: TIEMPOS DE CICLO – SITUACIÓN INICIAL.....	86
GRÁFICO 5.2: TIEMPOS DE CICLO– SITUACIÓN PROPUESTA	91

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

1. Lean Manufacturing
2. Lean
3. JIT
4. Competitividad
5. Productividad
6. Rentabilidad
7. Equipo Lean
8. Desperdicios
9. Lead time
10. Cycle time
11. Cycle stock
12. Buffer stock
13. Safety stock
14. Layout
15. VSM
16. Value Stream Map
17. Cuello de botella

RESUMEN

El presente trabajo de tesis fue realizado en las instalaciones de la empresa Textil El Amazonas S.A., ubicada en la Av. Argentina Nro. 1440 Cercado de Lima. En este marco de referencia, la investigación es de tipo aplicada y de nivel correlacional; y consiste en la aplicación de la metodología Lean Manufacturing para el incremento de la competitividad de la línea de hilados de poliéster a consecuencia del incremento de la productividad y la rentabilidad de la misma.

A través de un análisis realizado a las líneas de producción, Textil El Amazonas encuentra que la línea de hilados de poliéster es estratégica. Esto porque posee niveles de ventas estables (a diferencia de la línea de hilados de algodón). Adicionalmente, se detectó que esta línea posee altos niveles de ineficiencia y desperdicio. Estas son las razones que conllevan a la empresa a invertir recursos a fin de mejorar los procesos y consecuentemente reducir los niveles de desperdicio de hilos de poliéster haciendo uso de la filosofía Lean.

Se inicia la implementación del Lean Manufacturing a través del desarrollo de las 4 estrategias del rediseño para la reducción del desperdicio. Aquí se desarrollan las propuestas de un Layout más eficiente y el desarrollo de una política de inventarios.

La implementación también se desarrolla a través de la metodología del Value Stream Management. Aquí se procede con la formación del equipo Lean y el desarrollo de las propuestas de un área única de Control de Calidad y la modificación de la prueba de veteado. Se diagraman los procesos, se identifican los desperdicios, y se establecen indicadores de manufactura esbelta.

Posteriormente se realiza la evaluación de impacto económico, a través del Costeo Estándar. Finalmente, se realiza un consolidado de beneficios a nivel de mejoras por indicadores y costos.

ABSTRACT

This thesis work was developed in the plant of Textil El Amazonas SA, located at Argentina Avenue 1440 Lima Centre. In this framework, the research is the applied type and of correlational level, and it involves the application of Lean Manufacturing methodology for increasing the competitiveness of the polyester yarn line as a result of the increase of the productivity and the profitability of this line.

Through an analysis of the production lines, Textil El Amazonas determined that the polyester line is strategic. This is because it has stable sales levels (unlike the cotton yarn line). Additionally, it was found that this line has high levels of inefficiency and waste. These are the reasons that make the company invest in resources to improve the processes and, consequently, reduce the levels of waste of the polyester yarn line using the Lean philosophy.

We begin the implementation of Lean Manufacturing through the development of the 4 strategies of the redesign for the waste reduction. Here we develop the proposals of a more efficient layout and the development of an inventory policy.

The implementation is also developed through the methodology of the Value Stream Management. Here we proceed with the Lean team formation and the development of the proposals of: a unique area of Quality Control and the

modification of the marbled test. We diagram the processes, identify wastes and determine lean manufacturing indicators.

Late, we present an evaluation of the economic impact, through the Standard Costing Method. Finally, it is presented a summary of all the benefits about indicators and costs.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación de tesis se enfoca en la mejora de la competitividad de la empresa Textil El Amazonas, perteneciente al rubro textil de tintorería de hilados de algodón y poliéster.

A partir de un diagnóstico actual se identifican y analizan las falencias a nivel operativo, pudiendo identificar una baja competitividad a causa de actividades cuello de botella y generación de desperdicios; estos asociados a problemas específicos en producción.

La siguiente etapa contempla las alternativas de mejora utilizando la metodología Lean. Se plantean estas alternativas como proyecto; se establecen plazos, se definen los responsables y recursos y se plantean indicadores de mejora.

Finalmente, se busca una solución importante al problema de la baja competitividad de la empresa asociado a una línea de producción; considerando como solución factible la implementación de la metodología de la Manufactura Esbelta.

CAPITULO I

PROTOCOLO DE INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. EL PROBLEMA A INVESTIGAR

La empresa Textil El Amazonas S.A. durante mucho tiempo se consolidó como líder en el mercado de textiles a nivel nacional, sin embargo en los últimos años esta competitividad ha ido decayendo debido al ingreso del gigante asiático al mercado peruano, notándose en las fluctuaciones de las demandas de algodón, en un incremento en los costos y en los demás problemas que se incurren al no contar con un proceso productivo adecuado y bien instalado conforme a las exigencias del creciente y constante cambio tecnológico del mercado.

El problema se centra en el área de producción, esencialmente en la deficiencia de sus procesos y métodos en la línea de poliéster, lo cual genera que el ciclo de producción tome tiempos prolongados y se produzcan mermas, generando costos innecesarios y reprocesamientos.

1.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Al realizar la detección de fuentes primarias en las bibliotecas se encontraron los siguientes temas de tesis que servirán como referencia para el trabajo:

- Mejora del sistema productivo de una empresa bordadora aplicando técnicas de Lean Manufacturing (Alejandra Rasgado González - Irma Jacqueline Rosario Terrés, 2007)
- Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la industria textil (Dulce María Maldonado Cervantes - Jorge Maldonado Cervantes, 2003).

1.1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos:

A. HORIZONTE ESPACIAL

La investigación se llevará a cabo en la Línea de Producción de Bobinas de Poliéster de la empresa Textil El Amazonas S.A., cuya sede se encuentra en la Av. Argentina Nro. 1440 Cercado de Lima.

B. HORIZONTE TEMPORAL

El trabajo de investigación comprende el periodo de Diciembre 2011 a Julio 2012.

C. DELIMITACIÓN SOCIAL

El estudio está enfocado en los beneficios que traen consigo un correcto diseño del proceso productivo para la empresa, sus accionistas, sus clientes y las comunidades aledañas de la empresa.

D. DELIMITACIÓN DEL RUBRO DE LA EMPRESA

El estudio está enfocado en el área de operaciones de empresas del sector textil. Este sector está caracterizado por factores de consumo: temporada, clima, moda, factores de globales, como tratados internacionales, precio de insumos y factores ambientales como de contaminación por insumos químicos.

E. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

Lean Manufacturing
Procesos Industriales I y II
Gestión y Aseguramiento de la Calidad
Diseño del Trabajo I y II

1.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A. PROBLEMA PRINCIPAL

¿En qué medida la implementación del Lean Manufacturing incrementará la competitividad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012?

B. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿En qué medida la implementación del Lean Manufacturing incrementará la productividad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012?

¿En qué medida la implementación del Lean Manufacturing incrementará la rentabilidad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto tiene como justo propósito encontrar alternativas y darle solución a los problemas existentes en la empresa Textil El Amazonas. Mediante la implementación de sistemas de gestión y nuevas tecnologías en los procesos, se busca incrementar la rentabilidad, productividad y competitividad de la empresa.

La presencia de cuellos de botella y pérdidas de producción por fallas y existencia de procesos ineficientes representa para la organización un estancamiento y un retraso para su pronto desarrollo y crecimiento.

Por su contribución al sector textil; esto se da a través de la gestión de procesos de producción teniendo como resultado la reducción del lead time y de los niveles de desperdicio.

Por su contribución a la economía nacional; el modelo al aplicarse al sector textil contribuye al desarrollo de uno de los sectores de mayor generación de empleo a nivel nacional.

Por su aporte práctico; el presente trabajo se realiza con el fin de que las empresas textiles mejoren sus procesos productivos, reduciendo mermas, costos, etc.

Por su aporte teórico; ya que la presente investigación presenta una gran cantidad de herramientas para la mejora de los procesos.

Por su aporte metodológico; ya que la presente investigación desarrollará una metodología basada en la Manufactura Esbelta aplicado a los sistemas productivos textiles.

1.2.2. IMPORTANCIA

La importancia o trascendencia del trabajo de investigación se encuentra en el desarrollo de una empresa textil mediante la reducción de costos y el consecuente incremento de su competitividad a partir de la implementación la Manufactura Esbelta.

Por su importancia histórica; ya que al aplicar una metodología innovadora en el rubro textil con resultados positivos, se creará un antecedente que servirá de ejemplo para las demás empresas de rubros similares.

Por su importancia social; al mejorar los procesos productivos, se obtendrán productos de mejor calidad mejorando a su vez la calidad de vida de las personas que usen nuestros productos.

Por su importancia económica; pues aumenta las utilidades de la empresa retribuyendo en beneficio de los trabajadores, familia, estado y región.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar de qué manera la implementación del Lean Manufacturing permitirá incrementar la competitividad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de qué manera la implementación del Lean Manufacturing permitirá incrementar la productividad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012.
- Determinar de qué manera la implementación del Lean Manufacturing permitirá incrementar la rentabilidad de la

línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

A. TIPO: INVESTIGACIÓN APLICADA

La presente investigación es del tipo aplicada debido a que recopila conocimientos de gestión, estrategias, administración, entre otros para de esta manera establecer un modelo específico de gestión.

B. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación se encuentra en un nivel correlacional porque no solo buscar explorar o describir, busca también explicar resultados y correlacionarlos.

1.4.2. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS PRINCIPAL

Si se implementa el Lean Manufacturing se incrementará la competitividad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012.

B. HIPÓTESIS SECUNDARIAS

HS1: "Si se implementa el Lean Manufacturing se incrementará la productividad en la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012".

HS2: "Si se implementa el Lean Manufacturing se incrementará la rentabilidad de la línea de poliéster de Textil El Amazonas S.A. durante el periodo Diciembre 2011 - Julio 2012".

1.4.3. VARIABLES E INDICADORES

A. VARIABLES DEPENDIENTES

La variable dependiente del estudio es: **COMPETITIVIDAD**.

Para poder gestionar esta variable, se manejarán los siguientes indicadores:

- Margen bruto
- Capacidad de atención

B. VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes del estudio son: **PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD**.

Para poder gestionar esta variable, se manejarán los siguientes indicadores:

- Lead time
- Tiempo de operación
- Tiempo de ciclo
- Costo unitario de operación

1.4.4. MATRIZ METODOLÓGICA

El resumen de variables e indicadores se presenta a continuación:

OBJETIVOS	INDICADORES	U.M.	META (Mejora)	RESPONSABLE	INDICADORES	
					ACTUAL	PROPUESTO
GENERAL						
Incrementar la competitividad	Margen bruto	S/. /bobina - mes	7%	Jefe de Producción Jefe de Costos	S/. 7.99	S/. 8.54
	Capacidad de atención	lote/mes	25%	Jefe de Producción Jefe de Despacho	1795.76359	2244.70
ESPECIFICOS						
Incrementar la productividad	Lead time	min	-10%	Jefe de Producción Supervisor	632.51	569.26
	Tiempo de operación	min	-25%	Jefe de Producción Supervisor	80.83	60.62
	Tiempo de ciclo	min	-25%	Jefe de Producción Supervisor	20.05	15.04
Incrementar la rentabilidad	Costo unitario de operación	S/. /mes	-2%	Jefe de Producción Jefe de Costos	35.12	34.4176

CUADRO 1.1: MATRIZ METODOLÓGICA

ELABORACIÓN PROPIA / FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTA¹

2.1.1. ¿POR QUÉ PRODUCCIÓN ESBELTA?

Producción esbelta también conocida como Sistema de Producción Toyota, quiere decir hacer más con menos –menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinarias menos materiales- siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea.

2.1.2. EL PRINCIPIO DE LA REDUCCIÓN DE COSTOS

Los clientes constantemente tienen a las compañías bajo presión para reducir los costos y los tiempos de entrega, así como para tener la más alta calidad. El pensamiento tradicional dicta que el precio de venta es calculado por el costo más el margen de utilidad que se desea. Pero en el ambiente económico de hoy es un problema. El mercado es tan competitivo que hay siempre alguien listo para tomar su lugar. Los clientes pueden marcar precio y usted no tendrá la

¹ VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

ganancia que espera. Bajo estas circunstancias, el único camino para obtener una ganancia es eliminando desperdicios de sus procesos, y por lo tanto, reduciendo los costos (Tapping, et al., 2002).

Determinando el precio que el cliente está dispuesto a pagar, y restando el costo, se puede determinar cuál será su ganancia (ganancia = precio - costo). Los clientes frecuentemente establecen el precio y también demandan la disminución de éstos. Por eso es tan importante la eliminación de desperdicios, ya que es base para mayor maximizar las ganancias.

2.1.3. VALOR AGREGADO

Cuando se aplica el Sistema de Producción Toyota, se inicia examinando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente. La primera pregunta en este sistema de producción siempre es “¿Qué es lo que el cliente espera de este proceso?” (Tanto para el cliente del siguiente proceso dentro de la línea de producción, como para el cliente externo). Esto se define como valor. A través de los ojos del cliente, puede observarse un proceso y separar los pasos que agregan valor de los que no. Se puede aplicar a cualquier proceso (manufactura, información o servicio).

2.1.4. DESPERDICIOS

Toyota ha identificado siete tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, los cuales se describen a continuación. Esto también se puede aplicar dentro del desarrollo de un producto y en la oficina, no sólo en la línea de producción.

El objetivo primordial de la Manufactura Esbelta es eliminar todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar. A esto se le denomina: desperdicio y se tienen 7 tipos:

- **Sobreproducción:** Producir artículos para los que no existen órdenes de producción; provoca incremento en inventario y costo de mantenimiento.
- **Espera:** Es aceptable que la máquina espere al trabajador pero es inaceptable que el operador espere a la máquina.
- **Transporte innecesario:** Es un desperdicio que puede generar reproceso.
- **Sobreprocesamiento:** No tener claro los requerimientos causa que en la producción se hagan procesos innecesarios.
- **Inventarios:** El inventario oculta problemas como producción desnivelada, entregas retrasadas de proveedores defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set up.
- **Movimiento innecesario:** Tales como mirar, buscar, acumular partes y hasta caminar.
- **Productos defectuosos:** Reparaciones, scrap, reemplazos en la producción e inspección significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

2.1.5. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA Y EL SISTEMA ESBELTO

El Sistema de Producción Toyota es el enfoque de esta organización acerca de la manufactura. Esta es la base para la "producción esbelta", que ha venido dominando las tendencias de la manufactura (junto con el Seis Sigma) en los últimos 10 años (Liker, 2004).

La Manufactura Esbelta tiene un proceso de pasos, según Womack y Jones, tenemos:

- Definir qué agrega valor para el cliente.
- Definir y hacer el mapa del proceso.
- Crear flujo continuo.
- Que el consumidor "jale" lo que requiere.
- Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección.

Para ser una empresa esbelta se requiere una forma de pensar que se enfoque en hacer que el producto fluya a través del proceso que le agrega valor sin interrupciones (flujo de una pieza); un sistema que "jale" de las estaciones de trabajo anteriores (proceso anterior), iniciando desde el cliente y continuando, de la misma manera, con las estaciones de trabajo anteriores. Todo esto debe realizarse en periodos cortos de tiempo (varias veces al día), y crear una cultura en donde todos estén comprometidos con el mejoramiento continuo.

Las condiciones de Toyota llevaron a la empresa a ser flexible, y esto la encaminó a hacer un descubrimiento crítico: cuando

se tienen tiempos de entrega cortos y se enfocan en mantener líneas de producción flexibles, se comienza a obtener alta calidad, consumidores más sensibles, mejor productividad y una mejor utilización de equipo y el espacio.

La única cosa que agrega valor en cualquier tipo de proceso, ya sea de manufactura, marketing o desarrollo de un proceso, es la transformación física o informativa de los productos, servicios, o actividades en lo que desea el cliente, es por eso que el Sistema de Producción Toyota inicia con el cliente, pues él pone el dinero y mantiene el negocio.

2.1.6. LA “CASA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA”

La “Casa del Sistema de Producción Toyota” es un diagrama que se ha convertido en uno de los símbolos más reconocidos en la manufactura moderna. ¿Por qué una casa?, porque una casa es un sistema estructural. La casa es fuerte. Una liga débil debilita todo el sistema.

La casa inicia con las metas de la mejor calidad, el más bajo costo, el mejor tiempo de entrega, la mayor seguridad y la más alta moral, lo cual conforma el techo. Existen dos pilares, el Justo a Tiempo, probablemente la característica más visible y publicitada del Sistema de Producción Toyota, y el Jidoka , el cual en esencia significa nunca permitir que los defectos pasen a la siguiente estación y, además implica liberar a la gente de las máquinas (automatización con toque humano). El centro del sistema es la gente. Finalmente, hay varios elementos base que incluyen la necesidad de estandarización, estabilidad, confiabilidad en los procesos, y también el Heijunka, el cual significa nivelación del programa de producción tanto en el

volumen como en la variedad. Una programación nivelada o Heijunka es necesaria para mantener el sistema estable y para permitir un mínimo de inventarios.

Cada elemento de la casa es, por sí mismo, crítico: pero más importante es la manera en que los elementos se refuerzan unos con otros. Justo a Tiempo significa surtir el producto indicado, en el momento preciso, en la cantidad correcta. El ideal del flujo de una pieza es hacer cada unidad a un tiempo determinado conforme marca la demanda del consumidor o takt (palabra alemana para ritmo), utilizando pequeños amortiguadores, lo cual significa que los problemas como los de la calidad se harían visibles de una manera inmediata. Esto refuerza al Jidoka, el cual detiene el proceso de producción.

La base de la casa es la estabilidad. Irónicamente, el Sistema de Producción Toyota requiere para trabajar un pequeño inventario y parar la producción cuando existen los problemas que causan inestabilidad al sistema para, de esta forma, crear un sentido de urgencia entre los trabajadores. En la producción en masa, cuando una máquina falla, no hay sentido de urgencia; el departamento de mantenimiento se programa para arreglarla y, mientras tanto, el inventario mantiene correctas las operaciones. En contraste, en la producción esbelta, cuando un operador apaga un equipo para arreglar un problema, otras operaciones comienzan a dejar de producir, creando una crisis. Entonces, siempre se tiene un sentido de urgencia en producción para arreglar los problemas en conjunto y hacer que el equipo corra de nuevo; si el mismo problema sucede constantemente, la administración debe concluir rápidamente que ésta es una situación crítica y, tal vez, se invierta en el Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en

inglés), en donde todos aprenden cómo limpiar, inspeccionar y mantener el equipo. Es necesario entonces un alto grado de estabilidad para que el sistema no esté constantemente deteniéndose.

La gente es el centro de la casa, porque solamente a través del mejoramiento continuo puede la operación conseguir la estabilidad necesaria. La gente debe ser entrenada para ver el desperdicio y resolver los problemas desde su raíz, preguntando en repetidas ocasiones por qué el problema realmente ocurre. La solución de problemas se da en el lugar de trabajo, en donde se puede ver qué es lo que sucede.

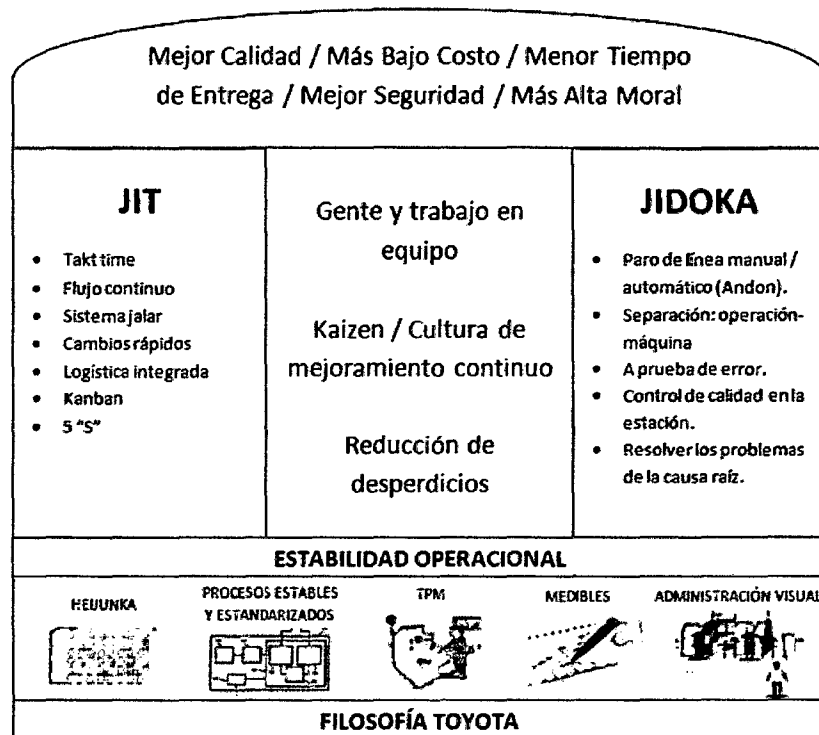


FIGURA 2.1: CASA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

2.2. LOS TRES NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Las herramientas de la Manufactura Esbelta se pueden agrupar dentro de tres niveles: Demanda del Cliente, Flujo Continuo y Nivelación.

Al entender los niveles de la demanda, el flujo y la nivelación para su aplicación, junto con la implementación de los mapas de valor, se tendrá un enfoque sólido, no sólo para la implementación, sino también para mantener las mejoras de la Manufactura Esbelta.



FIGURA 2.2: NIVELES DE LA MANUFACTURA ESBELTA

2.3. DESARROLLO DE LA MANUFACTURA ESBELTA²

2.3.1. LAS HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

A. EL CÁLCULO DEL TAKT TIME

El takt time es un parámetro que indica el ritmo de producción que marca el cliente. Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y ventas están sincronizados, que es una meta la Manufactura Esbelta.

Takt time = tiempo / volumen

Takt time = $\frac{\text{tiempo de producción disponible}}{\text{cantidad total requerida}}$

Takt time = $\frac{\text{tiempo disponible de trabajo por turno}}{\text{demanda del cliente por turno}}$

B. EL ANÁLISIS DEL BALANCE

El balanceo de línea es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos de trabajo dentro del proceso en orden, para que alcancen el takt time. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso del personal. Manteniendo en mente que la demanda del consumidor tal vez fluctúe, cambie el takt time y, entonces, será necesario rebalancear la línea cada vez que esto ocurra.

² VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

- **TIEMPO DE CICLO (T/C)**

Según Rother y Shook (1999) el tiempo de ciclo es “qué tan frecuente una parte o producto es terminado en un proceso, en un determinado tiempo. También, el tiempo que le toma a un operador ir a través de todos sus elementos de trabajo antes de que los repita”.

El tiempo de ciclo total se refiere como el total del tiempo que agrega valor (VAT, por sus siglas en inglés), porque éste es el tiempo durante el cual se le comienza a agregar valor a la materia prima conforme fluye por los procesos.

- **VALOR AGREGADO (VA)**

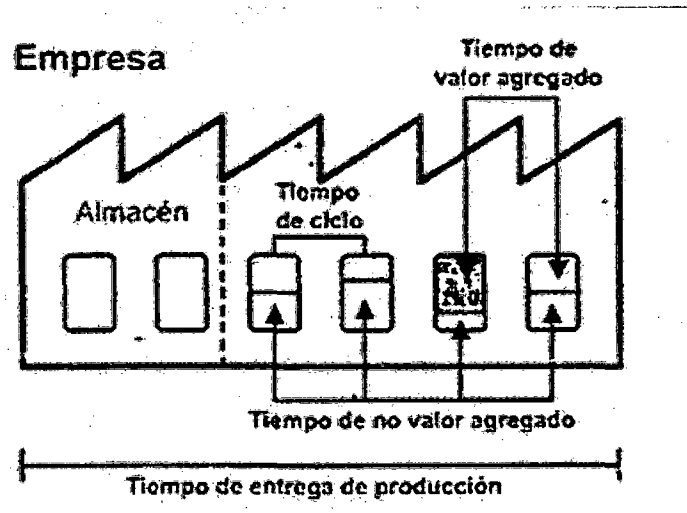


FIGURA 2.3: TIEMPO DE CICLO Y VALOR AGREGADO

Rother y Shook (1999) definen el tiempo de valor agregado (VA) con las siguientes palabras: “es el tiempo de los elementos de trabajo que actualmente transforman los productos en lo que desea el cliente y está dispuesto a pagar” (figura 2.3).

- **GRÁFICA DEL BALANCEO DE OPERADORES**

El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso. La mejor herramienta para esta actividad es la Gráfica del Balanceo de Operadores (Operator Balance Chart, OBC). El OBC es una representación de los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operadores de cada estación. Se usa para mostrar las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el takt time y el tiempo de ciclo total. Los pasos para crear un OBC son:

- Determinar el tiempo de ciclo actual, takt time y los elementos de trabajo asignados

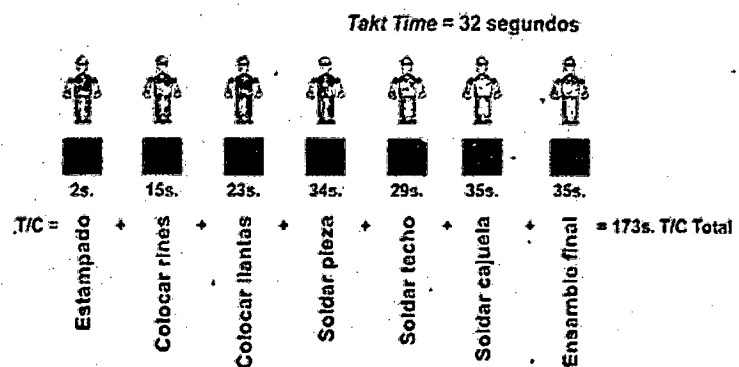
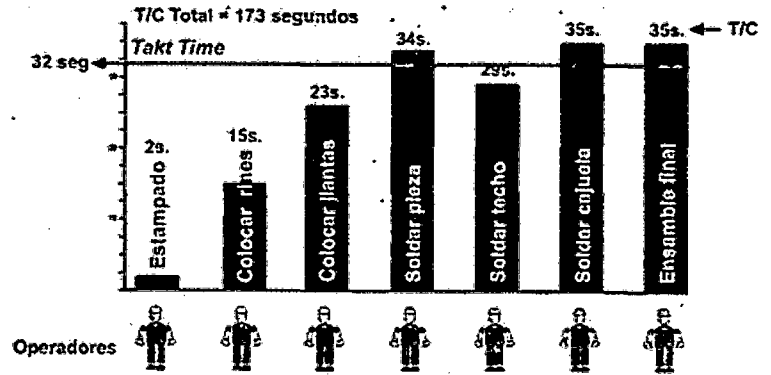


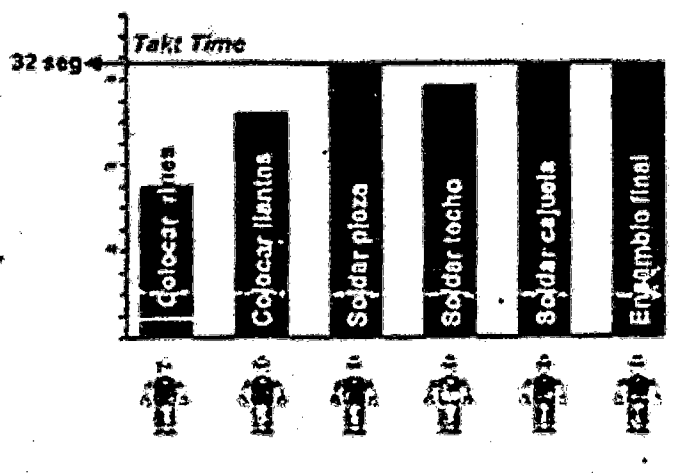
FIGURA 2.4: PROCESO DE PRODUCCIÓN

- b. Crear una gráfica de barra que dé una mejor representación de las condiciones.



**FIGURA 2.5: BALANCEO DE OPERADORES
(Estado Actual)**

- c. Para determinar el número de operadores necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el takt time.



**FIGURA 2.6: BALANCEO DE OPERADORES
(Estado futuro)**

$$\#operadores = TCT / \text{takt time}$$

La solución debe ser la combinación de operaciones con el fin de que se logre un tiempo de ciclo más cercano al takt time.

C. EL ANÁLISIS DEL LAYOUT

El layout consiste en la integración de las diferentes áreas funcionales (que conforman la solución de una instalación logística) en un edificio único. Abarca no sólo el arreglo y composición de las secciones funcionales internas a dicho edificio (lo que se encuentra dentro de las cuatro paredes), sino también las demás áreas externas.

Al analizar al layout y las relaciones entre las diferentes áreas de trabajo, se podrá optimizar reduciendo movimientos innecesarios.

D. EL VALUE STREAM MAP

El Mapa de Valor contiene todas las acciones (tanto las que agregan y no agregan valor) requeridas para producir un producto: desde la materia prima, hasta llegar a las manos del cliente. El Mapeo de Procesos o Value Stream Mapping se enfoca más al flujo de la producción.

- Se puede apreciar el flujo.
- Ayuda a apreciar las fuentes de desperdicios.
- Ayuda a tomar decisiones acerca del flujo.

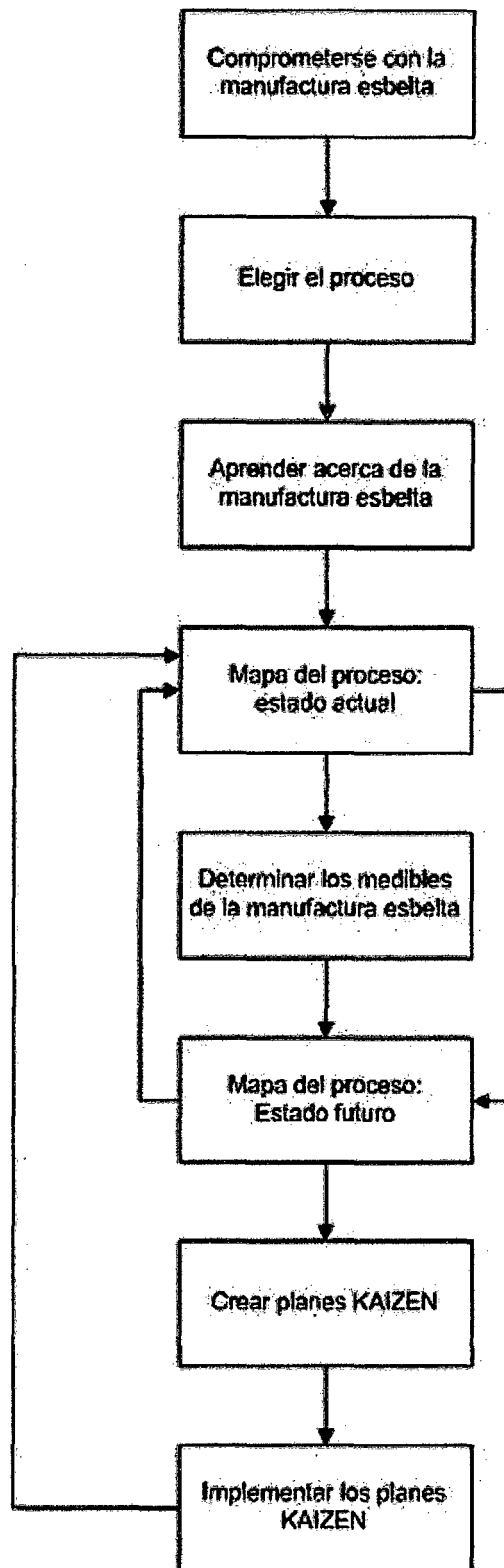


FIGURA 2.7. PASOS DEL MAPEO DE PROCESOS

2.3.2. LAS 4 ESTRATEGIAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA³

A. ESTRATEGIA 1: SINCRONIZAR DE LA OFERTA AL CLIENTE, EXTERNAMENTE

Con el fin de sincronizar correctamente la oferta al cliente, se necesita conocer el volumen de demanda, además, es necesario manejar las variaciones normales respecto a oferta y demanda.

En un sistema de producción Make-to-stock maduro con un correcto suministro de materiales primas, equipos de producción fiable, tiempos de ciclo estables y alta calidad, nuestro nivel de variación de suministro debería ser bajo. Sin embargo, aún se tendrán variaciones a nivel de nuestra oferta. Para compensar estas variaciones, se necesita un inventario de seguridad (safety stock). Además, se tienen variaciones causadas por la fluctuación en la demanda. Esta variación se refleja en el inventario de previsión (buffer stock).

El Cycle, Buffer y Safety stock están constituidos como inventarios necesarios para desarrollar un Sistema de Producción esbelto. El cálculo de estos parámetros se realiza de la siguiente manera:

- El Safety Stock, para las variaciones de la oferta. Éste se calcula a partir de la data histórica de producción y el nivel de confianza requerido.

³ LONNIE, W. (2010). *How to implement Lean Manufacturing*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.

- El Buffer Stock, para las variaciones de la demanda. Éste se calcula a partir de la data histórica de ventas y el nivel de confianza requerido.
- El Cycle Stock, necesario para asegurar las fluctuaciones que se dan respecto a los tiempos de operación en planta. Éste se calcula a partir de la data histórica de los tiempos de: planificación, espera, producción y despacho. Además se parte de la información de: tasa de producción y nivel de confianza deseado.

B. ESTRATEGIA 2: SINCRONIZAR LA PRODUCCIÓN, INTERNAMENTE

Para sincronizar la producción internamente es necesario dividir el trabajo en etapas de procesamiento de tal manera que cada paso de procesamiento lleve el mismo tiempo. Lo ideal es que todas las etapas de procesamiento se realicen en un tiempo de ciclo igual al takt.

C. ESTRATEGIA 3: CREAR FLUJO

El concepto de flujo se basa en evitar que las unidades de producción paren, excepto para adicionar valor agregado al producto. El concepto de flujo tiene dos medidas: las medidas generales y las medidas locales. La medida local sería el tiempo de ciclo. Este es el incremento de tiempo entre las unidades de producción consecutivas. Si se realiza el trabajo, una pieza a la vez, también es el tiempo de procesamiento en la estación de trabajo. La medida general de flujo es el lead time. Es el tiempo total necesario

para que una unidad complete el proceso de producción. En todos los casos, si podemos reducir el tiempo de ciclo o si podemos reducir el lead time, vamos a hacer mejoras en los procesos.

Esta estrategia es simplemente la eliminación de todo el inventario posible, moviendo los pasos del proceso tan cerca como sea posible, y eliminar los que no generan valor agregado al trabajo, el aspecto más importante de la implementación Jidoka.

D. ESTRATEGIA 4: ESTABLECER SISTEMAS DE DEMANDA PULL

Los sistemas pull tienen dos características. Primero, tienen un inventario fijo, de modo que el stock de ciclo, además del inventario buffer y el inventario de seguridad, necesitan ser determinados. En segundo lugar, se activan cuando el producto se retira y esto indica al proceso que siga produciendo - sin señal, no hay producción. Todos los sistemas Kanban proporcionan esta función. Sin embargo, para algunos sistemas simples, tales como sistemas pull dentro de una celda de acoplamiento cerrado, por ejemplo, la señal pull más eficaz a menudo es el "espacio Kanban".

Con un espacio Kanban, cuando el cliente retira la sobreproducción, éste ha "abierto" el espacio kanban. Esta es la señal Pull. Después de esto, se aumenta la producción, pero no antes. Este es el perfecto sistema: "Coger uno, producir uno". Desde el punto de vista operativo, en los Sistemas Pull esto significa que no se necesita enviar nada a ningún lado. Si se retiró, alguien

vino a recogerlo. Sin embargo, no es posible tener un Sistema Pull en todos los casos. Donde haya inventario, el inventario retrasará la señal Pull del cliente. Esta es la base utilizada en el diseño Kanban.

En la mayoría de los sistemas pull de la demanda, vamos a establecer una señal para producir y luego trabajar para reducir el tiempo en el ciclo de reposición.

Casi con toda seguridad, si se tiene la planificación central o incluso un programa de planificación de necesidades locales diseñado para hacer la programación, este tendrá que ser alterado. Este será un cambio cultural enorme. Para saltarse este paso de la planificación no es normalmente muy difícil técnicamente, pero debe hacerse con cuidado ya que pondrá al descubierto todo tipo de Anti - Lean actividades que se desarrollan. Se encontrará que el programa de planificación no funciona como fue diseñado y requiere una gran cantidad de la interacción humana para hacer que funcione. Esta interacción humana es a menudo apenas variación pero con otro nombre.

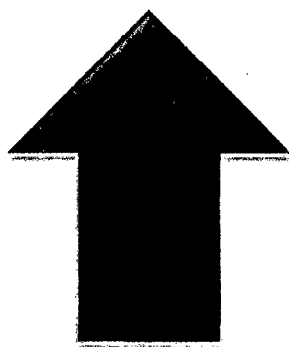
2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA⁴

2.4.1. PASO 1: COMPROMETERSE CON LA MANUFACTURA ESBELTA

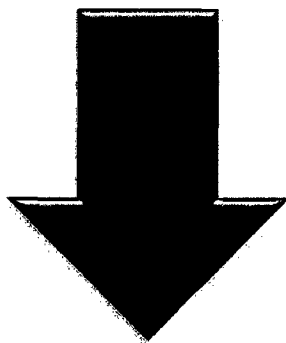
Para que la Manufactura Esbelta tenga un verdadero efecto, es necesario lograr involucrar a la alta gerencia, las evidencias de

⁴ VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

si la gerencia está involucrada o no, se pueden observar en el siguiente cuadro:



1. Establecer y mantener la meta.
2. RRHH lidera las actividades del Lean Manufacturing.
3. La alta gerencia se asegura de involucrar a todo el personal.
4. Comunicación y monitoreo constante con el equipo.
5. Participación efectiva durante el proceso del mapa de valor.



1. Se posponen las juntas repetidamente.
2. Falta de comunicación con el equipo encargado del proyecto.
3. Poco interés en las actividades del equipo.
4. Falta de incentivos adicionales y premios.

2.4.2. PASO 2: ELEGIR EL PROCESO

Este paso consiste en asociar los diferentes productos en familias, tomando en cuenta los procesos similares, además es importante saber qué familia de productos es seleccionada, cuántos números de partes diferentes hay en la familia, qué tantos productos requiere el cliente y qué tan frecuentemente los requiere. Algunas herramientas que simplificarán esta labor serán:

- **Análisis Producto - Cantidad (PC)**

Consiste en hacer uso de un Diagrama de Pareto de los seis últimos meses para determinar cuáles son los

productos que más corren dentro de la empresa (ley 80:20) y elegir los productos con los cuales se trabajarán.

- **Análisis Producto - Ruta (PR)**

En caso de que en análisis PC se tenga una relación 40:60, se recomienda usar el análisis PR, que consiste en elaborar una matriz con los procesos por donde pasan los productos para conocer las coincidencias de máquinas y procesos entre éstos, y poder crear las familias con el fin de elegir los productos con los cuales se trabajarán.

Otros puntos a considerar:

- Elegir un mapa de proceso no muy complejo ni muy simple.
- Elegir un mapa de proceso que incluya no más de una máquina por operación.
- Elegir un mapa de proceso que incluya no más de 3 proveedores por materia prima.
- Elegir un mapa de proceso que incluya no más de 12 operaciones o estaciones de procesos.

2.4.3. PASO 3: APRENDER ACERCA DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Antes de comenzar con el mapeo de procesos se debe tener conocimientos de los siguientes temas:

- El principio de reducción de costos.
- Los siete desperdicios.

- Los dos pilares del Sistema de Producción Toyota: Justo a Tiempo y Jidoka.
- Las 5s.
- Fábrica visual.
- Los tres niveles para la aplicación de la Manufactura Esbelta: demanda, flujo y nivelación.

2.4.4. PASO 4: MAPEAR EL ESTADO ACTUAL

Se debe preparar un VSM del estado actual, el cual se utilizará para reunir información actualizada de las condiciones actuales para el análisis del flujo de valor. Esta será puerta a puerta, es decir, que se documentará desde la recepción del suministro hasta la salida del producto.

A continuación se presenta un ejemplo de Value Stream Map (VSM) o Mapa de procesos, en la situación actual.

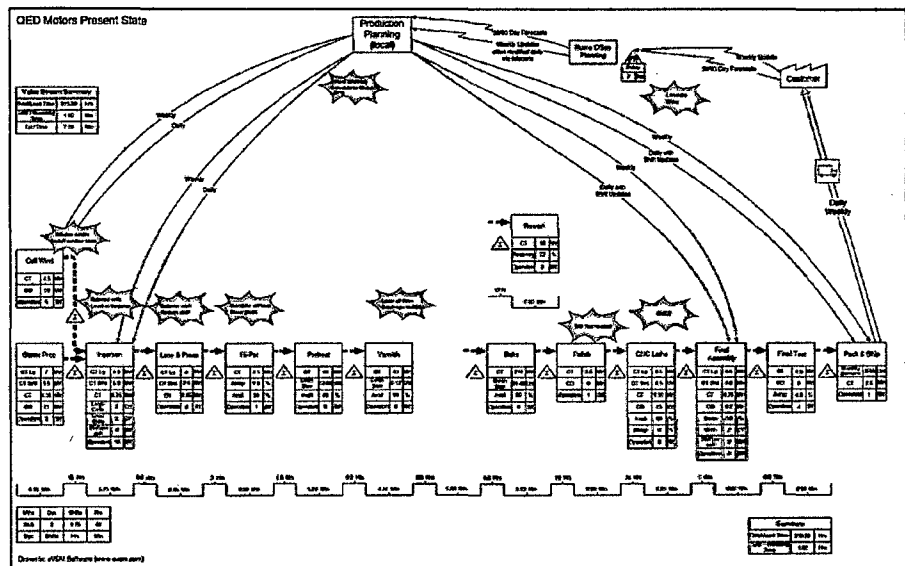


FIGURA 2.8. EJEMPLO VSM SITUACION ACTUAL

Respecto a los símbolos, éstos tienen el siguiente significado:

- Nubes: desperdicios
- Flechas: transporte
- Triángulos: inventario
- Casillas (cuadros): actividades de proceso (con su respectivo tiempo)

2.4.5. PASO 5: DETERMINAR MEDIBLES DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Para determinar los medibles se deben seguir los siguientes pasos:

- Revisar la lista de medibles comunes y las metas específicas del cliente u otras metas de mejoras documentadas por los equipos.
- Iniciar el intercambio de información con la gerencia para asegurarse de que están de acuerdo y comprometidos con los medibles por establecer.
- Determinar exactamente cómo se van a calcular los medibles.
- Se deben determinar las metas de los medibles cuando se establezca el plan para llegar al estado futuro.
- Calcular la línea base de los medibles de los datos recolectados durante la creación del mapa del estado actual, y colocarlos en el pizarrón.

2.4.6. PASO 6: MAPEAR EL ESTADO FUTURO

Para realizar el mapeo del estado futuro, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Enfocarse en la demanda, para ello se requiere determinar: el takt time y el pitch; si se puede alcanzar la demanda con el método de producción actual; si se requieren inventarios buffers o de seguridad; si se necesitan supermercados de productos terminados; y cuál método de mejora debe usarse.
- Enfocarse en el flujo continuo. Para ello se requiere: balancear la línea de producción, planear el trabajo en células, determinar cómo controlar la producción y el método de mejora a implementar.
- Enfocarse en la nivelación de la producción: decidir el mejor método para monitorear la producción contra las ventas (esto mediante el uso de retiros constantes o un sistema heijunka, un sistema kanban si es necesario), determinar la ruta del runner (quien maneja el material) así como mapear todo el flujo de la información y materiales, y determinar el método de mejora que se habrá de implementar.

A continuación se presenta el Value Stream Map (VSM) o Mapa de Procesos, en la situación propuesta para el ejemplo anterior.

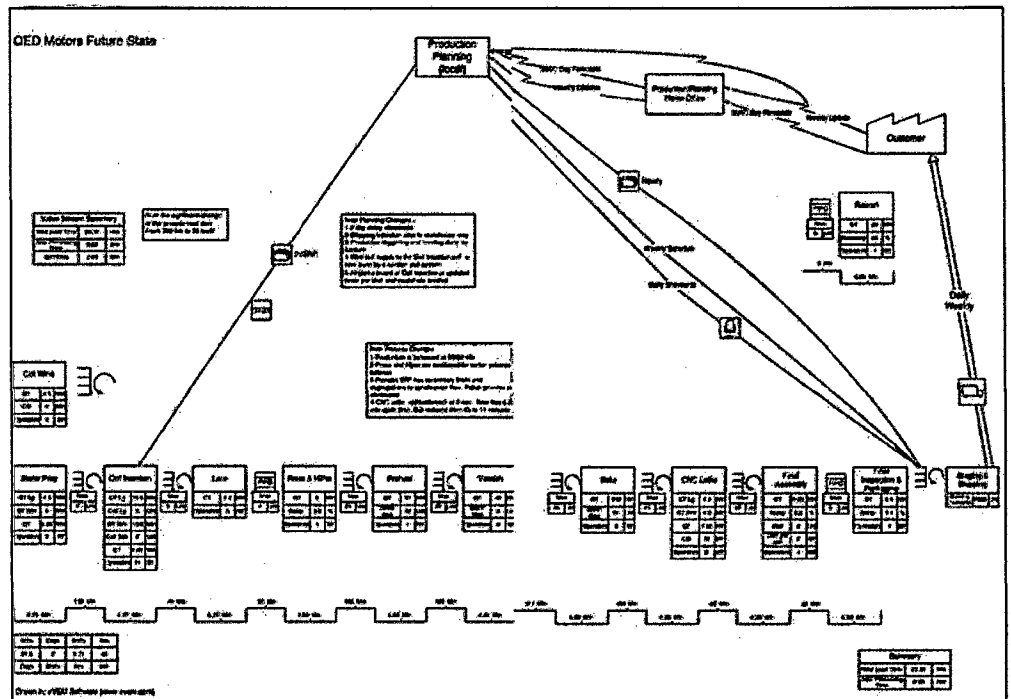


FIGURA 2.9. EJEMPLO VSM SITUACION PROPUESTA

En este VSM se puede visualizar la mejora gráficamente:

- Eliminación de desperdicios
- Eliminación de actividades que no agregan valor
- Eliminación de transportes
- Eliminación de inventarios
- Normativas

2.4.7. PASO 7: CREAR PLANES KAIZEN

Determinar planes Kaizen en base al VSM futuro, elaborar un diagrama de seguimiento Kaizen y obtener la aprobación de la gerencia del plan Kaizen a través del catchball (proceso de intercambio entre el equipo y la administración para llegar a un acuerdo).

2.4.8. PASO 8: IMPLEMENTAR PLANES KAIZEN

Hasta el momento se ha planeado y preparado para poder llegar a esta etapa: la implementación, la cual, al generar cambios, crea complicaciones en las personas, por lo que siempre se requieren tomar las siguientes medidas:

- Buscar la comunicación.
- Enfrentar el comportamiento negativo que se presente ante la implementación.
- No permitir que un problema detenga el proceso.
- Considerar cada evento Kaizen un experimento.
- Premie y reconozca el esfuerzo de la gente.
- Practique el esfuerzo y confianza mutua.
- Trate a la gente con honestidad e integridad cada día.
- Ser flexible y estar presente en todo el proceso.

CAPITULO III LA EMPRESA

3.1. DATOS GENERALES

3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

TEXTIL EL AMAZONAS & TREN S.A.C., fundada en 1943, inicialmente como TEXTIL EL AMAZONAS S.A., es una entidad privada que se dedica a la fabricación y venta de hilados de algodón y poliéster. Dentro de los procesos de producción la empresa brinda los servicios de retorcido, teñido y acabado en planta, a Hilados de Algodón e Hilos de Coser de Poliéster. Hasta el año 2010 la empresa contaba con una Planta completa de Hilandería, hoy en día solo cuenta con una Planta de Tintorería – Acabados y una sala de Retorcido para Hilados de Algodón.

Esta planta fue originalmente diseñada para funcionar como una planta de hilatura, por lo que cuenta con ventilación especialmente diseñada para controlar la humedad y temperatura.

La empresa tiene un área de 16 760 m² y un total de 280 trabajadores y se posiciona como líder indiscutible en el

mercado de la fabricación de Hilados e Hilos de Coser, como uno de los primeros exportadores abarcando así un 70% aproximadamente del mercado a nivel nacional, a pesar que solo cuenta con Planta de Tintorería desde el año 2010.

Con 60 años de experiencia, esta empresa se dedica a diversas actividades textiles, incluyendo el proceso de fabricación y venta de hilados e hilos de coser. Como proceso de valor agregado realizan el mercerizado y gaseado de estos productos. Opcionalmente, puede haber un proceso de teñido posterior. Esto se realiza en la sección de tintorería.

3.1.2. RAZÓN SOCIAL

La empresa fue fundada desde 1943, iniciándose con el nombre de TEXTIL EL AMAZONAS, siendo conocida de esta manera hasta la actualidad; sin embargo, debido a los cambios en el mercado, actualmente el nombre que posee la empresa es TEXTIL EL AMAZONAS & TREN S.A.C.

3.1.3. GIRO DE LA EMPRESA

Esta empresa textil se encarga de la Preparación y Tejido de Fibras Textiles desde 1943, siendo de esta manera una de las empresas con mayor experiencia en este rubro.

3.1.4. UBICACIÓN FÍSICA

La empresa se ubica en la Av. Argentina No. 1440 Cercado de Lima, acá podremos encontrar la gran fábrica con la que cuentan además de la gran variedad de maquinaria y

productos, así como un espacio reservado para las oficinas del área administrativa.

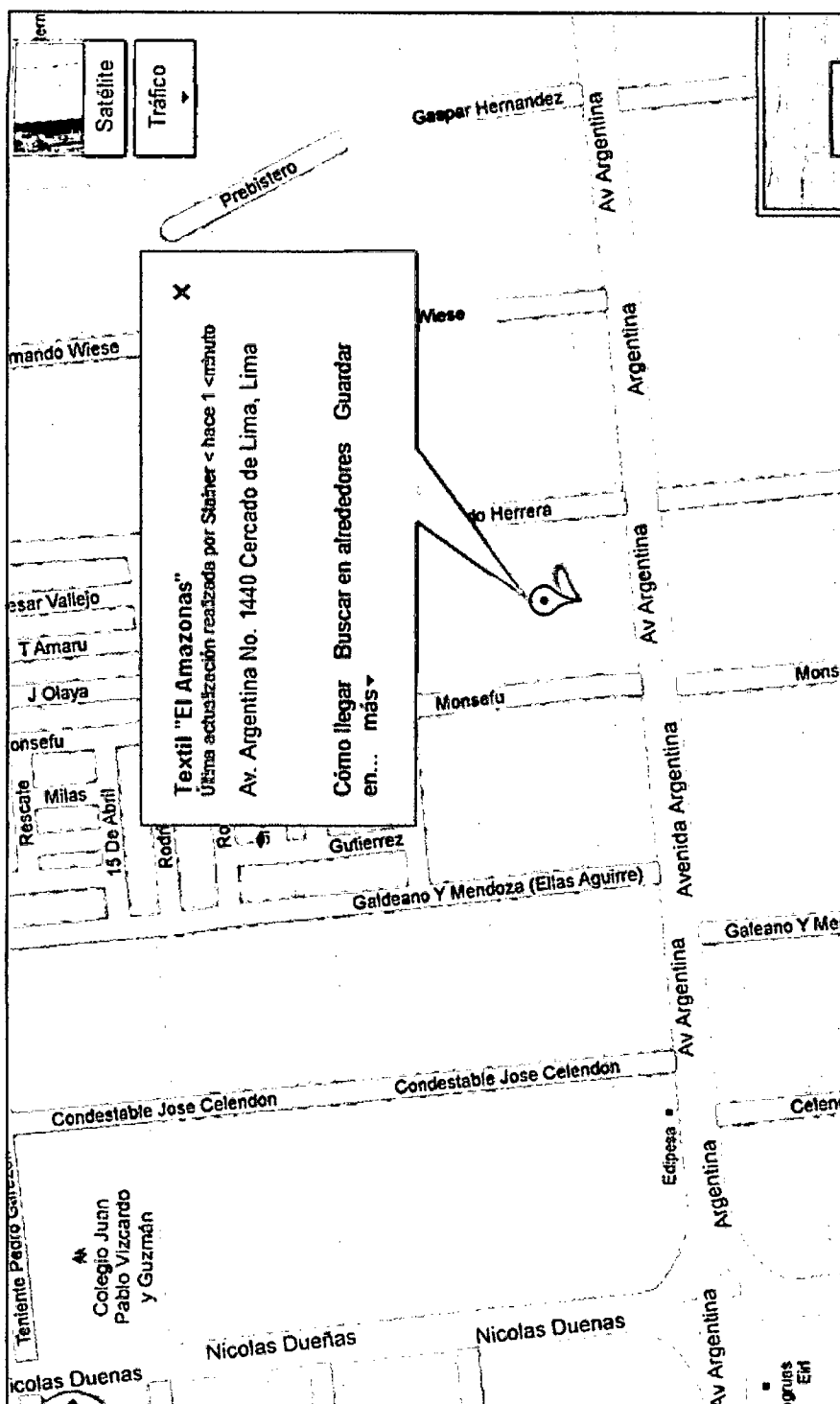


FIGURA 3.1: MAPA DE UBICACIÓN

3.1.5. PRINCIPALES EJECUTIVOS

- Apoderado: Fernández Izaguirre, Percy Constantino.
- Apoderado: León Ormeño, Miguel Eulogio.
- Apoderado: Roque Alcarraz, Fernando Antonio.
- Apoderado: Sousa Benites de Arboleda, Marianna Giselle.
- Gerente general: Gerbolini Gaggero, Flavio Pio José.

3.1.6. PRINCIPALES CLIENTES Y PROVEEDORES

La materia prima que recibe la empresa consiste en fardos de algodón despepado, provenientes de una desmotadora. Reciben tres presentaciones de estos fardos, algodón Pima, algodón híbrido y algodón americano. Además del algodón también se compra poliéster a los países del oriente como China.

Los clientes de la empresa, son aquellas industrias que trabajan los textiles, así como los clientes directos que usan hilos y diferentes hilados para diferentes trabajos, como costura, tejido y bordado, entre otros.

Con el fin de llegar a todos los lugares del país, esta empresa textil tiene sus centros de distribución en Trujillo para cubrir el norte del país, en Arequipa para cubrir la zona sur del país y en Lima para cubrir el centro.

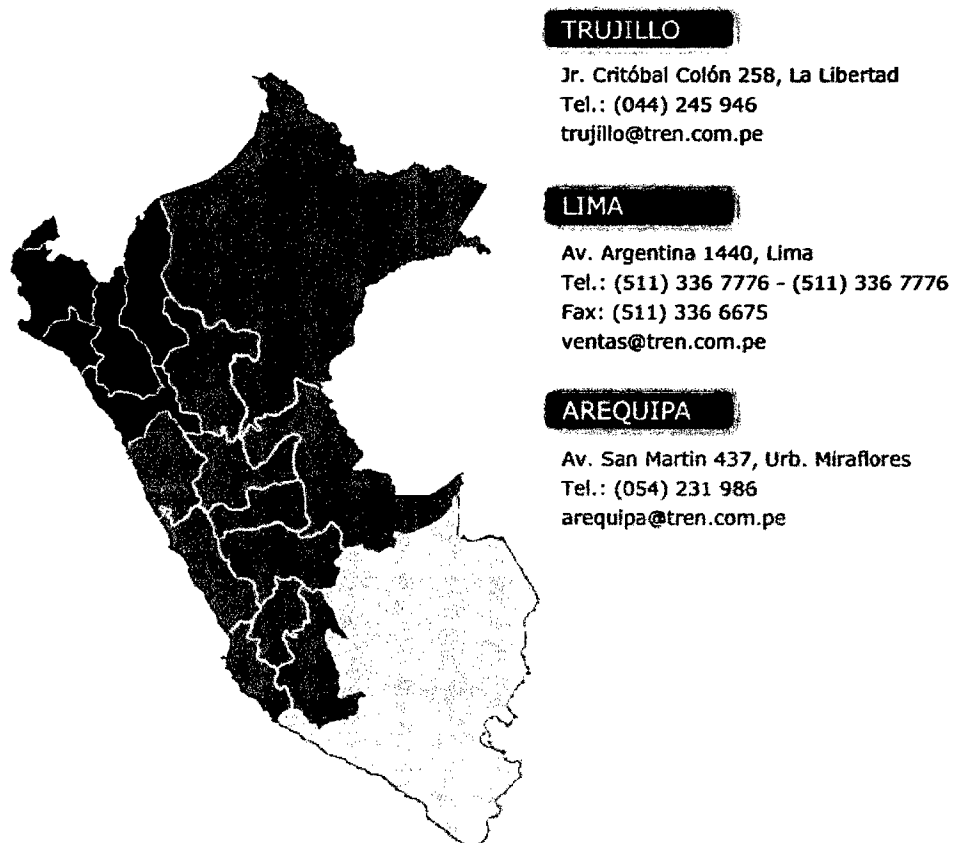


FIGURA 3.2: CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

Además de vender sus productos a nivel nacional, también se exporta hacia países sudamericanos como Colombia, Bolivia, Paraguay y Ecuador.

COLOMBIA-TEXTMUNDO COLOMBIA S.A

Camilo Romero León
 Dirección: Av.Calle N° 74 B-42, B-19 Bogotá
 Tel.: (00571) 4169924 / 4169848
 Mail: texmundo@etb.net.co

ECUADOR-EL PALACIO DE LA LANA

Henry Oswaldo Samaniego Dumas

Dirección: Av. Guapondelig y la Republica Esquina - Cuenca

Tel.: (005937) 2880029 / 2812212

Mail: elpalaciodelalana@hotmail.com.

BOLIVIA - H & E INTERNACIONAL

Harold Nagel Diez de Medina

Dirección: AV. Roca Coronado esq. Pauro s/n - Santa Cruz

Tel.: (005913) 3538514 / 3539095

Mail: nagel@cotas.com.bo

PARAGUAY

Isidoro Marchewka Ryba

Dirección: Petetirossi 584 - Asunción

Tel.: (00595) 21 225437

Mail:patricia.marchewka@gmail.com

3.2. ASPECTOS DE MERCADO

3.2.1. PRODUCTOS

Los productos que elabora la empresa se dividen en dos líneas, la línea para labores y la línea industrial, además se trabajan dos materiales: el poliéster y el algodón.

A. LÍNEA DE LABORES

Dentro de la línea de labores encontraremos productos para: costura, tejido y bordado.

Los modelos de costura son los siguientes:

- **100 metros**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 2 cabos torcidos, especialmente diseñado para la costura de telas finas. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener un producto altamente resistente con acabado sedoso y brillante.

- **Sedalina**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 2 cabos torcidos, especialmente diseñado para la costura de telas finas. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener un producto resistente con acabado sedoso y brillante.

- **Hércules 24**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 4 cabos torcidos, especialmente diseñado para la costura de cuero, calzado y papel. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y glaceado para proporcionarle impermeabilidad y mayor resistencia.

- **Hércules 40**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 3 cabos torcidos, especialmente diseñado para la costura de cuero y calzado. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y glaceado para proporcionarle impermeabilidad y mayor resistencia.

- **Extrafuerte**

Hilo de poliéster compuesto por 3 cabos torcidos, especialmente diseñado para la costura de telas gruesas. Su composición y característica le proporcionan principalmente resistencia y durabilidad.

Los modelos de tejido de algodón son los siguientes:

- **Mollet Cablé**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 4 hebras cableadas de 3 cabos c/u, especialmente diseñado para las labores de tejido. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener resistencia, brillo y suavidad, garantizando la calidad y los colores más exigentes.

El acabado mercerizado refuerza la estructura del hilo haciendo que las prendas tejidas conserven sus características a través del tiempo inclusive después de muchas lavadas.

- **Fino Cablé**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 3 hebras cableadas de 2 cabos c/u, especialmente diseñado para las labores de tejido. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener resistencia, brillo y suavidad, garantizando la calidad y los colores más exigentes.

El acabado mercerizado refuerza la estructura del hilo haciendo que las prendas tejidas conserven sus características a través del tiempo inclusive después de muchas lavadas.

- **Sofis Cablé**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesta por 2 hebras cableadas de 2 cabos c/u, especialmente diseñado para las labores de tejido. Durante el proceso de producción el hilo es peinado y gaseado, garantizando resistencia, suavidad y un acabado mate libre de pelusa.

- **Miquita**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 4 cabos torcidos. Durante el proceso de producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener resistencia, brillo y suavidad garantizando la calidad y los colores más exigentes. El acabado mercerizado refuerza la estructura del hilo haciendo que las prendas tejidas conserven sus características a través del tiempo inclusive después de muchas lavadas.

- **Paquita**

Hilo de algodón de fibra larga (Tangüis) compuesto por 7 hebras torcidas de 2 cabos c/u. Durante el proceso de producción el hilo es peinado, garantizando resistencia, suavidad y un acabado mate libre de pelusa.

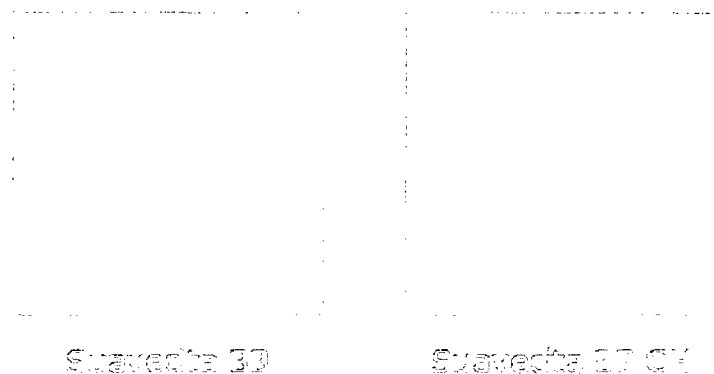
- **Pabihilo**

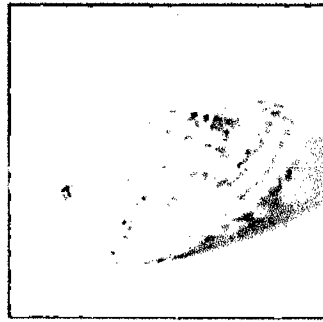
Hilo de algodón cardado compuesto por 4 cabos torcidos.

- **Coloril**

Hilo de algodón cardado compuesto por 2 cabos torcidos.

Los modelos de tejido de lana son los siguientes:

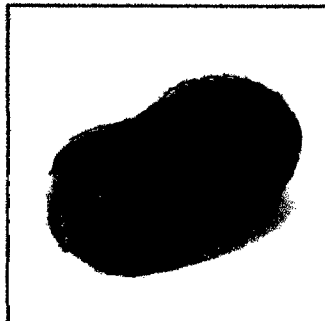




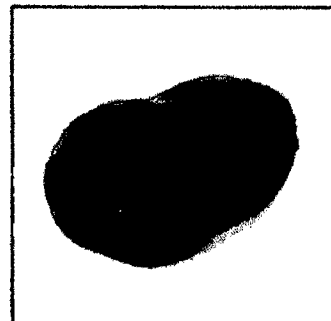
Nanita Tricolor



Kinder



Súper Suave



Sedita

**FIGURA 3.3: MODELOS DE TEJIDO DE LANA
FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS**

Los modelos de bordado son los siguientes:

- **Molino Madejitas**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 6 hebras cableadas de 2 cabos c/u, fácilmente separables para adaptarse a las necesidades y exigencias de los distintos puntos utilizados en el bordado. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener resistencia, brillo y suavidad, garantizando la calidad y los colores más exigentes.

- **Molino Perlé**

Hilo de algodón de fibra extra larga (Pima) compuesto por 2 hebras, presenta una torsión específica que lo caracteriza en el acabado del bordado. Durante el proceso producción el hilo es peinado, gaseado y mercerizado para obtener resistencia, brillo y suavidad, garantizando la calidad y los colores más exigentes.

B. LÍNEA INDUSTRIAL

Los modelos de costura son los siguientes:

- **Algodón Suave**

Hilos de algodón de fibra extra larga (Pima) compuestos por 2 ó 3 cabos torcidos, especialmente diseñados para la costura en telas de algodón peinado y/o gaseado en color crudo o blanco. Durante el proceso de producción el hilo es peinado para obtener un producto altamente resistente con acabado suave y mate. Viene en 5 grosores distintos: Suave 20, Suave 30, Suave 40, Suave 50 y Suave 60; cada uno diseñado especialmente para diversos grosores de tela.

- **Algodón Mercerizado**

Hilos de algodón de fibra extra larga (Pima) compuestos por 2 ó 3 cabos torcidos, especialmente diseñados para la costura de telas de algodón mercerizado en color crudo o blanco. Durante el proceso de producción el hilo es

peinado, gaseado y mercerizado para obtener un producto altamente resistente con acabado sedoso y brillante. Viene en 4 grosores distintos: Mercerizado 20, Mercerizado 30, Mercerizado 40 y Mercerizado 50; cada uno diseñado especialmente para diversos grosores de tela.

- **Spun Polister**

Hilos de poliéster compuestos por 2 ó 3 cabos torcidos, especialmente diseñados para la costura de telas finas y gruesas. La composición y características de estos hilos los hacen principalmente resistentes y durables. Vienen en 5 grosores distintos.

- **Poliéster Texturizado**

Hilo de poliéster texturizado compuestos por 1 cabo con ligera torsión, especialmente diseñado para la costura de remalles. La composición y característica de este hilo lo hacen principalmente voluminoso, con un alto factor de cobertura.

- **Poliéster Coreyarn**

Hilos de coser con un núcleo de filamento de poliéster recubierto con spun poliéster, compuestos por 2 ó 3 cabos torcidos, especialmente diseñados para la costura de alta resistencia en diversos grosores de tela. La composición y característica de estos hilos los hacen altamente resistentes y durables.

Los modelos de tejido son los siguientes:

- **Hilado para Tejer**

Hilados de algodón de fibra extra larga (Pima) y larga (Tangüis) compuestos por 2 ó más cabos torcidos, especialmente diseñados para el tejido de telas, polos, chompas, calcetines, entre otras prendas de algodón. Durante el proceso de producción el hilado puede pasar por varios procesos como peinado, gaseado y mercerizado para obtener productos resistentes, durables y de la más alta calidad.

3.2.2. ANÁLISIS DEL MERCADO TEXTIL

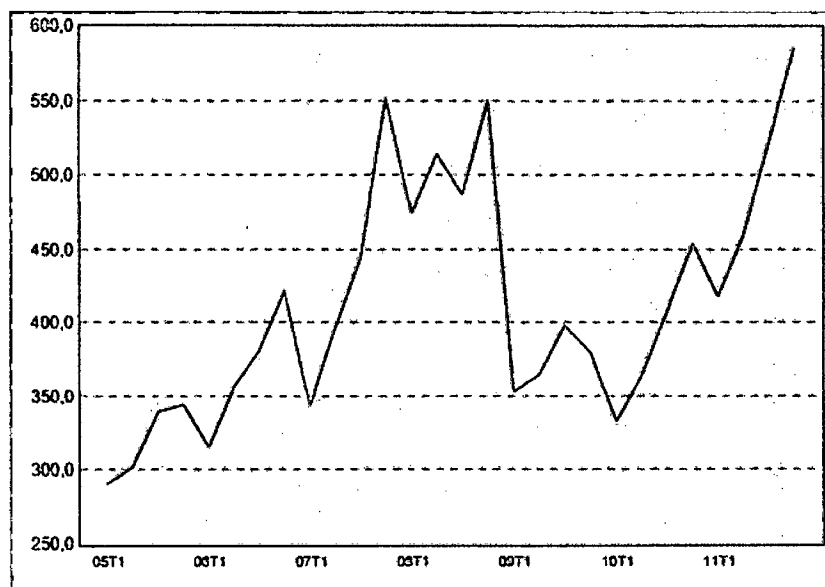


GRÁFICO 3.1: EXPORTACIONES DE TEXTILES (2005 – 2011)

FUENTE: BCRP

Respecto al mercado mundial de exportaciones, el Perú califica como un pequeño abastecedor. Durante el año 2008, el sector

textil registró exportaciones por US\$ 2,018.07 millones, aproximadamente, valor equivalente al 1% del total mundial.

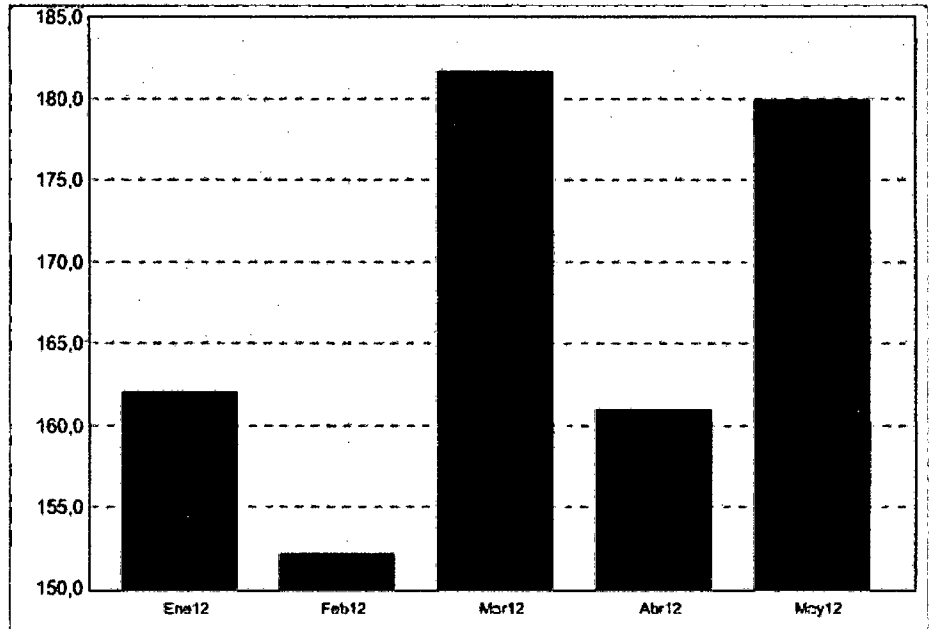


GRÁFICO 3.2: EXPORTACIONES DE TEXTILES (2012)

FUENTE: BCRP

Haciendo un análisis de los gráficos se puede observar que los picos de las exportaciones se dan en el último trimestre de cada año. Por otro lado, según el BCRP, el 80% de las exportaciones textiles corresponden a prendas de vestir y el otro 20% a tejidos (10%), hilados (5%) y fibras textiles (5%). Considerando el hecho que la empresa mueve alrededor de 2 millones de dólares durante los dos últimos años, le correspondería menos de 1% de las exportaciones del país.

3.2.3. VENTAS DE ALGODÓN Y POLIÉSTER

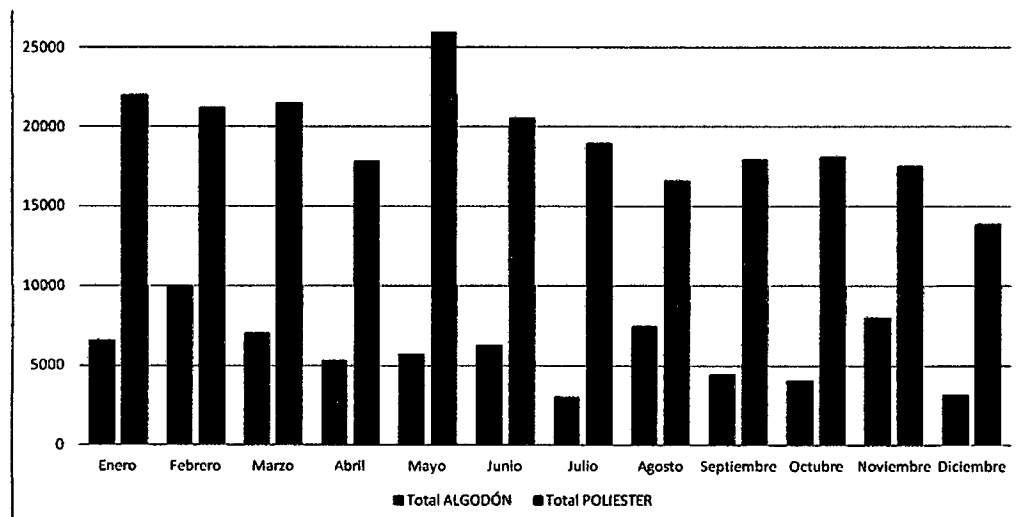


GRÁFICO 3.3: VENTAS DE POLIÉSTER VS ALGODÓN 2011

FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

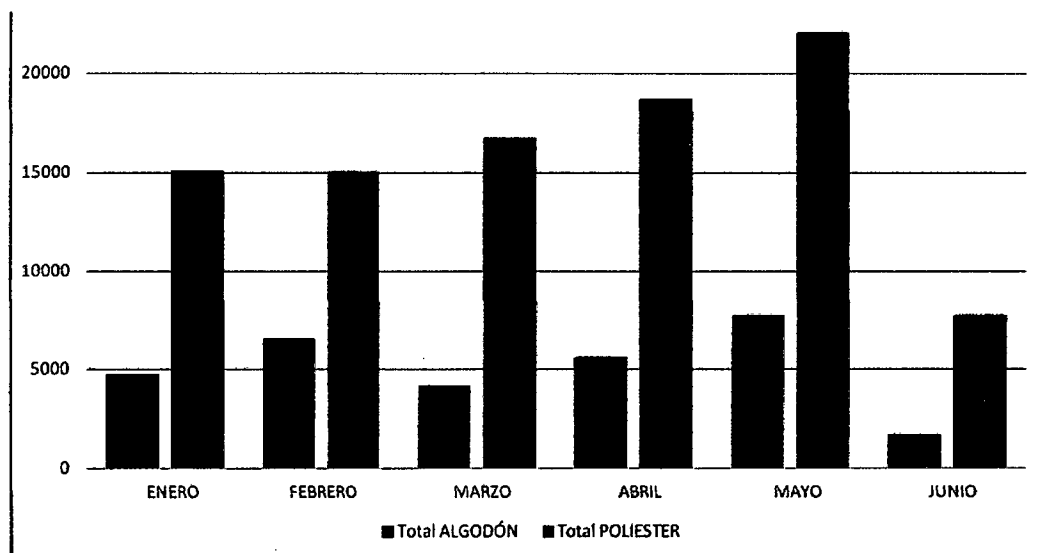


GRÁFICO 3.4: VENTAS DE POLIÉSTER VS ALGODÓN 2012

FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

3.3. ASPECTOS DE ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN

3.3.1. VISIÓN

Su VISIÓN es consolidarse en el sector como líderes indiscutibles en la producción de hilos e hilados, marcando así la diferencia y contribuyendo al desarrollo del país y protección del medio ambiente.

3.3.2. MISIÓN

Su MISIÓN es dar Valor Agregado a la Fibra de Algodón Pima Peruano principalmente, aplicando las buenas prácticas y manteniendo alineada a toda la cadena productiva, teniendo como trilogía fundamental al personal, al proceso y a la tecnología, para de esta manera obtener hilos e hilados de excelente calidad para el sector confecciones y compitan estratégicamente tanto en el mercado nacional como internacional.

3.3.3. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

A continuación se mostrará el organigrama de la empresa textil, la cual tiene como cabeza a la gerencia general y debajo de estas a las gerencias de administración y finanzas, de producción y de ventas.

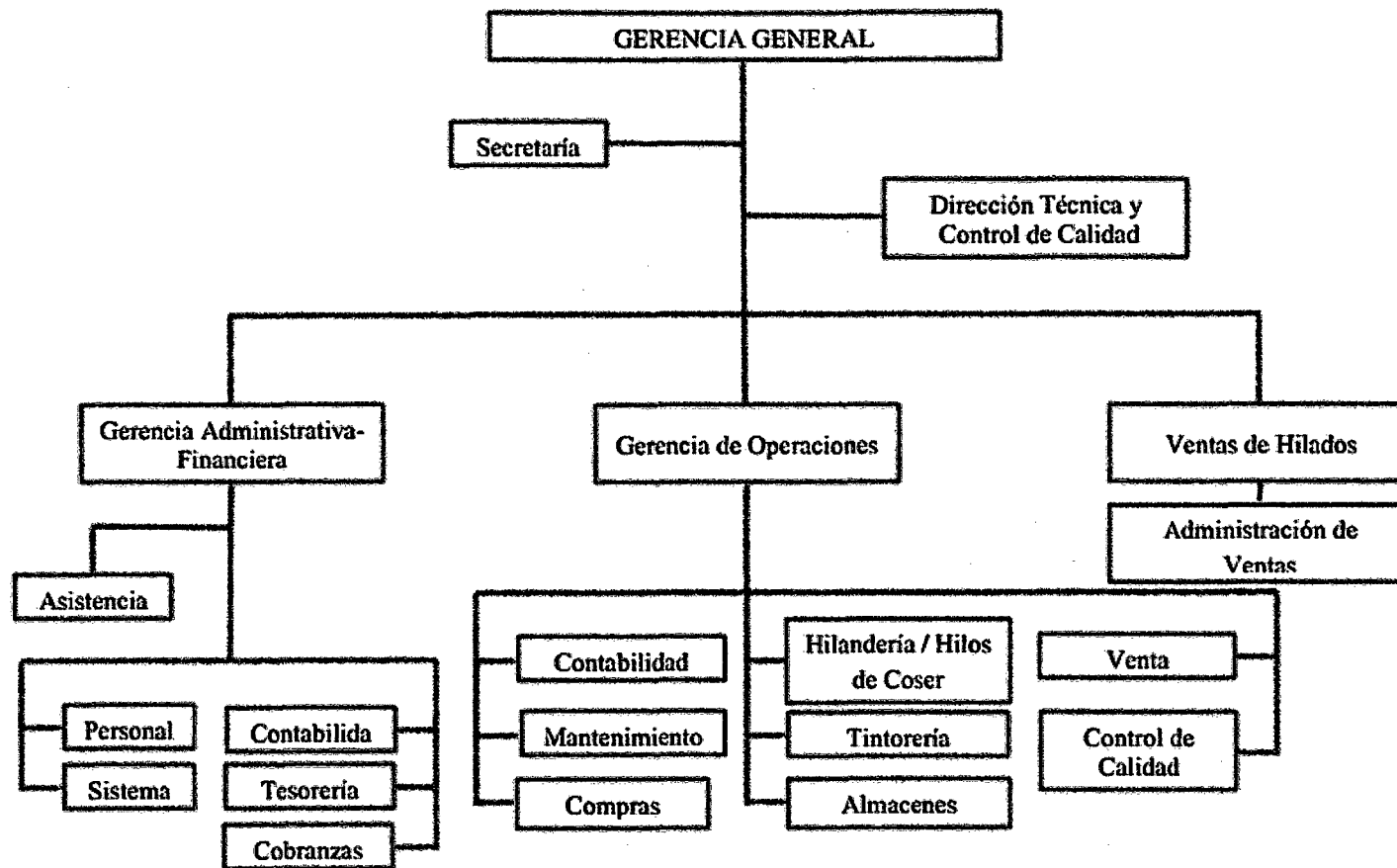


FIGURA 3.4: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

3.4. ASPECTO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO

3.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A. TEÑIDO DE HILOS DE POLIESTER

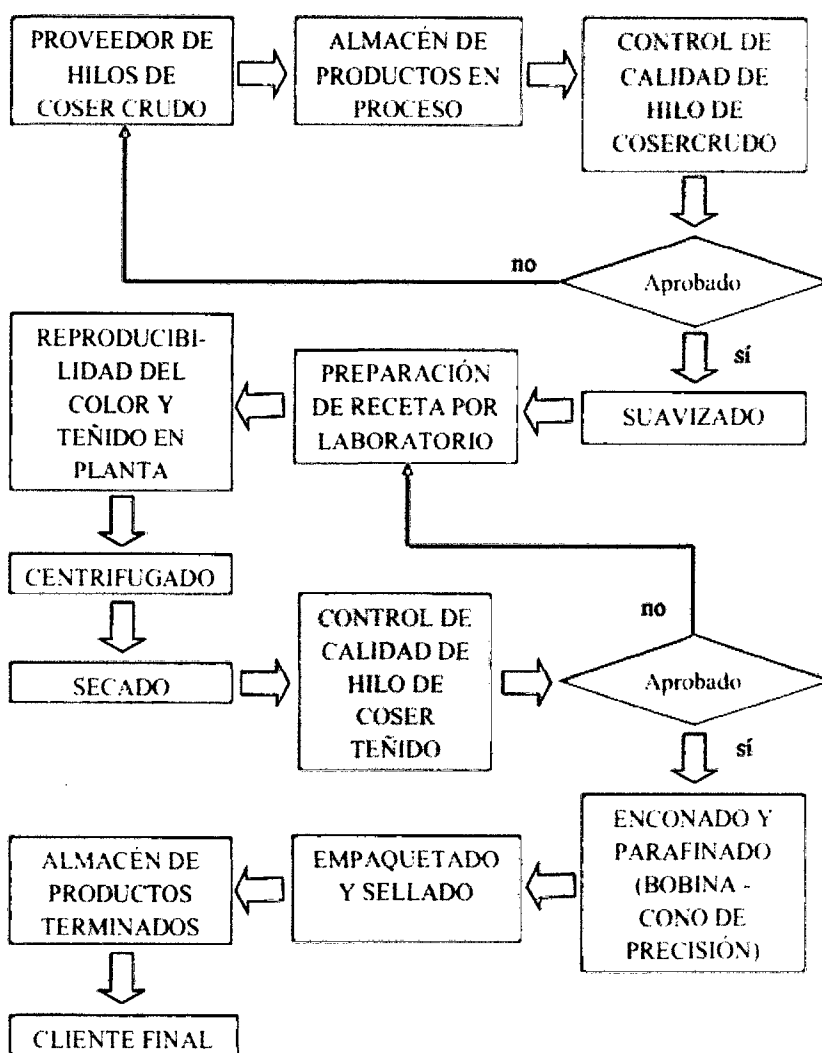


FIGURA 3.5: FLUJO DE TEÑIDO DE POLIESTER
FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

B. TEÑIDO DE HILOS DE ALGODÓN

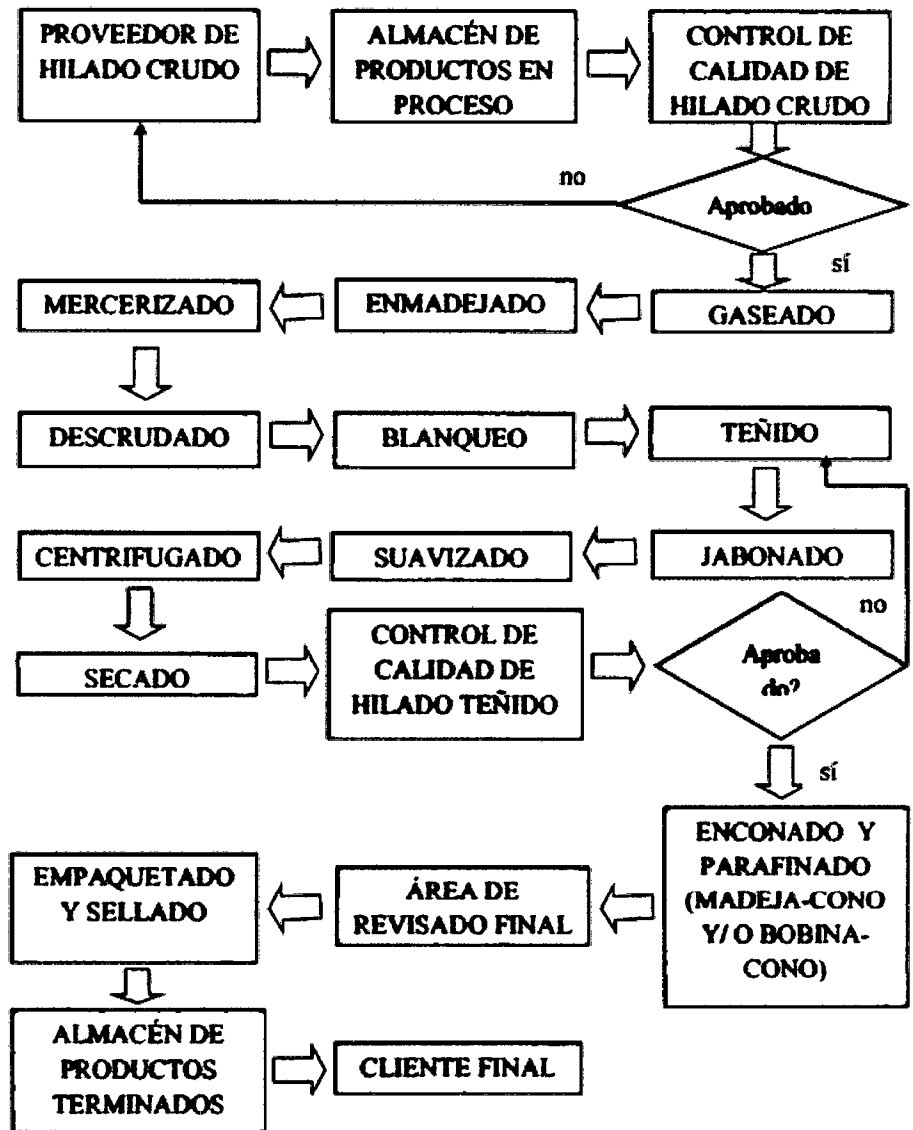


FIGURA 3.6: FLUJO DE TEÑIDO DE ALGODÓN

FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

3.4.2. PRINCIPALES MÁQUINAS Y EQUIPOS

- **Autoclaves:** Son las máquinas que realizan el teñido de las bobinas así como la operación de suavizado.
- **Abridoras/limpieza:** Son las primeras máquinas que separan el algodón de los fardos en copos para realizar la limpieza de las impurezas (como hojas, semillas, tierra) y luego las fibras son trasladadas por ductos hacia las cardas. Son de marca Trutzschler.
- **Cardas:** En esta máquina se cardan las fibras usando cilindros con púas para una mayor limpieza e individualizar las fibras. Las fibras ahora salen en forma de cinta.
- **Manuales:** En este proceso la máquina estira con rodillos 8 cintas para paralelizar las fibras y uniformizar la mezcla.
- **Reunidora:** La máquina es alimentada por 22 tachos de manuar, juntando y estirando las cintas en un soporte cilíndrico formando un rollo.
- **Peinadora:** La máquina entrega una cinta a partir de 8 rollos de la reunidora, a los cuales se les retira las fibras cortas y se continúan paralelizando.
- **Mecheras:** La cinta del tacho de manuar es pasada por unos rodillos que la estiran para luego pasar a un tubo con una torsión.

3.4.3. DISPOSICIÓN DE PLANTA

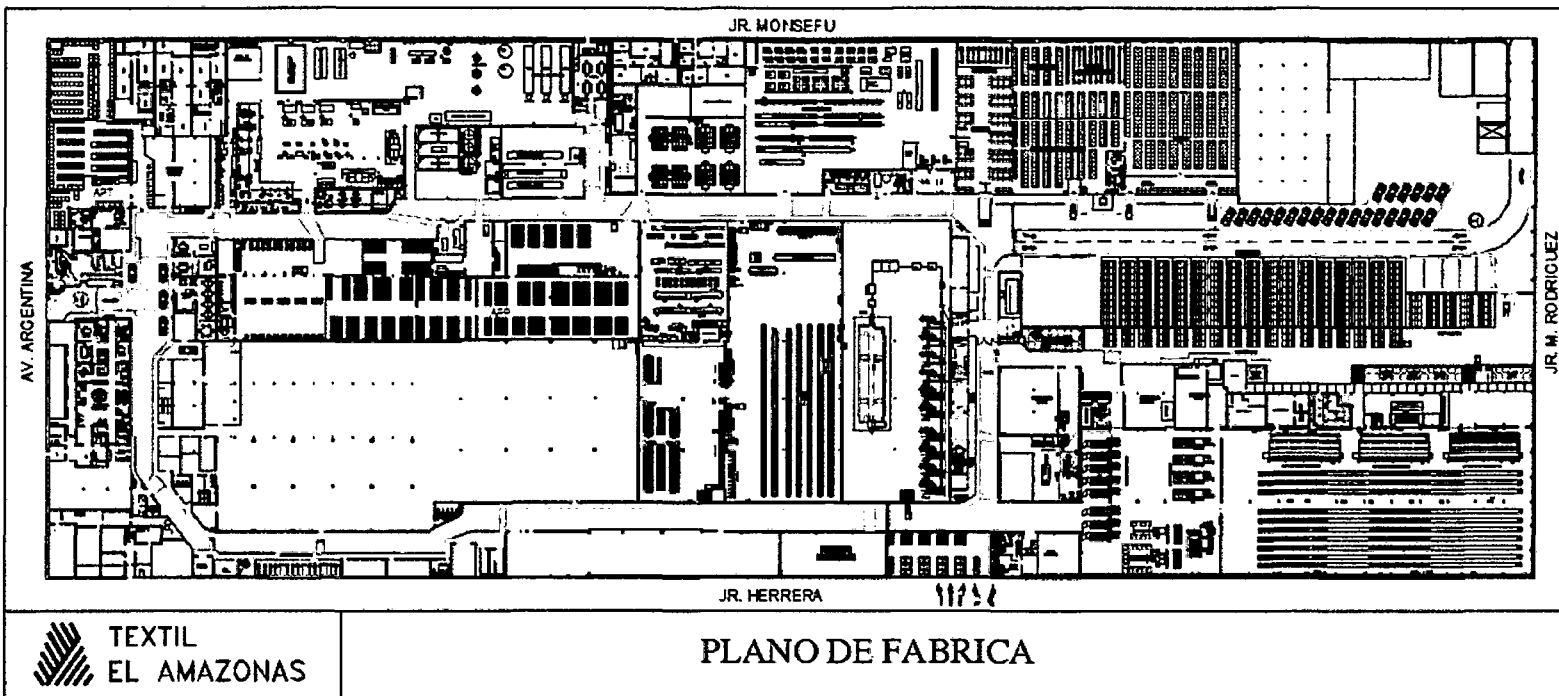


FIGURA 3.7: PLANO DE LA EMPRESA
FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

3.4.4. REQUERIMIENTOS DE INSUMOS

La materia prima para la obtención de hilos de diferentes títulos es algodón. Este llega a la fábrica en fardos. Son de varios tipos, como el Pyma, Pyma Hassera, Acala o el Tangüis. También se cuenta con el poliéster, el cual es importado desde diferentes países, en su mayoría de China.

Además del algodón, entre otros insumos encontramos cursores, guarniciones, bandas, alambres, mangas de polietileno, repuestos de la maquinaria y por supuesto, energía eléctrica. Para este último recurso se tiene un contrato especial con Edelnor en la que se les cobra una tarifa especial debido a su actividad industrial.

CAPITULO IV

DIAGNÓSTICO ACTUAL

4.1. ELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

De acuerdo a un análisis realizado a las líneas de producción de Textil El Amazonas (línea de algodón y línea de hilados), se determinó que la línea de hilados de poliéster es estratégica, tomando en consideración el hecho de la elevada participación de la línea de poliéster y estabilidad del precio de los insumos de este.

4.1.1. PARTICIPACIÓN DE LAS VENTAS

- Para el año 2012, las ventas de la línea de poliéster tuvieron mayor participación, en volumen, en las ventas totales. A continuación se presenta la tendencia de crecimiento y decrecimiento en las ventas de ambas líneas de producción.
- Se pudo observar además, que las ventas de hilados de algodón decrecieron en los últimos años.

4.1.2. ESTABILIDAD DE PRECIOS DE INSUMOS

El algodón, al ser un commodity negociado internacionalmente en bolsa, es muy susceptible de variaciones no sólo por la

oferta y demanda del producto, sino también por especulación y valoraciones estratégicas. En los últimos 5 años, el precio de este bien ha fluctuado considerablemente, repercutiendo considerablemente en los márgenes de ganancias. Esto se puede visualizar en el siguiente gráfico:

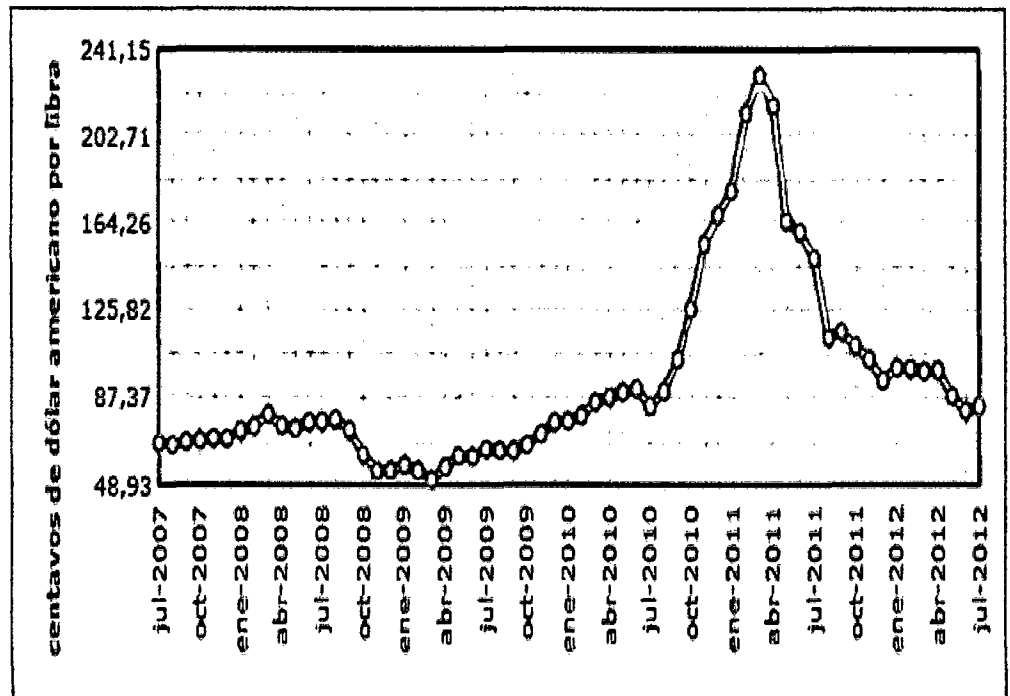


GRÁFICO 4.1: PRECIO MENSUAL DEL ALGODÓN 07-12

FUENTE: INDEXMUNDI.COM

Adicionalmente, se detectó que esta línea posee altos niveles de ineficiencia y desperdicio. Esto se reflejaba en:

- Altos inventarios de productos en proceso.
- Esperas de áreas. Tiempos muertos.
- Exceso de transporte.
- Considerable nivel de rechazos por defectos (CC).
- Procesos innecesarios.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Inicialmente no se había implementado programas relacionados a Manufactura Esbelta. Esto se evidenciaba porque no existían:

- Cálculos de balance de línea
- Cálculos de takt time
- Sistemas kanban
- Sistemas de ayuda visual
- Programas 5S

Para la determinación de la problemática, se utilizó la herramienta del Diagrama de Ishikawa para determinar las causas que aquejan a la empresa.

A partir de este diagrama, se puede determinar que la problemática directa en la línea de producción de poliéster es la poca efectividad de los procesos. Este problema se verifica con altos tipos y costos de operación, indicando con ello niveles deficientes de productividad y rentabilidad. Esto impacta directamente en un problema mayor que es el de la baja competitividad de la línea de producción debido a que no se está optimizando el aprovechamiento de los recursos.

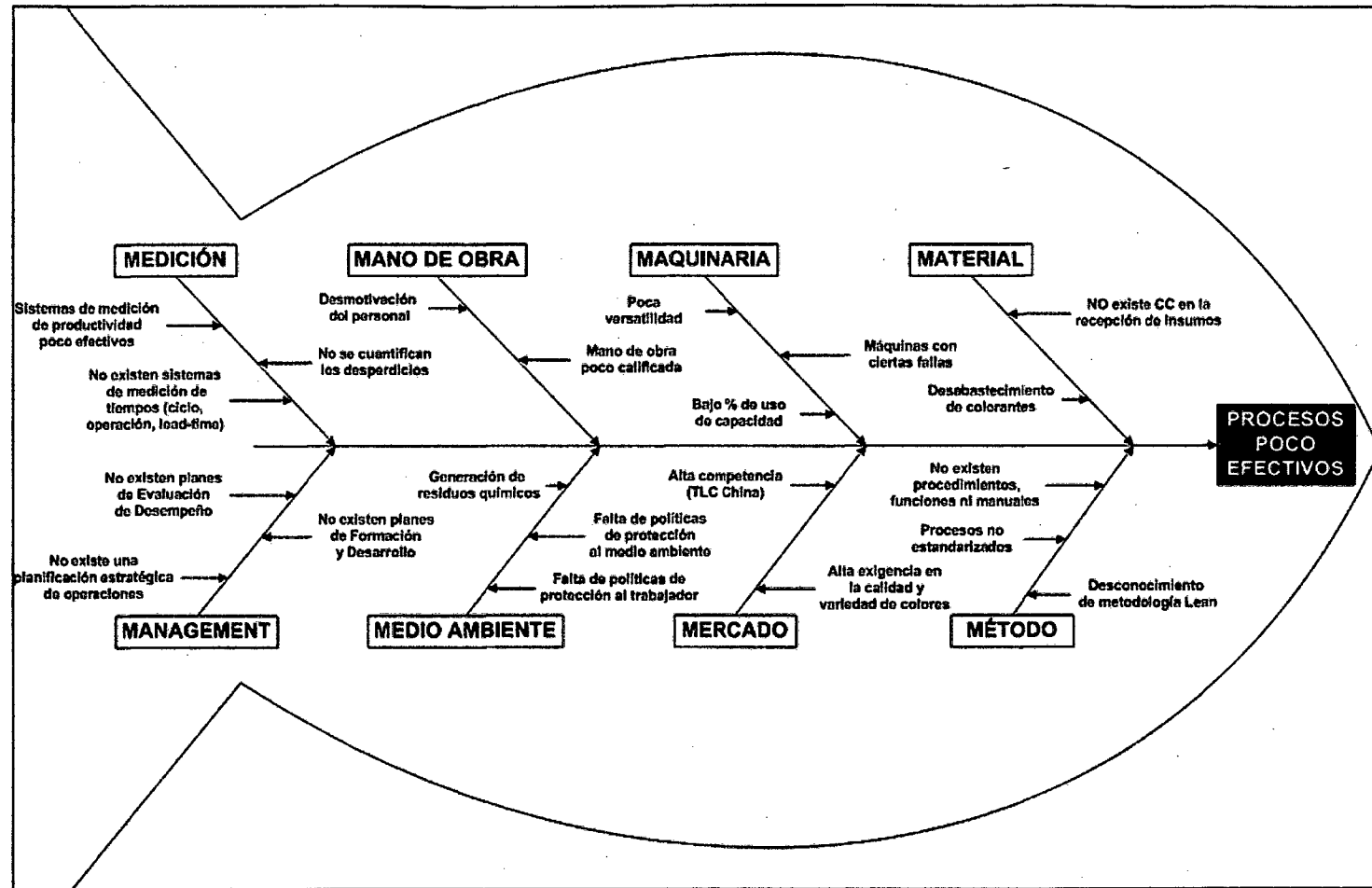


FIGURA 4.1: DIAGRAMA CAUSA EFECTO

ELABORACIÓN PROPIA

CAPITULO V

PROPUESTA DE MEJORA E IMPLEMENTACIÓN

5.1. REDISEÑO PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO

5.1.1. ESTRATEGIA 1: SINCRONIZACIÓN DE LA OFERTA AL CLIENTE, EXTERNAMENTE

Sincronizar la oferta externamente consiste en generar la oferta del producto a nuestro cliente de acuerdo a la velocidad de la demanda, normalizado en nuestro programa de producción. Para esto se necesita conocer el volumen de demanda contractual y las variaciones normales de acuerdo a la oferta o la demanda.

El volumen de la demanda contractual determina el cálculo del takt time y las variaciones normales de la misma determinan los niveles de inventario (buffer stock, safety stock).

A. CÁLCULO DEL TAKT TIME

Para el cálculo de tiempos se tomará como base el análisis de lotes. Para el cálculo del takt time se trabajó con un lote promedio de 10 bobinas (10kg).

El cálculo inicial se hizo mensual para los primeros 4 meses del año 2012 y el takt time determinado es el promedio de éstos.

Lote; 10 Bobinas

Mes	Ventas (kg)	Takt time (min/lot)
ene-12	14087.40	25.55
feb-12	14465.50	24.89
mar-12	16352.70	22.01
abr-12	18397.80	19.57
Promedio	18197.37	23.01

Finalmente, la oferta al cliente debe estar sincronizada garantizando una producción con un tiempo de ciclo que debe ser como máximo 23.01 min/lot.

B. DETERMINACIÓN DEL CYCLE, BUFFER Y SAFETY STOCK

El cálculo del Cycle, Buffer y Safety Stock se hizo tomando las siguientes consideraciones:

- Se tomó la data histórica de producción y ventas mensuales correspondientes a los meses Enero - Abril 2012.
- Se realizaron los cálculos para producción y ventas diarias.
- Los volúmenes del Safety, Buffer y Cycle Stock están expresados en bobinas.
- Para el cálculo del Cycle Stock se hizo uso del RT (Replenishment Time).

$$RT = t_{plan} + t_q + t_{prod} + t_{del}$$

C. DETERMINACIÓN DEL SAFETY STOCK

Mes	Producción diaria (bob)
ene-12	591.63
feb-12	585.37
mar-12	730.13
abr-12	659.47
Promedio	641.65
Desviación estándar	67.86

Sigma=2.33
99% confianza

**SAFETY
STOCK**

158 Bobinas

D. DETERMINACIÓN DEL BUFFER STOCK

Mes	Ventas diarias (bob)
ene-12	563.50
feb-12	578.62
mar-12	654.11
abr-12	735.91
Promedio	633.03
Desviación estándar	79.21

Sigma=2.33
99% confianza

**BUFFER
STOCK**

185 Bobinas

E. DETERMINACIÓN DEL CYCLE STOCK

1º: Cálculo del RT

A partir de la data histórica de Lead Time (real), se obtiene el tiempo de reposición (Replenishment Time):

TIEMPOS (DIAS)					
MES	PLAN	ESPERA	PROD.	DESPACHO	REPLENISHMENT
ENE	1.17	0.32	3.61	2.74	7.84
FEB	1.47	0.37	5.35	2.31	9.49
MAR	1.67	0.55	5.59	5.20	13.00
ABR	1.28	0.65	7.64	2.18	11.74
PROM	1.39	0.47	5.55	3.11	10.52

2° Cálculo del Cycle Stock

Alfa 0.05
Tasa de producción 19.00 bobinas/hora
CYCLE STOCK 210 Bobinas

CYCLE STOCK	210	Bobinas
SAFETY STOCK	158	Bobinas
BUFFER STOCK	185	Bobinas
TOTAL STOCK	552	Bobinas

El stock determinado, para la sincronización de la oferta externamente, se compara con la data histórica de stock mensual:

	STOCK INICIAL	STOCK FINAL
ENE	6655.3	6681.2
FEB	6681.2	6724.5
MAR	6724.5	6813.4
ABR	6813.4	6924.2
PROMEDIO	6718.6	6785.8

Con esto se tiene como meta una gran reducción de inventarios del 91% para manejar una producción Lean.

Finalmente, a partir de estos resultados, se debe considerar la siguiente política de inventario:

“Es responsabilidad de todos los que participan directa o indirectamente dentro de los procesos productivos, de manipulación o almacenaje; el no contar en el almacén de Producto Terminado en stock un volumen mayor a 552 bobinas”.

5.1.2. ESTRATEGIA 2: SINCRONIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, INTERNAMENTE

Sincronizar la producción internamente consiste en dividir el trabajo en actividades necesarias que tomen un mismo tiempo de ciclo lo más cercano al takt time.

ANALISIS DE TIEMPO DE CICLO LABORATORIO**SITUACION INICIAL****Operarios:**

O1 Giancarlo

O2 Adriana

Maquinas:

M1

M2

Autoclave de muestras 1

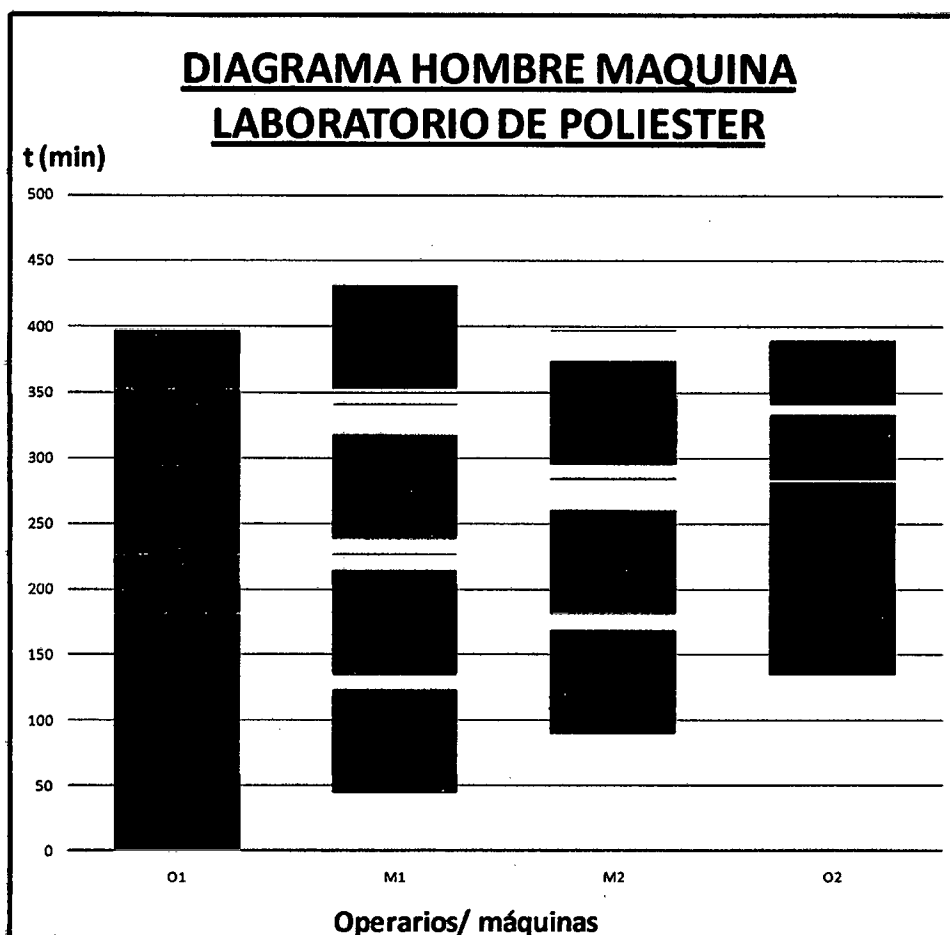
Autoclave de muestras 2

#	Actividad	Clasificación	t (min)	Op/Maq
1	Comparación tonalidades y llenado tarjetas	Preparación	16.93	O1
2	Transporte y ordenamiento de tarjetas	Preparación	0.62	O1
3	Preparación de tubos para el teñido	Preparación	0.66	O1
4	Pipeteado	Preparación	18.21	O1
5	Colocación de muestras en tubos	Preparación	6.29	O1
6	Tapar tubos	Preparación	1.38	O1
7	Ingreso de tubos en máquina de teñido	Carga	1.07	O1, M1/M2
8	Teñido	Maquinado	78.00	M1/M2
9	Retiro de tubos	Descarga	0.78	O1, M1/M2
10	Enjuagar	Extrac. Muestras	1.45	O2
11	Exprimir	Extrac. Muestras	1.53	O2
12	Envío a microondas	Extrac. Muestras	0.30	O2
13	Secado en microondas	Extrac. Muestras	8.27	O2
14	Colocación en tarjetas	Extrac. Muestras	8.38	O2
15	Transporte a Parafinado	Extrac. Muestras	1.61	O2
16	Colocación	Extrac. Muestras	0.28	O2
17	Parafinado	Extrac. Muestras	17.13	O2
18	Pasar a madejas	Extrac. Muestras	6.65	O2
19	Colocación en tarjetas	Extrac. Muestras	3.20	O2
21	Inspección	Inspección	10.00	O1
22	Entrega de paquete	Inspección	1.00	O1
Tiempo total (10 lotes)			183.75	min
Tiempo total (1 lote)			18.4	min

CUADRO 5.1: ANÁLISIS DE TC DEL LABORATORIO**ELABORACIÓN PROPIA / FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS**

Situación Inicial: Planes de marcha

Hacen sus cálculos de producción, basados en los resultados del mes anterior.



CUADRO 5.2: DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA

ELABORACIÓN PROPIA / FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

5.1.3. ESTRATEGIA 3: CREACIÓN DE FLUJO

La creación de flujo tiene medidas locales (respecto a la reducción del tiempo de ciclo), así como medidas globales (respecto a la reducción del Lead Time). El presente trabajo hace uso de esta estrategia orientado a las medidas globales a través de la reducción de distancias entre estaciones de trabajo. Para esto, se realizó un análisis de Layout con la medición de tiempos y distancias durante el recorrido del producto.

Consideraciones preliminares

Para este análisis se tienen las siguientes consideraciones:

- Orientación del Layout propuesto hacia la distribución del trabajo en forma de U.
- El Layout propuesto no considera los cambios que se dan luego de la implementación del mapeo de procesos.
- Respecto a infraestructura, se hace el movimiento de estaciones mas no la alteración individual de las mismas.
- Se consideran los espacios para el desplazamiento del producto y del personal.
- Se están considerando los transportes como el desplazamiento de personal. No se están considerando los coches ni otros medios de transporte.

- El valor de la Velocidad de Transporte (Ritmo=100%) tiene como referencia bibliográfica el libro: Estudio de Tiempos y Movimientos. Para la manufactura ágil. Segunda Edición. Fred E. Meyers.
- Se está considerando un suplemento del 11% (5% por necesidades personales, 4% por fatiga y 2% por permanecer de pie)
- La medida de comparación de los Layout es el tiempo estimado de transportes por día.
- El tiempo estimado de transportes por día se obtiene a partir de la Velocidad de Transporte, las distancias entre estaciones y la producción diaria en lotes (promedio histórico 2011).

En primer lugar se presenta el plano general de la empresa:

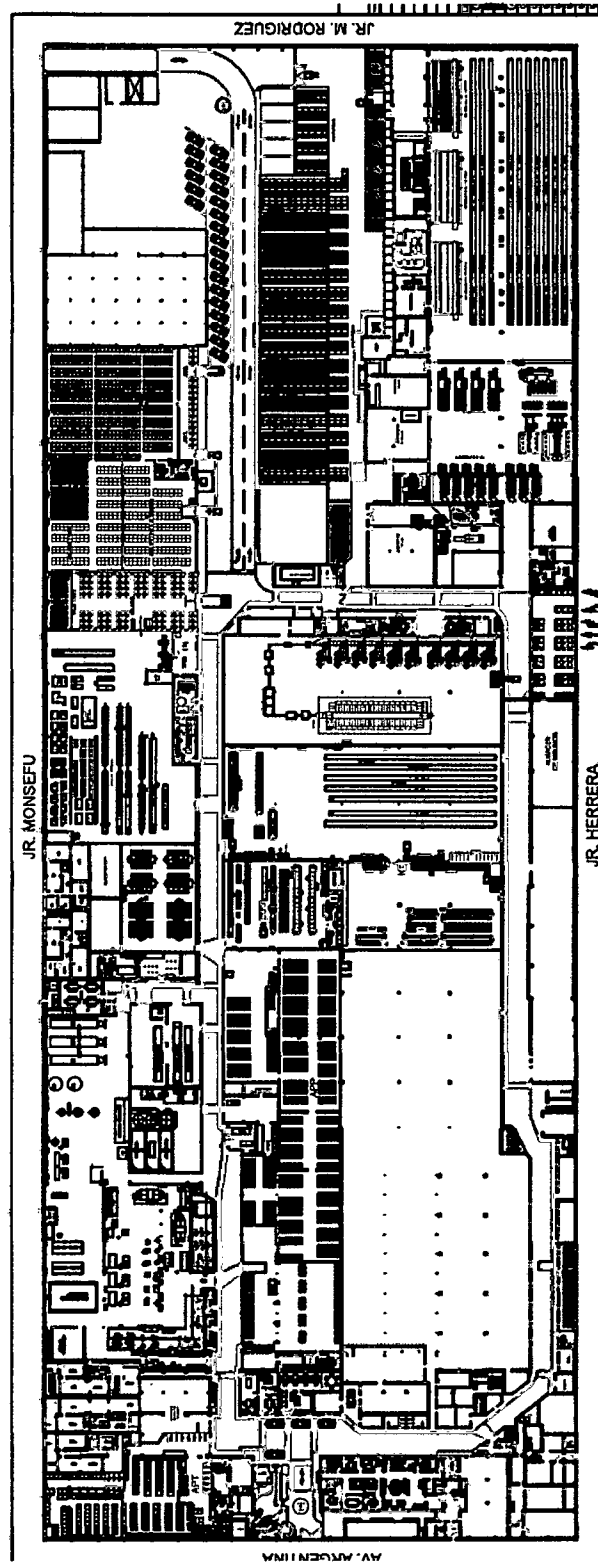
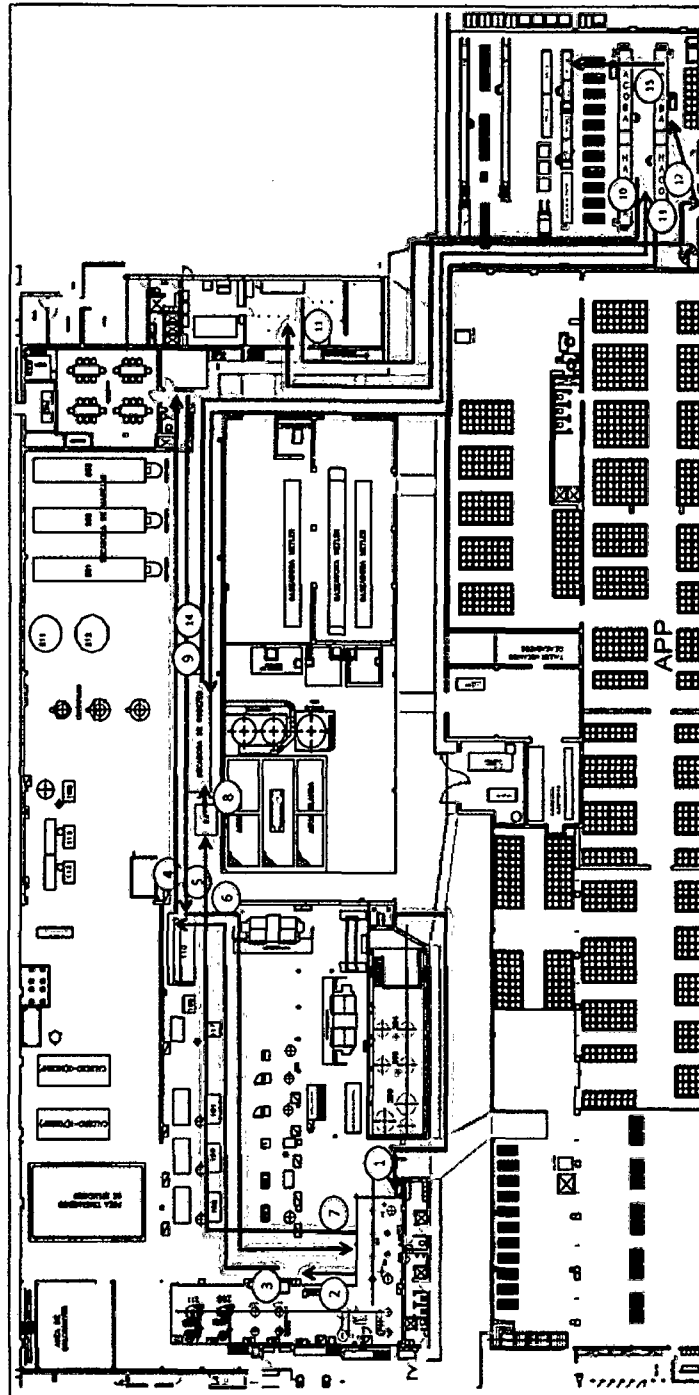


FIGURA 5.1: LAYOUT DE LA EMPRESA
FUENTE: TEXTIL EL AMAZONAS

A partir de este plano, se seleccionan las zonas por donde el producto hace su recorrido. A su vez se presenta la trayectoria o recorrido del mismo.



**FIGURA 5.2: LAYOUT INICIAL - LÍNEA DE POLIÉSTER
ELABORACIÓN PROPIA**

Este Layout se resume en el siguiente cuadro de tiempos:

CUADRO DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE							
Velocidad (ritmo 100%)			1.5312 m/s				
Producción promedio 2011			72 lotes/día				
#	Desde	Hacia	Distancia (m)	Tiempo unit (s)	%suplem.	# lotes x grupo	Tiempo (h) transporte
1	Suavizado	Autoclave	23.9	15.6	11%	25	0.01
2	Autoclave	Extr. madeja	3.4	2.2	11%	1	0.05
3	Extr. madeja	Supervision	23.7	15.5	11%	6	0.06
4	Supervision	Parafinado	46.2	30.2	11%	6	0.11
5	Parafinado	Supervision	46.2	30.2	11%	6	0.11
6	Supervision	Autoclave	23.9	15.6	11%	6	0.06
7	Autoclave	Centrifugado	31.6	20.6	11%	10	0.05
8	Centrifugado	Secado	0.7	0.4	11%	0.5	0.02
9	Secado	Acabado	51.8	33.8	11%	10	0.08
10	Acabado	CC1	33.0	21.5	11%	10	0.05
11	CC1	CC2	37.5	24.5	11%	10	0.05
12	CC2	Acabado	6.9	4.5	11%	10	0.01
13	Acabado	Secado	51.8	33.8	11%	10	0.08
14	Secado	Acabado	51.8	33.8	11%	10	0.08
15	Acabado	Empacado	10.3	6.7	11%	1	0.15
TIEMPO TOTAL (h) ESTIMADO DE TRANSPORTES POR DIA							0.95

**CUADRO 5.3: ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE
- LAYOUT INICIAL
ELABORACIÓN PROPIA**

A partir de este Layout, se hizo el análisis de recorrido y se propuso un diagrama de recorrido en forma de U teniéndose en cuenta todas las consideraciones presentadas. El layout propuesto entonces es el siguiente:

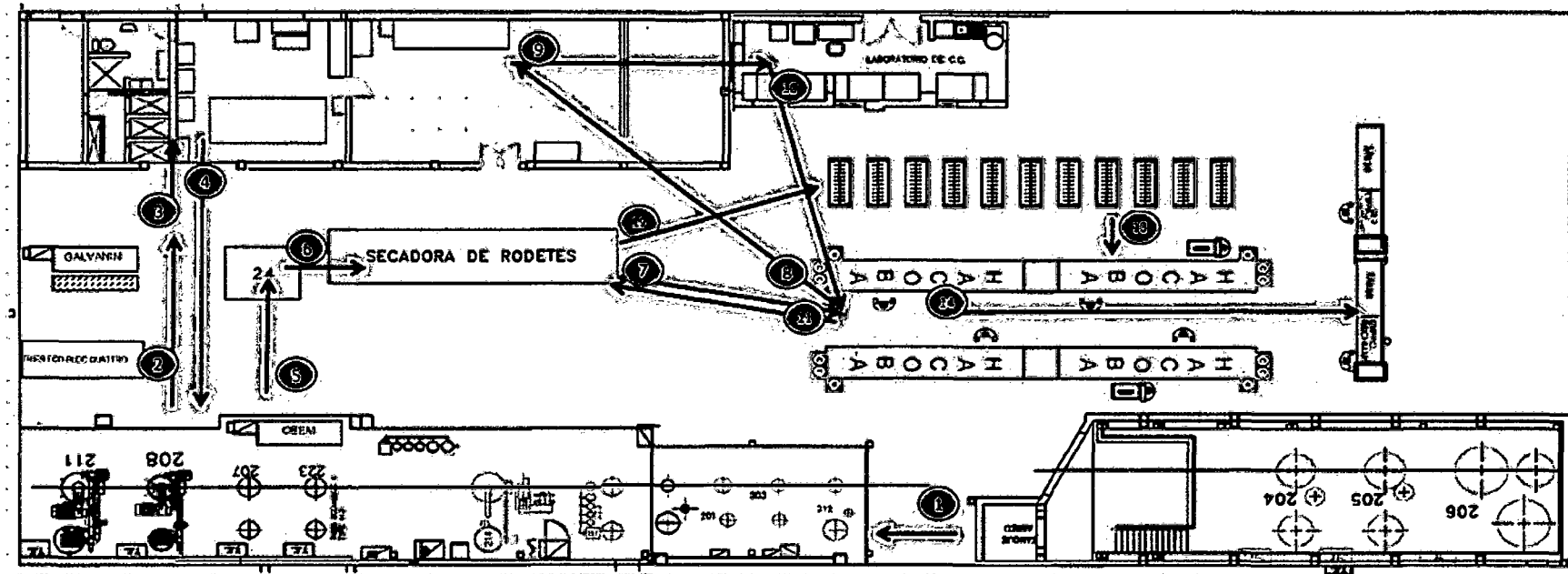


FIGURA 5.3: LAYOUT PROPUESTO - LINEA POLIESTER

ELABORACIÓN PROPIA

El respectivo cuadro de estimación de tiempos se presenta a continuación:

CUADRO DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE							
Velocidad (ritmo 100%)		1.5312 m/s					
Producción promedio 2011		72 lotes/día					
#	Desde	Hacia	Distancia (m)	Tiempo unit (s)	% Suplemento	# lotes x grupo	Tiempo (h) transporte
1	Suavizado	Autoclave	4.0	2.6	11%	25	0.00
2	Autoclave	Extr. madeja	7.3	4.8	11%	1	0.11
3	Extr. madeja	CC1	3.3	2.1	11%	6	0.01
4	CC1	Autoclave	10.6	6.9	11%	6	0.03
5	Autoclave	Centrifugado	4.0	2.6	11%	10	0.01
6	Centrifugado	Secado	0.7	0.5	11%	0.5	0.02
7	Secado	Acabado	8.5	5.6	11%	10	0.01
8	Acabado	CC1	14.7	9.6	11%	10	0.02
9	CC1	CC2	11.7	7.6	11%	10	0.02
10	CC2	Acabado	10.2	6.6	11%	10	0.01
11	Acabado	Secado	8.5	5.6	11%	10	0.01
12	Secado	Z. coches	8.9	5.8	11%	10	0.01
13	Z. coches	Acabado	2.5	1.6	11%	1	0.04
14	Acabado	Empacado	10.0	6.5	11%	1	0.14
TIEMPO TOTAL (h) ESTIMADO DE TRANSPORTES POR DÍA							0.44

CUADRO 5.4: ESTIMACIÓN DE TIEMPOS DE TRANSPORTE- LAYOUT PROPUESTO ELABORACIÓN PROPIA

Como se puede evidenciar, el Layout propuesto presenta una menor área que el inicial. El detalle de dimensiones se presenta en la siguiente tabla:

		Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)
Layout	Inicial	44	65	2860
	Propuesto	21	52	1092

Finalmente, todos estos resultados se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.5: RESUMEN DE MEJORA-LAYOUT			
	Layout		% Reducción
	Inicial	Propuesto	
Transporte (h/día)	0.95	0.44	54%
Área (m2)	2860	1092	62%

5.1.4. ESTRATEGIA 4: ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS PULL

Para el establecimiento de un sistema pull en la empresa de estudio, se deben considerar estos dos criterios:

- ✓ Contar con un inventario total programado. Esto a partir de la estrategia 1: sincronización de la oferta al cliente, externamente. El nivel de inventario está constituido por:

CYCLE STOCK	210	Bobinas
SAFETY STOCK	158	Bobinas
BUFFER STOCK	185	Bobinas
TOTAL STOCK	552	Bobinas

- ✓ Diseñar sistemas kanban para garantizar la forma de trabajo: "retira uno, fabrica uno".

Actualmente, la empresa muestra una tendencia hacia sistemas pull. Esto porque inicia su producción en su mayoría sólo cuando se tiene

un pedido. Sin embargo, la implementación de la forma de trabajo: "retira uno, fabrica uno" no es del todo factible debido a que implicaría colocar en cada estación un stock de seguridad. El problema radica en los diferentes colores que se maneja según cliente.

5.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA A TRAVÉS DEL MAPEO DE PROCESOS

5.2.1. PASO 1: COMPROMISO CON LA MANUFACTURA ESBELTA

A. FORMACIÓN DEL EQUIPO LEAN

- a. Líder de equipo; las principales características para esta persona son: competencia, carácter, posición y personalidad. Adicionalmente, no existe líder si no se cuenta con un plan. Para el presente estudio, el líder asignado es el Ing. Fernando Roque.
- b. Persona experimentada respecto al conocimiento de procesos (*Sensei*); junto al líder, el *Sensei* es una de las dos personas más importantes en el esfuerzo de alcanzar la Manufactura Esbelta. Este es una persona con una experiencia invaluable por su amplio conocimiento de los procesos. Para el presente estudio, el *Sensei* asignado es el Ing. Juan Aguedo.
- c. Responsables de las áreas que participan en el flujo de proceso; los demás participantes del equipo Lean son:
 - Marco Ramos: Supervisor de Producción
 - David Canales: Jefe de Control de Calidad

- Rina Velarde: Jefe de Laboratorio Poliéster

B. ELEMENTOS PRIMORDIALES DE DESARROLLO

El Equipo Lean es el principal responsable del desarrollo y éxito de la Manufactura Esbelta. Para esto se consideró en la implementación los elementos primordiales:

Liderazgo, todo líder debe:

- Desarrollar y tener planes
- Articular estos planes para la comprensión de las personas y el compromiso con los mismos.
- El deseo de actuar sobre los planes al margen de todo lo restante.

Motivación, se debe considerar lo siguiente:

- Tener un objetivo claro a la vista.
- Reconocer que tenemos que cambiar para llegar a la meta.
- Reconocer que los cambios serán incómodo e incluso doloroso a veces.
- Reconocer que habrá fuerzas dentro de nosotros, y de nosotros mismos fuera, que son impulsados por motivaciones diferentes.

Entrenamiento, la formación de solucionadores de problemas debe lograr en éstos:

- Comprender una situación fácilmente.
- Convertirlos en una declaración del problema significativo.

- Saber cómo reunir y clasificar los datos.
- Analizar la situación, incluso haciendo una revisión estadística.
- Utilizar la causa fundamental de análisis del problema.
- Crear una lista de posibles soluciones.
- Ordenar a través de las opciones, la comparación de las opciones a las necesidades de la empresa y sopesar los riesgos de cada solución.
- Decida cuál es la mejor solución.
- Usar las habilidades de gestión de proyectos para convertir esta solución en los planes de acción.
- Mostrar el liderazgo para implementar esos planes, convirtiéndolos en un mejor rendimiento de la instalación.

5.2.2. PASO 2: ELECCIÓN DE PROCESOS

El mapeo de procesos (tanto para el VSM inicial como para el VSM propuesto) se ha realizado para todos los procesos productivos y de despacho.

Sin embargo, las mejoras han sido orientadas hacia los procesos clave.

Para la Línea de Poliéster, los procesos clave son: Procesos de Autoclaves (Suavizado y Teñido), Procesos de Control de Calidad, y Procesos de Formulación del Laboratorio de Poliéster.

La justificación de elección de estos procesos como procesos clave se muestra en la siguiente tabla:

#	PROCESO CLAVE	JUSTIFICACION
1	Suavizado	Permite mejorar las propiedades de deslizamiento del hilo en superficies.
2	Teñido	Permite asignar la principal propiedad de color de acuerdo a los requerimientos del cliente.
3	Control de Calidad	Permite identificar los diferentes tipos de defectos en la calidad del producto de acuerdo a las propiedades del mismo (precisión de color, uniformidad de color, resistencia del hilo, etc).
4	Formulación en Laboratorio	Permite formular las recetas de insumos para la realización del teñido y suavizado. Permite también corregir los diferentes defectos identificados por el área de Control de Calidad, formulando nuevas recetas.

CUADRO 5.6: PROCESOS CLAVE

ELABORACIÓN PROPIA

5.2.3. PASO 3: APRENDIZAJE ACERCA DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Previamente al análisis situacional de operaciones a través del Mapeo de Procesos, se realizaron charlas de Aprendizaje básico de Manufactura Esbelta. Esto para tener una mejor perspectiva de la metodología por parte de los principales mandos. Los principales temas considerados fueron:

- Los siete desperdicios en operaciones.
- Los objetivos de la Manufactura Esbelta.
- La importancia de la reducción de Inventarios.
- El Lead time.
- La Metodología de trabajo Lean.
- Determinación y Evaluación de Objetivos.
- Implementación de Actividades Kaizen.

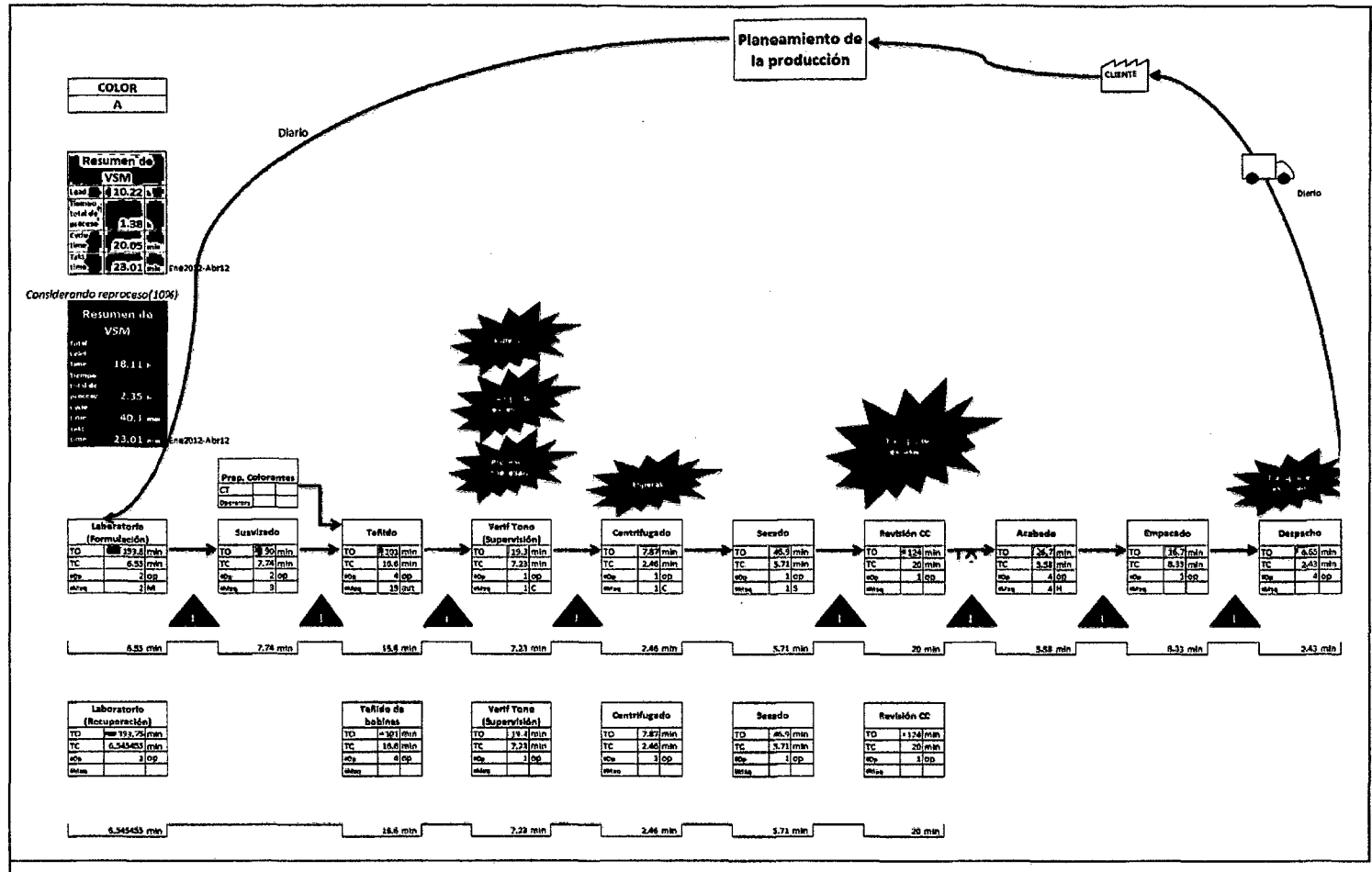
Estos temas se desarrollaron dentro de la formación del equipo Lean como parte también del “Compromiso con la Manufactura Esbelta” (Paso1). Los detalles de cada tema considerado se pueden ver en el Anexo1.

5.2.4. PASO 4: MAPEO DEL ESTADO ACTUAL

A. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Para el desarrollo del Mapeo de estado tanto para la situación inicial como para la situación propuesta, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Color de teñido:** Se tienen como clasificación general de colores tres tipos: Color A, Color B y color C. Esto se realizó debido al tipo de tonalidad (colores claros a oscuros) y al tiempo de teñido. Para el desarrollo de la tesis se ha seleccionado al Color A por tener una demanda representativa.
- **No se consideraron los tiempos de transporte entre actividades de proceso.**
- **Se presentan los VSM con los resultados de tiempo de ciclo y tiempo de operación obtenidos a partir del balance de línea y el estudio de tiempos y movimientos. El detalle de los cálculos para el VSM inicial se presenta en el Anexo 2. Los cálculos realizados para el VSM propuesto se presentan en el Anexo 3.**



B. VSM INICIAL

FIGURA 5.4: VSM – SITUACIÓN INICIAL ELABORACIÓN PROPIA

Proceso	Tiempo Observado	Takt time	Tiempo de Ciclo
Laboratorio (Formulación)	193.75	23.01	6.55
Suavizado	90.00	23.01	7.74
Teñido	100.72	23.01	16.59
Verificación de Tono	19.34	23.01	7.23
Centrifugado	7.87	23.01	2.46
Secado	46.92	23.01	5.71
Revisión CC	123.96	23.01	20.05
Acabado	26.65	23.01	5.58
Empacado	16.66	23.01	8.33
Despacho	6.65	23.01	2.43
Tiempos totales (min)	632.51		82.67
Tiempo de Ciclo (min)			20.05

**CUADRO 5.7: RESUMEN DE TIEMPOS – INICIO
ELABORACIÓN PROPIA**

C. RESUMEN VSM INICIAL

A partir de estos resultados, se determina que la actividad cuello de botella es la de Control de Calidad, seguida de la actividad de Teñido de Bobinas.

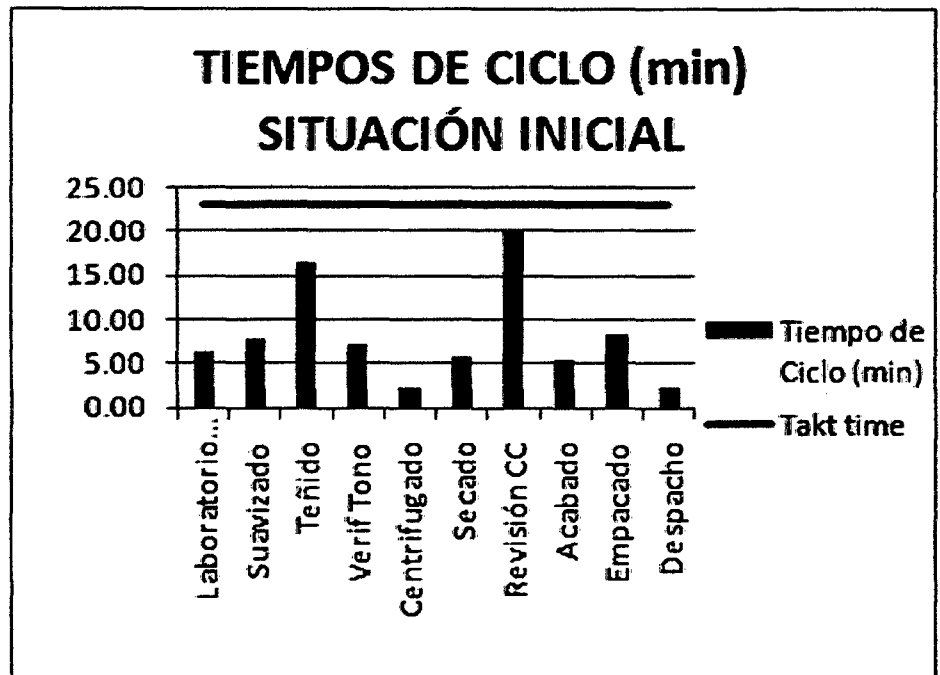


GRÁFICO 5.1: TIEMPOS DE CICLO – SITUACIÓN INICIAL
ELABORACIÓN PROPIA

5.2.5. PASO 5: DETERMINACIÓN DE MEDIBLES DE LA MANUFACTURA ESBELTA

En el presente proyecto de investigación, se determinaron los siguientes medibles de Manufactura esbelta:

- Indicadores de tiempo:
 - Lead Time: para determinar el tiempo total de entrega. Se considera desde el Suavizado hasta el despacho. Es el resultado de la suma de los tiempos observados (propios del seguimiento de un solo lote de producción)
 - Tiempo total de proceso: Es la suma de los tiempos de ciclo.

- Tiempo de ciclo: Es el tiempo de ciclo cuello de botella.
- Porcentaje de rechazos: Para evaluar el impacto de la eliminación de la Verificación del Tono por el área de Supervisión en el % de rechazo.
- Número de operarios: para determinar el impacto en la carga laboral

5.2.6. PASO 6: MAPEO DEL ESTADO FUTURO

A. PROPUESTAS DE MEJORA

Identificados los desperdicios presentados en el VSM inicial, se desarrollaron 3 propuestas de mejora que se describen a continuación:

PROPUESTA #1
Reducción del tiempo de ciclo: Prueba de Veteado
Área involucrada
Control de Calidad
Situación inicial:
Se trabajaba con una máquina de tiempo de ciclo= 2h
Situación propuesta:
Se utilizarán las máquinas de Acabado (Haccoba). Tiempo de ciclo=25min
Desperdicios eliminados:
Esperas, inventarios

PROPUESTA #2
Eliminación de Verificación de Tonalidad por Supervisión
Área involucrada
Supervisión
Situación actual:
La prueba de Verificación de Tonalidad se realizaba tanto por el área de Supervisión como por el área de Control de Calidad
Situación propuesta:
La prueba de Verificación de Tonalidad sólo será realizada por el área de Control de Calidad
Desperdicios eliminados:
Esperas, transportes excesivos, procesos innecesarios

PROPUESTA #3
Empacado de conos sin máquina selladora.
Área involucrada
Empacado
Situación actual:
El sellado de las bolsas de conos de poliéster se realizaba a través de una máquina selladora de bolsas al vacío.
Situación propuesta:
Se realizará la colocación de conos en bolsas haciendo el cerrado manual.
Desperdicios eliminados:
Reducción de costos

B. VSM PROPUESTO

Como resultado de las propuestas de mejora, el impacto en el mapeo de procesos se muestra a continuación:

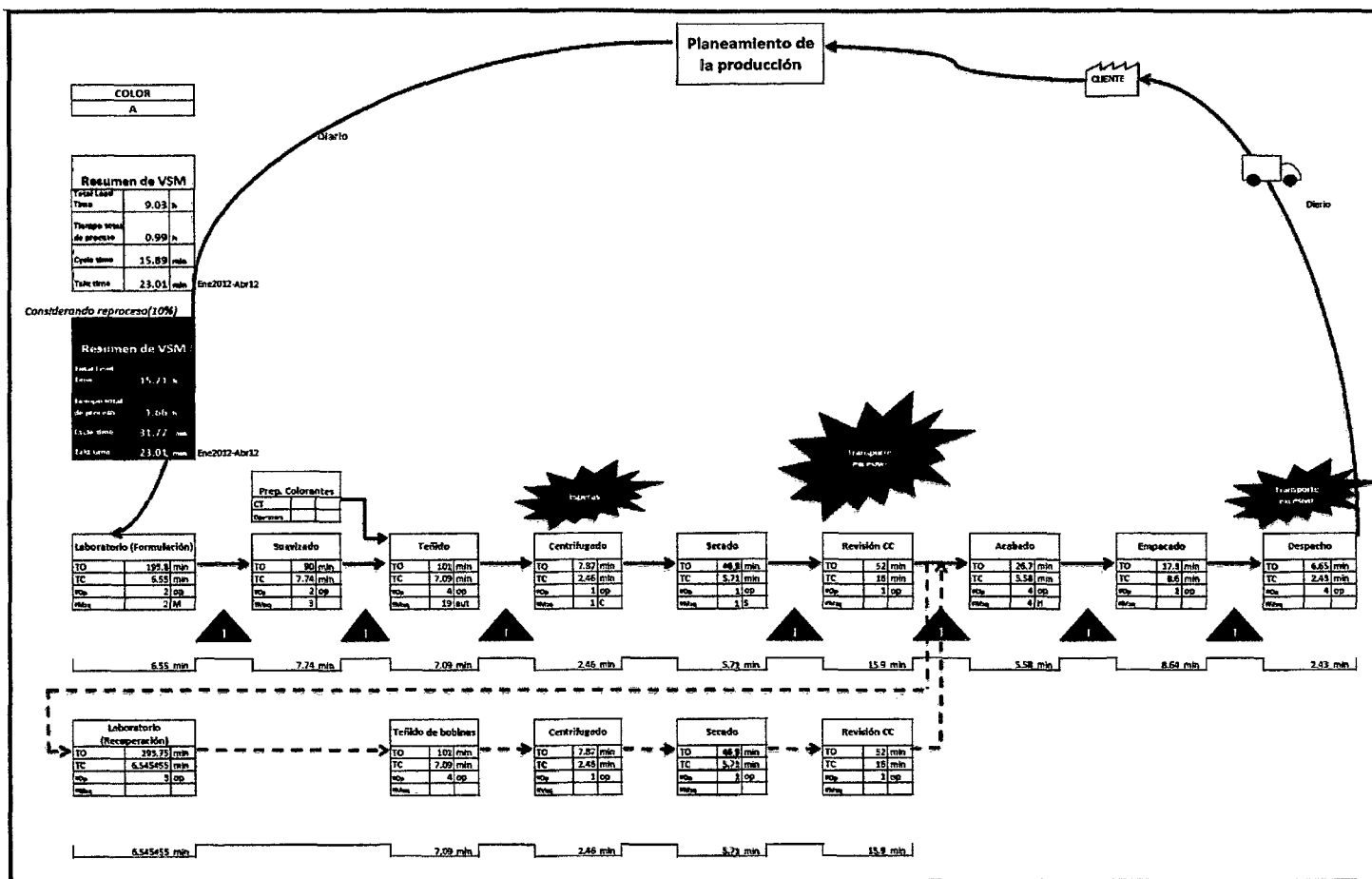


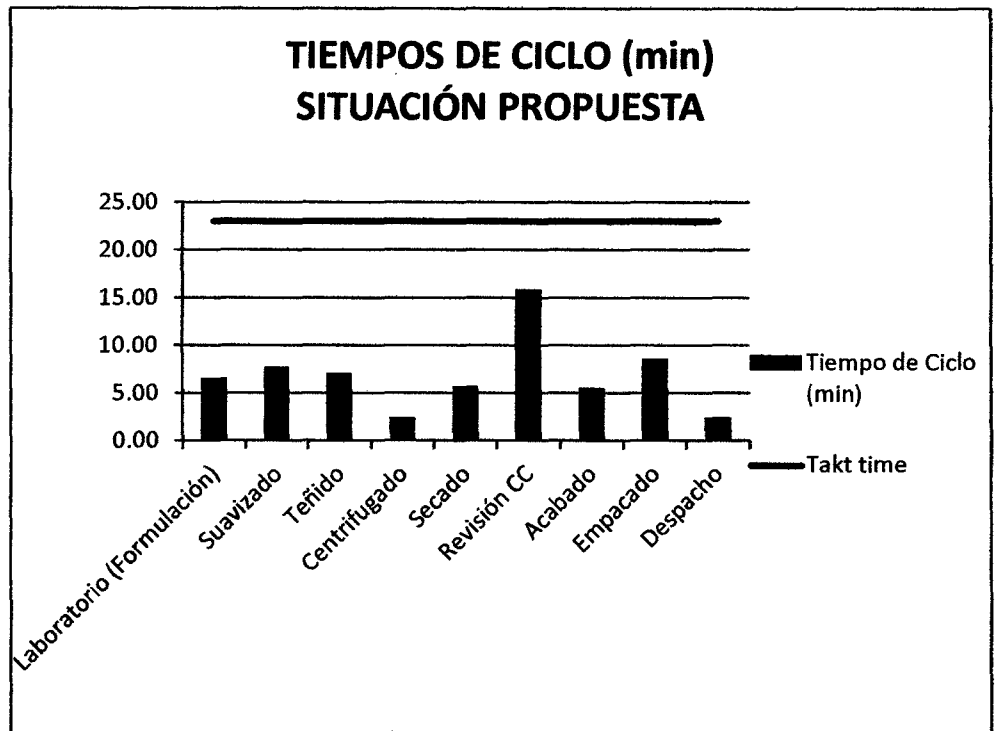
FIGURA 5.5: VSM – SITUACIÓN PROPUESTA
ELABORACIÓN PROPIA

Proceso	Tiempo Observado	Tiempo de Ciclo
Laboratorio (Formulación)	193.75	6.55
Suavizado	90.00	7.74
Teñido	100.72	7.09
Centrifugado	7.87	2.46
Secado	46.92	5.71
Revisión CC	51.81	15.89
Acabado	26.65	5.58
Empacado	17.28	8.64
Despacho	6.65	2.43
Tiempos totales (min)	541.64	62.10
Tiempo de Ciclo (min)		15.89

**CUADRO 5.8: RESUMEN DE TIEMPOS – PROPUESTO
ELABORACIÓN PROPIA**

C. RESUMEN DE VSM PROPUESTO

A partir de estos resultados se determina que el cuello de botella sigue siendo la actividad de Control de Calidad. Sin embargo, se presenta una reducción en el tiempo de ciclo de la misma; además, de acuerdo a los tiempos de ciclo de las demás actividades, se pueden agrupar éstas para reducir la carga operativa (mano de obra); no excediéndose del valor del takt time.



**GRÁFICO 5.2: TIEMPOS DE CICLO – SITUACIÓN PROPUESTA
ELABORACIÓN PROPIA**

D. ANÁLISIS DE MEDIBLES DE MANUFACTURA ESBELTA

El impacto del nuevo Value Stream Map se ve reflejado en los medibles de Manufactura Esbelta anteriormente definidos. Esto se resume en el cuadro a continuación:

	SITUACION INICIAL	SITUACION PROPUESTA	% REDUCCIÓN
LEAD TIME	632.51	541.64	14%
TIEMPO DE OPERACIÓN	82.67	62.10	25%
TIEMPO DE CICLO	20.05	15.89	21%

#	Tarea	Prop.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
1	Realizar pruebas de calibración en HACCOBA	1							
2	Capacitar al personal de CC	1							
3	Capacitar al personal de Acabado	1							
4	Verificación de correcto funcionamiento	1							
5	Reducir el # operadores de Supervisión	2							
6	Asignar a operadores a otras líneas	2							
7	Capacitar a los operarios de Autoclaves	2							
8	Capacitar a los operarios de Centrifugado y Secado	2							
9	Capacitar al personal de CC	2							
10	Capacitar al personal de Laboratorio	2							
11	Capacitar al personal de Pesado de Colorantes	2							
12	Verificación de correcto funcionamiento	2							
13	Realizar pruebas de empaquetado	3							
14	Capacitar al personal de empaquetado	3							

5.2.7. PASO 7: CREACIÓN DE PLANES KAIZEN

CUADRO 5.9: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ELABORACIÓN PROPIA

Culminado el análisis de los procesos y la evaluación de impacto en los medibles de Manufactura Esbelta, se desarrollaron todas las tareas para alcanzar la situación propuesta. Estas tareas están asociadas a la propuesta respectiva (presentadas en el punto 5.2.5). El horizonte del plan es de 7 meses. Todo esto constituye el plan de actividades de mejora o Plan Kaizen.

5.2.8. PASO 8: IMPLEMENTACIÓN DE PLANES KAIZEN

Para la implementación de los planes Kaizen desarrollados, se propusieron las siguientes recomendaciones:

- **Comuníquese, comuníquese, comuníquese:** Desde la etapa de realización de pruebas hasta la etapa de verificación de correcto funcionamiento, la comunicación con todo el personal involucrado (desde la más baja escala remunerativa) ha sido clave. Esto a través de reuniones semanales.
- **Enfréntese con el comportamiento negativo al inicio de la implementación.** Para evitar el comportamiento negativo al iniciar la implementación, se utilizaron estrategias que no perjudiquen al personal involucrado. Esto sobre todo para la propuesta 2 que implica la reducción de personal. Este personal no ha sido despedido sino asignado hacia otras líneas de producción (línea de algodón y otras).
- **No permita que un problema detenga el proceso.** Respecto a la implementación de las propuestas de mejora, ninguna de estas debe detener el flujo del

proceso. Para esto, previamente se realizaron pruebas y verificaciones de correcto funcionamiento.

- Considere cada evento Kaizen un experimento. Las propuestas 1 y 2 son las que mayor impacto generan en el modo operatorio de las áreas relacionadas. En la etapa de prueba, estas fueron consideradas como experimento.

CAPITULO VI

EVALUACION DE IMPACTO ECONÓMICO

6.1. EVALUACIÓN DE COSTOS SIN PROPUESTA DE MEJORA

Para la evaluación de impacto económico en el presente trabajo de investigación, se tuvieron las siguientes consideraciones:

- ✓ Se utilizó el sistema de costeo estándar.
- ✓ El costeo se realizó a nivel mensual.
- ✓ Se determinó el costo de operación como el costo de producir desde la actividad de formulación en laboratorio hasta el almacenaje.
- ✓ No se están considerando los costos de materiales indirectos debido a la gran variedad de insumos (colorantes) y la proporción de éstos de acuerdo al color requerido.
- ✓ Tanto para la situación inicial como para la situación propuesta se calculó el costo total en base a la máxima producción efectiva de los autoclaves de tintura.

Dadas estas consideraciones, se presenta a continuación el costeo estándar para la situación inicial sin la propuesta de mejora:

CUADRO CONSOLIDADO DE COSTEO ESTANDAR LINEA DE POLIESTER- SITUACION INICIAL						
PRODUCCIÓN MENSUAL*	2635 KG		*Máxima producción efectiva de Autoclaves.			
PRODUCCIÓN MENSUAL**	264 LOTES		**Para un lote de 10 bobinas (cada bobina:1kg)			
AREA	MP	MOD	MOI	Suministros		TOTAL (S/.)
				EE	AGUA	
LABORATORIO	40285.91		2302.00	1931.25	0.00	44519.16
PREP. RECETAS		1720.00		0.00	0.00	1720.00
SUAVIZADO		2580.00		6880.09	31.66	9491.75
TINTORERIA		3440.00	1151.00	9756.56	168.64	14516.20
VERIFICACION DE TONALIDAD		860.00		263.35		1123.35
CENTRIFUGADO		860.00		1250.93		2110.93
SECADO				7088.58		7088.58
CONTROL DE CALIDAD			2302.00	821.66	0.00	3123.66
ACABADO		3440.00		1120.83		4560.83
EMPACADO		860.00		0.00		860.00
ALMACENAJE		3440.00		0.00		3440.00
TOTAL	S/. 40,285.91	S/. 17,200.00	S/. 5,755.00	S/. 29,113.24	S/. 200.31	S/. 92,564.46

CUADRO 6.1: COSTEO ESTÁNDAR – SITUACIÓN INICIAL
ELABORACIÓN PROPIA

6.2. EVALUACIÓN DE COSTOS CON PROPUESTA DE MEJORA

El costeo estándar para la situación propuesta es el siguiente:

CUADRO CONSOLIDADO DE COSTEO ESTANDAR LINEA DE POLIESTER- PROPUESTA DE MEJORA						
PRODUCCIÓN MENSUAL*	2635 KG		*Máxima producción efectiva de Autoclaves.			
PRODUCCIÓN MENSUAL**	264 LOTES		**Para un lote de 10 bobinas (cada bobina:1kg)			
AREA	MP	MOD	MOI	Suministros		TOTAL (S/.)
				EE	AGUA	
LABORATORIO	40285.91		2302.00	1931.25	0.00	44519.16
PREP. RECETAS		1720.00		0.00	0.00	1720.00
SUAVIZADO		2580.00		6880.09	31.66	9491.75
TINTORERIA		3440.00	1151.00	9756.56	168.64	14516.20
CENTRIFUGADO		860.00		1250.93		2110.93
SECADO				7088.58		7088.58
CONTROL DE CALIDAD			2302.00	526.71	0.00	2828.71
ACABADO		3440.00		1120.83		4560.83
EMPACADO		860.00		0.00		860.00
ALMACENAJE		3440.00		0.00		3440.00
TOTAL	S/. 40,285.91	S/. 16,340.00	S/. 5,755.00	S/. 28,554.93	S/. 200.31	S/. 91,136.15

CUADRO 6.2: COSTEO ESTÁNDAR – SITUACIÓN PROPUESTA
ELABORACIÓN PROPIA

El impacto económico se ve reflejado principalmente en la reducción del costo de mano de obra directa y del costo de energía eléctrica. Esto debido a la eliminación de la actividad de Verificación de Tono por parte de Supervisión y la reducción del tiempo de la actividad de Control de la Calidad.

6.3. EVALUACION DE IMPACTO

Para la evaluación del impacto económico del presente trabajo, se utilizó la información de: costo total, producción y precio unitario. Se determinó entonces el costo unitario y el margen bruto. Esto tanto para la situación inicial como para la situación propuesta.

EVALUACION DE IMPACTO ECONÓMICO		
Tipo de cambio (2012)	2.624	
Peso de cono poliester	140 g	
Precio de venta unitario	\$2.30 /cono	
	\$16.43 /kg	
	S/.	43.11 /kg
Producción mensual	2635.13 kg	
	Sin propuesta	Con propuesta
Costo de Operación	S/. 92,554.46	S/. 91,136.15
Costo Unitario	S/. 35.12	S/. 34.59
Margen Bruto	S/. 7.99	S/. 8.52
%Reduccion de costos	1.53%	
%Incremento margen	6.74%	

**CUADRO 6.3: EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO
ELABORACIÓN PROPIA**

CAPITULO VII

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

El resumen de todos los beneficios cuantitativos del presente trabajo de investigación se presenta en el siguiente cuadro:

INDICADOR	U.M.	INDICADORES		MEJORA ALCANZADA
		ACTUAL	ALCANZADO	
Margen bruto	S/. /bobina- mes	S/. 7.99	S/. 8.52	6.7%
Capacidad de atención	lote/mes	1795.76359	2244.70	25.0%
Lead time	min	632.51	541.64	-14.4%
Tiempo de operación	min	80.83	62.10	-23.2%
Tiempo de ciclo	min	20.05	15.89	-20.8%
Costo unitario de operación	S/. /mes	35.12	34.59	-1.5%

CUADRO 7.1: MEJORAS ALCANZADAS
ELABORACIÓN PROPIA

7.2. CONTRASTE Y VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para el contraste y la verificación de la hipótesis, se comparan las mejoras alcanzadas contra las mejoras correspondientes planteadas en la Matriz Metodológica.

INDICADOR	MEJORA PLANTEADA (Matriz Metodologica)	MEJORA ALCANZADA	% Logro
Margen bruto	7%	6.7%	96.3%
Capacidad de atención	25%	25.0%	100.0%
Lead time	-10%	-14.4%	143.7%
Tiempo de operación	-25%	-23.2%	92.7%
Tiempo de ciclo	-25%	-20.8%	83.0%
Costo unitario de operación	-2%	-1.5%	76.2%

CUADRO 7.2: LOGROS ALCANZADOS
ELABORACIÓN PROPIA

7.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados finales muestran logros mayores al 75% respecto a lo planteado en la matriz metodológica y se tiene en promedio un logro del 98.6%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El presente trabajo tiene como objetivo principal el incremento de la competitividad de una línea de producción de una empresa textil y se justifica por su contribución al sector textil (en la gestión de procesos productivos) y por su contribución a la economía nacional (aplicado a un sector industrial de alta generación de empleo).
2. La mejora de procesos a través del Value Stream Management (Administración de la cadena de Valor) es un proceso para las iniciativas del Lean que consiste en 8 pasos: comprometerse con la Manufactura Esbelta, elegir los procesos, aprender acerca de la Manufactura Esbelta, hacer el mapa del estado actual, determinar los medibles de la Manufactura Esbelta, hacer el mapa del estado futuro, crear los planes Kaizen e implementarlos.
3. La eliminación del desperdicio del transporte a través del Layout se hizo teniendo como criterios: distribución del trabajo en U, el movimiento de estaciones sin alterar ninguna, los espacios para desplazamiento de producto y de personal y el ritmo y los suplementos.

4. La orientación hacia el JIT parte de la sincronización externa de la oferta al cliente determinando los niveles de cycle, buffer y safety stock.

5. Las propuestas de mejora están centralizadas en 4 aspectos:
 - La eliminación del desperdicio del transporte a través de la propuesta del Layout.
 - La orientación hacia el JIT a partir de una política de inventarios.
 - La mejora de procesos a través del análisis del VSM.
 - La mejora continua o Kaizen a partir de la formación del equipo Lean.

6. La mejora de procesos a través Value Stream Management se enfocó en el análisis de los procesos claves. Estos son: Procesos de Autoclaves (Suavizado y Teñido), Procesos de Control de Calidad, y Procesos de Formulación del Laboratorio de Poliéster.

7. La formación del equipo Lean es de gran importancia para garantizar la mejora continua. Éste está conformado por un líder, un *Sensei* y responsables. Los pilares para esta formación son: el liderazgo, la motivación y el entrenamiento. La metodología que debe seguir el equipo Lean es la del Value Stream Management.

8. Respecto al nivel de manufactura esbelta alcanzado, se inició el uso de las herramientas para cada uno de los niveles (demanda, flujo, continuo y nivelación). Las utilizadas para la línea de producción estudiada fueron: mapa de proceso, takt time, Inventario para controlar proceso, inventario de seguridad, balanceo de línea, trabajo estandarizado, flujo continuo, justo a tiempo, kaizen y medibles de la

Manufactura Esbelta. Sin embargo, aún se tiene una importante gama de herramientas para optimizar los niveles alcanzados.

9. El presente trabajo de investigación determinó los medibles de Manufactura Esbelta y se determinaron mejoras de importancia alta. Así mismo se evaluó el impacto económico a través del costeo estándar.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda proyectar el presente trabajo de investigación para la mejora de la competitividad a nivel de operaciones, de diversos sectores industriales y sobre todo de aquellos que tienen una contribución más importante a la economía nacional.
2. Para la realización del Value Stream Management, el contar con la mayor información pertinente permite visualizar mejor el comportamiento de los procesos. Esto implica contar con información de: tiempos de ciclo, tiempos de operación, número de máquinas, número de operarios, niveles de inventario, número de turnos y problemas presentados.
3. La propuesta de Layout debe contemplar los tiempos e inversión en movimiento de instalaciones.
4. La propuesta de una política de inventarios debe contemplar criterios específicos del producto, como es el de los diferentes tipos de colores de poliéster que se debe tener en stock.
5. Adicionalmente a las propuestas desarrolladas, son aplicables propuestas adicionales como la de Control Total de la Calidad y Mantenimiento Productivo Total, principalmente.
6. El VSM es una herramienta de alta importancia para el mapeo de procesos y la mejora continua. A partir de las mejoras plasmadas en el VSM propuesto, se recomienda volver a realizar el análisis para un nuevo VSM de mejores resultados. Esta tarea es parte del trabajo del Equipo Lean.

7. El equipo Lean debe desarrollar mecanismos de promoción de la competitividad interna (a través de indicadores por equipo de trabajo) y de la disciplina (5S y comunicación efectiva).
8. Se inició el uso de las herramientas para cada uno de los niveles (demanda, flujo, continuo y nivelación). Sin embargo, aún se tiene una importante gama de herramientas aplicables a la línea de producción estudiada. Estos son: Andon, 5S's, mantenimiento autónomo y mantenimiento productivo total, primeras entradas, primeras salidas, Fábrica de Administración Visual, Poka Yoke, Hoshin Kanri y Heijunka.
9. Respecto al impacto económico, en el presente trabajo se determinó el impacto a través de la reducción de los costos de producción. Esto fue evaluado a partir de la propuesta de mejora #3: Análisis a través del VSM. Sin embargo, es posible realizar el impacto económico combinando todas las propuestas de mejora desarrolladas; determinando así, un mayor beneficio para la empresa.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Balanceo de línea: Proceso en el cual los elementos del trabajo son gradualmente distribuidos dentro del Value Stream para alcanzar el takt time.

Buffer stock: Es un inventario de respaldo en caso de variaciones en la demanda externa.

Calidad: Elaborar un producto de acuerdo a estándares internacionales y que cumpla con satisfaces las necesidades del cliente.

Competitividad: Generar la mayor satisfacción de los consumidores fijado un precio o la capacidad de poder ofrecer un menor precio, fijada una cierta calidad.

Cuello de botella: Fase de la cadena de producción más lenta que otras, que ralentiza el proceso de producción global.

Cycle stock: Parte del inventario dispuesto para la demanda normal durante el turno, sin considerar inventarios adicionales o de seguridad.

Cycle time: Es el lapso que transcurre desde que inicia un proceso u operación hasta que termina.

Demanda: Cantidad requerida del cliente.

Desperdicios: Todo aquello que no agrega valor, y por lo cual es cliente no está dispuesto a pagar.

Flujo continuo: Se resume en: “mover uno, hacer uno”.

Heijunka: Sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno.

Inventarios: Disponibilidad de productos en caso se presente variaciones tanto internas como externas.

Jidoka: Es el segundo pilar del Sistema Toyota. Es un método basado en el uso práctico de la automatización a prueba de errores, con el fin de detectar los defectos y liberar a los trabajadores para que hagan múltiples actividades dentro de la célula. El Jidoka usa la automatización de tal manera que promueve el flujo.

JIT (Justo a tiempo): Significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta.

Kaizen: Pequeñas mejoras diarias hechas por todos.

Kanban: Sistema de tarjetas que controlan el inventario; es el corazón del sistema “jalar”.

Layout: Disposición esquemática de las áreas de la planta.

Lead time: Es el tiempo entre el inicio y la ejecución de un proceso.

Lean: Abreviatura de Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) – un paradigma de la manufactura basado sobre el fundamento de la meta del

sistema de producción **Toyota**: minimizar los desperdicios y aumentar el flujo.

Movimiento innecesario: Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta en acciones tales como: mirar, buscar, acumular partes y hasta caminar.

Nivelación: Último nivel de la Manufactura esbelta que contribuye a la implementación y a mantener mejoras en la Manufactura esbelta

Proceso: Una serie de operaciones individuales necesarias para diseñar un producto, completar un pedido o fabricar un producto.

Productividad: Relación que existe entre las salidas de producción y las entradas de la misma.

Productos defectuosos: Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta en las reparaciones, scrap, reemplazos en la producción e inspección. Este desperdicio implica: manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

Pull: Sistema de producción en el cual se produce a partir de un requerimiento del cliente.

Push: Sistema de producción en el cual se produce a partir de un programa de producción.

Rentabilidad: Es la relación entre la utilidad y las ventas de un producto durante un periodo

Safety stock: Es el nivel de inventario determinado por las fluctuaciones en el abastecimiento. Su cálculo se realiza a partir de la data histórica de producción

Sobrepocesamiento: Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta por no tener claro los requerimientos y causa en la producción procesos innecesarios.

Sobreproducción: Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta al producir artículos para los que no existen órdenes de producción; provoca incremento en inventario y costo de mantenimiento.

Takt time: Es el ritmo de producción que marca el cliente. Se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible entre la cantidad total requerida.

Tiempo de ciclo (Cycle time): Es qué tan frecuente una parte o producto es terminado en un proceso, en un determinado tiempo.

Transporte innecesario: Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta por un mal layout.

Valor agregado: El punto crítico de inicio para el pensamiento esbelto es el valor. El valor lo puede definir solamente el consumidor final. El valor lo crea el fabricante.

Value Stream: Son todas las acciones (tanto las que agregan como las que no agregan valor) requeridas para brindar un producto a través de flujos esenciales para cualquier producto.

BIBLIOGRAFÍA

MALDONADO, D. y MALDONADO, J. (2003). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la industria textil*. México: Universidad de la Américas.

LONNIE, W. (2010). *How to implement Lean Manufacturing*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.

TAPPING, D. (2003). *Lean Pocket Guide*. Estados Unidos: MCS Media Inc.

RASGADO, A. y ROSARIO, I. (2007). *Mejora del sistema productivo de una empresa bordadora aplicando técnicas de Lean Manufacturing*. México: Universidad de la Américas.

VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

ANEXOS

ANEXO1: PRESENTACIÓN DE LA FÁBRICA

Área de Tintorería- autoclaves



Portabobinas. Medio de transporte para bobinas teñidas o suavizadas



**Acumulación de bobinas recién teñidas para extracción de muestra.
Inventario en espera**



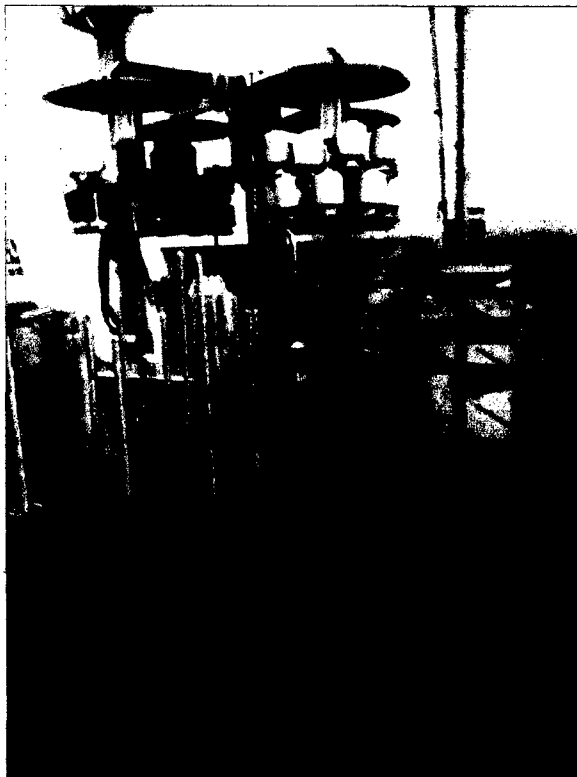
Extracción de muestra para verificación de tonalidad



Acumulación de muestras para verificación de tonalidad



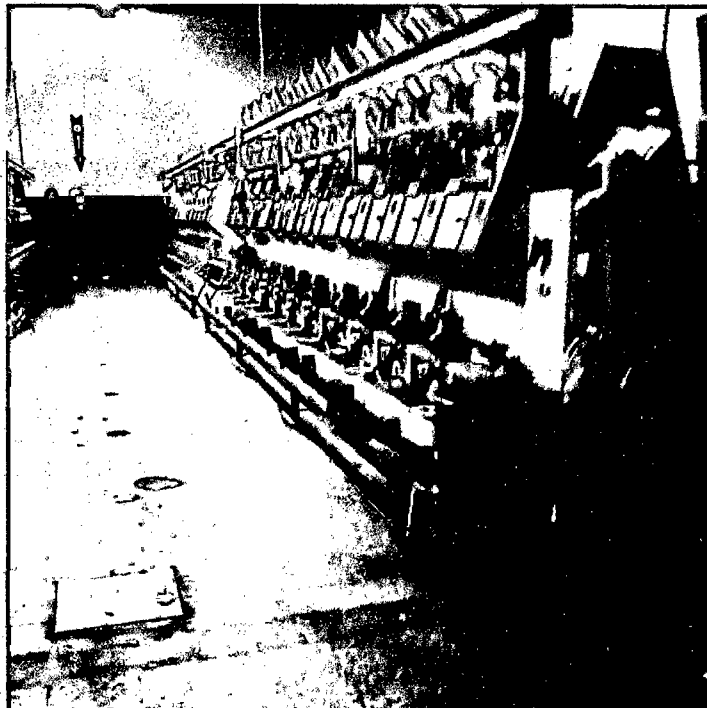
Área de Centrifugado de bobinas



Área de Secado de bobinas

























Área de acabado. Siliconado de hilos y Formación de conos



ANEXO2: TALLER DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN LEAN MANUFACTURING

Presentación realizada para creación del Equipo Lean

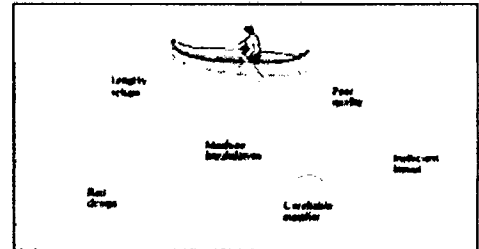
 <p>Marzo 2012 IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN TEXTIL EL AMAZONAS S.A.</p>	<p>PARTE 1: CONCEPTUALIZACIÓN</p>				
<p>DEFINICION DE LEAN MANUFACTURING</p> <p>• <i>"Conjunto integral de técnicas que, al ser combinadas y desarrolladas, permiten reducir y luego eliminar los siete tipos de desperdicios. Este sistema permite a las empresas ser más flexibles y brindar una respuesta más rápida ante las fluctuaciones de mercado".</i></p>	<p>LOS SIETE DESPERDICIOS EN OPERACIONES</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="925 1176 1085 1377"> <p>1. SOBREPRODUCCION</p>  <p>Overproduction producing more or earlier than what is needed</p> </td> <td data-bbox="1093 1176 1252 1377"> <p>2. ESPERAS</p>  <p>Waiting for parts, for tools, and for operators to arrive</p> </td> <td data-bbox="1260 1176 1420 1377"> <p>3. TRANSPORTE</p>  <p>Transporting anything more than once</p> </td> </tr> </table>	<p>1. SOBREPRODUCCION</p>  <p>Overproduction producing more or earlier than what is needed</p>	<p>2. ESPERAS</p>  <p>Waiting for parts, for tools, and for operators to arrive</p>	<p>3. TRANSPORTE</p>  <p>Transporting anything more than once</p>	
<p>1. SOBREPRODUCCION</p>  <p>Overproduction producing more or earlier than what is needed</p>	<p>2. ESPERAS</p>  <p>Waiting for parts, for tools, and for operators to arrive</p>	<p>3. TRANSPORTE</p>  <p>Transporting anything more than once</p>			
<p>LOS SIETE DESPERDICIOS EN OPERACIONES</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="391 1691 614 1870"> <p>4. PROCESOS INAPROPIADOS</p>  <p>Processing unnecessary items that do not add value</p> </td> <td data-bbox="622 1691 837 1870"> <p>5. INVENTARIOS</p>  <p>Inventory parts, materials, work-in-progress, which is not needed</p> </td> </tr> </table>	<p>4. PROCESOS INAPROPIADOS</p>  <p>Processing unnecessary items that do not add value</p>	<p>5. INVENTARIOS</p>  <p>Inventory parts, materials, work-in-progress, which is not needed</p>	<p>LOS SIETE DESPERDICIOS EN OPERACIONES</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="981 1691 1141 1892"> <p>6. MOVIMIENTO</p>  <p>Movement searching for tools, parts, instructions, approvals</p> </td> <td data-bbox="1149 1691 1332 1892"> <p>7. PARTES DEFECTUOSAS</p>  <p>Defects rework and scrap</p> </td> </tr> </table>	<p>6. MOVIMIENTO</p>  <p>Movement searching for tools, parts, instructions, approvals</p>	<p>7. PARTES DEFECTUOSAS</p>  <p>Defects rework and scrap</p>
<p>4. PROCESOS INAPROPIADOS</p>  <p>Processing unnecessary items that do not add value</p>	<p>5. INVENTARIOS</p>  <p>Inventory parts, materials, work-in-progress, which is not needed</p>				
<p>6. MOVIMIENTO</p>  <p>Movement searching for tools, parts, instructions, approvals</p>	<p>7. PARTES DEFECTUOSAS</p>  <p>Defects rework and scrap</p>				

OBJETIVOS DEL LEAN MANUFACTURING

- Reducción de inventarios
- Mejora en la calidad
- Reducción de costos
- Reducción de espacios
- Reducción del lead-time
- Incremento de la productividad y rentabilidad

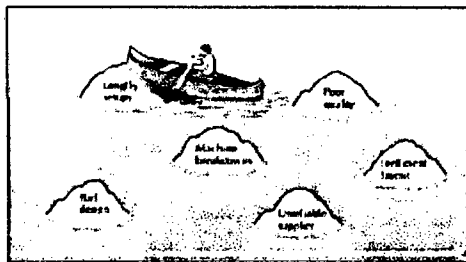
INVENTARIOS

El inventario oculta los problemas



INVENTARIOS

La reducción de inventarios muestra estos problemas

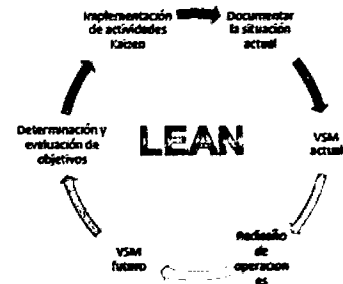


LEAD TIME

- Tiempo total que toma un lote para completar todos los procesos de producción.
- LEAD TIME= Tiempo de procesamiento+ esperas+ transportes

PARTE 2: METODOLOGIA DE TRABAJO

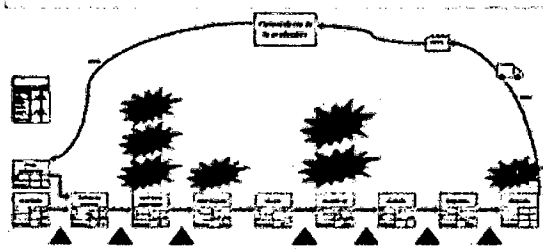
METODOLOGIA DE TRABAJO



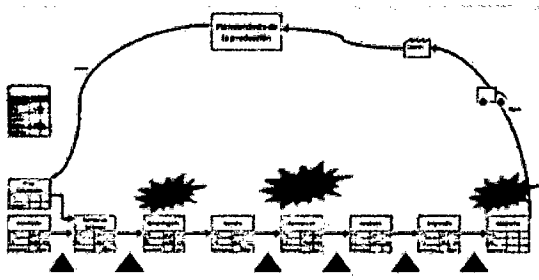
4. VSM PROPUESTO

- Evaluación de:
 - Mejoras por etapa de proceso.
 - Impacto en el Lead-time y en el tiempo de ciclo.
- Documentar todas las actividades de mejora (actividades kaizen) en un diagrama de Gantt

VSM LINEA POLIESTER INICIAL



VSM LINEA POLIESTER PROPUESTA 1



5. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

- Determinar los indicadores críticos de proceso:
 - Ej: Lead-time, %lotes rechazados, %merma, niveles de inventario, etc.
- Determinar objetivos específicos:
 - Ej: reducir el tiempo de procesamiento de 4h a 3h para lotes pequeños, reducir el % de lotes rechazados de 10% a 7%, etc.
- Documentar todas las nuevas actividades kaizen en el diagrama de Gantt.

6. IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES KAIZEN

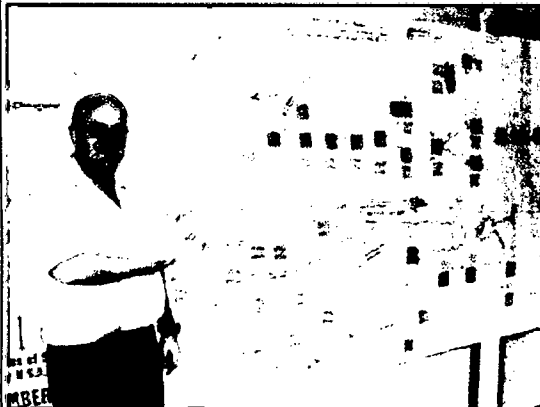
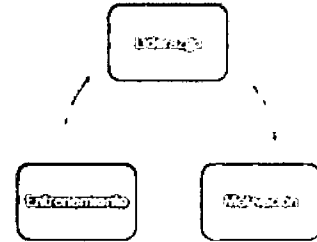
- Implementar los controles de inventario de producto terminado para proteger la oferta al cliente.
- Priorizar e implementar todas las actividades kaizen
- EVALUACION DE LA NUEVA SITUACION ACTUAL
- Poner énfasis en el nuevo sistema
- Retornar al paso 1.

PARTE 3: FORMACION DEL EQUIPO LEAN

FORMACION DEL EQUIPO LEAN

- Participantes:
 - Líder de equipo
 - Persona experimentada respecto al conocimiento de procesos: Sensei
- Responsables de las áreas que participan en el flujo de proceso

FORMACIÓN DEL EQUIPO LEAN ELEMENTOS PRIMORDIALES DE DESARROLLO



20 COSAS QUE SE DEBEN EVITAR DECIR EN PENSAMIENTO LEAN

- | | |
|---|--|
| <p>¿Todos entienden eso?</p> <p>Mostró nunca porque hecho eso antes, es más fácil que hay mucho sobre en memoria.</p> <p>Yo solo sé hacer eso y por eso es que solo sé hacer eso.</p> <p>Esto no está en el manual de la máquina.</p> <p>¿Se está viendo el problema?</p> <p>Es el momento oportuno para cambiar muchas cosas - Puntos en el punto más crucial cuando tenga tiempo.</p> <p>Habríamos acordado esto - ¿cómo se acordó?</p> <p>Esperamos a que se cambie esto poco.</p> <p>¿Por qué el problema cambió eso? ¿Se le acordó hacer algo en el momento?</p> <p>No, una regla o parámetro de esa, siempre se no se buena historia de esa manera.</p> | <p>Yo sé que que eso sea solucionar este problema.</p> <p>Por eso se demoró mucho en el y debería hacer antes pronto - ¿no es así?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> <p>¿Se acordó eso cuando se acordó hacer eso?</p> |
|---|--|



Capacitación realizada



ANEXO 3: VSM INICIAL. CÁLCULOS DE TIEMPOS DE CICLO

ANALISIS DEL TIEMPO DE CICLO - LABORATORIO			
#op	2		
#turnos	3		
#horas/turno	8		
#lotes/grupo	10		
T1	238.07	min	Para el primer grupo
Tciclo	56.94		Desde el 2º grupo
Tiempo disponible	1440	min	
T disp	1201.93		
#grupos por dia	21		
total grupos diarios	22		
tciclo eq	65.45	min/grupo	
tciclo eq	6.55	min/lote	
Tobs	193.75	min	*Para todo 1 grupo de 10 lotes

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN AUTOCLAVES						
	Carga			0.058 h		
	Teñido			1.583 h	Color tipo A	
	Descarga			0.037 h		
	Tiempo total-autoclave			1.679 h		
	# de corridas disponibles			14		
Tamaño de lote	10 bobinas/lote					
	Plan de Marcha Línea Poliéster Resumen 2011					
					Kg/hr	Kg/día
PROCESO	MAQUINA	MARCA	N°	Produccion	Produccion	
PRODUCTIVO		MODELO	Maquina	total exigida	total exigida	
				kg/hora	kg/dia	
PREPARACION	AUT. TINTURA	OBERMAIER	206	41.269	990.4659	
PREPARACION	AUT. TINTURA	KRANTZ	205	0.000	0.0000	
PREPARACION	AUT. TINTURA	KRANTZ	204	0.000	0.0000	
				41.3	990.5	
TEÑIDO	AUT. SUAVIZADO	OBERMAIER	206	2.308	55.3846	
TEÑIDO	AUT. SUAVIZADO	KRANTZ	205	0.739	17.7419	
TEÑIDO	AUT. SUAVIZADO	KRANTZ	204	1.473	35.3571	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	220	0.825	19.7902	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	221	1.021	24.4930	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	222	0.964	23.1469	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	226	1.264	30.3322	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	227	1.297	31.1364	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	228	1.274	30.5769	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	229	1.200	28.7937	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	223	0.155	3.7241	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	224	0.256	6.1488	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	225	0.183	4.3944	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THEN	203	1.866	44.7902	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	201	2.786	66.8531	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBERMAIER	202	5.684	136.4211	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	212	3.769	90.4615	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	230	3.522	84.5191	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	CUBOTEX	208	1.522	36.5385	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	CUBOTEX	211	0.661	15.8601	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	LORIS BELLINI	213	2.970	71.2727	
TEÑIDO	AUT. TINTURA	LORIS BELLINI	214	4.956	118.9510	
	Produccion (dia)			36.1752	868.2039	
CENTRIFUGADO	CENTRIFUGA	DETTIN	24	40.695	976.6875983	
SECADO	SECADOR R.F.	STRAYFIELD	234	40.695	976.6875983	
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOPA	1	10.1	243.0	
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOPA	2	10.1	243.0	
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOPA	3	10.1	243.0	
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOPA	4	10.1	243.0	
				Producción diaria	868.204 kg	
				Producción diaria	86.820 lotes	
				Tiempo de ciclo	16.586 min/lote	

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO SUPERVISION						
	# bobinas/ lote	10				
#	Actividad	T obs (s)	Unidad de medición (UM)	# lotes x grupo	Tiempo por lote (s)	Datos de capacidades
1	Pasar hilo y activar máquina	4.90	Lote	1.00	4.900	
2	Extracción de madeja1 (rechazo)	46.43	Lote	1.00	46.430	
12	Ajuste	11.20	Lote	1.00	11.200	Portabobinas (suavizado-autoclave) 180 bobinas/ portabobina
13	Desechar madeja1	2.80	Lote	1.00	2.800	Envío de muestras (Secado-Mini-horno) 6 Lotes/ envío
14	Pasar hilo y activar máquina	4.90	Lote	1.00	4.900	Mini-horno (para muestras) 12 Lotes/ minihorno
15	Extracción de madeja2 (muestra1)	46.43	Lote	1.00	46.430	Capacidad de extracción de madeja para superv. 5 Lotes/ grupo
16	Ajuste	11.20	Lote	1.00	11.200	Coche anterior (autoclave-centrifugado) 98 bobinas/ coche
17	Pasar hilo y activar máquina	4.90	Lote	1.00	4.900	Coche nuevo (autoclave-centrifugado) 70 bobinas/ coche
18	Extracción de madeja3 (muestra2)	46.43	Lote	1.00	46.430	Capacidad de centrifugado 32 bobinas/ centrifugadora
19	Ajuste	11.20	Lote	1.00	11.200	Envío de bobinas (centrifugado-secado) 6 bobinas/ envío
20	Colocar en espera	3.00	Lote	1.00	3.000	Horno secador 84 bobinas/ horno
21	Sacudida con varilla	8.00	Lote	1.00	8.000	Coche CC 42 lotes/coche
22	T4: Extracción de muestra-Minihorno	15.5	Grupo de muestras	6	2.583	Envío de conos para CC (de acabado a CC1) 28 conos/ envío
23	Colocación de las muestras en el horno (12 m/ horno)	6	Grupo de muestras	12.00	0.500	Longitud cono CC 500 yarda
24	Secado en minihorno	600	Grupo de muestras	12.00	50.000	Longitud bobina 35000 yarda
25	T5: Minihorno-Parafinado	30.2	Grupo de muestras	6.00	5.033	Coche (secado-acabado) 120 bobinas/ coche
26	Colocación de muestra	14	Lote	1.00	14.000	Paquetes de conos 72 conos/ paquete
27	Acomodo, corte y encaje	22	Lote	1.00	22.000	Paletas de paquetes de conos 40 paquetes/ paleta
28	Formación de cono	40	Grupo de muestras	6.00	6.667	Enconadoras HACOBA 10 bobinas/ Hacoba
29	T6: Parafinado-Extracción de madeja	30.2	Grupo de muestras	6.00	5.033	#HACOBA 4
30	Colocación y extracción de madeja parafinada (5 max)	59	Grupo de muestras	5.00	11.800	Peso de cono PT 140 gr
29	T7: Extracción de madeja- Supervisión	2.775	Grupo de muestras	5.00	0.555	Peso de bobina 1 kg
31	Engrapado de madeja	3	Lote	1.00	3.000	Capacidad de quemadores 12 quemadores/ cocina
32	Verificación (con patron y muestra no parafinada)	70	Lote	1.00	70.000	
33	Archivar muestras	22.4	Lote	1.00	22.400	
34	Generación de ticket de aprobación	8	Lote	1.00	8.000	
35	T8: Supervisión-Autoclaves	30.2	Grupo de muestras	6.00	5.033	
36	Colocación de ticket en bobina y comunicación	5.52	Lote	1.00	5.517	
37	Colocación de bobinas en portabobinas	0.47	Lote	1.00	0.467	
	TIEMPO REAL (s)	1160.65	TIEMPO DE CICLO (s)		433.978	
	TIEMPO REAL (min)	19.344	TIEMPO DE CICLO (min)		7.233	

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN CENTRIFUGADO						
		Carga	0.833	min		
		Centrifugado	6.333	min		
		Descarga	0.700	min		
		Tiempo total-Centrífuga	7.867	min		
		# de corridas disponibles	183			
Tamaño de lote		10 bobinas/lote				
ETAPA	MAQUINA	MARCA	CODIGO	CAPACIDAD	% EXPLOTACION	PROD REAL DIARIA (BOBINAS)
CENTRIFUGADO	CENTRIFUGA	DETTIN	24	32	100%	5856
				Producción diaria		5856 bobinas
				Producción diaria		585 lotes
				Tiempo de ciclo		2.462 min/lote
				%rechazo		10%
				Producción diaria S/rechazo		526 lotes
				Tiempo de ciclo		2.738 min/lote
Consideraciones:						
*Indiferente del tipo de color						
*Se comienza con el cálculo del número de corridas						
*El cálculo de la producción diaria es primero en bobinas (número entero) y por autoclave						
*El % de explotación es dato de los planes de marcha						
*Se obtiene entonces al final la producción diaria y el tiempo de ciclo por lote						
*Finalmente se hace un cálculo similar pero considerándose los rechazos						

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN SECADO						
		Carga	0.700	min		
		Centrifugado	42.217	min		
		Descarga	4.000	min		
		Tiempo total-Secador	46.917	min		
		# de corridas disponibles	30			
Tamaño de lote		10 bobinas/lote				
ETAPA	MAQUINA	MARCA	CODIGO	CAPACIDAD	% EXPLOTACION	PROD REAL DIARIA (BOBINAS)
SECADO	SECADOR R.F.	STRAYFIELD	234	84	100%	2520
				Producción diaria		2520 bobinas
				Producción diaria		252 lotes
				Tiempo de ciclo		5.714 min/lote
				%rechazo		10%
				Producción diaria S/rechazo		226 lotes
				Tiempo de ciclo		6.372 min/lote
Consideraciones:						
*Indiferente del tipo de color						
*Se comienza con el cálculo del número de corridas						
*El cálculo de la producción diaria es primero en bobinas (número entero) y por autoclave						
*El % de explotación es dato de los planes de marcha						
*Se obtiene entonces al final la producción diaria y el tiempo de ciclo por lote						
*Finalmente se hace un cálculo similar pero considerándose los rechazos						

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO - CONTROL DE CALIDAD									
# bobinas/ lote		10							
#	Actividades	T obs (s)	Unidad de medición (UM)	# lotes x grupo	Tiempo por lote (s)	Datos de capacidades			
1	Colocación de bobina y pase por compartimientos	24.00	Lote	1.00	24.000				
2	Enconado (maquina)	21.00	Capacidad Hacoba	1.50	14.000				
3	Colocación de ticket	15.00	Lote	1.00	15.000	Portabobinas (suavizado-autoclave)	180	bobinas/ portabobina	
4	T12: Acabado-CC1	21.55	Grupo de lotes	28.00	0.769	Envío de muestras (Secado-Mini-horno)	6	lotes/ envío	
5	Colocación para madeja	7.70	Lote	1.00	7.700	Mini-horno (para muestras)	12	lotes/ minihorno	
6	Extracción de madeja 1 (máquina)	35.00	Lote	1.00	35.000	Capacidad de extracción de madeja para superv.	5	lotes/ grupo	
7	Sacar madeja 1	14.00	Lote	1.00	14.000	Coche anterior (autoclave-centrifugado)	98	bobinas/ coche	
8	Extracción de madeja 2 (máquina)	35.00	Lote	1.00	35.000	Coche nuevo (autoclave-centrifugado)	70	bobinas/ coche	
9	Sacar madeja 2	14.00	Lote	1.00	14.000	Capacidad de centrifugado	32	bobinas/ centrifugadora	
10	Prueba de Tonalidad	119.00	Lote	1.00	119.000	Envío de bobinas (centrifugado-secado)	6	bobinas/ envío	
11	T13: CC1-CC2	24.49	Grupo de bobinas	28.00	0.875	Horno secador	84	bobinas/ horno	
12	Lavado de recipientes y llenado con agua	100.00	Lote	1.00	100.000	Coche CC	42	lotes/coche	
13	Echado de jabón líquido	28.00	Lote	1.00	28.000	Envío de conos para CC (de acabado a CC1)	28	conos/ envío	
14	Pesado y echado de carbonato de sodio	56.00	Lote	1.00	56.000	Longitud cono CC	500	yarda	
15	Calentamiento (hasta 60°C)	640.00	Lote	12.00	53.333	Longitud bobina	35000	yarda	
16	Preparación para uniformización de mezcla	60.00	Capacidad quemadores	12.00	5.000	Coche (secado-acabado)	120	bobinas/ coche	
17	Faltante de uniformiz de mezcla (30' despues del #16)	1740.00	Capacidad quemadores	12.00	145.000	Paquetes de conos	72	conos/ paquete	
18	Prueba de Solidez	60.00	Lote	1.00	60.000	Paletas de paquetes de conos	40	paquetes/ paleta	
19	T14: CC2 a CC1	24.49	Grupo de bobinas	2.33	10.496	Enconadoras MAQUINA DE IGUALACION	15	bobinas/ Hacoba	
20	Faltante de enconado (120' despues del #2)	4205.77	Capacidad Hacoba	15.00	280.385	#MAQUINA DE IGUALACION	1		
21	Prueba de Igualación/ Veteado	180.00	Lote	1.00	180.000	Peso de cono PT	140	gr	
22	T15: CC1-Secado	12.30	Grupo de bobinas	2.33	5.273	Peso de bobina	1	kg	
TIEMPO REAL (s)		7437.30	TIEMPO CICLO (s)		1202.83	Capacidad de quemadores	12	quemadores/ cocina	
TIEMPO REAL (min)		123.96	TIEMPO CICLO (min)		20.05				

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN SECADO						
		Carga	0.056	min		
		Formación	3.667	min		Peso de cono 140 g
		Descarga	0.009	min		
		Tiempo total-Hacoba	3.731	min		Peso de bobina 1000 g
		# de corridas disponibles	385			
Tamaño de lote	10 bobinas/lote					
ETAPA	MAQUINA	MARCA	CODIGO	CAPACIDAD	% EXPLOTACION	PROD REAL DIARIA (CONOS)
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOBA	1	12	100%	4620
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOBA	2	12	100%	4620
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOBA	3	12	100%	4620
ENCONADO PRES	BOBINADORA	HACOBA	4	12	100%	4620
					Producción diaria	18480 conos
					Producción diaria	2587 bobinas
					Producción diaria	258 lotes
					Tiempo de ciclo	5.581 min/lote
					%rechazo	10%
					Producción diaria S/rechazo	232 lotes
					Tiempo de ciclo	6.207 min/lote

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN AUTOCLAVES						
		Carga		h		
		Teñido	1.500	h		
		Descarga		h		
		Tiempo total-autoclave	1.500	h		
		# de corridas disponibles	16			
Tamaño de lote	10 bobinas/lote					
ETAPA	MAQUINA	MARCA	CODIGO	CAPACIDAD	% EXPLOTACION	PROD REAL DIARIA (BOBINAS)
PREPARACION AUT. TINTURA		OBERMAIER	206	500	12%	930
PREPARACION AUT. TINTURA		KRANTZ	205	300	12%	568
PREPARACION AUT. TINTURA		KRANTZ	204	200	12%	372
					Producción diaria	1860 bobinas
					Producción diaria	186 lotes
					Tiempo de ciclo	7.742 min/lote
					%rechazo	10%
					Producción diaria S/rechazo	167 lotes
					Tiempo de ciclo	8.623 min/lote
Consideraciones:						
*Se trabaja un solo tipo de color diario						
*Se comienza con el cálculo del número de corridas de autoclaves						
*Se asume que cualquier máquina demora el mismo tiempo (promedio) de acuerdo al tipo de color.						
*El cálculo de la producción diaria es primero en bobinas (número entero) y por autoclave						
*El % de explotación es dato de los planes de marcha						
*Los % de explotación=0 se dan debido a que el autoclave no puede trabajar dicho color						
*El cálculo final de la producción en lotes es el acumulado de todos los autoclaves entre el tamaño de lote considerado						
*Se obtiene entonces al final la producción diaria y el tiempo de ciclo por lote (del acumulado)						
*Finalmente se hace un cálculo similar pero considerándose los rechazos						

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO - EMPACADO			
ENCONADO	INICIO	FIN	DURACIÓN
Traen bobinas en árboles	07:10	07:20	10 MIN
Limpieza y preparación de Hacobba 1	07:20	07:25	5 MIN
Revisión y programación H1	07:25	07:35	10 MIN
Inicio de producción H1	07:35		
Tiempo de enconado			3 MIN 40 SEG
Inicio de producción H2	07:40		
			CAMBIO DE BOBINA
			1 MIN
EMBOLSADO	DURACIÓN		
Transporte	1	/coche	0.008 /cono
Recolección de bobinas x bandeja	1	/bandeja	0.100 /cono
Transporte	0.5	/coche	0.004 /cono
Llenado de hoja rosada	1	/coche	0.008 /cono
Embolsado x cono	0.06666667	/cono	0.067 /cono
Embolsado (72 conos)	3.6	/paquete	0.050 /cono
Colocar paquete de conos en paleta	0.18566667	/paleta	0.0005 /cono
			0.238 min/cono
Capacidades	12	bandejas/coche	
Capacidades	10	cono/bandeja	
Capacidades	72	cono/paquete	
Peso de cono	140	g	
Peso de bobina	1000	g	
Capacidades	40	paquetes/paleta	
		Lote	10 bobinas
		Capac	48 bobinas
		Embolsado	1.666 min/bobina
		Embolsado	16.657 min/lote
		#op	2
		tcy	8.33

SALEN 7 CONOSX BOBINA

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO - DESPACHO			
T ciclo			
	Despacho y t	147.169	s/paquete
	Despacho y t	2.45281667	min/paquete
	Despacho y t	0.0340669	min/cono
	Despacho y t	0.24333499	min/bobina
	Despacho y t	2.43 min/lote	
Tiempo de operación			
	Despacho y t	399.07	s/lote
	Despacho y t	6.65 min/lote	

ANEXO 4: VSM PROPUESTO. CÁLCULO DE TIEMPOS DE CICLO- ACTIVIDADES DE MEJORA

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN AUTOCLAVES							
		Carga	0.058	h			
		Teñido	1.583	h	Color tipo A		
		Descarga	0.037	h			
		Tiempo total-autoclave	1.679	h			
		# de corridas disponibles	14				
Tamaño de lote	10 bobinas/lote						
ETAPA	MAQUINA	MARCA	CODIGO	CAPACIDAD (KG)	% EXPLOTACION	TIEMPO REQ POR LOTE (h)	PRODUCCION (LOTES/DIA)
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	220	8	56%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	221	8	69%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	GALVANIN	222	8	65%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	226	8	83%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	227	8	85%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	228	8	84%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES-ECCO	229	8	79%	3.357	7
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	223	12	4%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	224	12	7%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBEM	225	12	5%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THEN	203	9	0%	3.357	0
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	201	12	92%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	OBERMAIER	202	40	74%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	212	20	77%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	230	20	72%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	THIES	207	28	0%	1.679	0
TEÑIDO	AUT. TINTURA	CUBOTEX	208	50	13%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	CUBOTEX	211	114	3%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	LORIS BELLINI	213	45	40%	1.679	14
TEÑIDO	AUT. TINTURA	LORIS BELLINI	214	100	27%	1.679	14
					Producción diaria		203 lotes
					Tiempo de ciclo		7.094 min/lote

DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO - CONTROL DE CALIDAD									
# bobinas/ lote		10							
#	Actividades	T obs (s)	Unidad de medición (UM)	# lotes x grupo	Tiempo por lote (s)	Datos de capacidades			
1	Colocación de bobina y pase por compartimientos	24.00	Lote	1.00	24.000				
2	Enconado (maquina)	21.00	Capacidad Hacoba	4.80	4.375				
3	Colocación de ticket	15.00	Lote	1.00	15.000	Portabobinas (suavizado-autoclave)	180	bobinas/ portabobina	
4	T12: Acabado-CC1	21.55	Grupo de lotes	28.00	0.769	Envío de muestras (Secado-Mini-horno)	6	Lotes/ envío	
5	Colocación para madeja	7.70	Lote	1.00	7.700	Mini-horno (para muestras)	12	Lotes/ minihorno	
6	Extracción de madeja 1 (máquina)	35.00	Lote	1.00	35.000	Capacidad de extracción de madeja para superv.	5	Lotes/ grupo	
7	Sacar madeja 1	14.00	Lote	1.00	14.000	Coche anterior (autoclave-centrifugado)	98	bobinas/ coche	
8	Extracción de madeja 2 (máquina)	35.00	Lote	1.00	35.000	Coche nuevo (autoclave-centrifugado)	70	bobinas/ coche	
9	Sacar madeja 2	14.00	Lote	1.00	14.000	Capacidad de centrifugado	32	bobinas/ centrifugadora	
10	Prueba de Tonalidad	119.00	Lote	1.00	119.000	Envío de bobinas (centrifugado-secado)	6	bobinas/ envío	
11	T13: CC1-CC2	24.49	Grupo de bobinas	28.00	0.875	Horno secador	84	bobinas/ horno	
12	Lavado de recipientes y llenado con agua	100.00	Lote	1.00	100.000	Coche CC	42	lotes/coche	
13	Echado de jabón líquido	28.00	Lote	1.00	28.000	Envío de conos para CC (de acabado a CC1)	28	conos/ envío	
14	Pesado y echado de carbonato de sodio	56.00	Lote	1.00	56.000	Longitud cono CC	500	yarda	
15	Calentamiento (hasta 60°C)	640.00	Lote	12.00	53.333	Longitud bobina	35000	yarda	
16	Preparación para uniformización de mezcla	60.00	Capacidad quemadores	12.00	5.000	Coche (secado-acabado)	120	bobinas/ coche	
17	T14: CC2 a Acabado	47.00	Grupo de bobinas	2.33	20.143	Paquetes de conos	72	conos/ paquete	
18	Faltante de enconado (25' despues del #2)	283.26	Capacidad Hacoba	4.80	59.013	Paletas de paquetes de conos	40	paquetes/ paleta	
19	Prueba de Veteado	180.00	Lote	1.00	180.000	Enconadoras HACOBA	12	bobinas/ Hacoba	
20	Faltante de uniformiz de mezcla (30' despues del #16)	1289.74	Capacidad quemadores	12.00	107.478	#HACOBA	4		
21	Prueba de Solidez	60.00	Lote	1.00	60.000	Peso de cono PT	140	gr	
22	T15: Acabado-Secado	33.85	Grupo de bobinas	2.33	14.506	Peso de bobina	1	kg	
TIEMPO REAL (s)		3108.58	TIEMPO CICLO (s)		953.19	Capacidad de quemadores	12	quemadores/ codna	
TIEMPO REAL (min)		51.81	TIEMPO CICLO (min)		15.89				