



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

**ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO
HERRAMIENTA DE OPTIMIZACIÓN EN LÍNEAS DE ENSAMBLE DE
CAMISAS EN UNA PLANTA DE CONFECCIÓN**

Diego Alejandro Muñoz Aliaga

Asesorado por el Ingeniero Herman Biceldo Quezada Elías

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO
HERRAMIENTA DE OPTIMIZACIÓN EN LÍNEAS DE ENSAMBLE DE
CAMISAS EN UNA PLANTA DE CONFECCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIEGO ALEJANDRO MUÑOZ ALIAGA

ASESORADO POR EL ING. HERMAN BICELDO QUEZADA ELÍAS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS NUESTRO SEÑOR** Por ser el norte que guía mi existencia, mi Padre Celestial y Señor y Salvador de mi vida.
- MI ESPOSA** Ana María, te agradezco por acompañarme durante mis estudios y animarme a cerrar con pie derecho.
- MIS PADRES** José y Verónica Muñoz, gracias por darme la oportunidad de estudiar y criarme en el camino correcto.
- MIS HERMANOS** Héctor, Rodrigo y Rut, gracias por su compañerismo, son un regalo de Dios a mi vida.
- MIS AMIGOS** Gracias por acompañarme en los años de estudio y alegrar mi vida en los momentos más difíciles.
- MI ASESOR** Ing. Herman Biceldo Quezada Elías, gracias por su paciencia y ayuda y por dedicar de su tiempo para este trabajo de graduación.
- MI FAMILIA EN GENERAL** Abuelas, tíos, tías, suegros, familia política, gracias por ser parte de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Antecedentes históricos de la empresa	1
1.2 La industria de confección	2
1.2.1 Estructura de la industria de confección	2
1.2.2 Sectores de la industria de confección	6
1.2.3 Tipos de productos y organización	9
1.3 Organización de una planta de confección	12
1.3.1 Departamento de Diseño	13
1.3.2 Departamento de Compras	19
1.3.3 Departamento de Producción	23
1.3.4 Departamento de Operaciones	28
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	33
2.1 Descripción y características del producto	33
2.2 Descripción de la materia prima	35
2.3 Descripción del mercado	37
2.4 Descripción del proceso	40
2.5 Descripción del equipo principal	43
2.6 Descripción del equipo auxiliar	53

2.7 Situación actual de línea de camisa Oxford	55
2.7.1 Diagrama de operaciones actual	55
2.7.2 Diagrama de flujo actual	58
2.7.3 Diagrama de recorrido actual	61
2.7.4 Métodos de trabajo actuales	63
2.8 Situación actual de línea de camisa Polo	66
2.8.1 Diagrama de operaciones actual	66
2.8.2 Diagrama de flujo actual	66
2.8.3 Diagrama de recorrido actual	69
2.8.4 Métodos de trabajo actuales	69
3. PROPUESTA DE MEJORA DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN	71
3.1 Línea de camisa Oxford	71
3.1.1 Descripción de áreas y métodos de trabajo	71
3.1.1.1 Diagrama de operaciones propuesto	71
3.1.1.2 Diagrama de flujo propuesto	73
3.1.1.3 Diagrama de recorrido propuesto	75
3.1.1.4 Métodos de trabajo propuestos	77
3.1.2 Balance de líneas	79
3.1.3 Análisis de cambios de estilo	82
3.1.4 Control de tiempo muerto	88
3.1.5 Control de producto terminado	92
3.2 Línea de camisa Polo	94
3.2.1 Descripción de áreas y métodos de trabajo	94
3.2.1.1 Diagrama de operaciones propuesto	94
3.2.1.2 Diagrama de flujo propuesto	96
3.2.1.3 Diagrama de recorrido propuesto	98

3.2.1.4	Métodos de trabajo propuestos	99
3.2.2	Balance de líneas	102
3.2.3	Análisis de cambios de estilo	104
3.2.4	Control de tiempo muerto	109
3.2.5	Control de producto terminado	112
4.	EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS AL MÉTODO	115
4.1	Personas involucradas en el método actual	115
4.2	Personas involucradas en el método propuesto	117
4.3	Forma de implementar el nuevo método	120
4.4	Resultados esperados	123
4.5	Retroalimentación al sistema	124
4.6	Valor agregado al sistema	127
5.	SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA	131
5.1	Naturaleza de necesidades de análisis de operaciones	131
5.2	Necesidad del departamento de Ingeniería	133
5.3	Estructura administrativa propuesta	135
5.4	Funciones y jerarquía del departamento	137
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES	143
	BIBLIOGRAFÍA	145
	ANEXOS	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	DOP camisa Oxford de manga larga método actual	56
2	DFP camisa Oxford manga larga método actual	60
3	DRP camisa Oxford manga larga método actual	62
4	Bimanual despite camisa Oxford método actual	65
5	DOP camisa Polo método actual	67
6	DFP camisa Polo método actual	68
7	DRP camisa Polo método actual	70
8	Diagrama de operaciones propuesto	72
9	Diagrama de flujo propuesto de camisa Oxford	74
10	DRP propuesto camisa Oxford	76
11	Diagrama bimanual propuesto despite	79
12	DOP propuesto camisa Polo	95
13	DFP propuesto camisa Polo	97
14	DRP Polo propuesto	99
15	Diagrama bimanual propuesto	100
16	Organigrama propuesto Departamento de Ingeniería	135

TABLAS

I	Distribución de fábricas de acuerdo con el número de empleados	2
II	Distribución de empleados, de acuerdo con el tipo de fábrica	3
III	Distribución de empleados y fábricas	3
IV	Descripción de materia prima necesaria para fabricar una	36

	camisa polo	
V	Resumen de maquinaria de Moda Colegial, S.A.	50
VI	Resumen de máquinas utilizadas en cada línea de producción	51
VII	Distribución de maquinaria en líneas de producción	52
VIII	Cuadro resumen DOP camisa Oxford	73
IX	Cuadro resumen diagrama de flujo propuesto camisa Oxford	75
X	Estudio de GSD para el despiste de la camisa	78
XI	Balance de líneas propuesto camisa Oxford	80
XII	Análisis de línea Oxford	81
XIII	Estudio de tiempos blusa 1507	84
XIV	Estudio de tiempos blusa 1507	85
XV	Cuadro comparativo de aprendizaje	86
XVI	Resumen de cambio de estilo blusa 1507	87
XVII	Estudio de tiempo muerto original Oxford	90
XVIII	Estudio de tiempo muerto propuesto	91
XIX	Resumen de mejoras propuestas Oxford	93
XX	Resumen de mejoras a diagramas de operaciones	98
XXI	Análisis de tiempos predeterminados GSD	101
XXII	Balance de líneas para camisa Polo	103
XXIII	Análisis final de balance de líneas	104
XXIV	Estudio de tiempos para análisis de cambios de estilo (1)	106
XXV	Estudio de tiempos para análisis de cambios de estilo (2)	107
XXVI	Resumen y comparación de cambios de estilo camisa Polo	108
XXVII	Estudio de control de tiempo muerto actual camisa Polo	110
XXVIII	Estudio de control de tiempo muerto propuesto camisa Polo	111
XXIX	Resumen de propuestas de línea Polo	113
XXX	Análisis de ahorros métodos actual y propuesto	123

XXXI	Análisis de ahorros métodos actual y propuesto	124
XXXII	Resumen ahorros	124
XXXIII	Resumen de productividad agregada línea Oxford (camisa manga corta)	128
XXXIV	Resumen de productividad agregada línea Polo (camisa Polo manga corta)	129

GLOSARIO

- Atraque:** En el presente trabajo el término se aplica para referirse a la máquina de atraque.
- Botón:** En el presente trabajo, el término se aplica para referirse a la máquina de coser botones
- Bies:** Refuerzo que se coloca en los hombros de algunos tipos de camisas y playeras, así como algunas blusas. Se cose en máquinas overlock con aditamentos especiales.
- Canesú:** En camisas de vestir y blusas de vestir, se refiere a la pieza de la prenda que cubre los hombros en la parte trasera de la prenda.
- Collaretera:** Máquina de confección que en el anverso de la pieza realiza una puntada doble recta, y en el reverso de la pieza realiza una puntada de collarete.
- Delantera:** En general, se refiere a la parte delantera de una prenda de vestir
- Despitar:** El despite es una operación común a todos los estilos producidos en un proceso de confección, y consiste en eliminar los restos de hilos que quedaron en la prenda después de que la misma se ha completado.

Entretela:	Conocida también como “refuerzo”, tela sintética que se utiliza para reforzar algunas partes de una pieza, como por ejemplo el cuello en una camisa Oxford
Fusionadora:	Máquina que aplica calor y es utilizada para unir tela con refuerzo, así también como para planchar ciertas piezas.
Manual, operario(a):	Se refiere a los (las) operarios(as) que no operan máquinas de confección, sino que realizan operaciones manuales, como planchar, clasificar, despitar y otras.
Meta:	En un proceso productivo, se refiere a la cantidad mínima que se espera que se produzca en una línea de producción al final de la jornada ordinaria.
Multiaguja:	Conocida también como pretinadora, máquina que se utiliza en operaciones como colocar elástico, coser pretina y en algunos casos placket.
Ojal, máquina de:	Máquina semiautomática que cose ojales para botones en las prendas de vestir
Overlock (over):	Máquina de confección que se utiliza principalmente para unir piezas; puede ser de tres o cinco hilos.
Oxford:	Término que en el presente trabajo se refiere a las prendas y estilos producidos en la línea que tiene este nombre, como camisa de vestir de manga larga y corta, blusas de diferentes estilos, etc.

Placket:	Parte de una camisa en la cual se encuentran los ojales para abotonar la misma.
Placket e.s.:	Conocida también como placketera, máquina especial que cose automáticamente el placket en una camisa polo. Es operada por una operaria manual.
Plana 1 aguja:	Máquina de confección que tiene una puntada recta y uniforme.
Plana 2 agujas:	Máquina de confección que tiene dos puntadas de máquina plana, al utilizar dos agujas simultáneamente.
Polo:	Término que se aplica a la línea que tiene este nombre y que produce camisas polo de manga larga y corta, playeras, etc.
Rib:	Tipo de tela elástica utilizada para hacer los puños de camisas polo, los cuellos de playeras y otras costuras elásticas.
Ruedo:	En el presente trabajo se aplica el término para referirse a la máquina de ruedo invisible.
Sobrehilar:	Entre los operarios, esta acción se conoce como “limpiar” y generalmente es una operación en la que se eliminan rebabas en una pieza por medio de una máquina overlock que puede bien tener hilos o solamente utilizar su acción de corte.

Tiempo muerto: Se refiere al tiempo en el cual una máquina permanece inactiva. Para el caso de operarios, el término utilizado es “tiempo de ocio”.

Trasera: En general, se refiere a la parte trasera de una prenda de vestir.

RESUMEN

En el capítulo uno se hace una referencia histórica de los antecedentes de la industria de la confección en Guatemala, así como de la empresa en estudio. Además, se hará una reseña bibliográfica de la organización de una planta de confección industrial y los departamentos que la componen.

En el capítulo dos se hace una descripción del producto a analizar, sus características y particularidades, así también como de la materia prima utilizada en la elaboración de dicho producto. También se describe el mercado objetivo del producto a analizar. Se describe el proceso de una manera global, haciendo referencia al proceso productivo de las líneas en estudio. Se describe la maquinaria utilizada para la producción, así como el equipo auxiliar utilizado para el proceso. Luego se hace una descripción de la situación actual de las dos líneas de producción que se analizan en el trabajo: la línea de camisa Oxford y la línea de camisa Polo.

En el capítulo tres se analizan dos líneas de producción de la planta en estudio: la línea de producción de camisa Oxford y la línea de camiseta tipo polo. Para cada una de éstas líneas se presentan los respectivos diagramas de operaciones, flujo y recorrido y diagramas bimanuales propuestos. Se muestra un estudio de tiempos con cronómetro para luego realizar un balanceo en estas líneas, eliminando traslados innecesarios y logrando que el flujo de producción sea constante. Se hace también un análisis del impacto de los cambios de estilo en la eficiencia de las líneas, un control del tiempo muerto en las líneas de producción, así como del producto terminado. Asimismo se proponen métodos mejorados que permitirán mejorar la eficiencia en las líneas de producción.

En el capítulo cuatro se hace un resumen del personal involucrado en el método actual de proceso, comparándolo con el método proceso, haciendo un análisis de costos y de retorno de la inversión, así como maneras de implementar el nuevo método en las líneas de trabajo, un análisis de los resultados esperados, retroalimentación y valor agregado al producto y al proceso.

En el capítulo cinco se evalúa la naturaleza de los problemas relacionados con el análisis de operaciones y métodos en la industria de la confección, haciendo hincapié en la necesidad que existe de un departamento de Ingeniería para llevar a cabo las funciones de realización de estudios de métodos, tiempos y movimientos; así como otras funciones asignables a este departamento, su estructura administrativa propuesta y jerarquía dentro de la estructura administrativa de la empresa. Finalmente, se comenta acerca de aspectos que se consideran relevantes en las conclusiones del trabajo de graduación.

OBJETIVOS

GENERAL

- Elaborar un estudio de tiempos y movimientos como herramienta de optimización en las líneas de ensamble de camisa Polo y camisa Oxford, en una planta de confección.

ESPECÍFICOS

1. Describir las características de los productos a analizar, así como de los procesos que llevan y del mercado objetivo de dichos productos.
2. Describir los diferentes procesos de producción a través de herramientas como los distintos diagramas de operación, de flujo, de recorrido y bimanual.
3. Analizar a través de los diagramas las operaciones de la empresa en busca de mejoras al proceso y métodos de trabajo.
4. Diseñar métodos propuestos que permitan mejorar la eficiencia de las líneas de producción.
5. Comparar el método inicial con el método propuesto y juzgar la conveniencia de la aplicación del nuevo método en los diferentes procesos productivos.

6. Evaluar la forma de implementar los nuevos métodos al proceso productivo.
7. Analizar la influencia de los cambios de estilo en las distintas líneas de producción y discutir dicha influencia en relación con la productividad de la empresa.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación consistirá en analizar las operaciones de dos líneas de producción de una empresa de confección. Esta empresa se dedica a la confección de uniformes escolares, tanto para el mercado nacional, como para la exportación, contando en la actualidad con seis líneas principales de producción, a saber: pantalón, línea deportiva, camisa Oxford, jacket, línea de Suno (que incluye faldas cuadriculadas, jumpers, etc.) y camisa tipo polo. Se hará un análisis de dos de dichas líneas, a saber: camisa Oxford y camisa polo.

El mismo estará dividido en tres secciones principales. La primera describirá las características generales del producto exponiendo brevemente los antecedentes históricos, la descripción del producto, la materia prima y el mercado. Luego se describirán las características del proceso y del equipo de trabajo. La segunda sección se refiere propiamente al análisis de operaciones de producción, con sus respectivos diagramas de operaciones, flujo y recorrido y diagramas bimanuales. Se describen las distintas áreas y los métodos de producción. Se hará un estudio y balance de líneas, así como un análisis de los cambios de producto, control de tiempo muerto y de producto terminado. Finalmente, la tercera sección hará referencia a las distintas mejoras propuestas a los métodos de trabajo y a la implementación de los nuevos métodos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Antecedentes históricos de la empresa

La empresa Moda Colegial, S.A. inicialmente estuvo operando en Estados Unidos bajo el nombre de SUNSHINE SCHOOL UNIFORMS. Más adelante se planificó abrir una planta de producción en Guatemala; durante esta fase de planificación, la empresa estuvo ubicada en una oficina del Colegio Lehnsen Las Américas; en ese lugar se planificó todo lo relacionado con el inicio de operaciones.

La empresa inició operaciones el 20 de septiembre de 1998 en el local en el que se encuentra actualmente, ubicado en la 25 avenida "B" 53-23 zona 12, colonia Morse en la ciudad de Guatemala. La producción comenzó con solamente cuatro máquinas, pero con miras a crecimiento.

Actualmente la empresa cuenta con un volumen de producción de 3,100 prendas diarias y cuenta con un 20% de clientes nacionales, mientras que el 80% de la producción está destinada al mercado de exportación.

La empresa cuenta con 175 personas en el área de producción y actualmente se planifica abrir una línea más, para lo cual se contratarán 35 operadores más. En la actualidad se cuenta con seis líneas de producción. En el área administrativa cuenta con 25 empleados.

1.2 La industria de la confección

1.2.1 Estructura de la industria de la confección

1.2.1.1 Estructura dimensional

El ingreso a la industria de la confección siempre ha sido fácil, ya que se requieren de relativamente poco capital para comprar maquinaria y la materia prima necesaria. Durante el siglo pasado la industria ha estado dominada por una herramienta sencilla, barata y de larga duración: la máquina de coser convencional, y esto no solamente facilita el ingreso a la industria sino que virtualmente dicta su estructura. Esto queda ampliamente demostrado por el gran número de pequeñas fábricas existentes dentro de la industria.

Una encuesta realizada en 1971 sobre la industria de la confección dentro de la comunidad económica europea (CEE) mostró la preponderancia de las fábricas pequeñas. Durante esa época, el número total de personas empleadas por las industrias de confección europeas era de 1,608,500 personas, distribuidas en 26,500 fábricas, con la distribución mostrada en la tabla I

Tabla I. Distribución de fábricas de acuerdo con el número de empleados

Empleados	Fábricas
1-25	11,660
26-50	8,480
51-100	3,630
Más de 100	2,730

Las pequeñas fábricas que emplean a hasta 25 personas representaban el 44 % del número total de fábricas en la industria, y en sí mismas estas pequeñas fábricas representaban un porcentaje sustancial del total de producción de ropa, especialmente en lo referente a mercadería de moda. Sin embargo, la mayor parte de la producción de ropa, coincidiendo con el número de empleados, se concentraba en las fábricas de más de 100 empleados, como se muestra en la tabla II.

Tabla II. Distribución de empleados, de acuerdo con el tipo de fábrica.

Empleados	Total de empleados
1-25	212,323
26-50	294,355
51-100	310,440
Más de 100	791,382

De acuerdo con esta tabla, cerca del 50 % de las personas trabajando en la industria de confección europea estaban empleados en fábricas grandes de más de 100 empleados. La estructura total de la industria de confección europea a la fecha de realización de la encuesta era como se muestra en la tabla III

Tabla III. Distribución de empleados y fábricas.

Número de fábricas	Promedio de empleados
110,660	18
8,480	34
3,330	85
2,730	290

Desafortunadamente existe muy poca información disponible respecto al tamaño y estructura de industrias de confección en otros lugares, pero por lo que se sabe, la estructura de 1971 de la CEE se ha mantenido básicamente sin cambios y es un caso típico de la situación en otras partes del mundo.

1.2.1.2 Estructura de manufactura

La industria de confección produce una gran variedad de tipos de prendas que van desde prendas de trabajo a especialidades, y la producción en sí misma puede realizarse en una de dos formas de organización: productores o subcontratistas

1.2.1.2.1 Productores

Este tipo de organización, que es responsable de todas las etapas de la producción de prendas, desde el diseño y ventas hasta la producción y entregas a los clientes. La fortaleza de este tipo de organización descansa en el diseño y habilidades de mercadeo, así como la habilidad para:

- Anticipar o seguir de cerca los cambios en la moda;
- Anticipar posibles fluctuaciones en el nivel de demanda;
- Financiar la operación del negocio.

1.2.1.2.2 Subcontratistas

Es la forma de trabajo de la mayoría de fábricas pequeñas dentro de la industria de la confección, y existen debido a que producen piezas de calidad aceptable a precios competitivos con tiempos de entrega cortos. El precio del contratista no solamente debe ser competitivo con respecto al de otros subcontratistas,

sino que además debe ser lo suficientemente bajo para que sea atractivo para el productor fabricarlo a través del subcontratista, y no producirlo por sí mismo. La fortaleza del subcontratista se encuentra en la administración de su fábrica y en el mantenimiento de bajos costos indirectos de fabricación. Adicionalmente debe:

- Mantener continuidad de producción
- Asegurarse de que sus clientes sean de buena reputación y financieramente seguros,
- Reconocer y seleccionar las oportunidades más rentables,
- Obtener altos niveles de productividad de su fuerza laboral,
- Utilizar al máximo todos los materiales provistos por el productor.

1.2.1.2.3 Métodos de trabajo

El productor puede producir prendas a través de un subcontratista de varias formas, por ejemplo:

- Corte: El productor puede abastecer al subcontratista con:
 - piezas cortadas listas para coser,
 - Materia prima y patrones impresos,
 - Materia prima y patrones degradados
- Fabricación: Esta es la razón de ser del subcontratista y es el servicio básico que provee.
- Accesorios: El productor puede proveer todos, algunos o ningún accesorio requerido para las prendas.
- Acabados: Normalmente esto se refiere al planchado, inspección final y empaque, y uno o más de estos procesos puede realizarlos el productor o el subcontratista.

- Control de calidad: El productor usualmente opera procedimientos de calidad en proceso e inspección final para asegurar que las prendas producidas por el subcontratista cumplen con las especificaciones.

1.2.2 Sectores de la industria de confección

1.2.2.1 Introducción

El alcance de la industria de la ropa se ha definido como “la manufactura de prendas usadas en el cuerpo, excluyendo las extremidades, es decir: sombreros, guantes, calcetines, calcetas y zapatos.” De acuerdo a esta definición, los sectores principales de la industria son:

- Ropa impermeable,
- Ropa elegante de caballero,
- Ropa elegante de dama,
- Ropa casual y deportiva,
- Camisetas,
- Blusas,
- Vestidos,
- Ropa interior,
- Lencería y pijamas,
- Ropa de niños,
- Ropa de trabajo y uniformes,
- Tejido de punto (de adulto y niño).

La mayoría de estos sectores pueden dividirse en subsectores, dependiendo del grado de especialización requerido y/o de la escala de producción. Generalmente los productores de un sector en particular procurarán expandirse

horizontalmente, con el fin de cubrir el mercado de su producto básico tan ampliamente como sea posible.

Existen algunos traslapes entre sectores de ropa, por ejemplo en camisas de caballero y blusas elegantes para dama se puede dar el caso de que el proceso sea muy similar, e incluso se utilice la misma maquinaria para ambos productos.

Otro tipo de fábrica es la que produce y vende ropa de moda “instantánea” para jóvenes y jovencitas. Usualmente son fábricas más pequeñas y ponen sus manos a cualquier cosa que el mercado demande en cualquier momento particular. Las corridas de producción son cortas, con prendas radicalmente diferentes producidas una después de la otra o a veces simultáneamente. Este tipo de productores son los verdaderos empresarios de la industria de la ropa, ya que deben adivinar correctamente y producir el proceso completo de fabricación de ropa en dos a tres semanas o menos, en lugar de los cuatro a seis meses que tardan la mayoría de productores de gran escala.

La tendencia general es que la demarcación de líneas entre los sectores se vuelva más marcada como resultado de la aplicación cada vez mayor de sistemas costosos de alta tecnología de manufactura. Sin embargo, siempre habrá espacio en el mercado para productores pequeños, versátiles y eficientes junto a los especialistas de producción en masa.

1.2.2.2 Tipos de prendas

Otra clasificación importante y más práctica de las prendas se basa en los siguientes parámetros:

- Variación de estilo: Esta es la extensión por la cual el diseño, fabricación y arreglo de la prenda básica producida varía de estilo en estilo.
- Frecuencia: La razón con que los cambios ocurren, por ejemplo: dos veces a la semana o dos veces al año.

Estos dos factores tienen grandes implicaciones en el tipo de proceso a elegir. Mientras que las piezas básicas que requieran pocos cambios e involucren altos volúmenes permiten altos niveles de ingeniería y estandarización, piezas que varíen grandemente y muchos cambios a intervalos frecuentes requieren de organizaciones de respuesta rápida y un sistema de producción con la máxima flexibilidad y adaptabilidad.

Utilizando estos dos parámetros, las prendas pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

- Productos básicos. Estos productos requieren de un sistema de producción casi continuo y aparte de pequeños cambios ocasionales de color, corte y tela, se mantienen prácticamente sin cambios de año en año. Dos ejemplos son la ropa interior de hombre y la ropa industrial de trabajo, como los overoles y sobretodos de bodega.
- Productos semi-estilizados. Un tipo de prenda básica pero con pequeñas variaciones de estilo en estilo. La tela y colores cambian frecuentemente y las corridas de producción por estilo son considerablemente más cortas que las de productos básicos. Las camisas de hombre son un ejemplo de un producto semi-estilizado donde ocurren pequeñas variaciones que pueden incluir cambios en el color de la tela, patrones, cuello, tipo de bolsillos, largo de mangas y forma de puños.
- Productos estilizados. Están basados en un tipo de prenda pero con cambios substanciales y frecuentes de estilo. La tela y colores varían de

estilo en estilo y las corridas de producción son algo más cortas que las de los productos semi-estilizados. Faldas de mujer, chumpas, vestidos y abrigos son algunos ejemplos.

- Productos de moda. Este tipo de prendas tiene cambios extremos y abruptos en diseño y tela de un estilo a otro. Las corridas de producción son cortas y el tiempo es esencial para explotar demandas repentinas y de corta duración.

1.2.3 Tipos de productos y organización

Cada uno de los cuatro tipos de producto examinados en la sección anterior requiere una combinación particular de organización y capacidades de producción para su manufactura. La diferencia esencial entre cada combinación está basada en el tiempo.

El tiempo influencia cada función en la compañía y determina de esta manera su estructura organizacional y operativa. Otros factores importantes que influyen en esta estructura son:

- Tamaño de la unidad
- Corridas de producción
- Habilidades de los operadores
- Niveles de salarios
- Ingeniería
- Mercadeo y diseño.

1.2.3.1 Tamaño de la unidad

Se refiere al tamaño físico de una unidad de producción, que puede ser una fábrica entera o una de un pequeño número de unidades dentro de una fábrica. En general, las fábricas pequeñas operan como una unidad, mientras que es común que las fábricas grandes se organicen en departamentos de corte y acabados, etc., que sirven a un número de unidades de producción. Estas sub-unidades pueden estar todas bajo el mismo techo o bien esparcidas en diversos lugares y posiblemente incluir subcontratistas.

1.2.3.2 Corridas de producción

Es el período de tiempo en el cual una pieza es producida por una unidad. Dependiendo del tipo de producto, este tiempo se puede medir en meses, semanas o días. La duración de la corrida de producción afecta muchos aspectos de la estructura de producción.

Es bien conocido en la industria de la ropa que el introducir un nuevo estilo a producción requiere el desarrollo de un período de aprendizaje antes de que el estilo alcance sus niveles óptimos de producción. La duración de este período de ajuste depende de dos aspectos: El cambio en la tela y/o el número de nuevas operaciones que deben aprender los operarios en la línea.

1.2.3.3 Habilidad de los operarios

Este es otro tema que influencia la estructura operacional de una fábrica ya que el tiempo de entrenamiento de un operario y la flexibilidad tienen un efecto muy importante en la producción.

Las destrezas de un operario se refieren al número de operaciones que un operario puede realizar eficientemente, y cuánto entrenamiento se necesita para que llegue a sus metas de producción y calidad.

1.2.3.4 Niveles de salario

Los salarios pagados en cada fábrica pueden ser un resultado de la oferta y demanda local prevaleciente, pero principalmente la estructura de salarios se relaciona directamente con la habilidad de los operarios. A medida que aumenta la complejidad de la prenda, su confección requiere de mayor habilidad por parte de los trabajadores y por consiguiente aumenta el nivel de salario de los operarios.

1.2.3.5 Ingeniería

Una de los prerrequisitos para el uso de técnicas sofisticadas de ingeniería es la continuidad y estabilidad de los productos básicos producidos en planta. Donde el rango de productos tiene un gran número de operaciones comunes a la mayoría de estilos producidos, estas operaciones pueden mejorarse con equipo especializado o automático o bien con maquinaria y equipo computarizado.

1.2.3.6 Mercadeo y Diseño

Las organizaciones más grandes productoras de ropa usualmente trabajan mano a mano con los grandes distribuidores al detalle, y la mayoría de fábricas de este tipo dedica el grueso de su producción a uno o dos clientes solamente. Esta situación simplifica grandemente el proceso de diseño, ventas y distribución. En este tipo de organizaciones se requiere de muy poco diseño

ya que las prendas básicas son “pan con mantequilla” en términos de producción.

Sin embargo, las pequeñas fábricas deben ofrecer continuamente nuevos diseños a un gran número de clientes para poder obtener suficientes órdenes para hacer viable la producción de cada estilo. Ya que casi todos los negocios se hacen con pequeños detallistas, la organización de las ventas debe ser suficientemente extensiva para cubrir y servir a un gran número de clientes. El almacenaje y distribución también es más complejo debido a las pequeñas cantidades y gran variedad de mercadería que debe ser entregada a diferentes clientes en todo el país.

1.3 Organización de una planta de confección

La función administrativa es esencial para cualquier actividad organizada y en todos los niveles de la organización, desde el director administrativo hasta los supervisores responsables por una pequeña sección dentro de la planta. Dado que el director administrativo tiene completo control ejecutivo y autoridad para conducir los asuntos de la compañía, el supervisor tiene poderes similares en una escala mucho menor. Ambos son administradores en el sentido de que están organizando y regulando las actividades de las personas bajo su control.

Con el fin de lograr los objetivos específicos de la compañía, la administración debe realizar cinco funciones básicas para coordinar la actividad grupal:

- Planificación
- Organización
- Integración
- Dirección

- Control.

Todas las actividades administrativas pueden clasificarse dentro de estos grupos. Los elementos descritos a continuación pertenecen a esta agrupación. A continuación se describirán las funciones de Diseño, Compras, Producción y Operaciones en una planta de confección.

1.3.1 Departamento de Diseño

Hasta principios de los años 1960, el mundo de la moda estaba dominado por una larga lista de diseñadores franceses como Dior, Givenchy, Balmain, Balenciaga, etc. En Inglaterra, Hartnell, Steibel y Molyneux, entre otros, también tenían prominencia internacional. Mientras que la mayoría de sus diseños estaban dirigidos a las clases adineradas, es adecuado decir que durante el período de su dominio la mayor parte de la mercadería de moda de producción masiva del mercado debió sus orígenes a sus diseños.

Hoy en día hay un gran número de nombres de diseñadores en la escena internacional y esto provee al consumidor promedio de una amplia variedad de diseños originales y frescos, en vez de versiones baratas del trabajo de pocos diseñadores. Diseñadores como Muir, Valentino, Kenzo, Lagerfield y Blass, aunque tienen clientela de salón, también están orientados hacia el mercado popular y sus prendas se producen en masa y se venden en todo el mundo.

Esta sección examinará la organización y actividades del departamento de diseño en relación con el tipo de producto manufacturado por una fábrica.

El departamento de diseño puede considerarse como el departamento de investigación y desarrollo de una fábrica de ropa, ya que es en éste

departamento que los prototipos de las prendas se desarrollan y preparan para la venta y producción. Para la mayor parte de las fábricas, el proceso de desarrollo de productos involucra siete etapas:

- Pronósticos
- Diseño
- Planificación de colección
- Desarrollo de patrones
- Desarrollo de tecnología
- Producción de muestras
- Degradación de patrones.

1.3.1.1 Pronósticos

Esta etapa comienza con la evaluación e interpretación de las necesidades futuras del mercado en términos de moda y precio. Aparte de la intuición y el sentido común, estos pronósticos están basados en el conocimiento acumulado, habilidad técnica y experiencia de la compañía para lograr una predicción acertada de los tipos de prendas que los clientes comprarán, y los precios que estarán dispuestos a pagar.

1.3.1.1.1 Tendencias de moda

Para el público en general la mayoría de los pronósticos de moda provienen de los desfiles de moda que se llevan a cabo en París, Nueva York, Milán y Londres y la publicidad que los medios le dan a estos desfiles. Desafortunadamente la industria debe de comenzar a pronosticar mucho antes, ya que debe mostrar sus propias colecciones aproximadamente al mismo tiempo que estos desfiles se llevan a cabo. Así que para la mayoría de los

fabricantes no habría suficiente tiempo para producir sus propias versiones de los diseños mostrados en estos desfiles.

Con respecto al diseño de ropa, existen los creadores de tendencias y los seguidores de tendencias. Aparte de los grandes diseñadores, la mayoría de los diseñadores deben apoyarse en las tendencias de la red de la moda y los desfiles para tener información avanzada que les muestre lo que podrían ser las tendencias principales para la próxima temporada.

Parte de esta red la componen los proveedores de telas (mills) quienes, por tener que preparar las telas muy anticipadamente, tendrán una idea bastante exacta de lo que se está muestreando para las grandes casas. Otra fuente poco conocida de información avanzada son los desfiles de negocios de modas.

Estos desfiles de negocios se llevan a cabo bastante anticipados a los desfiles de estación y las prendas exhibidas son diseñadas efectivamente por pronosticadores de moda. Basados principalmente en París, estas casas tratan de presentar el estilo, telas y colores que pronostican estarán en las colecciones de los diseñadores de renombre.

1.3.1.1.2 Estructura de precios

La industria de la ropa trabaja en una estructura de precios basada en los diferentes precios y sectores de moda del mercado. Para la ropa de hombres, mujeres y niños generalmente se acepta que hay cinco grupos de consumidores desde caros hasta populares

Esta estructura de precios dicta los precios que los productores de ropa pueden obtener por un rango específico de productos. El fabricante debe producir

prendas a un precio que, al agregarse el margen de ganancia bruta regular de venta al detalle, aun permita un precio de venta aceptable para dicho sector particular del mercado.

1.3.1.2 Diseño

En la práctica, el diseñador comienza preparando algunos bosquejos de la idea principal para la colección y seleccionando las telas y accesorios a ser usados para cada diseño. Estos diseños principales son prendas que contienen el diseño principal y características de tela para la colección y serán utilizados como los temas para desarrollar el rango completo de muestras. Por ejemplo cuatro o cinco diseños principales puede que representen las ideas básicas de la colección, y cada una de ellas podría llevar a ciertas variaciones.

1.3.1.3 Planificación de colección

Este proceso es, en efecto, la etapa de preproducción de muestras, y el objetivo es diseñar en detalle los estilos, telas y colores que representarán las propuestas de la compañía para la próxima temporada. El diseñador trabaja en cercana cooperación con el departamento de mercadeo y juntos procuran determinar la mejor combinación de estilo, tela y precio para los clientes de la compañía.

1.3.1.4 Desarrollo de patrones

Esta función conecta el diseño con la producción al producir plantillas de papel para todos los componentes, como tela, entretela y fusibles, los cuales deben ser cortados para una prenda. El desarrollo de patrones es una técnica altamente calificada que requiere de habilidad técnica, sensibilidad para

interpretación de diseños y una comprensión práctica de la tecnología de proceso utilizada por la fábrica

1.3.1.5 Tecnología

Sin importar las técnicas y métodos utilizados para construir y perfeccionar los patrones, un factor importante que debe considerarse en esta etapa es la capacidad tecnológica de la fábrica con respecto de lo que puede o no producir. Es posible que una característica de un estilo nuevo requiera el uso de una máquina especial que la fábrica no tiene, y éste es el momento en el que se debe tomar decisiones acerca de si se debe comprar este tipo de equipo o si es posible encontrar un sustituto aceptable dentro de lo disponible en la fábrica.

Estas consideraciones tecnológicas no solamente aplican a la costura, sino también a otros procesos de manufactura. Nuevos tipos de materiales puede que requieran un rango de condiciones de fusonado que no pueden lograrse con el equipo existente.

1.3.1.6 Producción de muestras

Las muestras son usualmente producidas por una pequeña unidad supervisada por el patronista y/o el diseñador, y esta unidad tiene una función importante en determinar los resultados de la temporada en camino. El desarrollo de muestras es un proceso continuo en la industria de la confección, durante el desarrollo de productos nuevos, surgen los siguientes elementos:

- (1) Debe experimentarse con nuevos materiales y procesos para establecer su funcionalidad para la producción en masa.

- (2) La producción de prendas debe ser alterada y perfeccionada para rectificar errores descubiertos durante el desarrollo de muestras.
- (3) En la etapa de desarrollo de muestras, las cantidades de tela y accesorios son establecidas y se realiza un costeo rápido. Algunas veces el diseñador y el patronista decidirán alterar un patrón para reducir la cantidad de material y/o trabajo requerido, si el costo proyectado del diseño original excede el precio pronosticado.
- (4) Las muestras terminadas pasan por un escrutinio intenso para evaluar si encajan en el cuadro general de lo que la compañía desea presentar en esta colección en particular. Es en esta etapa que las muestras se aceptan o se rechazan.

1.3.1.7 Degradación de patrones

La degradación de patrones es el proceso en el cual los patrones de diferentes tamaños son producidos a partir del patrón maestro original. Este proceso puede ser desarrollado manualmente, o automáticamente por un sistema computarizado.

La degradación computarizada de patrones es el punto de unión entre el diseño y generación de patrones y las etapas preparatorias de corte. Los patrones degradados producidos por la computadora pueden ser utilizados de dos maneras:

- (1) Los patrones pueden cortarse y utilizarse para planificar el corte de medidas manualmente, si es necesario (markers);
- (2) Las tallas degradadas pueden ser almacenadas en archivos modelos en la computadora y recuperados cuando se planifique cortar markers para dicho estilo.

1.3.2 Departamento de Compras

El objeto primario del departamento de compras es obtener los materiales correctos, con la calidad correcta, en el momento correcto al precio correcto. Dado que los materiales comprados son el mayor componente del costo de las prendas, las compras son una función extremadamente importante y especializada dentro de una compañía de confección. A medida que el departamento de compras y los almacenes de materia prima son departamentos operacionales, en la mayoría de organizaciones los mismos reportan al gerente de operaciones, mientras que la administración de la bodega de producto terminado reporta al departamento de mercadeo.

1.3.2.1 Información

La oficina de compras es la 'ventana al mundo' de la compañía y provee información a todos respecto a nuevos productos, materiales y servicios. Mientras que todos los materiales que tienen un elemento de moda son filtrados y seleccionados por el departamento de diseño, hay un gran número de otros materiales y productos sobre los que el equipo de administración requiere información actualizada. Las funciones especializadas en la compañía usualmente tienen sus propias fuentes de información, pero el departamento de compras las ayuda a encontrar proveedores alternativos o dar seguimiento a artículos específicos que los proveedores regulares no surten.

1.3.2.2 Proveedores

La aprobación de un producto y su precio normalmente está dada por el departamento a quien se dirige dicho producto, pero el departamento de

compras debe asegurarse que el proveedor es estable y confiable. Esto es particularmente importante donde un nuevo proveedor no tiene un historial conocido. Un compromiso de entregas que no puede ser cumplido por la compañía debido a entregas retardadas o serios problemas de calidad en el material puede tener repercusiones muy caras para la fábrica.

1.3.2.3 Precios

Mientras que el precio, calidad y cantidad de materiales usualmente son especificados por el departamento de operaciones, la compra debe hacerse dentro de los términos más ventajosos para la compañía. Otros términos y condiciones como costos de envío, seguros, descuentos, términos de crédito, etc., también son negociados antes de colocar la orden. En particular, los términos de crédito negociados con los proveedores son un factor importante al planificar el flujo de caja de la compañía para un período específico.

1.3.2.4 Progreso

Esto se refiere a asegurar que los materiales ordenados arriban en el tiempo correcto, y el departamento de compras invertirá mucho tiempo y esfuerzo asegurando que el plan de producción para la fábrica pueda ejecutarse sin ningún retraso causado por atrasos o falta de materia prima.

El sistema empleado para manejar el progreso de las órdenes puede ser manual o computarizado y es básicamente un diario detallando las órdenes colocadas y sus fechas de entrega confirmadas. Una responsabilidad del departamento es verificar con los proveedores y transportistas que los cronogramas de entrega se mantengan como fueron planificados. Si se hace evidente que ciertos materiales no arribarán a tiempo, la oficina de compras

informará a la sección de planificación de producción de modo que pueda reprogramarse la producción.

1.3.2.5 Verificación

En los negocios bien administrados, un procedimiento estándar es revisar que los precios, cantidades, colores, etc., de materiales entregados concuerden con los particulares especificados en la orden de compra. El bodeguero revisará cantidades y los materiales serán inspeccionados por personal de aseguramiento de calidad. Si todo se encuentra en orden, el departamento de compras aprueba el pago del proveedor en la fecha estipulada.

1.3.2.6 Compras especulativas

Cuando las condiciones de mercado son particularmente favorables, el departamento de compras puede recomendar ordenar materiales como fusibles, entretela e hilos que no se requieran inmediatamente para su uso. Este tipo de compras es justificable si hay indicios de que los tipos estándar de materia prima podrían escasear, o que el precio podría subir súbitamente. En muchos casos esto aplicaría con los materiales importados donde las devaluaciones de divisas o alzas en las tasas de cambio de divisas extranjeras podrían afectar significativamente al costo de la compañía.

1.3.2.7 Almacenaje

El equipo de bodega es responsable de recibir, almacenar y entregar materiales. El jefe de bodega es responsable de:

- Recibir ingresos de materiales y verificarlos de acuerdo a procedimientos especificados por el departamento de compras.
- Almacenar los materiales de modo que no ocurra deterioro o daño durante, por ejemplo, exposición a la luz solar o almacenaje. La entretela tiende a cambiar de color muy rápidamente si se expone continuamente a la luz directa, mientras que telas delicadas pueden dañarse severamente si se almacenan en condiciones de hacinamiento.
- Entregar los materiales y accesorios de acuerdo a las cantidades calculadas y no en cantidades redondeadas que a menudo son más fáciles de calcular.

1.3.2.8 Administración de las reservas

La administración de materia prima y almacenes técnicos requiere mantener y proveer información exacta y actualizada de los niveles de las reservas de todos los artículos manejados. Esta información es esencial para el departamento de compras debido a que le proporciona la frecuencia y el tipo de órdenes que debe colocarse con los proveedores. Si los sistemas de administración de materiales son computarizados, la información automáticamente está disponible al departamento de compras, quien emitirá una de dos tipos de órdenes de compra:

- (1) Orden única, ésta es una orden para un material o accesorio que usualmente no se repetirá; por ejemplo, una orden para un lote de tela que se utilizará para un estilo único.
- (2) Ordenes de niveles de reserva. Estas se colocan para artículos utilizados por la fábrica durante todo el año y donde un nivel mínimo de reserva debe mantenerse. Estos artículos incluyen papelería, pines, tiza, papel para patrones y repuestos de alta rotación para máquinas de coser, etc.

1.3.2.9 Orden de compra

Es el medio por el cual la compañía coloca órdenes con los proveedores y es un documento contractual importante que podría obligar a gastos considerables. Es de suma importancia que la orden de compra sea clara y no ambigua y que no utilice términos como 'Precio a convenir', 'Entregar tan pronto como sea posible', 'Como se acordó', los cuales son demasiado amplios si en algún momento se llega a algún desacuerdo con el proveedor. La orden de compra debería también incluir idealmente información para el uso de otros departamentos dentro de la compañía. Inmediatamente después de la emisión de la orden firmada para el proveedor, los detalles ingresan a la planificación y a los sistemas de almacenaje y de progreso de órdenes de manera que esta información esté disponible a todos los involucrados.

1.3.3 Departamento de Producción

En una fábrica pequeña y poco sofisticada como por ejemplo con un pequeño contratista, el dueño y/o el gerente de producción es responsable por todas las actividades dentro de la fábrica, las que incluyen

- Nivel de producción
- Calidad de prendas
- Métodos de trabajo y tecnología
- Compra de accesorios y materiales.
- Reclutamiento y entrenamiento de mano de obra.

Este tipo de estructura funciona efectivamente cuando el rango de productos es pequeño y los productos son relativamente sencillos. Aparte de las funciones de dirección de producción requeridas para mantener la fábrica en

funcionamiento, la gerencia se involucra en el día a día administrativo requerido para operar.

Se debe mantener bajos costos indirectos de fabricación y las funciones especializadas puede proveerlas agencias externas como agencias de mecánicos, servicios de mantenimiento y contadores.

A medida que aumenta la complejidad se requiere de más conocimiento para la administración detallada. Consecuentemente se requiere funciones especializadas. Consecuentemente las funciones especializadas se crean para proveer la profundidad de conocimiento requerido y para acortar los campos de responsabilidad.

1.3.3.1 Funciones de Manufactura

Se refieren al proceso actual reproducción de prendas, e incluyen:

- Sala de corte
- Cuarto de costura
- Planchado
- Acabado
- Inspecciones finales.
- Empaque.

1.3.3.2 Funciones de servicio

A pesar que estas empresas asisten principalmente al departamento de producción, también pueden extender sus servicios a otros departamentos dentro de la organización.

1.3.3.2.1 Ingeniería de producción

Tiene dos áreas principales de funciones debajo.

- Función administrativa: Ingeniería de producción se refiere a planificación y desarrollo de proyectos y otras acciones de soporte, necesarias para obtener los objetivos actuales y futuros de la planta.
- Función de línea: Como lo sugiere el nombre, esta función tiene que ver con la aplicación del día a día de la ingeniería de producción en la fábrica. Esto incluye estudio del trabajo, diseño de estaciones y seguimiento de los resultados de cambios tecnológicos y otros.

1.3.3.2.2 Entrenamiento de personal

Mientras que la oficina de Recursos Humanos es responsable de reclutar operarios, el grueso del entrenamiento provisto se enfoca a asegurar que el departamento de producción tiene el flujo requerido de operarios entrenados.

1.3.3.2.3 Mantenimiento de maquinaria y equipo

Esta es una sección altamente especializada que trata con la reparación, mantenimiento y puesta en funcionamiento de toda la maquinaria y equipo utilizado por el departamento de producción. Aparte de las máquinas de coser, esto incluye cortadoras y tendedoras, planchas y sistemas de transporte.

1.3.3.2.4 Mantenimiento general

El trabajo de esta sección cubre todos los servicios principales y utilidades usadas por la compañía en su totalidad, incluyendo mantenimiento de edificios, aire acondicionado, fuentes de energía y tratar con contratistas externos para proyectos mayores e instalaciones.

1.3.3.2.5 Almacenes técnicos

Dependiendo del tamaño de la compañía, puede haber almacenes técnicos que mantengan todos los artículos requeridos para reparaciones y mantenimiento, o puede haber almacenes especializados que tengan piezas y materiales para usos específicos. Lógicamente los almacenes de partes de maquinaria de coser deben estar localizados tan cerca como sea posible del taller de reparaciones, que a su vez debe localizarse cerca del área de producción. Los materiales de construcción y las bodegas de tuberías se localizarán más convenientemente en la periferia de la planta, donde se pueda recibir y manejar entregas voluminosas.

1.3.3.3 Funciones de control

Estas cubren servicios de control los cuales proveen a la gerencia de producción de información regular y actualizada de la producción en general y detallada de la planta. Este flujo de información ayuda a los responsables de la producción a mantenerse al tanto de la misma y les permite anticiparse y corregir desviaciones de los planes. Las principales funciones de control son:

1.3.3.3.1 Planificación y control de la producción

Trabajando a partir de los planes generales del departamento de operaciones, el equipo de planificación y control de producción prepara micro planes de producción. A medida que estos planes se convierten en operativos, la función de control opera sistemas de retroalimentación para medir el desempeño actual contra el desempeño planificado.

La diferencia entre los controles del departamento de operaciones y el de producción está en la escala. El departamento de operaciones se interesa solamente en prendas terminadas, mientras que el departamento de producción debe controlar cada etapa mayor de la producción desde su ingreso hasta su almacenamiento.

1.3.3.3.2 Control presupuestario

Los presupuestos son desarrollados para cada departamento en la compañía y el departamento financiero provee reportes regulares respecto a la variación positiva o negativa de los costos planificados. Estos reportes son de particular importancia para el departamento de producción ya que aparte de la materia prima, mano de obra directa, costos indirectos e instalaciones, son usualmente el segundo mayor componente del costo de una pieza.

1.3.3.3.3 Control de calidad

Siempre ha habido alguna discusión sobre si el control de calidad de la pieza corresponde a la administración de producción o si debe ser una actividad independiente. Pero, sin importar cómo se organice el control, la administración de producción necesita información inmediata respecto a la menor desviación

de los estándares ya que cualquier retraso en descubrir y rectificar problemas de calidad puede tener serias repercusiones para la compañía.

1.3.4 Departamento de operaciones

‘Departamento de operaciones’ es uno de los nombres dados al departamento que lleva la responsabilidad principal de planificar, controlar y coordinar todas las actividades relacionadas con la logística de abastecimiento de materia prima y la producción de piezas.

1.3.4.1 Calendario de la compañía

El punto de partida para la planificación de operaciones es el calendario de la compañía, el cual define la secuencia cronológica y duración de las actividades necesarias para asegurar que la compañía tendrá mercadería lista en el momento adecuado durante todo el año. En la práctica, el calendario de la compañía es el plan general de toda la compañía y es utilizado por cada departamento para desarrollar sus propios planes. Es central a toda planificación y algunas de las principales consideraciones que influyen su construcción son las siguientes:

1.3.4.2 Las temporadas

La operación general de una compañía de ropa tiene un ciclo fijo dictado por la secuencia y duración de las temporadas. Para los productores de ropa esto significa que ciertas fechas de entrega deben alcanzarse para que la mercadería llegue a los detallistas en el momento exacto para cumplir con la demanda estacional del público en general. Las temporadas a trabajar

básicamente son 3: primavera (spring), verano (summer) y otoño/invierno (fall/holiday).

1.3.4.3 La línea de tiempo

El proceso de producción de prendas para una nueva temporada empieza de 15 a 18 meses antes de que las prendas sean efectivamente entregadas a los detallistas. La línea de tiempo para producir tela para una temporada en particular es:

Mes 1: Diseño de tela

Mes 3: Ordenar hilo para muestras de rangos.

Mes 5: Hacer colecciones de rangos de muestras

Mes 7: Enseñar las muestras a los clientes.

Mes 8: Producir muestras de talla y /o piezas para los clientes.

Mes 9: Entregar las muestras a los clientes.

Meses 10 y 11: El cliente hace venta de comentarios.

Meses 12-13 y 14: Producir y entregar órdenes de producción.

1.3.4.4 Planificación y control de preproducción

Esta es una función dentro del departamento de operaciones que planifica y controla todas las actividades dirigidas a la producción real de prendas. El objetivo general es asegurar que la logística de distribución y producción se planifica de una manera que:

- El programa de ventas se desarrolla en tiempo,
- Mano de obra, maquinaria y otros recursos son utilizados para su mejor ventaja.

1.3.4.4.1 Concentración de órdenes

Con el rango de tallas de la muestra mostrándose a un número de aduanas diferentes, es casi un hecho que habrá órdenes de las prendas de mas de un clientes

1.3.4.4.2 Planificación de bloques de producción

Al recibir órdenes la compañía ordena generalmente un reconocimiento en el cual confirma las condiciones de la orden, especialmente la fecha de entrega. Para ser capaz de confirmar fechas de entrega, el potencial de producción de cualquier período dado debe ser conocido y se debe hacer un compromiso de entregar las prendas dentro de dicho período. Este es el plan general de producción y se utiliza para cubrir la capacidad productiva de toda la temporada.

1.3.4.4.3 Materia prima

Paralelo a las actividades de planificación de producción se prepara las órdenes de compra de materia prima. La información para colocar estas se deriva del precio de la prenda y la concentración total para dicho tipo de prenda.

1.3.4.4.4 La orden de producción

Hasta esta etapa, toda la información respecto a la producción de un lote particular de prendas ha estado esparcido en varios documentos, incluyendo los de costeo, ordenes individuales de clientes y la concentración de órdenes. Ahora toda esta información debe ser combinada para proveer información para

la producción actual de las prendas. Una orden de producción se utiliza para transportar la compilación desde la función de planificación hasta la función de producción.

1.3.4.5 Planificación y control de producción

Quizás esta es la función más importante provista al departamento de producción ya que sin ella el departamento es como un bus conducido a la deriva sin una ruta definida, destino o tabla de tiempo. Esta puede ser una función de ingeniería de producción, o bien como normalmente es el caso, una unidad dentro del departamento de operaciones. Cuando la producción se encuentra distribuida en varios locales, un departamento centralizado se necesita para recolectar y analizar la información de control de cada unidad de producción para poder reportar logros en grupo o individuales. La secuencia y planificación. La secuencia y planificación de hornos de producción debido a la necesidad de cumplir con los planes es de suma importancia. Son los siguientes:

- Trazo y corte de patrones.
- Planificación de patrones
- Planificación de producción de la sala de corte.

1.3.4.6 Planes de producción.

Cuando los planes de producción de la sala de corte y la sala de costura se han acordado, se emiten dos planes de producción. La diferencia entre ellos descansa en las cantidades producidas por cada una de estas secciones. En términos operativos esto puede significar que un tendido de cierto estilo contiene, digamos, 450 piezas, pero la sala de costura requiere de alimentarlas

a una razón de 150 piezas por día durante tres días. Así, el tendido de 450 piezas podría parecer en el programa de producción de la sala de corte como parte de la producción de un día mientras que el mismo número de prendas podría aparecer en el programa de la sala de costura como producción de tres días.

1.3.4.7 Procedimientos de control

Tan pronto como se desarrollan los planes de producción, el departamento de operaciones comienza los procedimientos de control necesarios para mantener un cuadro actualizado del progreso de cada orden de producción. Generalmente, el departamento requiere información de tres etapas de producción:

- (1) Cuándo comenzar el cortado de una orden de producción
- (2) Cuándo debe enviarse una orden de producción a la sala de corte.
- (3) Los estilos y cantidades de prendas terminadas que han ingresado a la bodega.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Descripción y características del producto

La empresa cuenta con siete líneas de producción, cada una de las cuales se dedica a la manufactura de productos similares, si bien la producción en cada una de las líneas no es constante, sino varía de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Las líneas de producción y sus productos se describen a continuación.

2.1.1 Pantalón 1 y pantalón 2

Estas líneas se dedican a la producción de diversos estilos de pantalón, short y falda de vestir para niños y adolescentes. Se producen en la actualidad alrededor de 12 estilos diferentes (aunque algunos similares) en estas líneas. La línea de pantalón 2 es de reciente creación.

2.1.2 Oxford

En esta línea se producen básicamente camisas de vestir. Los estilos producidos en esta línea son más limitados que en pantalón, se producen aproximadamente 6 estilos diferentes de camisas y blusas en esta línea.

2.1.3 Polo

Esta línea es una de las más estables en cuanto a variedad de estilos, ya que aunque se producen seis estilos diferentes de camisa polo, los mismos son muy

similares y por consiguiente no causan mucho problema tanto en la planificación como en la manufactura.

2.1.4 Sport

En esta línea se producen básicamente diferentes estilos de pants y shorts deportivos pero solamente la parte inferior. Se producen aproximadamente 12 estilos diferentes en esta línea; actualmente existe la probabilidad de que este número se incremente debido a un contrato con un nuevo cliente de México.

2.1.5 Suno

Esta línea actualmente es la que tiene la mayor diversidad de productos. Es práctica común en esta línea la manufactura de dos o tres estilos diferentes en un mismo día. Se produce en la actualidad un estimado de más o menos 30 estilos diferentes en esta línea. La producción consiste en faldas colegiales, jumpers y otros estilos.

2.1.6 Jacket

En esta línea se producen sudaderos de diversos estilos, los cuales complementan los pants que se producen en la línea de sport. Asimismo se produce también chumpas colegiales de diversos estilos en menor proporción. Se estima la diversidad de esta línea en un aproximado de 12 estilos diferentes aunque este número nuevamente podría incrementarse próximamente debido a nuevos clientes.

Adicionalmente a estas líneas se encuentra el departamento de muestras, el cual se dedica al diseño de nuevos estilos y pedidos especiales de los distintos colegios.

En el presente trabajo se tiene principal énfasis en las líneas de camisa Polo y camisa Oxford.

2.2 Descripción de la materia prima

En general, la mayor parte de los productos utilizan telas con una mezcla de algodón y poliéster. Para la camisa polo, la orden de materiales para producción contiene los siguientes componentes para una camisa (ver tabla IV)

Tabla IV. Descripción de materia prima necesaria para fabricar una camisa polo.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
M. P.	Piqué 72" 50/50 Cott/poly (tela)	.6402	Yardas
M. P.	Collar knit 14"	1	Cada uno
M. P.	Puño INIT 50/50 cott/poly	.0343	Yardas
M. P.	Botón L18 4 hoyos tone/tone	0.0209	Gruesas*
M. P.	Entretela fusionable camisa polo	0.0420	Yardas
M. P.	Hilo 100% spunpoly 12,000 yardas	0.0208	Conos
M. P.	Etiqueta de nombre de marca Sunshine	1	C/U
M. P.	Bies piqué lineal 1 ½"	0.6	Yd. Lineal
M. E.	Etiqueta bus amarilla con código	1	C/U
M. E.	Etiqueta código de barras	1	C/U
M. E.	Bala plástica	0.0002	Cajas
M. E.	Bolsa plástica para polo	1	C/U
M. E.	Caja de empaque	0.0333	C/U

- 1 gruesa = 144 unidades
- M. P. = materia prima
- M. E. = material de empaque.

2.3 Descripción del mercado

En cuanto a la descripción de los aspectos de mercado de la empresa, a continuación la siguiente reseña: El nombre de la corporación es SUNSHINE. Moda Colegial es el nombre de la planta de producción. La casa matriz de la corporación se encuentra en Miami, Florida, E. E. U. U.

El producto se comercializa a través de mayoreo y venta al detalle. En el caso del mayoreo, Moda Colegial se encarga de facturar y entregar el producto, obviamente hay una diferencia de precio. Para el caso del menudeo, quien se encarga de comercializar el producto es la distribuidora de SUNSHINE, cuyo nombre es “Todo para colegios” (TOPCO). Para el caso de los distintos tipos de comercialización hay una diferencia de aproximadamente 35% del precio de venta al consumidor entre mayoreo y venta al detalle.

En relación al mercado, la producción de Moda Colegial se destina en un 80% al mercado de exportación (E. E. U. U. Y ahora también México) y un 20% al mercado local.

El mercado local está segmentado de la siguiente manera para efectos de ventas: En el primer segmento se encuentra el llamado Segmento Alto, compuesto por familias de altos ingresos económicos quienes están dispuestos a pagar un estimado de Q800 o más por familia en concepto de uniformes escolares. A continuación se encuentra el segmento medio – medio alto, compuesto por quienes están dispuestos a pagar un estimado de Q400 por familia en concepto de uniformes. Estos dos segmentos comprenden juntos el 50% del mercado de uniformes escolares, con un estimado de 24,000 alumnos (clientes potenciales) y son considerados el mercado objetivo de Moda Colegial,

puesto que son las familias que están dispuestas no solamente a fijarse en el precio de la prenda, sino que también prestan atención a la calidad. Finalmente se encuentra el sector popular, compuesto por familias que no pagarían más de Q100 – Q 150 por familia en concepto de uniformes, y que no forman parte del mercado objetivo de Moda Colegial.

El producto que ofrece Moda Colegial son uniformes escolares en todo el sentido de la expresión. Parte de su estrategia para el mercado local es ofrecer calidad americana a precio nacional. En la actualidad los únicos productos que no se fabrican son calcetines y suéteres. Eliminando estos dos productos, se tiene una amplia línea de productos que incluyen pantalones, faldas, jumpers, camisa polo, camisa Oxford, chumpas, línea deportiva, etc.

Los principales productos que se fabrican son los siguientes:

- En primer lugar se encuentra la producción de la camisa Polo, fabricada con piqué y camisa Oxford, así como blusa, fabricadas con tela Garavito o Broadcloth.
- Seguidamente se encuentran los artículos de la línea de Suno, que incluyen la falda 1300 (8 paletones), la falda 1317 (8 paletones con tirantes), jumpers, shift y un estilo llamando culot, que no es más que una falda pantalón. La mayoría de estos estilos se fabrican con una tela que tiene una composición 50/50 poliéster con algodón, la cual evita que el producto estire o encoja, así también como tela piqué y poliéster con rayón.
- A continuación se encuentra la fabricación de Pantalón en estilos masculino, femenino, para niños de pre – primaria, primaria y jóvenes de secundaria. Los principales productos de fabricación son el pantalón tipo Docker, y las telas utilizadas para los diferentes estilos son la gabardina; telas

combinadas de poliéster y algodón, así también como un tipo de tela llamado Musella que es una combinación de Poliéster y rayón.

- Finalmente se encuentran los productos de la línea de Sport, que incluye la línea de pants y sudaderos.

El principal proveedor de telas es Listex.

En relación a la fijación de los precios de los productos, se consideran para el efecto los costos (costo primo, costo promedio a través de promedio de tallas. El precio al mayoreo disminuye con el volumen de compra, así hay diferentes precios para una compra de 0 a 200 piezas; de 200 a 500 piezas; de 500 a 1,000 piezas o pedidos mayores de 1,000 piezas.

En relación a las estrategias de mercadeo para atraer nuevos clientes, la que se utilizó en Guatemala es la siguiente: Se solicitó una base de datos de los colegios en el Ministerio de Educación, y a los colegios objetivo se les envió una muestra gratis del producto. Luego se hizo una cita con cada colegio. La clave fue ir al cliente, no esperar a que el cliente les llegara. Otros componentes importantes del servicio son la calidad funcional, la calidad operativa y el servicio al cliente.

En relación al mercado de exportación, en la actualidad se cuenta con 350 colegios en E. E. U. U. Con aproximadamente 400,000 alumnos; en México se cuenta con 68 colegios con un estimado de 50,000 alumnos y en el mercado local de Guatemala son clientes 38 colegios con un estimado de 24,000 alumnos.

2.4 Descripción del proceso

El proceso de fabricación y comercialización de las prendas de vestir en general comienza con la recepción de materiales por parte de los inspectores de control de calidad para materiales, quienes hacen una inspección de los materiales que llevan los proveedores. Una vez que es aceptado un lote de producto, éste es llevado a la bodega de materia prima en la cual se almacena a la espera de una orden de producción.

Una vez se da la orden de producción, se hace una requisición a la bodega de materia prima por materiales especificados en una orden de materiales (bill of material), de donde son trasladados al área de corte en la cual se preparan para ser utilizadas por las distintas líneas de producción. En el presente trabajo no se hace un análisis del área de corte, ya que el trabajo se refiere específicamente al proceso de las líneas de camisa Oxford y Polo. De este modo, se comienza a describir el proceso específicamente en el momento en que la tela a utilizar ya se encuentra lista para ser ensamblada; esto implica que ya fue cortada y auditada por el departamento de control de calidad. Cabe mencionar que para cada una de las líneas las mismas están diseñadas para fabricar el estilo más complicado que se produce, de modo que el proceso descrito en el presente trabajo es este estilo para cada una de las líneas.

2.4.1 Camisa Oxford

A continuación se describe el proceso para la fabricación de la camisa OXFORD de manga larga: Para la preparación del cuello, se recibe del área de corte los cuellos, pie de cuellos y refuerzos los cuales son trasladados del área de corte a la estantería de la línea de producción. Luego estas piezas son

trasladadas a la máquina fusionadora, donde una operaria manual coloca primero el cuello y el refuerzo en la fusionadora (0.195 min.), asimismo se fusiona el refuerzo y el pie de cuello en la misma máquina (0.195 min.). Luego se trasladan ambos nuevamente a la línea y una operadora manual plancha el ruedo del cuello (0.110 min.). A continuación en una máquina plana de 1 aguja se une el cuello (0.328 min.) y se traslada de nuevo con una operadora manual quien voltea el cuello (0.145 min.) Luego se sobre cose el cuello en una plana de 1 aguja (0.487 min.) y se procede a emparejar el cuello en una máquina overlock de 3 hilos (0.090 min.). Luego se cose el pie de cuello en plana de 1 aguja (0.67 min.) para luego voltear el pie de cuello por una manual (0.177 min.). Luego se sobre cose el pie de cuello en una plana de 1 aguja (0.26 min.) para finalizar la preparación del cuello cosiendo el ojal del pie de cuello en una máquina de ojal (0.22 min.).

Luego se procede a la preparación de mangas. Aquí ingresan los puños los refuerzos y las mangas procedentes de corte a la línea. Luego son trasladados a la fusionadora y una manual fusiona puño (0.30 min.). Luego son trasladados nuevamente a la línea donde en una plana de 1 aguja se cose ruedo de puño (0.52 min.); se cierra puño en una plana de 1 aguja (0.50 min.); se recorta y voltea puño por una manual (0.42 min.); se sobre cose puño en una plana de 1 aguja (0.50 min.); se plancha puño por una manual (0.47 min.) y se cose placket de manga en plana de 1 aguja (0.78 min.); se recorta la medida de la flecha por una manual y se cose la flecha en una plana de 1 aguja (0.92 min.).

Para la preparación de las delanteras se trasladan los bolsillos y las delanteras de corte y se procede a coser el ruedo de la bolsa en plana de 1 aguja (0.330 min.); luego se traslada la bolsa para ser planchada en la fusionadora por una manual (0.453 min.) y se regresa a la línea. Se cose placket izquierdo en una máquina multiagujas (0.51 min.); luego se monta la bolsa en una plana de 1

aguja (0.543 min.) para luego coser el placket derecho en plana de 1 aguja (0.193 min.).

Para la preparación de la trasera, se trasladan la trasera y el canesú de corte hacia la línea y se cose el paletón trasero en plana de 1 aguja (0.217 min.); luego se cose el canesú trasero en plana de 1 aguja (0.483 min.) y se sobre cose canesú en plana de 1 aguja (0.333 min.).

Para el ensamble se juntan las delanteras y la trasera y se une hombros en plana de 1 aguja (0.70 min.); luego se sobre cose hombros en plana de 1 aguja (0.40 min.). Luego se trasladan las mangas y los puños y se montan las mangas en overlock de 5 hilos (0.73 min.), se sobre cosen mangas en plana de 1 aguja (0.54 min.); se cierran costados y mangas en overlock de 5 hilos (0.697 min.); luego se monta puño en plana 1 aguja (1.50 min.). Luego se trasladan los cuellos ensamblados para montar cuello en plana de 1 aguja (0.90 min.); se sobre cose cuello en plana de 1 aguja (0.773 min.); se cose el ruedo de la camisa en plana de 1 aguja (0.777 min.); se cosen los ojales de la camisa en máquina de ojal (0.843 min.); se marca botones por una manual (0.307 min.); se cose botones de frente en máquina de botón (0.437 min.); finalmente se realiza la revisión y el despinte de la prenda por operarias manuales en 3.30 minutos y se enserchan las camisas por operarias manuales (0.25 min.) para finalmente trasladar el producto terminado a la bodega de producto terminado.

2.4.2 Camisa Polo

A continuación la descripción del proceso de la camisa polo: Se traslada la materia prima del área de corte a la línea de producción, se transporta el placket a la fusionadora y se fusiona con la entretela (0.29 min.) Luego se traslada el placket y la delantera a la línea y se monta placket en máquina

plana de 1 aguja (0.51 min.); se sobre cose placket en máquina especial de placket (0.17 min.); luego se cose cuadro de frente en plana de 1 aguja (0.69 min.); se sobrehíla placket en overlock de 3 hilos (0.42 min.) se trasladan las traseras y el refuerzo a la línea para luego unir hombros con refuerzo en overlock de 3 hilos (0.46 min.); se traen las mangas a la línea y se montan en overlock de 3 hilos (0.68 min.). Luego se cierran costados en overlock de 3 hilos (1.01 min.); se ingresan los puños y se cierra rib de manga en plana de 1 aguja (0.42 min.); se cose rib a manga en overlock de 3 hilos. Paralelamente se marca cuello por una operaria manual (0.25 min.) y se sujeta cuello en plana de 1 aguja (0.51 min.); se monta cuello y bias en overlock de 3 hilos (0.28 min.); se voltean puntas de cuello por una operaria manual (0.22 min.); se sobre cose bias de cuello y se pega etiqueta en plana de 1 aguja (0.81 min.); se cose adorno del placket en plana de 1 aguja (0.47 min.); se cose ojal de placket con máquina de ojal (0.42 min.); una operaria manual marca botón (0.25 min.); se pega botón en máquina de botón (0.28 min.); finalmente se cose el ruedo de la camisa (0.67 min.) y se realiza el despunte y la revisión por parte de operarias manuales (2.00 min.) para pasar luego una auditoria de producto terminado de control de calidad, se etiqueta y pasa a bodega de producto terminado.

2.5 Descripción del equipo principal

Debido a que la actividad principal de la empresa es la confección de prendas de vestir (específicamente uniformes escolares), el equipo principal consiste en las diversas máquinas utilizadas para dicho propósito, las cuales se distribuyen en cada una de las líneas de acuerdo a las necesidades de cada una de ellas. El equipo varía desde máquinas no tan modernas, hasta máquinas de modelos actuales.

Cabe mencionar que recientemente se hizo adquisición de dos máquinas automáticas especiales, una para la línea de pantalón denominada ribeteadora; la cual realiza semiautomáticamente la operación de cortar y coser el ribete de la bolsa trasera del pantalón con la parte trasera del pantalón (denominada trasera). La otra máquina especial recibe el nombre de placketera, y se utiliza en la línea de camisa Polo para coser el denominado placket de las camisas polo (el placket es la parte de las camisas polo que se encuentra en la delantera y que lleva los botones). Ambas máquinas son de tecnología bastante moderna y proporcionan a dichas líneas economía de operaciones (ya que el proceso que antes requería de dos o tres operaciones separadas se realiza más rápidamente en una sola operación), asimismo también como economía de mano de obra (no solamente por menos mano de obra, sino porque al ser la operación de dichas máquinas más sencilla que la de una máquina de coser ordinaria, requieren de mano de obra menos especializada. Por ejemplo la placketera puede ser operada por una operaria manual, a la cual se le paga una tarifa menor de mano de obra).

Recientemente la empresa se expandió y como parte de esta expansión se adquirieron 46 máquinas nuevas para ampliar la producción en las diferentes líneas de producción.

Las principales máquinas utilizadas para la confección de las prendas de vestir son las siguientes:

2.5.1 Máquinas Planas de 1 aguja (Puntada 301)

Las máquinas planas son las más utilizadas en el proceso de confección. Estas máquinas son las equivalentes a la máquina de coser utilizada en las sastrerías comunes o por las amas de casa. La puntada de estas máquinas es

básicamente recta y puede variar en la cantidad de puntadas por unidad de longitud. Estas máquinas difieren de la máquina de coser tradicional básicamente en que por ser de uso industrial, tienen una velocidad de costura bastante elevada. Se puede encontrar diversos modelos de máquinas planas, entre las cuales se encuentran las siguientes marcas:

- Brother
- Futura
- Juki
- Mitsubishi
- Silken
- Singer
- Y otras.

2.5.2 Máquinas Overlock (Puntadas 504 y 516)

En las máquinas overlock la puntada es cruzada y básicamente sirve para unir fuertemente las partes de una prenda de vestir, como por ejemplo la entrepierna de un pantalón o los costados de una camisa. Al coser, la máquina overlock también corta el exceso de tela (o sobrante) produciendo una costura uniforme. Entre los operarios de confección, las operaciones a realizar con máquina overlock pueden ser: unir dos piezas; sobre hilar (o “limpiar”) una pieza, esto consiste en utilizar la máquina overlock para eliminar el exceso de tela debido a una operación anterior y dejar la pieza con un acabado más profesional. Existen dos tipos principales de máquina overlock utilizados en las diferentes líneas: Overlock con puntada de tres hilos, la cual es la más utilizada para la camisa polo, y overlock con puntada de cinco hilos, la cual difiere de la primera en que además de la puntada de amarre agrega dos hilos para una puntada de

seguridad de tipo cadeneta. Las principales marcas de máquinas overlock disponibles son las siguientes:

- Brother
- Siruba
- Yamato
- Juki
- Y otras.

2.5.3 Máquinas Collareteras (Puntada 602)

Estas máquinas son físicamente semejantes a las máquinas planas, pero la puntada que realizan es diferente. La collaretera realiza una puntada tipo collarete en la parte posterior de la pieza, y en el derecho de la pieza la puntada se ve como si fuesen dos puntadas de máquina plana paralelas. También se le llama “cover stitch” o puntada de recubrimiento. Puede también haber puntadas de doble recubrimiento y de recubrimiento arriba y cadeneta abajo. La máquina collaretera se utiliza principalmente en las líneas de camisa polo y en la realización de sudaderos para coser los hombros de los mismos. Las principales marcas de máquina collaretera son las siguientes:

- Kansai
- Siruba
- Yamato.

2.5.4 Máquinas Multiagujas (Puntada 401 múltiple)

Las máquinas multiagujas, como su nombre lo indica, utilizan varias agujas para realizar puntadas múltiples. Su uso principal es para coser elástico en las

prendas que así lo requieran (como por ejemplo chumpas y algunos tipos de pantalón de niño y short), así como para coser pretina en pantalones de vestir (la pretina es la parte del pantalón que cubre la cintura, es la parte donde va el cinturón); de allí que también se les llame pretinadoras. Las principales marcas de máquinas multiagujas son las que se mencionan a continuación:

- Kansai
- Multisew
- Rimoldi
- Singer.

2.5.5 Máquina de Ruedo Invisible (Puntada 101)

Esta máquina se utiliza principalmente en la línea de pantalón para coser ruedo en pantalones de vestir. La puntada es visible en el reverso de la pieza, mas no en el anverso. Las marcas utilizadas en la empresa son las siguientes:

- Treasure
- Union Special.

2.5.6 Máquina de Ojal

La máquina de ojal sirve para realizar los ojales para insertar los botones en las prendas. La puntada consiste en una especie de atraque circular, para luego hacer un corte en el centro, donde irá colocado el botón. Las principales marcas de máquina de ojal son las siguientes:

- Brother
- Juki.

2.5.7 Máquina Plana de dos agujas

Esta máquina es similar a la máquina plana de una aguja, con la diferencia de que la puntada consiste en dos costuras planas paralelas. Existen con diferentes distancias entre puntas (gauge). Pueden ser de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{16}$, $\frac{3}{4}$ de pulgada de gauge. Las principales marcas de máquina plana de dos agujas son:

- Juki
- Unisew

2.5.8 Máquina de botón

Físicamente, esta máquina se parece a la máquina de ojal, aunque es un poco más pequeña. Se utiliza casi en todas las líneas, para todas las prendas que llevan botón. Esta máquina cose rápidamente los botones. Las principales marcas son:

- Brother
- Juki.

2.5.9 Máquina de atraque (Puntada 304)

El atraque es una puntada de seguridad, utilizada para terminar y asegurar costuras previas. No debe confundirse este atraque con el realizado por las máquinas planas, ya que éste es mucho más sencillo y solamente consiste en una rápida costura de reversa. La puntada de la máquina de atraque es parecida a la puntada de la máquina de ojal. Este tipo de atraque se utiliza por

ejemplo al coser los pasadores de cincho de un pantalón. Las principales marcas son las siguientes:

- Brother
- Juki.

En las tablas V y VI se describe más detalladamente el inventario de máquinas de Moda Colegial, S.A. Asimismo, en la tabla VII se describe la distribución de maquinaria en las distintas líneas de producción.

Tabla V. Resumen de maquinaria de Moda Colegial, S.A.

Modelo	Marca	Descripción	Cantidad
B272	Brother	Collaretera	1
B430E – 02	Brother	Atraque	4
B737 – 415	Brother	Plana de 1 aguja	57
B755 – 3	Brother	Plana de 1 aguja	4
B800E – 02	Brother	Ojal	1
B817 – 101	Brother	Ojal	1
B917 – 14	Brother	Botón	1
BAS – 605 ^a	Brother	Ribeteadora	1
N31 – 635	Brother	Overlock	35
F – 137B	Futura	Plana de 1 aguja	4
2516	Juki	Overlock	21
DD2 – 5530	Juki	Plana de 1 aguja	17
DD2 – 5550 – 7	Juki	Plana de 1 aguja	1
LBH – 761	Juki	Ojal	1
LBH – 782	Juki	Ojal	2
LH – 1182	Juki	Plana 2 agujas	2
LK – 1850	Juki	Atraque	3
LK – 1852	Juki	Atraque	2
MB – 373	Juki	Botón	5
DFB1409P	Kansas	Multiagujas	4
W8103 – 0	Kansai	Collaretera	4
W88 – 03 – F	Kansai	Collaretera	9
LS2 – 180	Mitsubishi	Plana de 1 aguja	6
09 – 7871 – 2P	Multisew	Multiagujas	1

Continuación

264 – 11- 4EL – 09	Rimoldi	Multiaguja	2
SK – 5550	Silben	Plana de 1 aguja	2
191 – D200 – A	Singer	Plana de 1 aguja	2
516X2 – 56	Siruba	Overlock	2
F007 – E	Siruba	Collaretera	1
BS – 101	Treasure	Ruedo Invisible	1
718 – K	U.S.	Ruedo Invisible	3
DN – 275	Unisew	Plana 2 agujas	1
A4DF – 50	Yamato	Overlock	2
DW – 1500 – ME	Yamato	Collaretera	1

Tabla VI. Resumen de máquinas utilizadas en cada línea de producción

Atraque	9
Botón	6
Collaretera	16
Multiaguja	7
Ojal	4
Overlock	60
Plana de 1 aguja	93
Plana 2 agujas	3
Ribeteadora	1
Ruedo Invisible	4
Ojal gota	1

Tabla VII. Distribución de maquinaria en líneas de producción

Pantalón 1

Plana 1 aguja	11
Overlock	7
Atraque	4
Multiagujas	1
Remachadora	1
Ruedo Invisible	1
Ribeteadora	1
Botón	1
Ojal	1
Total	28

Pantalón 2

Plana 1 aguja	10
Overlock	5
Multiagujas	1
Ruedo Invisible	1
Ojal	1
Atraque	3
Botón	1
Collaretera	1
Total	23

Oxford

Plana 1 aguja	19
Overlock	3
Multiagujas	1
Ojal	1
Plancha	1
Botón	1
Total	26

Sport 1 Bottom

Plana 1 aguja	3
Overlock	7
Collarete	2
Atraque	1
Ojal	1
Multiagujas	1
Total	15

Suno

Plana 1 aguja	11
Overlock	5
Ruedo Invisible	1
Ojal	1
Botón	1
Multiagujas	1
Total	20

Sport 2 Top

Plana 1 aguja	6
Overlock	7
Collaretera	6
	19

Polo

Plana 1 aguja	6
Overlock	8
Ojal	1
Botón	1
Collaretera	1
Total	17

RESUMEN

Pantalón 1	28
Pantalón 2	23
Oxford	26
Suno	20
Polo	17
Sport 1 B	15
Sport 2 T	19
TOTAL	148

2.6 Descripción del equipo auxiliar

Como parte adicional al proceso productivo, se encuentra el área de corte. En esta área, se prepara la tela cortando las diferentes piezas en la tela a partir de moldes prefabricados. Para este efecto se cuenta con cortadoras industriales, las cuales son capaces de cortar grandes cantidades de tela simultáneamente. Cuando la cantidad de piezas a cortar no justifica el uso de cortadoras industriales, se corta con tijera.

Anteriormente los moldes para las prendas se realizaban manualmente en cartón rígido, y eran revisados frecuentemente por el departamento de Control de Calidad para asegurarse que correspondieran a la medida necesaria de las tallas de cada prenda. Sin embargo, más recientemente se incorporó un sistema de Diseño asistido por computadora, a través del cual se digitalizaron todos los moldes en la computadora, y a través de un plotter se imprimen los moldes acordes a cada tamaño y talla para las prendas a fabricar. Esto tiene la ventaja que es posible optimizar el uso de la tela en la computadora antes de cortar, y luego solamente es necesario repetir la distribución de las piezas en los lienzos, ahorrándose tiempo y recursos.

También se puede mencionar entre el equipo auxiliar toda la infraestructura utilizada para etiquetar las prendas antes de ser almacenadas en la bodega de producto terminado. Esto incluye las calderas para planchado, utilizadas principalmente en la línea de pantalón, las planchas manuales y las pistolas de etiquetado que utilizan balas plásticas para colocar las etiquetas de marca Sunshine.

Adicionalmente a las líneas de producción continua, existe una línea especial (o más bien área de trabajo intermitente) conocida como el Departamento de

Muestras, en la cual trabajan sastres que se dedican a confeccionar y diseñar piezas nuevas como muestras antes de la producción en masa, así como también piezas de tallas especiales que no se producen en masa sino en pequeñas cantidades. En este departamento hay 6 máquinas planas, 2 overlock y 1 máquina collaretera.

También se encuentra el área de bordado, en la cual se realizan los bordados decorativos para distintos modelos de camisas polo, Oxford y sudaderos principalmente. En este departamento hay aproximadamente unas 6 máquinas bordadoras automáticas, las cuales están completamente computarizadas, de modo que el diseño de bordado se introduce a través de un archivo de computadora y se reproduce en las piezas.

Una máquina que también debe ser mencionada ya que toma parte activamente en el proceso productivo es la máquina fusionadora, la cual se utiliza principalmente para unir piezas de tela con un refuerzo especial conocido como entretela; también se utiliza para planchar piezas pequeñas como los bolsillos de las camisas Oxford. Esta máquina es automática y funciona como las máquinas que se utilizan para emplastificar documentos. Usualmente se utiliza una máquina para servir a dos líneas al mismo tiempo y la operaria que trabaja en ella es una operaria manual.

2.7 Situación actual de línea de camisa Oxford

2.7.1 Diagrama de operaciones actual

En relación al proceso de la camisa Oxford de manga larga, se muestra en el diagrama de operaciones del proceso en las páginas siguientes. Cabe mencionar que, aunque éste no es el único estilo a producir en esta línea, sí es

el estilo que lleva más operaciones de los que se producen aquí (el que presenta el mayor grado de dificultad). De esta manera, la distribución de la maquinaria para la línea depende de este estilo.

Se puede notar en este diagrama que solamente existe una actividad de inspección en todo el proceso. Sin embargo, se debe aclarar que esto no significa que toda la inspección y control de calidad del producto se remita a esta inspección; existe un programa de inspección de calidad en línea en el cual un inspector de calidad realiza evaluaciones de muestras de producto en proceso en distintos puntos de la línea, sin embargo estas inspecciones no interrumpen el proceso productivo, ya que la evaluación corresponde a las piezas que se acumulan entre operación y operación. Además, la asignación del personal que se ocupa de las mismas no depende directamente del departamento de Producción sino del departamento de Control de Calidad. En promedio hay un inspector de calidad para dos líneas de producción.

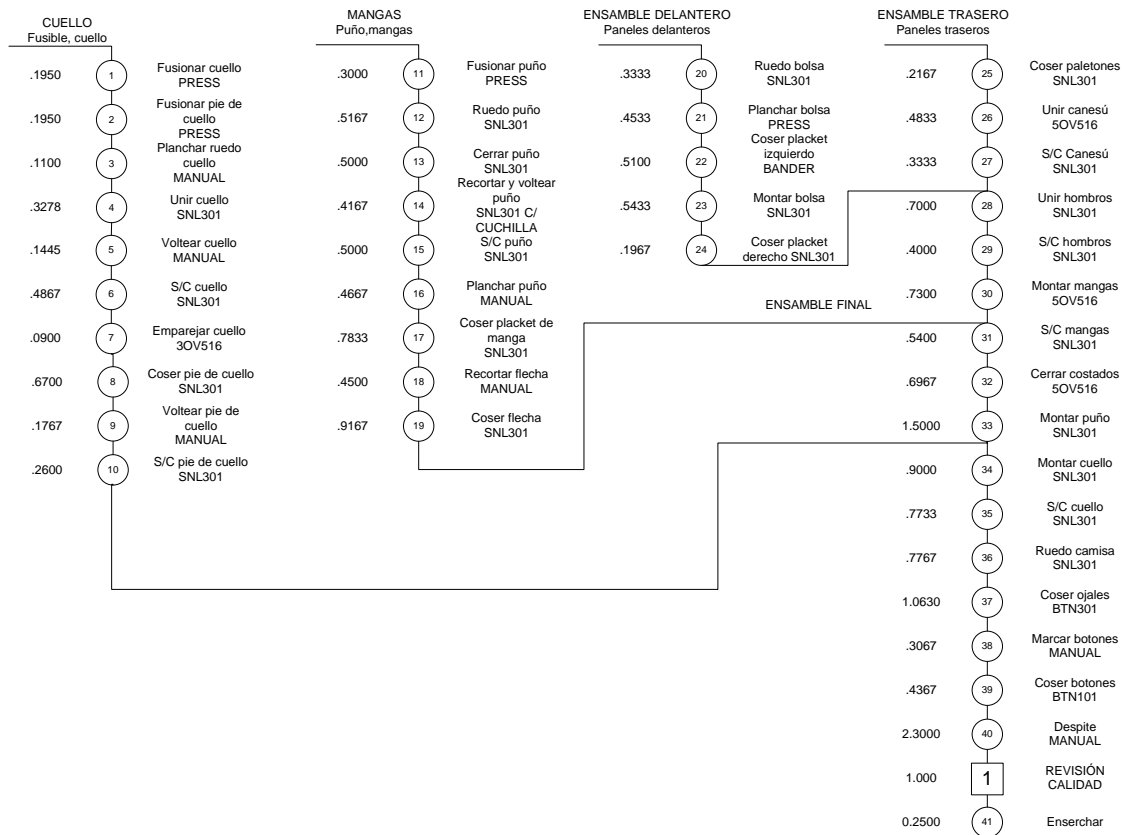
Figura 1. DOP camisa Oxford de manga larga método actual

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: Producción
 PRODUCTO: Camisa Oxford
 de manga larga

FECHA: Abril 2006
 ANALISTA: Diego A. Muñoz Aliaga

MÉTODO: Actual



RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	41	21.9487
Inspección	1	1
Combinada	0	0
TOTALES	42	22.9487

En relación al análisis en base a los diez enfoques del análisis de operaciones se hacen las siguientes observaciones:

- **Objetivo de las operaciones:** En realidad, este aspecto está íntimamente relacionado con el diseño de la pieza, la cual depende de los gustos y necesidades del cliente. Existen algunas operaciones (como por ejemplo las operaciones 1 y 3) que valdría la pena combinar para evitar trabajos repetitivos (fusionar cuello y luego planchar ruedo de cuello), aunque se debe estudiar más a fondo el mejor modo de hacerlo.
- **Diseño de la pieza:** El diseño de la pieza depende de las especificaciones del cliente, por consiguiente cualquier cambio en el mismo debe ser consultado y avalado por el departamento de diseño. En este trabajo no se considerará este punto a profundidad.
- **Análisis del proceso:** Este aspecto se tratará más adelante, pero se puede adelantar que conviene realizar un balance de líneas para determinar la distribución de operarios y maquinarias que permita realizar mejoras en la distribución del equipo en la línea.
- **Requerimientos de inspección:** No se profundizará en este aspecto debido a que el mismo compete al departamento de control de calidad. Sin embargo, si conviene mencionar que se debe hacer conciencia en el personal para que realicen el trabajo con calidad, y no esconder los errores que se puedan dar en la línea.
- **Material:** El material a utilizar en la fabricación de las distintas prendas, depende esencialmente del tipo de cliente (si es una prenda para el mercado nacional o para exportación). El tipo de material es diferente para los diferentes productos de las líneas en estudio, aunque cabe mencionar que la empresa se esfuerza en utilizar telas de la mejor calidad.
- **Manejo de materiales:** Esto afecta principalmente en el cuidado para el proceso en línea, así como para las operaciones manuales. Por ejemplo, la

tela utilizada para la camisa polo tiende a estirar, por lo que requiere de distinto manejo que la camisa Oxford, la cual no estira. Más adelante, se estudiarán los diagramas de flujo y recorrido para evaluar posibles mejoras en la distribución de las líneas para evitar traslados innecesarios.

- **Distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo:** Se pudo observar que en algunas estaciones se podría mejorar la eficiencia a través de tener adecuadamente organizado el trabajo tanto para hacer como terminado. Esto se evaluará juntamente con los diagramas bimanuales.
- **Posibilidades comunes para la mejora del trabajo:** Más adelante se hará un análisis de posibles mejoras específicamente en la operación de despitado aplicando los principios de la economía de movimientos, debido a que es una operación que es altamente repetitiva, además de tardada y que ofrece campo para mejoras.
- **Condiciones de trabajo:** Se debe observar que algunas de las condiciones de trabajo no son las óptimas. Existen deficiencias en la ventilación del lugar, convendría la colocación de extractores de aire para mejorar la ventilación. Aunque no se hizo un estudio del nivel de ruido, se puede decir que el mismo no es significativo. Cada línea tiene iluminación localizada, aunque valdría la pena revisar algunas de las luminarias para ver si es necesario reemplazarlas. En cuanto a la seguridad industrial, es necesaria una actualización ya que la empresa acaba de crecer, y la señalización no se ha actualizado.
- **Método:** En el resto del capítulo se tratará este tema.

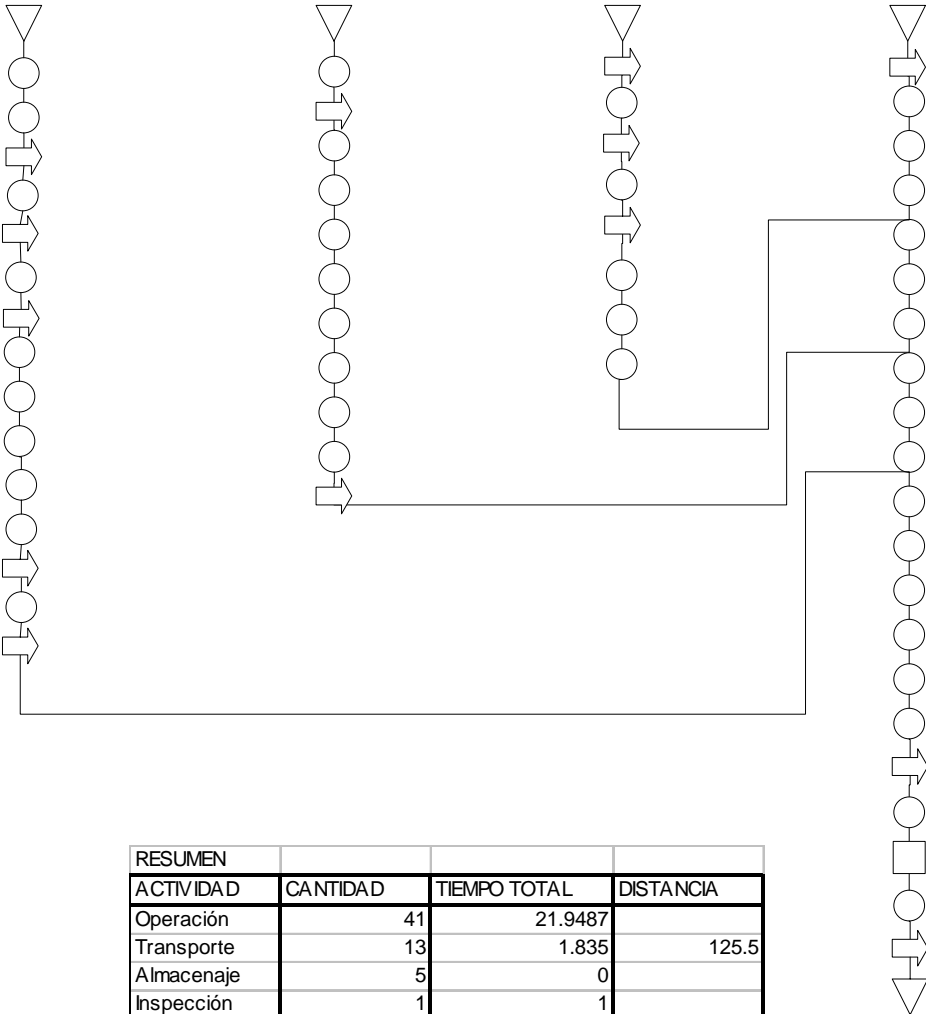
2.7.2 Diagrama de flujo actual

Los diagramas de flujo (abreviado DFP) de la línea Oxford se muestran en las páginas siguientes. Se aclara que en estos diagramas los puntos de partida no son exactamente la “bodega de materia prima” en sí, debido a que la materia

prima antes de entrar a la línea de producción es preparada para su ensamble en la línea de corte. Debido a que esta parte del proceso no se analiza en el presente trabajo, se hace referencia del inicio del proceso en el almacenamiento intermedio denominado “Esteras de Materia Prima”, y por simplicidad en el diagrama se utiliza la abreviatura BMP.

En relación al DFP de la camisa Oxford, se puede apreciar que a lo largo de la línea existen 13 puntos en los cuales existen traslados mayores de 1.5 mts, los cuales totalizan una distancia de 125.5 mts y un tiempo estimado de 1.835 minutos de tiempo improductivo debido a traslados, incrementando el tiempo global de operación en casi 2 minutos por pieza.

Figura 2. DFP camisa Oxford manga larga método actual



RESUMEN	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL	DISTANCIA
Operación	41	21.9487	
Transporte	13	1.835	125.5
Almacenaje	5	0	
Inspección	1	1	
Combinada	0	0	
TOTALES	60	24.7837	125.5

DEPARTA
 PRODUC

2.7.3 Diagrama de recorrido actual

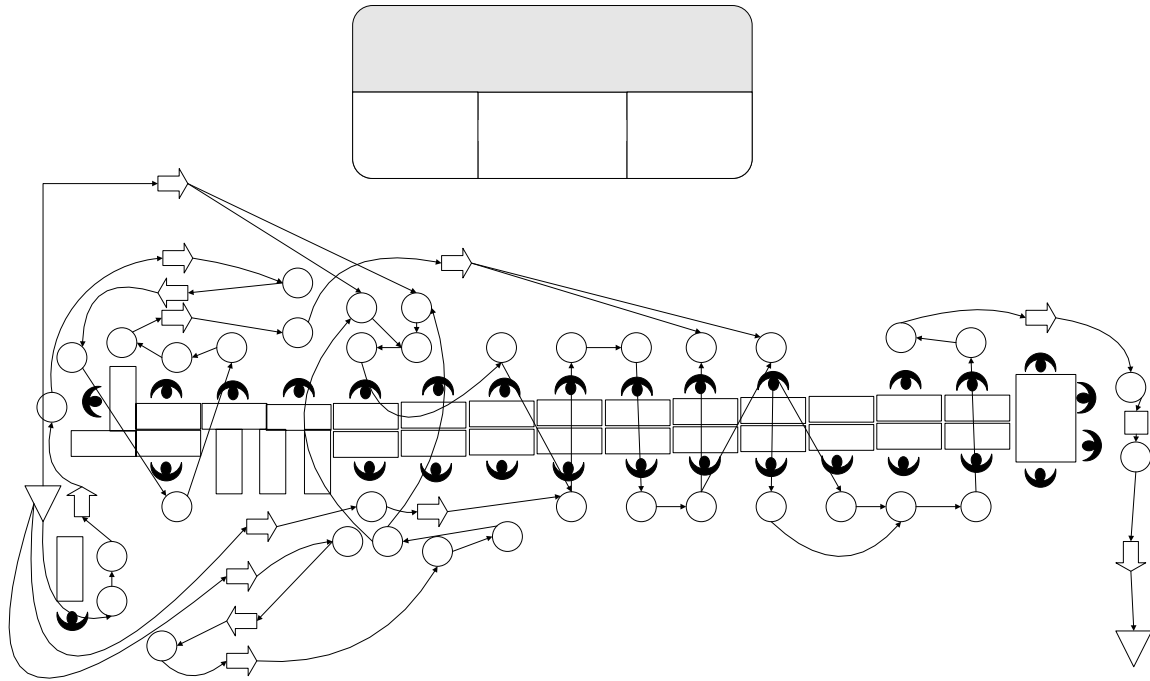
En relación a la distribución de maquinaria actual de la línea, se puede observar lo siguiente: Existe una gran cantidad de traslados de materiales mayores de 1.5 mts, siendo los primeros en llamar la atención los que se realizan al trasladar el trabajo de las operaciones 1, 2 y 21 de la fusionadora a la línea. Actualmente la fusionadora que se utiliza para esta línea se encuentra a una distancia de 14 mts de la línea de camisa Oxford, y es la misma máquina que se utiliza para el trabajo de la línea de Polo. Sin embargo, existe otra fusionadora más, que se utiliza para la línea de Pantalón, la cual se podría habilitar para funcionar con la línea de camisa polo dependiendo del estilo.

Sin embargo, convendría habilitar una fusionadora que trabajara exclusivamente para la línea de Oxford, o si no fuera esto posible, que se trasladara la fusionadora de la línea de polo a la de Oxford por las siguientes razones:

Se lograría reducir la distancia de manejo de materiales de las operaciones 1 y 2 en aproximadamente 12 mts, si se supone que dicho traslado se realiza en 1 metro / segundo (lo cual es una apreciación optimista) se ahorrarían 12 segundos (0.2 minutos) del tiempo de ciclo.

De acuerdo a los cálculos del balance de líneas de ambas líneas, existe una mayor proporción de trabajo en la línea de Camisa Oxford, de tal modo que para atender las necesidades de esta línea se requieren de 2 trabajadores, mientras que en la línea de polo solamente 1 trabajador. La lógica indica que conviene ahorrar tiempo en la línea de Oxford porque hay una mayor demanda de trabajo.

Figura 3. DRP camisa Oxford manga larga método actual



11

2

4

3

62

4

10

9

7

2.7.4 Métodos de trabajo actuales

El diagrama bimanual que ilustra el proceso de despitar de la línea Oxford como se realiza actualmente se muestra en las páginas siguientes. Se hace la salvedad que cuando se hizo el estudio, se observó que a pesar de que cada una de las operarias tiene un “método” propio para despitar, el mismo no está estandarizado para todas ellas, cada quien despita como mejor le parece (aunque existen algunas etapas en las que tienen operaciones similares), difiriendo la eficiencia básicamente en la experiencia empírica de las operarias. Sin embargo, si se compara con la línea de Polo, se podría decir que existe un patrón más o menos aproximado de lo que hace la mayoría, y éste es el que se describe en el diagrama.

Se pudo notar al observar a las operarias, algunos errores en relación a la economía de movimientos, los cuales llevan a movimientos ineficientes que retrasan en cierta medida la operación. Algunos de ellos son:

En algunas partes del ciclo las operarias sueltan el despitador, y lo colocan en la mesa para realizar operaciones en las cuales el mismo les estorba (p. Ej. Quitar stickers, sacudir la pieza). Se puede mejorar esto si cada operaria lleva colgado el despitador al cuello, así se economizaría el movimiento de colocar el despitador en la mesa y luego tener que buscarlo y alcanzarlo para volver a trabajar.

Existe un tipo de despitador, el cual tiene incorporada una argolla que permite colocar cómodamente el despitador en el dedo medio de la mano a utilizar, a modo de una tijera. La función de este despitador es, además de cumplir una función ergonómica, evitar que la operaria suelte el despitador. Sin embargo, no

todos los despitadores tienen este aditamento, y se observó que quienes tienen este tipo de despitador, no lo utilizan correctamente (en lugar de colocárselo en el dedo medio, simplemente no lo utilizan).

En relación a la forma de manejar la prenda de vestir, no se sigue un patrón regular que permita la utilización de movimientos de baja clase (nudillos y muñecas en lugar de antebrazo), sino que se tiende a desplazarse a lo largo de la pieza de una forma casi aleatoria.

En el diagrama bimanual propuesto se pretende corregir estos errores de la siguiente manera:

Las operarias deben evitar, en la medida de lo posible, soltar el despitador. Para economizar movimientos excesivos, las operarias deben tener colgado el despitador en el cuello a través de una cinta, esto permite que en lugar de colocar el despitador en una posición incierta en la mesa, simplemente lo suelten y de antemano sepan dónde encontrarlo.

Estas recomendaciones se reflejan en el diagrama a través de la eliminación de los movimientos innecesarios como colocar el despitador en la mesa y alcanzarlo luego.

Figura 4. Bimanual despite camisa Oxford método actual

DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERADOR													
DIAGRAMA DE OPERACIÓN: <u>Bimanual</u>										* NOTA: El diagrama no está a escala.			
OPERACIÓN <u>Despite Camisa Oxford</u>													
EMPRESA: <u>Moda Colegial, S.A.</u>										DEPARTAMENTO: <u>Producción</u>			
MÉTODO: <u>Actual</u>										ANALISTA: <u>Diego A. Muñoz A.</u>			
NUMERO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	TIEMPO (segundos)	DESCRIPCIÓN	NUMERO
			○	⇨	▽	□	○	⇨	▽	□			
1	Alcanzar Pieza Demora	2									2	Alcanzar Pieza Transporte	1
2	Despitar Cuello y Hombros Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición	11									11	Despitar Cuello y Hombros Despita Cambia posición Despita Cambia posición	2
3	Despitar Mangas y Costados Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición	36									36	Despitar Mangas y Costados Despita Cambia posición Despita Cambia posición Alcanza manga Despita Cambia posición Despita Cambia posición	3
4	Despitar Botones Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición	10									10	Despitar Botones Despita Cambia posición Despita Cambia posición	4
5	Despitar Ojales Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Mano inactiva	10									10	Despitar Ojales Despita Cambia posición Despita Coloca despitador en la mesa	5
6	Quitar Stickers Quita sticker Cambia posición Quita sticker Cambia posición Mano inactiva	10									10	Quitar Stickers Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Alcanza despitador	6
7	Despitar Ruedo Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Mano inactiva	10									10	Despitar Ruedo Despita Cambia posición Despita Cambia posición Coloca despitador en la mesa	
8	Sacude pieza	2									2	Sacude pieza	8
9	Despite derecho pieza Mano inactiva Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición	20									20	Despite derecho pieza Alcanza despitador Despita Cambia posición Despita Cambia posición Despita Cambia posición Despita Cambia posición	9
10	Sacude pieza	2									2	Sacude pieza	10
11	Coloca en pila (final)	2									2	Coloca en pila (final)	11
TOTAL (segundos)		113									113	TOTAL (segundos)	

2.8 Situación actual de línea de camisa Polo

2.8.1 Diagrama de operaciones actual

El diagrama de operaciones de la camisa Polo se muestra en las páginas siguientes. Como se mencionó en capítulos anteriores, esta línea es la que tiene la producción más estable de todas. Una gran parte del tiempo se produce camisa polo, habiendo pocas variaciones entre estilo y estilo. Esto, adicionalmente a la poca rotación de personal de la empresa ha permitido que los operarios de esta línea adquieran bastante habilidad en la confección de la camisa polo.

2.8.2 Diagrama de flujo actual

Para la camisa polo, debido a la mayor estabilidad de la línea, existe una menor cantidad de traslados (solamente 4 traslados mayores de 1.5 mts) los cuales totalizan 31.5 mts y un incremento de $\frac{1}{2}$ minuto al tiempo de ciclo por pieza. Cabe mencionar que los tiempos utilizados en estos diagramas son los tiempos que se cronometraron en el desarrollo del proyecto, no los tiempos con los cuales trabajaba la empresa. En las páginas siguientes se incluyen los balances de líneas junto con los tiempos anteriores y los cronometrados para el presente trabajo.

En este proceso la operación que limita la eficiencia de la línea podría decirse que es la operación de despite, a la cual actualmente se le asigna el mayor número de operarios para su realización.

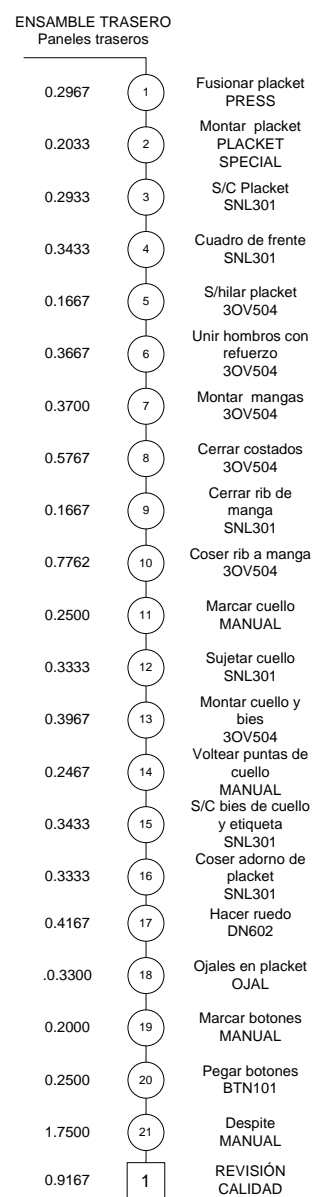
Figura 5. DOP camisa Polo método actual

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: Producción
 PRODUCTO: Camisa Polo
 de manga corta

FECHA: Abril 2006
 ANALISTA: Diego A. Muñoz Aliaga

MÉTODO: Actual



RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	21	8.4095
Inspección	1	0.9167
Combinada	0	0
TOTALES	22	9.3262

Figura 6. DFP camisa Polo método actual

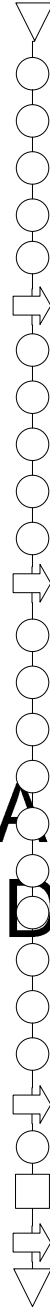
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	21	8.4095
Inspección	1	0.9167
Combinada	0	0
TOTALES	22	9.3262

DIAGRAMA

DEPARTAMENTO: F

PRODUCTO: Camisa

de manga c



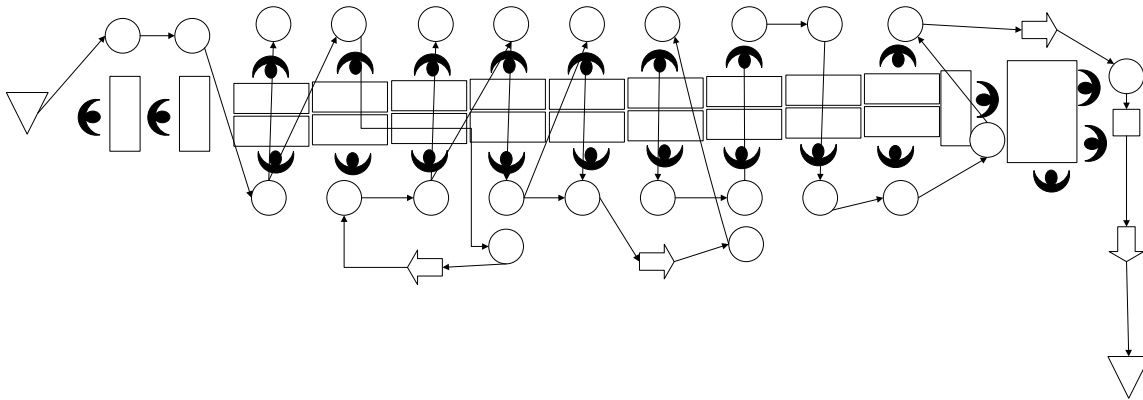
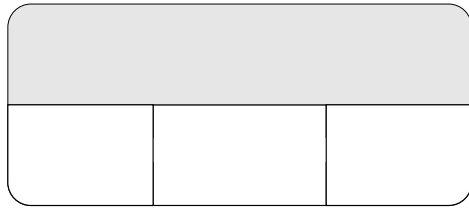
2.8.3 Diagrama de recorrido actual

En relación a la línea de camisa Polo, se puede observar que el proceso se encuentra bastante ordenado. A pesar de ello, existen dos puntos en los que se encuentran traslados mayores a 1.5 mts que podrían evitarse. Estos traslados, así como la distribución de la maquinaria de acuerdo con los tiempos del balance de líneas más actualizado se corrigen en el diagrama de recorrido propuesto.

2.8.4 Métodos de trabajo actuales

En relación a la línea de polo, se pudo observar que al igual que en la línea de Oxford, no existe un método estándar para despitar las piezas, es decir se mueve la pieza aleatoriamente durante el despitar. En el diagrama de operaciones, el tiempo cronometrado para despitar una camisa polo es de 105 segundos (1.75 minutos).

Figura 7. DRP camisa Polo método actual



EM
CC

3. PROPUESTA DE MEJORA DE MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

En el presente capítulo se analizan las operaciones de las líneas en estudio a través de algunas de las principales herramientas del estudio de métodos: diagramas de operaciones, flujo y recorrido, así también como balances de líneas y distribución de maquinaria y operarios. Se hace una evaluación de las condiciones actuales de las líneas y se proponen mejoras a las mismas. El uso de estas herramientas no se considera aisladamente; por ejemplo, las propuestas para distribución de maquinaria y mejoras al diagrama de recorrido se interrelacionan con los resultados del balance de líneas y diagramas de flujo, etc. Sin embargo, se analiza cada una de estas herramientas individualmente, para ser integradas una a una.

3.1 Línea de camisa Oxford

3.1.1 Descripción de áreas y métodos de trabajo

3.1.1.1 Diagrama de operaciones propuesto

La propuesta al diagrama de operaciones de la camisa Oxford incluye lo siguiente: Se notó que en el método actual la operación de despitar es la que consume mayor cantidad de tiempo y operarios de la línea. Esto se debe a que en el proceso se ha liberado hasta la fecha a los operarios de la línea de su responsabilidad de despitar su operación. Como se mostrará en el estudio de movimientos, se puede demostrar que el tiempo que requiere cada operario para despitar su operación no excede de los 3.5 segundos adicionales al tiempo estándar de cada operación (ver la sección de métodos de trabajo propuestos). Se agregó dicho tiempo al estándar de cada una de las operaciones que utilizan máquina de coser y los tiempos de operaciones

manuales y de máquinas de ciclo (ojal y botón) se mantuvieron. A continuación el diagrama de operaciones propuesto para la camisa Oxford.

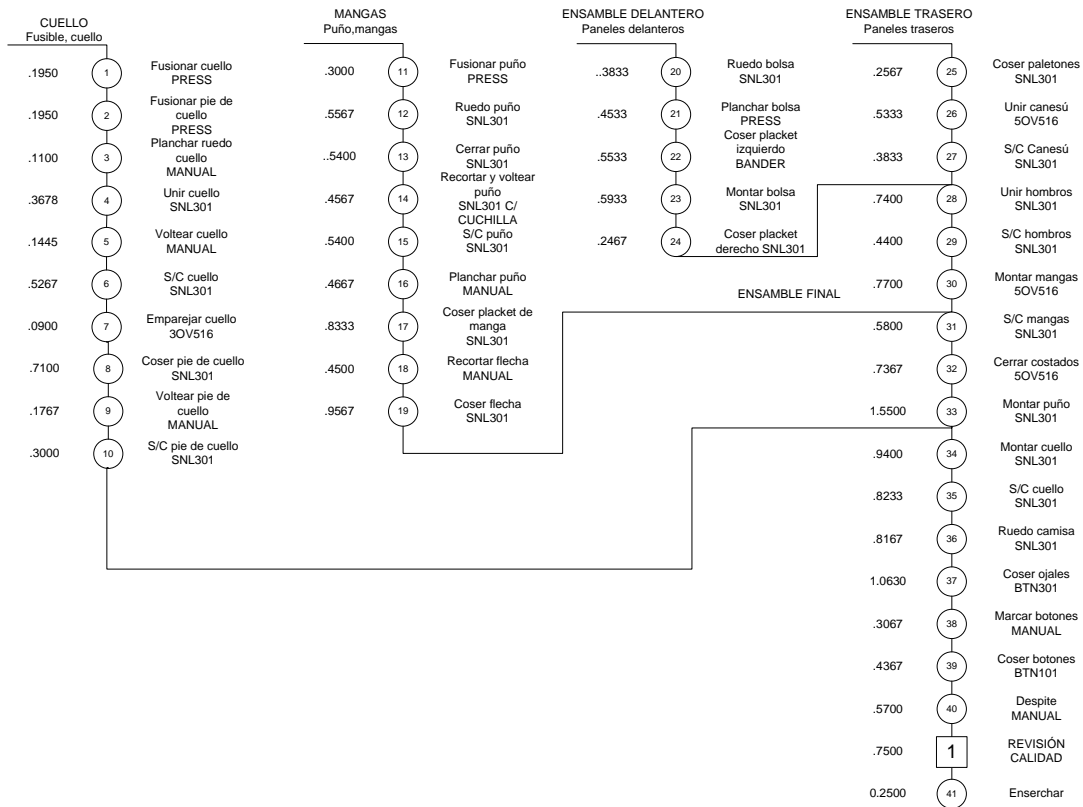
Figura 8. Diagrama de operaciones propuesto

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: Producción
 PRODUCTO: Camisa Oxford
 de manga larga

FECHA: Abril 2006
 ANALISTA: Diego A. Muñoz Aliaga

MÉTODO: Propuesto



RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	41	21.3525
Inspección	1	0.75
Combinada	0	0
TOTALES	42	22.1025

A continuación se hace un resumen de la diferencia entre el diagrama actual y el propuesto:

Tabla VIII. Cuadro resumen DOP camisa Oxford

Actividad	Operación	Inspección	TOTALES
Número (Actual)	41	1	42
Tiempo, min.(Actual)	21.95	1	22.95
Número (Prop.)	41	1	42
Tiempo (Prop.)	21.35	0.75	22.1
Dif. Actividades	0	0	0
Dif. Tiempo, min.	0.6	0.25	0.85

Se puede notar las siguientes mejoras: Se distribuyó el tiempo de despiste dentro de los operarios de la línea, con lo cual se redujo el tiempo del diagrama de operaciones en casi 1 minuto de tiempo. Al finalizar esta sección se hará un análisis más profundo de las implicaciones de estas mejoras.

3.1.1.2 Diagrama de flujo propuesto

El diagrama de flujo propuesto se muestra a continuación.

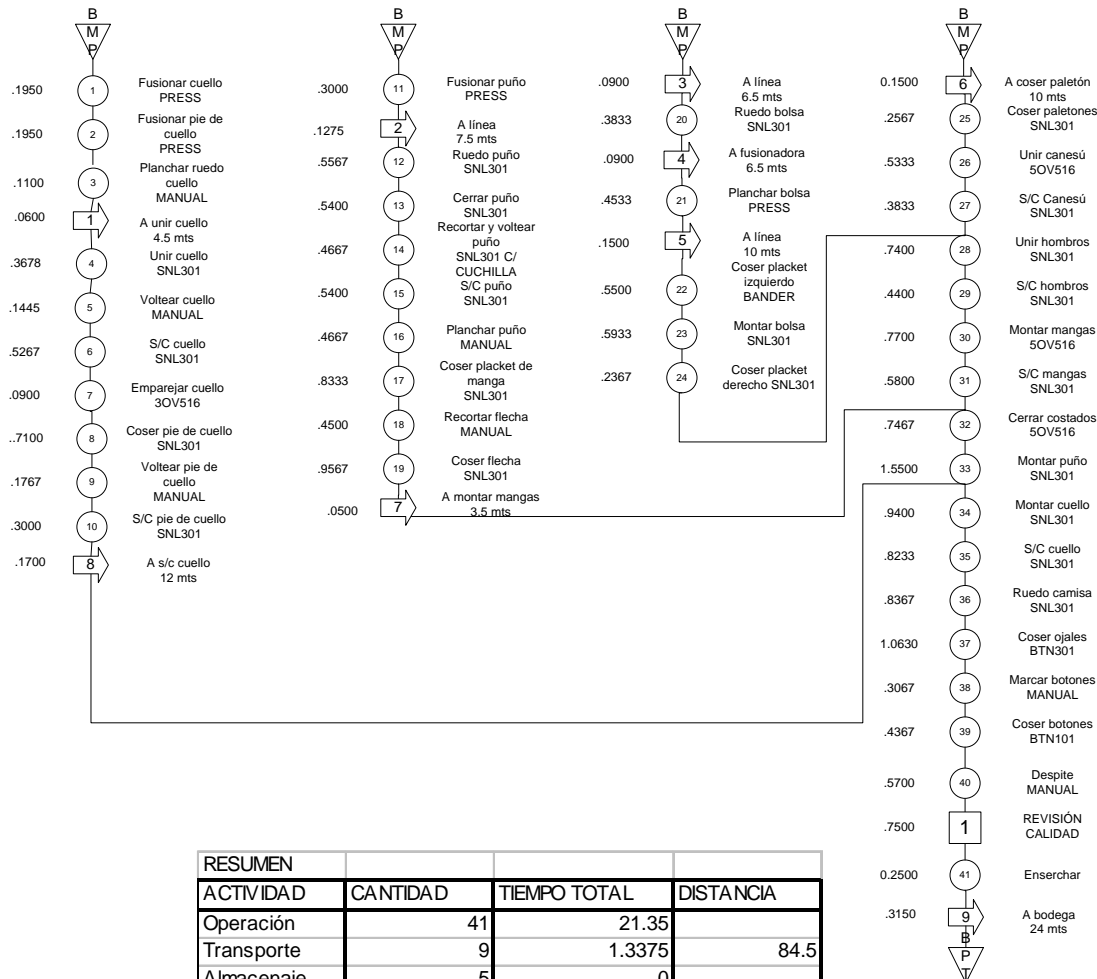
Figura 9. Diagrama de flujo propuesto de camisa Oxford

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

DEPARTAMENTO: Producción
 PRODUCTO: Camisa Oxford
 de manga larga

FECHA: Abril 2006
 ANALISTA: Diego A. Muñoz Aliaga

MÉTODO: Propuesto



RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL	DISTANCIA
Operación	41	21.35	
Transporte	9	1.3375	84.5
Almacenaje	5	0	
Inspección	1	0.75	
Combinada	0	0	
TOTALES	56	23.4375	84.5

Cabe hacer las siguientes observaciones: En el diagrama de flujo anterior, existían 13 operaciones de transporte mayor a 1.5 metros, los cuales totalizaban un tiempo de traslados de 1.845 minutos. Con la distribución propuesta, se reduce la cantidad de traslados a 9 totalizando 1.3375 minutos y 84.5 metros contra 125.5 metros originales. Estas mejoras se reflejan en el siguiente cuadro resumen.

Tabla IX. Cuadro resumen diagrama de flujo propuesto camisa Oxford

Distancia, mts(Actual)	0	0	125.5	125.5
Número (Prop.)	41	1	9	51
Tiempo (Prop.)	21.35	0.75	1.3395	23.4395
Distancia(Prop.)	0	0	84.5	84.5
Dif. Actividades	0	0	4	4
Dif. Tiempo, min.	0.6	0.25	0.5055	1.3555
Dif. Distancia, mts.	0	0	41	41

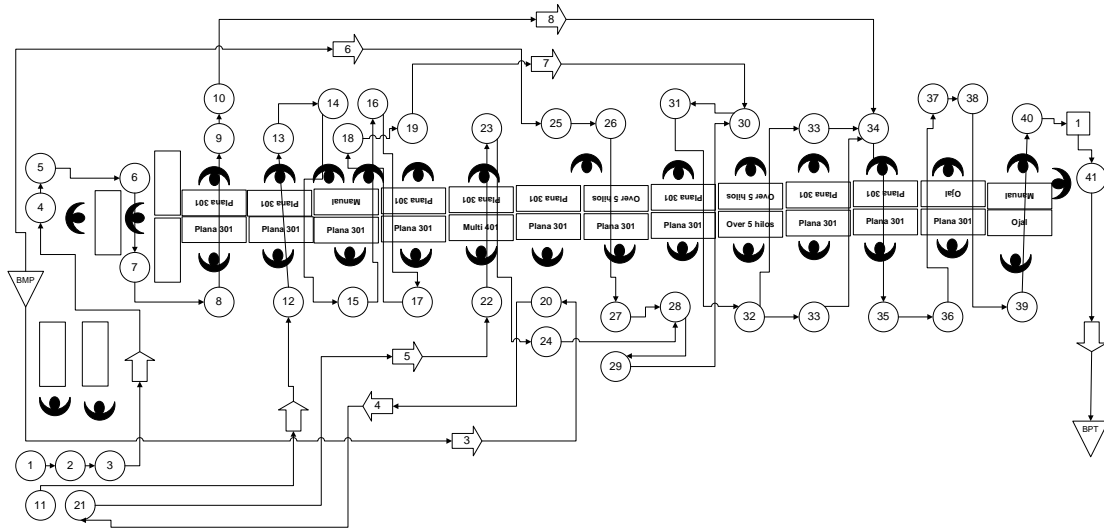
3.1.1.3 Diagrama de recorrido propuesto

Los cambios mencionados en el inciso anterior relativos a la camisa Oxford, se muestran en el diagrama de recorrido propuesto para la línea Oxford. Se incluyen cambios en la distribución de la maquinaria de acuerdo al balance de líneas que se incluye en este proyecto.

El diagrama de recorrido propuesto se muestra a continuación.

Figura 10. DRP propuesto camisa Oxford

DRP CAMISA OXFORD PROPUESTO		
EMPRESA: MODA COLEGIAL, S.A.	31/05/2006	Analista: Diego A. Muñoz Aliaga



3.1.1.4 Métodos de trabajo propuestos

La principal propuesta que se hizo a los métodos fue con relación a la operación de despite. Anteriormente en el diagrama de recorrido se podía observar que la operación de despite es la que ocupaba el mayor tiempo en la secuencia de operaciones. En total ocupaba a 3 personas con un tiempo de ciclo de 2.3 minutos.

Se hizo un análisis de tiempos predeterminados de la operación y las siguientes observaciones:

- Al balancear la línea se observó que la mayoría de operaciones contaban con tiempo de ocio para llegar a la meta.
- La mayor parte de maquinaria de costura de la línea es electrónica o con un sistema de corte automático de hilo.

Tomando en cuenta estas observaciones, se propuso lo siguiente:

- Cada operario que trabaje con máquina plana u overlock es responsable de despitar su operación después de terminada.
- El tiempo total de ciclo de acuerdo a un análisis de tiempos predeterminados para cada operación de despite en línea es de 3.4 segundos adicionales al ciclo de la operación.
- El tiempo estimado a través de tiempos predeterminados para el despite al final de línea es de 0.57 minutos, con lo cual ahora sólo se requerirá de 1 persona al final de la línea despitando.
- El número de operarios de cada operación será el mismo, solamente que ahora se incrementará el tiempo de operación en 3.4 segundos.

El estudio de tiempos predeterminados (utilizando la técnica de GSD) se muestra a continuación en la página siguiente:

Tabla X. Estudio de GSD para el despite de la camisa

Análisis Operación GSD						
Código Producto/Estilo No.:			Fecha: Mayo 23, 2006			
Descripción Operación: DESPITE CAMISA OXFORD			Operation Code: ---			
Máquina utilizada: MANUAL			Machine RPM: 0			
Tolerancia Máquina: 0.00%			Oprtr.: SPI: 10			
Ingeniero analista:			Summary of SAM:			
Total TMU Manual: ----->			712.000	SAM Manual:		0.4989
Total TMU Máquina: ----->			0.000	SAM Máquina:		0.0000
Minutos Básicos Manuales: ----->			0.4271	SAM Total:		0.4989
Minutos Básicos Máquina: ----->			0.0000	SAM (SEG):		29.9322
			Producción diaria (unidades): 1082			
Element No	GSD Codes	ELEMENT DESCRIPTION	TMU/ per 1	Freq./ Reqmnt	TMU Machine	TMU Manual
1	GP1H	ALCANZA PIEZA	20	1		20
2	TCUT	DESPITA BOTONES PRIMER CORTE	50	1		50
3	TCAT	DESPITA BOTONES CORTES ADICIONALES	25	7		175
4	GPAG	QUITA STICKERS	10	14		140
5	PPOH	QUITA STICKERS	6	14		84
6	TCUT	DESPITA EXCESOS	50	1		50
7	PPOH	CAMBIA DE POSICIÓN	6	5		30
8	TCAT	DESPITA EXCESOS	25	5		125
9	APSH	SACUDE PIEZA	24	1		24
10	PPST	APILA	14	1		14
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
Total Manual TMU :					712.0000	
Total Machine TMU:						0.0000

El diagrama bimanual propuesto queda de la siguiente manera:

Figura 11. Diagrama bimanual propuesto despite

DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERADOR													
DIAGRAMA DE OPERACIÓN: Bimanual												* NOTA: El diagrama no está a escala.	
OPERACIÓN: Despite Camisa Oxford													
EMPRESA: Moda Colegial, S.A.		DEPARTAMENTO: Producción											
MÉTODO: Actual		ANALISTA: Diego A. Muñoz A.											
NUMERO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	TIEMPO (segundos)	DESCRIPCIÓN	NUMERO
	Símbolo		○	⇨	▽	D	○	⇨	▽	D		Símbolo	
1	<i>Alcanzar Pieza</i> Demora	1				●					1	<i>Alcanzar Pieza</i> Transporte	1
4	<i>Despitar Botones</i> Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición	8		●	●	●	●	●	●	●	8	<i>Despitar Botones</i> Despita Cambia posición Despita Cambia posición	4
5	<i>Despitar Ojales</i> Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Mano inactiva	7		●	●	●	●	●	●	●	7	<i>Despitar Ojales</i> Despita Cambia posición Despita Coloca despitador en la mesa	5
6	<i>Quitar Stickers</i> Quita sticker Cambia posición Quita sticker Cambia posición Mano inactiva	8	●	●	●	●	●	●	●	●	8	<i>Quitar Stickers</i> Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Alcanza despitador	6
7	<i>Despitar Excesos</i> Sostiene pieza Cambia posición Sostiene pieza Cambia posición Mano inactiva	8		●	●	●	●	●	●	●	8	<i>Despitar Ruedo</i> Despita Cambia posición Despita Cambia posición Coloca despitador en la mesa	7
10	<i>Sacude pieza</i>	1	●				●				1	<i>Sacude pieza</i>	10
11	<i>Coloca en pila (final)</i>	1	●				●				1	<i>Coloca en pila (final)</i>	11
TOTAL (segundos)		34									34	TOTAL (segundos)	

3.1.2 Balance de líneas

El balance de líneas de la línea en estudio se muestra a continuación. El mismo se utilizó para realizar la distribución de maquinaria. En él se refleja el aumento en el ciclo de las operaciones con máquina plana y overlock.

Tabla XI. Balance de líneas propuesto camisa Oxford

ESTUDIO DE TIEMPOS OXFORD						
PRODUCCIÓN TOTAL:		Tiempos cronometrados				
TIEMPO DE TRABAJO		480				
META/DÍA		550				
EFICIENCIA		80%				
	DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron	T. Cron.	TIPO MAQ.	#OPER.	# MAQ.
	PREPARACIÓN DE CUELLO	seg	min			
1	Fusionar Cuello	11.70	0.1950	fusionadora	0.28	0.28
2	Fusionar pie de cuello	11.70	0.1950	fusionadora	0.28	0.28
3	Planchar ruedo cuello	6.60	0.1100	manual	0.16	0.16
4	Unir cuello	22.30	0.3717	plana 1 aguja	0.53	0.53
5	Voltear cuello	8.67	0.1445	manual	0.21	0.21
6	S/coser cuello	31.80	0.5300	plana 1 aguja	0.76	0.76
7	Emparejar cuello	5.40	0.0900	over 3 hilos	0.13	0.13
8	Coser pie de cuello	42.80	0.7133	plana 1 aguja	1.02	1.02
9	Voltear pie de cuello	10.60	0.1767	manual	0.25	0.25
10	S/coser pie de cuello	18.20	0.3033	plana 1 aguja	0.43	0.43
	PREPARACIÓN DE MANGAS					
11	Fusionar puño	18.00	0.3000	fusionadora	0.43	0.43
12	Ruedo de puño	33.60	0.5600	plana 1 aguja	0.80	0.80
13	Cerrar puño	32.60	0.5433	plana 1 aguja	0.78	0.78
14	Recortar y voltear puño	27.60	0.4600	plana 1 aguja	0.66	0.66
15	S/coser puño	32.60	0.5433	plana 1 aguja	0.78	0.78
16	Planchar puño	28.00	0.4667	manual	0.67	0.67
17	Coser placket de manga	49.60	0.8267	plana 1 aguja	1.18	1.18
18	Recortar medida de flecha	27.00	0.4500	manual	0.64	0.64
19	Coser flecha	57.60	0.9600	plana 1 aguja	1.38	1.38
	PREPARACIÓN DE DELANTERAS					
20	Ruedo de bolsa	22.60	0.3767	plana 1 aguja	0.54	0.54
21	Planchar bolsa	27.20	0.4533	fusionadora	0.65	0.65
22	Coser placket izquierdo	33.20	0.5533	multiaguja	0.79	0.79
23	Montar bolsa	35.20	0.5867	plana 1 aguja	0.84	0.84
24	Coser placket derecho	14.40	0.2400	plana 1 aguja	0.34	0.34
	PREPARACIÓN TRASERAS					
25	Coser paletón trasero	15.60	0.2600	plana 1 aguja	0.37	0.37
26	Coser canesú trasero	31.60	0.5267	over 5 hilos	0.75	0.75
27	S/coser canesú	22.60	0.3767	plana 1 aguja	0.54	0.54
	ENSAMBLE					
28	Unir hombros	44.60	0.7433	plana 1 aguja	1.06	1.06
29	S/coser hombros	26.60	0.4433	plana 1 aguja	0.63	0.63
30	Montar mangas	46.40	0.7733	over 5 hilos	1.11	1.11
31	S/coser mangas	35.00	0.5833	plana 1 aguja	0.84	0.84
32	Cerrar costados y mangas	44.40	0.7400	over 5 hilos	1.06	1.06
33	Montar puño	93.20	1.5533	plana 1 aguja	2.22	2.22
34	Montar cuello	56.60	0.9433	plana 1 aguja	1.35	1.35
35	S/coser cuello	49.00	0.8167	plana 1 aguja	1.17	1.17
36	Ruedo de camisa	49.20	0.8200	plana 1 aguja	1.17	1.17
37	Coser ojales	63.78	1.0630	ojal	1.52	1.52
38	Marcar botones	18.40	0.3067	manual	0.44	0.44
39	Coser botones	26.20	0.4367	botón	0.63	0.63
40	Despite	34.00	0.5667	manual	0.81	0.81
41	Revisión	45.00	0.7500	manual	1.07	1.07
42	Enserchar	15.00	0.2500	manual	0.36	0.36
	TOTAL	1326.15	22.1025		31.66	31.66

Tabla XII. Análisis de línea Oxford

Máquina	Operaciones	Tipo de operario	Costo / hora	Costo operario/día	Tiempo	# Oper. Técnicos	# Oper. Reales	Capacidad	Exceso /Faltante	Horas disponibles	Costo MO /hora	Costo MO /día
Fusionadora	1,2,3,11,21	manual	4,95875	39,67	1,2533	1,80	1,80	2	215,96		9,9175	79,34
Estaciones manuales	14,16,18	manual	4,95875	39,67	1,3767	1,97	1,97	2	147,34		9,9175	79,34
Plana 1 aguja	4,5	operario B	5,15625	41,25	0,5162	0,74	0,74	1	379,93		5,15625	41,25
Over 3 hilos, Plana 1 aguja	6,7	operario A	5,15625	44	0,6200	0,89	0,89	1	224,19		5,15625	44
Plana 1 aguja	8	operario B	5,15625	41,25	0,7133	1,02	1,02	1	450,00		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	9,10	operario B	5,15625	41,25	0,4800	0,69	0,69	1	333,44		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	12	operario B	5,15625	41,25	0,5433	0,78	0,78	1	333,44		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	13	operario B	5,15625	41,25	0,5433	0,78	0,78	1	333,44		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	15	operario B	5,15625	41,25	0,5433	0,78	0,78	1	333,44		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	17	operario B	5,15625	41,25	0,8267	1,18	1,18	1	30,65		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	19	operario B	5,15625	41,25	0,9600	1,38	1,38	1	(50,00)	(48,00)	5,15625	41,25
Over 5 hilos	20,24	operario B	5,15625	41,25	0,6167	0,88	0,88	1	228,38		5,15625	41,25
Multaguas	22	operario B	5,15625	41,25	0,5533	0,79	0,79	1	317,47		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	23	operario B	5,15625	41,25	0,5867	0,84	0,84	1	268,18	157,33	5,15625	41,25
Over 5 hilos, Plana 1 aguja	25,26	operario B	5,15625	41,25	0,7867	1,13	1,13	1	60,17		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	27,29	operario B	5,15625	41,25	0,8200	1,17	1,17	1	36,37		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	28	operario B	5,15625	41,25	0,7433	1,06	1,06	1	95,74		5,15625	41,25
Over 5 hilos	30	operario B	5,15625	41,25	0,7733	1,11	1,11	1	70,69		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	31	operario B	5,15625	41,25	0,5833	0,84	0,84	1	272,86	159,17	5,15625	41,25
Over 5 hilos	32	operario B	5,15625	41,25	0,7400	1,06	1,06	1	98,65		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	33	operario B	5,15625	41,25	1,5533	2,22	2,22	2	68,03		10,3125	82,5
Plana 1 aguja	34	operario B	5,15625	41,25	0,9433	1,35	1,35	1	(41,17)	(38,83)	5,15625	41,25
Plana 1 aguja	35	operario B	5,15625	41,25	0,8167	1,17	1,17	1	37,76		5,15625	41,25
Plana 1 aguja	36	operario B	5,15625	41,25	0,8200	1,17	1,17	1	36,37		5,15625	41,25
Ojal	37,38	operario B	5,15625	41,25	0,5343	0,77	0,77	1	348,32		5,15625	41,25
Boton	39	operario B	5,15625	41,25	0,4367	0,63	0,63	1	549,24		5,15625	41,25
Estaciones manuales	40,41,42	manual	4,95875	39,67	1,5667	2,24	2,24	2	62,77		9,9175	79,34
TOTALES					24,2505	30,44	31				159,0025	1272,02

Como se puede observar en las tablas anteriores, la línea tiene la capacidad de llegar a su meta diaria con un total de 31 operarios. Existe dos operaciones cuello de botella: la operación 19 (coser flecha) y la operación 34 (montar cuello). En vez de contratar un operario comodín para cubrir el faltante de producción, se puede observar que las operaciones 23 (montar bolsa) y 31 (sobrecoser mangas) cuentan con suficiente tiempo de ocio como para cubrir la demanda de producción sin necesidad de contratar un operario adicional.

3.1.3 Análisis de cambios de estilo

En relación a los efectos que producen los cambios de estilo en las líneas de producción, se analizó el caso del efecto producido por un ligero cambio de estilo en la línea Oxford, junto con un cambio mayor de estilo en la línea Polo.

En el caso de la línea Oxford, se incluyen los balances de líneas de dos estilos similares: la blusa con cuello redondo y la blusa estilo 1507. Para el caso de la blusa con cuello redondo, se puede decir que requiere mayor trabajo por factores como mayor trabajo en el cuello, además de un mayor número de operaciones por pieza (28 operaciones contra 25 de la blusa 1507).

Se estudió el efecto que tuvo el cambio de estilo de blusa de cuello redondo a blusa 1507 en la curva de aprendizaje de los operarios. Como se puede notar en los estudios de tiempos de ambos estilos, las operaciones para ambos estilos son muy semejantes, con tres operaciones menos de la segunda y algunas operaciones con mayor cantidad de trabajo (como el cuello) en la primera. Para determinar el porcentaje de la curva de aprendizaje en el que se encontraron los operarios tras una semana con el nuevo estilo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$T_{pu} = KX^N$$

Por propiedades logarítmicas

$$\text{Log } T_{pu} = \text{Log } K + N \text{ Log } X$$

Donde:

T_{pu} = tiempo promedio acumulado (en horas) por unidad para cualquier número de unidades

K = Valor en tiempo de la primera unidad

X = Número de unidades producidas

N = Exponente representativo de la pendiente de la curva de aprendizaje.

De este modo, se tienen los siguientes datos para el caso de la blusa 1507: El día 30 de mayo del presente año, se cronometró la línea, estableciéndose que los operarios eran capaces de producir la meta del día (550 piezas) con un ritmo de 5.97 horas – hombre /unidad. Ocho días después, se habrían producido 550 piezas / día x 8 días = 4,400 piezas aproximadamente, con un ritmo de 5.31 horas – hombre /unidad.

X_1 = Producción acumulada hasta el punto 1 (550 piezas)

X_2 = Producción acumulada hasta el punto 2 (4,400 piezas).

Tabla XIII. Estudio de tiempos blusa 1507
Cronometrados el 30-5-06

		ESTUDIO DE TIEMPOS BLUSA 1507				
PRODUCCIÓN TOTAL:				Tiempos cronometrados		
TIEMPO DE TRABAJO		480		30-5-		
META/DÍA		550				
EFICIENCIA		80%				
	DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron	T. Cron.	TIPO MAQ.	#OPER.	# MAQ.
		seg.	cent.			
1	Coser cuello	23.20	0.39	Plana 1 aguja	0.55	0.55
2	Voltear cuello, recortar cuello	36.80	0.61	Manual	0.88	0.88
3	S/coser 1/4 cuello	24.60	0.41	Plana 1 aguja	0.59	0.59
4	Ruedo de bolsa	10.00	0.17	Plana 1 aguja	0.24	0.24
5	S/hilar delanteras	13.60	0.23	Over 3 hilos	0.32	0.32
6	Atracar delanteras	9.80	0.16	Plana 1 aguja	0.23	0.23
7	Ruedo de manga	21.40	0.36	Plana 1 aguja	0.51	0.51
8	Coser pinza	20.20	0.34	Plana 1 aguja	0.48	0.48
9	Coser paletones	21.00	0.35	Plana 1 aguja	0.50	0.50
10	Coser canesú	28.00	0.47	Plana 1 aguja	0.67	0.67
11	Planchar bolsa	22.11	0.37	Fusionadora	0.53	0.53
12	Montar bolsa	37.80	0.63	Plana 1 aguja	0.90	0.90
13	Unir hombros	33.40	0.56	Over 5 hilos	0.80	0.80
14	S/coser hombros	15.20	0.25	Plana 1 aguja	0.36	0.36
15	Pegar mangas	40.80	0.68	Over 5 hilos	0.97	0.97
16	Cerrar costados	58.40	0.97	Over 5 hilos	1.39	1.39
17	Montar cuello	81.40	1.36	Plana 1 aguja	1.94	1.94
18	S/coser 1/16 cuello	83.00	1.38	Plana 1 aguja	1.98	1.98
19	Atraque de manga y hombros	47.60	0.79	Plana 1 aguja	1.14	1.14
20	Hacer ruedo	33.00	0.55	Plana 1 aguja	0.79	0.79
21	Ojales	36.80	0.61	Ojal	0.88	0.88
22	Marcar botón	16.60	0.28	Manual	0.40	0.40
23	Pegar botones	16.40	0.27	Botón	0.39	0.39
24	Despite	155.20	2.59	Manual	3.70	3.70
25	Revisión	62.40	1.04	Manual	1.49	1.49
	TOTALES	948.71	15.81		22.65	22.65

Tabla XIV. Estudio de tiempos blusa 1507
Tiempos cronometrados el 6-6-06

ESTUDIO DE TIEMPOS					
BLUSA 1507 (2)					
PRODUCCIÓN TOTAL:				Tiempos cronometrados	
TIEMPO DE TRABAJO	480			6-6-06	
META/DÍA	550				
EFICIENCIA	80%				
DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron	T. Cron.	TIPO MAQ.	#OPER.	# MAQ.
	seg.	cent.			
1 Coser cuello	23.60	0.39	Plana 1 aguja	0.56	0.56
2 Voltear cuello, recortar cuello	30.00	0.50	Manual	0.72	0.72
3 S/coser 1/4 cuello	27.60	0.46	Plana 1 aguja	0.66	0.66
4 Ruedo de bolsa	8.80	0.15	Plana 1 aguja	0.21	0.21
5 S/hilar delanteras	13.20	0.22	Over 3 hilos	0.32	0.32
6 Atracar delanteras	12.20	0.20	Plana 1 aguja	0.29	0.29
7 Ruedo de manga	40.00	0.67	Plana 1 aguja	0.95	0.95
8 Coser pinza	27.60	0.46	Plana 1 aguja	0.66	0.66
9 Coser paletones	21.00	0.35	Plana 1 aguja	0.50	0.50
10 Coser canesú	29.20	0.49	Plana 1 aguja	0.70	0.70
11 Planchar bolsa	15.80	0.26	Fusionadora	0.38	0.38
12 Montar bolsa	41.60	0.69	Plana 1 aguja	0.99	0.99
13 Unir hombros	31.20	0.52	Over 5 hilos	0.74	0.74
14 S/coser hombros	15.80	0.26	Plana 1 aguja	0.38	0.38
15 Pegar mangas	44.00	0.73	Over 5 hilos	1.05	1.05
16 Cerrar costados	39.40	0.66	Over 5 hilos	0.94	0.94
17 Montar cuello	81.00	1.35	Plana 1 aguja	1.93	1.93
18 S/coser 1/16 cuello	48.80	0.81	Plana 1 aguja	1.16	1.16
19 Atracar de manga y hombros	37.80	0.63	Plana 1 aguja	0.90	0.90
20 Hacer ruedo	33.20	0.55	Plana 1 aguja	0.79	0.79
21 Ojales	24.80	0.41	Ojal	0.59	0.59
22 Marcar botón	13.60	0.23	Manual	0.32	0.32
23 Pegar botones	17.00	0.28	Botón	0.41	0.41
24 Despite	155.20	2.59	Manual	3.70	3.70
25 Revisión	62.40	1.04	Manual	1.49	1.49
TOTALES	894.80	14.91		21.36	21.36

Tabla XV. Cuadro comparativo de aprendizaje

ESTUDIO DE TIEMPOS BLUSA 1507								
PRODUCCIÓN TOTAL:								
TIEMPO DE TRABAJO		480						
META/DÍA		550		Tiempos cronometrados		Tiempos cronometrados		Diferencia
EFICIENCIA		80%		30-5-02		6-6-02		
DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	TIPO MAO.	T. Cron.	#OPER.	T. Cron.	#OPER.	T. Cron.	#OPER.	
		cent.		cent.		cent.		
1	Coser cuello	Plana 1 aguja	0.39	0.55	0.39	0.56	0.01	0.01
2	Voltear cuello, recortar cuello	Manual	0.61	0.88	0.50	0.72	-0.11	-0.16
3	S/coser 1/4 cuello	Plana 1 aguja	0.41	0.59	0.46	0.66	0.05	0.07
4	Ruedo de bolsa	Plana 1 aguja	0.17	0.24	0.15	0.21	-0.02	-0.03
5	S/hilar delanteras	Over 3 hilos	0.23	0.32	0.22	0.32	-0.01	-0.01
6	Atracar delanteras	Plana 1 aguja	0.16	0.23	0.20	0.29	0.04	0.06
7	Ruedo de manga	Plana 1 aguja	0.36	0.51	0.67	0.95	0.31	0.44
8	Coser pinza	Plana 1 aguja	0.34	0.48	0.46	0.66	0.12	0.18
9	Coser paletones	Plana 1 aguja	0.35	0.50	0.35	0.50	0.00	0.00
10	Coser canesú	Plana 1 aguja	0.47	0.67	0.49	0.70	0.02	0.03
11	Planchar bolsa	Fusionadora	0.37	0.53	0.26	0.38	-0.11	-0.15
12	Montar bolsa	Plana 1 aguja	0.63	0.90	0.69	0.99	0.06	0.09
13	Unir hombros	Over 5 hilos	0.56	0.80	0.52	0.74	-0.04	-0.05
14	S/coser hombros	Plana 1 aguja	0.25	0.36	0.26	0.38	0.01	0.01
15	Pegar mangas	Over 5 hilos	0.68	0.97	0.73	1.05	0.05	0.08
16	Cerrar costados	Over 5 hilos	0.97	1.39	0.66	0.94	-0.32	-0.45
17	Montar cuello	Plana 1 aguja	1.36	1.94	1.35	1.93	-0.01	-0.01
18	S/coser 1/16 cuello	Plana 1 aguja	1.38	1.98	0.81	1.16	-0.57	-0.82
19	Atraque de manga y hombros	Plana 1 aguja	0.79	1.14	0.63	0.90	-0.16	-0.23
23	Hacer ruedo	Plana 1 aguja	0.55	0.79	0.55	0.79	0.00	0.00
24	Ojales	Ojal	0.61	0.88	0.41	0.59	-0.20	-0.29
25	Marcar botón	Manual	0.28	0.40	0.23	0.32	-0.05	-0.07
26	Pegar botones	Botón	0.27	0.39	0.28	0.41	0.01	0.01
27	Despite	Manual	2.59	3.70	2.59	3.70	0.00	0.00
28	Revisión	Manual	1.04	1.49	1.04	1.49	0.00	0.00
TOTALES			15.81	22.65	14.91	21.36	-0.90	-1.29

Tabla XVI. Resumen de cambio de estilo blusa 1507

Aumento en la eficiencia	5.68%	$1-(\text{tiempo}\#2/\text{tiempo}\#1)\times 100\%$		
Curva de aprendizaje				
	Producción acumulada	Horas-hombre promedio/unid		
Día 1	550	5.968217897		
Día 8	4400	5.309207079		
Pendiente de la curva de aprendizaje	-0.056267932			
% de la curva de aprendizaje	88.96%			
Número de días de trabajo	8			
Conclusión: En la línea de oxford, al mantener un estilo similar a los anteriores durante una semana, se logró un aumento en la eficiencia del 5.68%. Adicionalmente, se tiene que debido a que el estilo es similar a los anteriores, el porcentaje de la curva de aprendizaje de los operarios es mayor que en el caso de un estilo totalmente nuevo (comparar con Polo). El porcentaje de la curva de aprendizaje es del 88.96% para este estilo.				

$$X_2/X_1 = 8$$

Y

$$Tpu_2 = K(X_2)^N = 8^N$$

$$Tpu_1 = K(X_1)^N$$

$$\text{Log } Tpu = \text{Log } K + N \text{ Log } X$$

$$\text{Log } 5.97 = \text{Log } K + N \text{ Log } 550$$

$$\text{Log } 5.31 = \text{Log } K + N \text{ Log } 4,400$$

$$\text{Log } 5.97 - \text{Log } 5.31 = N (\text{Log } 550 - \text{Log } 4,400)$$

$$N = \text{Log } 5.97 - \text{Log } 5.31$$

$$\text{Log } 550 - \text{Log } 4,400$$

$$= 0.7760 - 0.7251$$

$$2.7404 - 3.6434$$

$$\mathbf{N = -0.0563 \text{ (pendiente de la curva de aprendizaje)}}$$

De aquí que

$$8^{-0.0563} = \mathbf{88.96\% \text{ (porcentaje de la curva de aprendizaje)}}$$

Debido a que este porcentaje es elevado, la eficiencia de la línea se incrementó solamente en aproximadamente un 6% en una semana, lo que indica que debido a que los estilos son similares, no existen variaciones significativas en el aprendizaje de los operarios.

3.1.4 Control de tiempo muerto

Con respecto al tiempo muerto de la camisa Oxford de acuerdo a la distribución actual de maquinaria y operarios, para comparar los efectos de las mejoras del método propuesto, se hizo el estudio con base al estudio de tiempos del estilo de camisa Oxford de manga corta, el cual fue el que se cronometró. De modo que no se toma en cuenta el estilo de manga larga, ya que no se puede comparar los efectos de las mejoras en dos estilos diferentes.

Se tomó el siguiente criterio: Si la línea estuviese completamente balanceada (ideal) no existiría tiempo muerto. De modo que el criterio para determinar el tiempo muerto proviene de las diferencias existentes entre el balance de líneas y los operarios teóricos con los operarios reales.

La fórmula utilizada para determinar el número de operarios ideales para una línea de producción es la siguiente:

$$\# \text{ Ops} = \frac{\text{T. Oper. X (meta / T. Total disp.)}}{\text{Eficiencia Esperada}}$$

Donde:

Ops. = Número teórico de operarios que se necesitan para cubrir la demanda de producción

T. oper. = Tiempo total del sistema (o tiempo de la operación)

Meta = Cantidad de piezas a producir a lo largo del día

T. total disp. = Tiempo disponible en el día laboral.

De esta fórmula se puede deducir la expresión:

$$T. \text{ total} = \frac{\text{Meta} \times T. \text{ Operación}}{\# \text{ ops} \times 60}$$

la cual nos puede servir para determinar el tiempo efectivo de operación (así también como el inefectivo). Nótese que en esta fórmula no se toma en cuenta la eficiencia, debido a que no se desea encontrar un tiempo deseado, sino el tiempo real efectivo o inefectivo de trabajo. El factor de 60 en el denominador nos permite transformar los minutos en horas.

A partir de esta fórmula, se muestran los resultados del estudio de tiempo muerto para la línea Oxford en las páginas siguientes. **Se puede observar que para la camisa Oxford de manga corta, con el método propuesto se logra una disminución de (46.28 – 25.39) = 20.89 horas - hombre por día de tiempo muerto, las cuales implican un costo de (Q330.36– Q155.32) = Q175.04 diarios menos por tiempo muerto debidas a pago de personal, debido a que dichas horas dejarían de ser improductivas y pasarían a ser productivas.**

3.1.5 Control de producto terminado

Con relación a la capacidad de la línea de cubrir con la demanda de producción de acuerdo a la distribución actual de las máquinas, se tiene lo siguiente: De acuerdo a la distribución actual de operarios, la línea tiene un ritmo de producción de aproximadamente 56 piezas por hora, ritmo al cual la línea produciría un total estimado de 452 piezas en la jornada ordinaria de 8 horas. Debido a que la meta diaria es de 550 piezas, existe un faltante de 98 piezas que en la actualidad se cubren con tiempo extra de trabajo.

Por otra parte, de acuerdo con la distribución propuesta de máquinas, se logra un ritmo de producción de 63 piezas por hora, lo que indica que la línea es capaz de producir en una jornada ordinaria de 8 horas un total de 508 piezas. Es decir, aún hay un faltante de 42 piezas para cubrir la meta.

Como se mencionó anteriormente (balance de línea Oxford, sección 3.2.1) si no se toma en cuenta el tiempo muerto de la línea, lo conveniente en relación a costos es contratar un operario que sirva de comodín y que ayude a cubrir el trabajo adicional que se necesita.

Sin embargo, luego del estudio de tiempos muertos, se observó lo siguiente: **Se necesita un total de 1 hora – hombre (tomando en cuenta que solamente se necesita cubrir el tiempo de las estaciones críticas) para cubrir el faltante. Sin embargo, del estudio de tiempos muertos, se estableció que la línea tiene un total de 8 horas de tiempo de ocio totales de operarios de máquina plana, de las cuales se puede disponer para que otros operarios ayuden a producir el faltante en las estaciones críticas.**

Si se considera que un operario adicional agregaría 8 horas – hombre de trabajo a la línea, se puede afirmar que se podría balancear el

trabajo de esta estación simplemente al hacer que los operarios inactivos ayuden a producir el faltante.

De modo que se concluye que no es necesario agregar operarios, ni tiempo extra a la línea, sino se debe distribuir el trabajo en los operarios ociosos.

Tabla XIX. Resumen de mejoras propuestas Oxford

RESUMEN DE LA LINEA ACTUAL		RESUMEN DE LA LÍNEA PROPUESTO	
RITMO DE LA LÍNEA/HORA	56.4440263	RITMO DE LA LÍNEA/HORA	63.6042403
PRODUCCIÓN REAL (PIEZAS/DÍA)	451.552211	PRODUCCIÓN REAL (PIEZAS/DÍA)	508.833922
FALTANTE (PIEZAS/DÍA)	98.4477893	FALTANTE (PIEZAS/DÍA)	41.1660777
COSTO FALTANTE:		HORAS HOMBRE NECESARIAS PARA PRODUCIR FALTANTE	
Horas extra a trabajar (teórico)	1.73623333		0.9125
Horas extra a trabajar (real)	2	HORAS HOMBRE DISPONIBLES DE TIEMPO MUERTO	
Costo hora extra por día	209.755065		25.3936111
Costo total horas extra por día	419.510131	HORAS HOMBRE DISPONIBLES DE T. MUERTO OPERARIOS PLANA	
Costo total (ordinario + extra)	1538.20381		7.99166667
EFICIENCIA REAL DE LA LÍNEA	57.83%	(Para equilibrar estación más lenta)	
CONCLUSIÓN: No es necesario contratar mano de obra adicional, debido a que si se acumula trabajo en las estaciones críticas, se dispone de operarios con tiempo de ocio que podrían ayudar a producir el faltante en dicha estación.			
EFICIENCIA REAL:		80.65%	

3.2 Línea de camisa polo

3.2.1 Descripción de áreas y métodos de trabajo

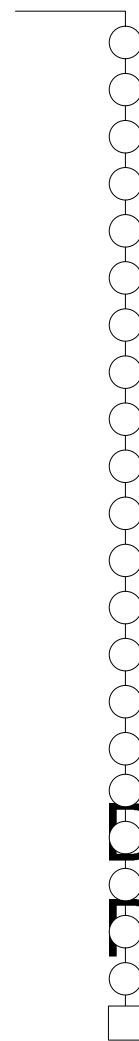
3.2.1.1 Diagrama de operaciones propuesto

El diagrama de operaciones propuesto para la camisa Polo se muestra en las páginas siguientes. Como se mencionó en capítulos anteriores, esta línea es la que tiene la producción más estable de todas. Una gran parte del tiempo se produce camisa polo, habiendo pocas variaciones entre estilo y estilo. Esto, adicionalmente a la poca rotación de personal de la empresa ha permitido que los operarios de esta línea adquieran bastante eficiencia en la confección de camisas polo.

Al igual que en la línea de camisa Oxford, la principal variación en el DOP propuesto es la distribución del despiece en las operaciones de máquina plana y overlock. A continuación se presenta el diagrama de operaciones de la camisa polo con los tiempos agregados.

Figura 12. DOP propuesto camisa Polo

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	21	7.9845
Inspección	1	0.75
Combinada	0	0
TOTALES	22	8.7345



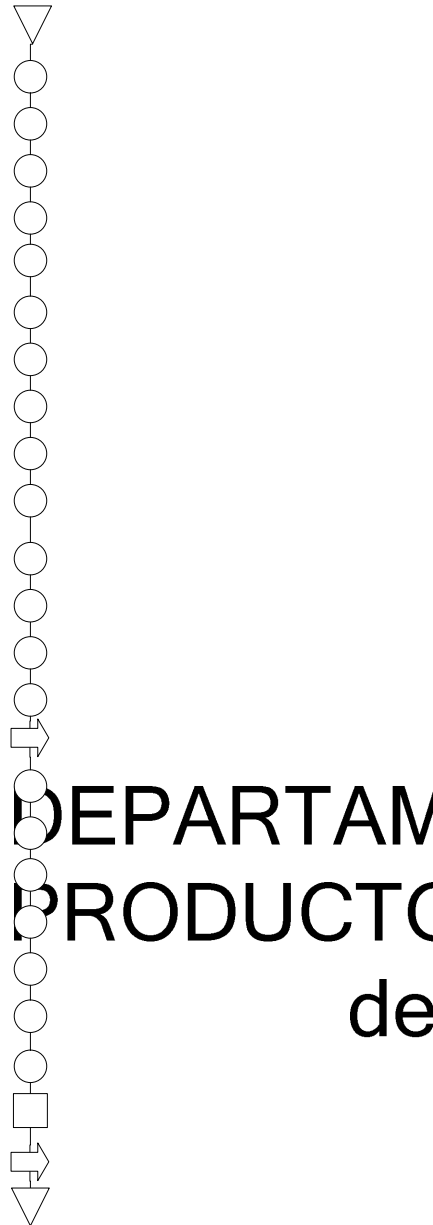
DEPARTAM
PRODUCTO
de

3.2.1.2 Diagrama de flujo propuesto

El diagrama de flujo propuesto se muestra a continuación. Con la nueva distribución se eliminan traslados innecesarios y se reduce personal en la operación de despiste.

Figura 13. DFP propuesto Camisa Polo

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL
Operación	21	7.9845
Inspección	1	0.75
Combinada	0	0
TOTALES	22	8.7345



En la siguiente página se muestra un resumen de las mejoras realizadas al diagrama con la nueva distribución propuesta.

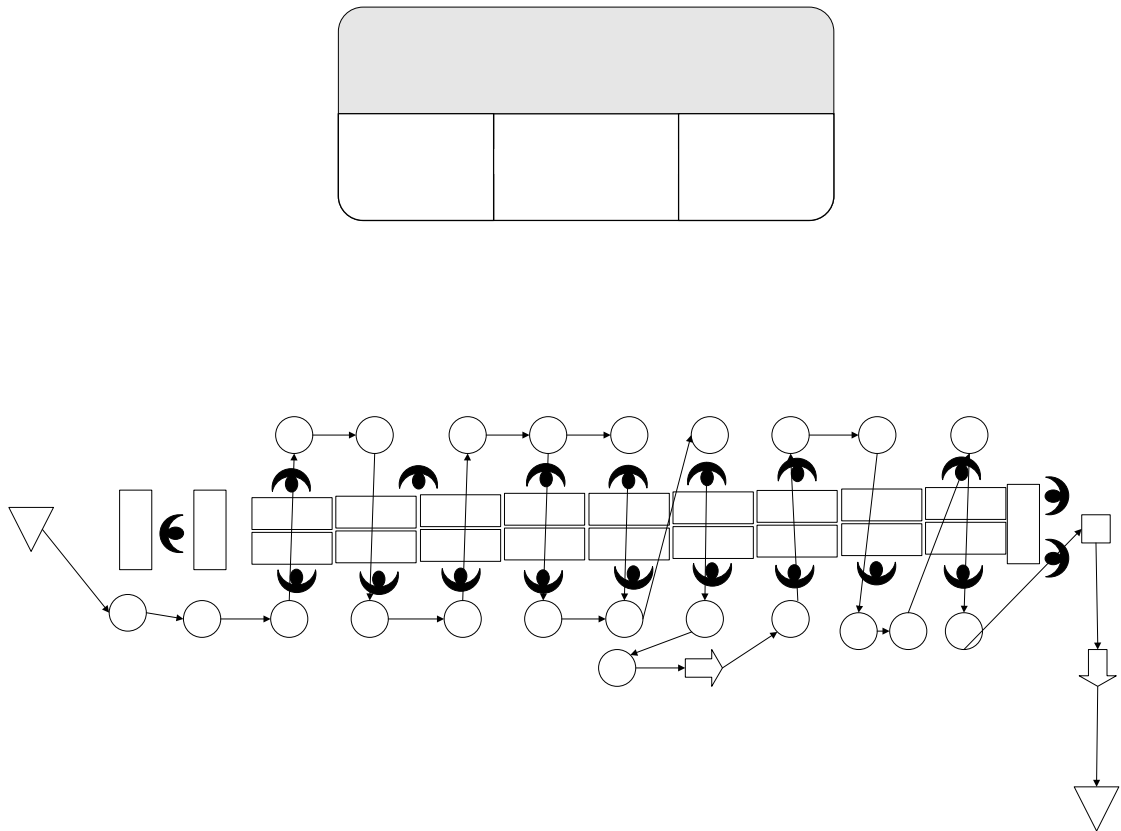
Tabla XX. Resumen de mejoras a diagramas de operaciones

Actividad	Operación	Inspección	Traslado	TOTALES
Número (Actual)	21	1	4	26
Tiempo, min.(Actual)	11.34	0.96	0.45	12.75
Distancia, mts(Actual)	0	0	31.5	31.5
Número (Prop.)	21	1	2	24
Tiempo (Prop.)	7.9845	0.75	0.35	9.0845
Distancia(Prop.)	0	0	24.5	24.5
Dif. Actividades	0	0	2	2
Dif. Tiempo, min.	3.3555	0.21	0.1	3.6655
Dif. Distancia, mts.	0	0	7	7

3.2.1.3 Diagrama de recorrido propuesto

En el diagrama de recorrido propuesto, se logra ordenar el proceso de dicha línea, así también como eliminar dos de los traslados que se debían a la distribución anterior. Adicional a esto se incluyen los cambios relacionados a la combinación del despiste en varias operaciones, reduciendo el número de operarios en esta operación. El diagrama de recorrido propuesto se muestra a continuación.

Figura 14. DRP Polo propuesto



3.2.1.4 Métodos de trabajo propuestos:

Con respecto a la mejora de métodos en la línea, se propone también la combinación del despiste dentro de las demás operaciones de máquina plana y overlock, aprovechando el hecho de que la mayor parte de la maquinaria disponible tiene sistema automática de corte de hilo, lo cual reduce el despiste a simplemente eliminar los excesos de hilo en la operación, lo cual no repercute significativamente en la capacidad de cada operario y reduce la necesidad de mano de obra al final de la línea. Este cambio se basa en el estudio de tiempos predeterminados con la técnica GSD que se muestra a continuación, así como el diagrama bimanual propuesto.

Figura 15. Diagrama bimanual propuesto

DIAGRAMA DE PROCESO DEL OPERADOR													
DIAGRAMA DE OPERACIÓN: <u>Bimanual</u>										*NOTA: El diagrama no está a escala.			
OPERACIÓN: <u>Despite Camisa Polo</u>													
EMPRESA: <u>Moda Colegial, S.A.</u>										DEPARTAMENTO: <u>Producción</u>			
MÉTODO: <u>Propuesto</u>										ANALISTA: <u>Diego A. Muñoz A.</u>			
NUMERO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (segundos)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	SOSTENIMIENTO	DEMORA	TIEMPO (segundos)	DESCRIPCIÓN	NUMERO
			○	⇒	▽	D	○	⇒	▽	D			
1	<i>Alcanzar Pieza</i> Demora	1				●					1	<i>Alcanzar Pieza</i> Transporte	1
2	<i>Quitar Stickers</i> Quita sticker	8.2	●								8.2	<i>Quitar Stickers</i> Sostiene pieza	2
	Cambia posición		●									Cambia posición	
	Quita sticker		●									Sostiene pieza	
2	<i>Despitar Cuello y botones</i> Sostiene pieza	8.2				●					8.2	<i>Despitar Cuello</i> Despita	2
	Cambia posición					●						Cambia posición	
	Sostiene pieza					●						Despita	
8	<i>Sacude pieza y da vuelta</i> Sostiene pieza	6.2				●					6.2	<i>Sacude pieza y da vuelta</i> Sostiene pieza	8
	Cambia posición					●						Cambia posición	
	Sostiene pieza					●						Despita	
9	<i>Despite derecho pieza</i> Sostiene pieza	8.2				●					8.2	<i>Despite derecho pieza</i> Sostiene pieza	9
	Cambia posición					●						Cambia posición	
	Sostiene pieza					●						Despita	
10	<i>Sacude pieza</i>	1.8				●					1.8	<i>Sacude pieza</i>	10
11	<i>Coloca en pila (final)</i>	1.4				●					1.4	<i>Coloca en pila (final)</i>	11
TOTAL (segundos)		33.6									33.6	TOTAL (segundos)	

Tabla XXI Análisis de tiempos predeterminados GSD

Análisis Operación GSD						
Código Producto/Estilo No.:			Fecha: Mayo 23, 2006			
Descripción Operación: DESPITE CAMISA OXFORD			Operation Code: ---			
Máquina utilizada: MANUAL			Machine RPM: 0			
Tolerancia Máquina: 0.00%			Opntr.: SPI: 10			
Ingeniero analista:			Summary of SAM:			
Total TMU Manual: ----->			712.000	SAM Manual:		0.4989
Total TMU Máquina: ----->			0.000	SAM Máquina:		0.0000
Minutos Básicos Manuales: ----->			0.4271	SAM Total:		0.4989
Minutos Básicos Máquina: ----->			0.0000	SAM (SEG):		29.9322
			Producción diaria (unidades): 1082			
Element No	GSD Codes	ELEMENT DESCRIPTION	TMU/ per 1	Freq./ Reqmnt	TMU Machine	TMU Manual
1	GP1H	ALCANZA PIEZA	20	1		20
2	TCUT	DESPITA BOTONES PRIMER CORTE	50	1		50
3	TCAT	DESPITA BOTONES CORTES ADICIONALES	25	7		175
4	GPAG	QUITA STICKERS	10	14		140
5	PPOH	QUITA STICKERS	6	14		84
6	TCUT	DESPITA EXCESOS	50	1		50
7	PPOH	CAMBIA DE POSICIÓN	6	5		30
8	TCAT	DESPITA EXCESOS	25	5		125
9	APSH	SACUDE PIEZA	24	1		24
10	PPST	APILA	14	1		14
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
Total Manual TMU :					712.0000	
Total Machine TMU:						0.0000

Se espera un ahorro de tiempo en la operación con el método propuesto de 1.18 minutos por pieza, lo cual representa un ahorro de 3 operarios que se

podrían eliminar al final de la línea. El ahorro mensual representa el equivalente a Q3,570.30 mensuales (esto equivale a tres salarios mínimos de operario manual mensuales de mano de obra directa).

3.2.2 Balance de líneas

Para la línea de camisa polo, al igual que con la camisa Oxford, el balance de líneas está de la mano con la distribución propuesta de maquinaria y operarios para la línea.

Bajo las mismas condiciones laborales, la variante en esta línea es que debido a que en esta línea hay pocas variaciones de estilo, la eficiencia planeada es mayor, siendo la misma de 90%. Asimismo, la línea opera con una demanda de 950 piezas / día.

De acuerdo a la fórmula matemática para distribuir los operarios, se necesita de 19.21 operarios (aproximadamente 20 operarios). Al distribuir los operarios en operaciones similares, se concluye necesitando 20 operarios. Con dicha cantidad de operarios, se alcanza la meta de 950 piezas diarias y se tiene un excedente de 10 piezas. Por lo cual no es necesario trabajar horas extra ni contratar mano de obra adicional a dichos operarios.

La eficiencia real de la línea bajo estas condiciones es del 87.35%, esto debido a que se combina el despiste en las operaciones de plana y overlock.

A continuación se muestra el balance de líneas para la camisa polo.

Tabla XXII. Balance de líneas para camisa Polo

ESTUDIO DE TIEMPOS POLO								
PRODUCCIÓN TOTAL:				Tiempos cronometrados				
TIEMPO DE TRABAJO	480			24-5-05				
META/DÍA	950							
EFICIENCIA	90%							
DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron seg	T. Cron. cent	TIPO MAO.	#OPER.	# MAO.			
1 Fusionar placket	17.80	0.2967	fusionadora	0.65	0.65			
2 Montar placket	12.20	0.2033	Placket E.S.	0.45	0.45			
3 S/coser placket	21.10	0.3517	plana 1 a.	0.77	0.77			
4 Cuadro de frente	24.10	0.4017	plana 1 a.	0.88	0.88			
5 S/hilar placket	13.50	0.2250	over 3 hilos	0.49	0.49			
6 Unir hombros c/refuerzo	25.50	0.4250	over 3 hilos	0.93	0.93			
7 Montar mangas	25.70	0.4283	over 3 hilos	0.94	0.94			
8 Cerrar costados	38.10	0.6350	over 3 hilos	1.40	1.40			
9 Cerrar rib de manga	13.50	0.2250	plana 1 a.	0.49	0.49			
10 Coser rib a manga	50.07	0.8345	over 3 hilos	1.84	1.84			
11 Marcar cuello	15.00	0.2500	manual	0.55	0.55			
12 Sujetado de cuello	23.50	0.3917	plana 1 a.	0.86	0.86			
13 Montar cuello y bias	27.30	0.4550	over 3 hilos	1.00	1.00			
14 Voltear puntas de cuello	14.80	0.2467	manual	0.54	0.54			
15 S/coser bias de cuello y etiqueta	24.10	0.4017	plana 1 a.	0.88	0.88			
16 Coser adorno de placket	23.50	0.3917	plana 1 a.	0.86	0.86			
17 Coser ojal de placket	19.80	0.3300	ojal	0.73	0.73			
18 Marcar botón	12.00	0.2000	manual	0.44	0.44			
19 Pegar botón	15.00	0.2500	botón	0.55	0.55			
20 Coser ruedo	28.50	0.4750	collaretera	1.04	1.04			
21 Despite	34.00	0.5667	manual	1.25	1.25			
22 Revisión	45.00	0.7500	manual	1.65	1.65			
TOTAL	524.07	8.7345		19.21	19.21			
Máquina	Operaciones	Tipo de operario	Tiempo	# Oper. Teóricos	# Oper. Reales	Capacidad Potencial	Exceso / Faltante	Minutos disponibles
Fusionadora, placket E.S.	1,2	manual	0.50	1.10	1	960	10.00	
Plana 1 aguja	3	operario B	0.35	0.77	1	1364.92891	414.93	145.92
Plana 1 aguja	4	operario B	0.40	0.88	1	1195.02075	245.02	
Over 3 hilos	5,8	operario B	0.86	1.89	2	1116.27907	166.28	
Over 3 hilos	6	operario B	0.43	0.93	1	1129.41176	179.41	
Over 3 hilos	7	operario B	0.43	0.94	1	1120.62257	170.62	
Plana 1 aguja	9, 12	operario B	0.62	1.36	1	778.378378	(171.62)	(105.83)
Over 3 hilos	10	operario B	0.83	1.84	2	1150.38945	200.39	
Estación manual	11,14	manual	0.50	1.09	1	966.442953	16.44	
Over 3 hilos	13	operario B	0.46	1.00	1	1054.94505	104.95	
Plana 1 aguja	15	operario B	0.40	0.88	1	1195.02075	245.02	
Plana 1 aguja	16	operario B	0.39	0.86	1	1225.53191	275.53	
Ojal	17	operario A	0.33	0.73	1	1454.54545	504.55	
Estación manual, botón	18,19	operario A	0.45	0.99	1	1066.66667	116.67	
Collaretera	20	operario A	0.48	1.04	1	1010.52632	60.53	
Despite (estación manual)	21	manual	0.57	1.25	1	847.058824	(102.94)	(58.33)
Revisión (estación manual)	22	manual	0.75	1.65	2	1280	330.00	247.50
TOTALES				8.73	19.21	20		

Tabla XXIII. Análisis final de balance de líneas

RITMO DE LA LÍNEA /HORA	97.2972973					(# operarios estación más lenta x 60) / Tiempo estación
PRODUCCIÓN REAL/DÍA	778.378378					(Ritmo línea x 8horas)
ANÁLISIS: Con un total de 20 operarios existe un faltante de 172 piezas al día.						
EFICIENCIA REAL	70.82%					
ANÁLISIS FINAL:						
		Diferencia	MINUTOS	OPERARIOS	CAPACIDAD	POTENCIAL
T. exceso operación 3	145.92		0.97	2	991.394148	
T. faltante operación 9,12	105.83	40.09				
T. exceso operación 22	330		1.32	3	1093.67089	
T. faltante operación 21	102.94	227.06				
EFICIENCIA REAL	87.35%					
PRODUCCIÓN FINAL	960					

3.2.3 Análisis de cambios de estilo

Para el caso de la línea de polo, se analizó el cambio de estilo de la camisa polo regular a un estilo totalmente nuevo, y considerablemente diferente: la playera con hombreras. Esta playera, aunque tiene menos operaciones (19 operaciones contra 22 de la camisa polo) debido a ser un estilo totalmente nuevo, requirió inicialmente de 7 operadores más para la producción de 950 piezas diarias. Se realizó el mismo análisis que con la camisa Oxford y se encontró que 8 días después, al cronometrar la línea nuevamente, la misma requería de 4 operarios menos para la misma producción diaria.

A través del análisis de la curva de aprendizaje, se tiene que en este período de tiempo, los operarios se encuentran en el 73% de la curva de aprendizaje, y en una semana incrementaron la eficiencia de la línea en un 14%.

De aquí podemos concluir lo siguiente:

- En el caso de introducción de estilos totalmente nuevos y considerablemente diferentes a los producidos en la línea, se puede incrementar la eficiencia notablemente en un período relativamente corto,

por lo cual en estos casos conviene realizar un nuevo estudio de tiempos para evitar un desperdicio de recursos.

- Para el caso de cambios de estilo en productos similares, debido a que la curva de aprendizaje de los operarios está bastante nivelada, es poco probable que existan cambios muy significativos en la eficiencia de la línea, por lo cual se puede trabajar con la misma cantidad de operarios o con variaciones muy pequeñas sin riesgo de desperdicio de recursos.

Tabla XXIV. Estudio de tiempos para análisis de cambios de estilo (1)

ESTUDIO DE TIEMPOS					
PLAYERA C/ HOMBRERAS					
PRODUCCIÓN TOTAL:				Tiempos cronometrados	
TIEMPO DE TRABAJO	480			03-Jun-06	
META/DÍA	950				
EFICIENCIA	90%				
DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron	T. Cron.	TIPO MAQ.	#OPER.	# MAQ.
	seg	cent			
1 Fusionar hombreras	41.80	0.70	Fusionadora	1.53	1.53
2 Unir trasera	22.80	0.38	Over 3 hilos	0.84	0.84
3 Unir delantera	22.80	0.38	Over 3 hilos	0.84	0.84
4 Unir hombros	22.60	0.38	Over 3 hilos	0.83	0.83
5 Montar manga	29.20	0.49	Over 3 hilos	1.07	1.07
6 S/coser delantera y trasera	24.20	0.40	Collaretera	0.89	0.89
7 S/coser manga	36.80	0.61	Collaretera	1.35	1.35
8 Planchar medianeras en mangas	39.20	0.65	Manual	1.44	1.44
9 Planchar medianeras en hombreras	26.20	0.44	Manual	0.96	0.96
10 Montar hombreras	121.40	2.02	Plana 1 aguja	4.45	4.45
11 Cerrar costados	45.40	0.76	Over 3 hilos	1.66	1.66
12 Cerrar cuello	9.00	0.15	Over 3 hilos	0.33	0.33
13 Montar cuello	38.00	0.63	Over 3 hilos	1.39	1.39
14 Montar bias de cuello	34.20	0.57	Over 3 hilos	1.25	1.25
15 S/coser bias de cuello y etiqueta	37.20	0.62	Plana 1 aguja	1.36	1.36
16 Ruedo	24.40	0.41	Collaretera	0.89	0.89
17 Ruedo de manga	50.40	0.84	Collaretera	1.85	1.85
18 Despite	94.00	1.57	Manual	3.45	3.45
19 Revisión	43.60	0.73	Manual	1.60	1.60
TOTAL	763.20	12.72		27.97	27.97

Tabla XXV. Estudio de tiempos para análisis de cambios de estilo (2)

ESTUDIO DE TIEMPOS						
PLAYERA C/ HOMBRERAS						
PRODUCCIÓN TOTAL:			Tiempos cronometrados			
TIEMPO DE TRABAJO		480	11-Jun-06			
META/DÍA		950				
EFICIENCIA		90%				
	DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	T. Cron	T. Cron.	TIPO MAQ.	#OPER.	# MAQ.
		seg	cent			
1	Fusionar hombreras	41.80	0.70	Fusionadora	1.53	1.53
2	Unir trasera	22.20	0.37	Over 3 hilos	0.81	0.81
3	Unir delantera	22.00	0.37	Over 3 hilos	0.81	0.81
4	Unir hombros	16.60	0.28	Over 3 hilos	0.61	0.61
5	Montar manga	25.80	0.43	Over 3 hilos	0.95	0.95
6	S/coser delantera y trasera	18.60	0.31	Collaretera	0.68	0.68
7	S/coser manga	28.20	0.47	Collaretera	1.03	1.03
8	Planchar medianeras en mangas	35.20	0.59	Manual	1.29	1.29
9	Planchar medianeras en hombreras	19.00	0.32	Manual	0.70	0.70
10	Montar hombreras	75.60	1.26	Plana 1 aguja	2.77	2.77
11	Cerrar costados	57.60	0.96	Over 3 hilos	2.11	2.11
12	Cerrar cuello	5.40	0.09	Over 3 hilos	0.20	0.20
13	Montar cuello	31.80	0.53	Over 3 hilos	1.17	1.17
14	Montar bias de cuello	20.60	0.34	Over 3 hilos	0.76	0.76
15	S/coser bias de cuello y etiqueta	28.80	0.48	Plana 1 aguja	1.06	1.06
16	Ruedo	24.40	0.41	Collaretera	0.89	0.89
17	Ruedo de manga	30.20	0.50	Collaretera	1.11	1.11
18	Despite	89.60	1.49	Manual	3.28	3.28
19	Revisión	60.40	1.01	Manual	2.21	2.21
	TOTAL	653.80	10.90		23.96	23.96

Tabla XXVI. Resumen y comparación de cambios de estilo camisa polo

ESTUDIO DE TIEMPOS PLAYERA C/ HOMBRERAS							
PRODUCCIÓN TOTAL:							
TIEMPO DE TRABAJO	480						
META/DÍA	950	Tiempos cronometrados	Tiempos cronometrados	Diferencia			
EFICIENCIA	90%	03-Jun-02	11-Jun-02				
DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	Tipo Maq.	T. Cron.	#Op/Maq	T. Cron.	#Op/Maq	T. Cron.	#Op/Maq
		minutos		minutos		minutos	
1 Fusionar hombreras	Fusionadora	0.70	1.53	0.70	1.53	0.00	0.00
2 Unir trasera	Over 3 hilos	0.38	0.84	0.37	0.81	-0.01	-0.02
3 Unir delantera	Over 3 hilos	0.38	0.84	0.37	0.81	-0.01	-0.03
4 Unir hombros	Over 3 hilos	0.38	0.83	0.28	0.61	-0.10	-0.22
5 Montar manga	Over 3 hilos	0.49	1.07	0.43	0.95	-0.06	-0.12
6 S/coser delantera y trasera	Collaretera	0.40	0.89	0.31	0.68	-0.09	-0.21
7 S/coser manga	Collaretera	0.61	1.35	0.47	1.03	-0.14	-0.32
8 Planchar medianeras en mangas	Manual	0.65	1.44	0.59	1.29	-0.07	-0.15
9 Planchar medianeras en hombreras	Manual	0.44	0.96	0.32	0.70	-0.12	-0.26
10 Montar hombreras	Plana 1 aguja	2.02	4.45	1.26	2.77	-0.76	-1.68
11 Cerrar costados	Over 3 hilos	0.76	1.66	0.96	2.11	0.20	0.45
12 Cerrar cuello	Over 3 hilos	0.15	0.33	0.09	0.20	-0.06	-0.13
13 Montar cuello	Over 3 hilos	0.63	1.39	0.53	1.17	-0.10	-0.23
14 Montar bias de cuello	Over 3 hilos	0.57	1.25	0.34	0.76	-0.23	-0.50
15 S/coser bias de cuello y etiqueta	Plana 1 aguja	0.62	1.36	0.48	1.06	-0.14	-0.31
16 Ruedo	Collaretera	0.41	0.89	0.41	0.89	0.00	0.00
17 Ruedo de manga	Collaretera	0.84	1.85	0.50	1.11	-0.34	-0.74
18 Despiste	Manual	1.57	3.45	1.49	3.28	-0.07	-0.16
19 Revisión	Manual	0.73	1.60	1.01	2.21	0.28	0.62
TOTAL		12.72	27.97	10.90	23.96	-1.82	-4.01
Aumento en la eficiencia	14.33%	1-(tiempo#2/tiempo#1)x100%					
		Producción acumulada	Horas-hombre promedio/unid.				
Día 1		950	5.930111111				
Día 8		7600	4.351870263				
Pendiente de la curva de aprendizaje		-0.14880786					
% de la curva de aprendizaje		73.39%					
Número de días de trabajo		8					
Conclusión: Se puede observar que debido a que es un estilo nuevo, la pendiente de la curva de aprendizaje es mayor en este periodo de tiempo, lográndose un incremento de la eficiencia de la línea del 14% en una semana. El porcentaje en este punto de la curva de aprendizaje es del 73% aproximadamente, lo que indica que si se sigue trabajando en este estilo, se puede incrementar aún más la eficiencia de los operarios y habría necesidad de realizar un nuevo estudio de tiempo que refleje las necesidades de la línea después de cierto periodo de tiempo.							
Se debe tomar en cuenta que de acuerdo a la propiedad de la curva de aprendizaje, cada vez que se duplica la producción, el tiempo por unidad se reduce en un 20%, si se mantiene la producción de un mismo estilo.							

3.2.4 Control de tiempo muerto

El análisis de tiempo muerto para la camisa polo, involucra un procedimiento igual al realizado con respecto a la camisa Oxford. Los detalles del estudio se encuentran en las páginas siguientes.

Con relación a la camisa polo, las mejoras propuestas en la línea, conllevan a **una disminución de $(35.54 - 28.40) = 7.13$ horas – hombre por día de tiempo muerto, lo cual en concepto de pago de salarios involucra una disminución de $(Q230.30 - Q187.90) = Q42.40$ diarios menos de costo improductivo en este rubro.**

Tabla XXVII. Estudio de control de tiempo muerto actual camisa Polo

ESTUDIO DE TIEMPO MUERTO POLO														
Máquina	Operaciones	Tipo de operario	Costohora operario	Costo operario /día	Tiempo	# Oper. Técnicos	# Oper. Reales	Oper. Más lenta	Costo M/O /hora	Costo M/O /día	Tiempo efectivo por operario (horas/día)	Tiempo muerto por operario (horas/día)	Tiempo total por operario	Costo diario tiempo muerto
	PRODUCCION TOTAL:		480		Tiempos cronometrados									
	TIEMPO DE TRABAJO		950		24.5.06									
	EFICIENCIA		90%											
Fusionadora, plaqueta E. S.	1,2	Manual	4.95875	39.67	0.50	1.10	1	0.5	4.95875	39.67	7.916666667	0.083333333	8	0.41322917
Plana 1 aguja	3	Operario B	5.15625	41.25	0.29	0.65	1	0.293333333	5.15625	41.25	4.644444444	3.365555556	8	17.3020833
Plana 1 aguja	4	Operario B	5.15625	41.25	0.34	0.76	2	0.171666667	10.3125	82.5	2.718055556	5.281944444	8	54.470521
Over 3 hilos	5,9	Operario B	5.15625	41.25	0.33	0.73	1	0.333333333	5.15625	41.25	5.277777778	2.722222222	8	14.0364583
Over 3 hilos	6	Operario B	5.15625	41.25	0.37	0.81	1	0.386666667	5.15625	41.25	5.805555556	2.194444444	8	11.3151042
Over 3 hilos	7	Operario B	5.15625	41.25	0.37	0.81	1	0.37	5.15625	41.25	5.858333333	2.141666667	8	11.0429688
Over 3 hilos	8	Operario B	5.15625	41.25	0.58	1.27	2	0.288333333	10.3125	82.5	4.565277778	3.434722222	8	36.4205729
Over 3 hilos	10	Operario B	5.15625	41.25	0.78	1.71	2	0.388083333	10.3125	82.5	6.144652778	1.865347222	8	19.1332882
Estación manual	11,14	Manual	4.95875	39.67	0.50	1.09	1	0.496666667	4.95875	39.67	7.863888889	0.136111111	8	0.67494097
Plana 1 aguja	12	Operario B	5.15625	41.25	0.33	0.73	1	0.333333333	5.15625	41.25	5.277777778	2.722222222	8	14.0364583
Over 3 hilos	13	Operario B	5.15625	41.25	0.40	0.87	1	0.396666667	5.15625	41.25	6.280555556	1.719444444	8	8.86589542
Plana 1 aguja	15	Operario B	5.15625	41.25	0.34	0.76	1	0.343333333	5.15625	41.25	5.436111111	2.563888889	8	13.220521
Collaretera	16	Operario B	5.15625	41.25	0.33	0.73	1	0.333333333	5.15625	41.25	5.277777778	2.722222222	8	14.0364583
Ojal	17	Operario A	5.5	44	0.42	0.92	1	0.416666667	5.5	44	6.587222222	1.402777778	8	7.7152778
Manual, botón	18,19	Operario A	5.5	44	0.33	0.73	1	0.33	5.5	44	5.225	2.775	8	15.2625
Estación manual	21,22	Manual	5.15625	41.25	0.45	0.99	1	0.45	5.5	44	7.125	0.675	8	4.8125
TOTALES					9.33	20.51	24		124.38625	996.09	100.4585417	36.54145833	136	230.299477

Tabla XXVIII. Estudio de control de tiempo muerto propuesto camisa Polo

ESTUDIO DE TIEMPO MUERTO POLO														
PRODUCCION TOTAL:														
TIEMPO DE TRABAJO 480														
META/DIA 950														
EFICIENCIA 90%														
Tiempo cronometrados 24:502														
Máquina	Operaciones	Tipo de operario	Costo/hora	Costo operario/día	Tiempo	# Oper. Técnicos	# Oper. Reales	Oper. Más lenta	Costo MO/hora	Costo MO/día	Tiempo efectivo por operario (horas/día)	Tiempo muerto por operario (horas/día)	Tiempo total por operario	Costo diario tiempo muerto
Fusionadora, placket E.S.	1,2	manual	4,95875	39,67	0,50	1,10	1	0,5	4,95875	39,67	7,916866667	0,083333333	8	0,41322917
Plana 1 aguja	3	operario B	5,15625	41,25	0,29	0,66	1	0,293333333	5,15625	41,25	4,644444444	3,365555556	8	17,3020833
Plana 1 aguja	4	operario B	5,15625	41,25	0,34	0,76	1	0,343333333	5,15625	41,25	5,436111111	2,563888889	8	13,2200521
Over 3 hilos	5,8	operario B	5,15625	41,25	0,74	1,63	2	0,371666667	10,3125	82,5	5,884722222	2,115277778	8	21,8198021
Over 3 hilos	6	operario B	5,15625	41,25	0,37	0,81	1	0,366666667	5,15625	41,25	5,805555556	2,194444444	8	11,3151042
Over 3 hilos	7	operario B	5,15625	41,25	0,37	0,81	1	0,37	5,15625	41,25	5,869333333	2,141666667	8	11,0429688
Plana 1 aguja	9,12	operario B	5,15625	41,25	0,50	1,10	2	0,5	5,15625	41,25	7,916866667	0,083333333	8	0,4296875
Over 3 hilos	10	operario B	5,15625	41,25	0,78	1,71	2	0,389083333	10,3125	82,5	6,144627778	1,865347222	8	19,1332892
Estación manual	11,14	manual	4,95875	39,67	0,50	1,09	1	0,496666667	4,95875	39,67	7,863888889	0,136111111	8	0,67494097
Over 3 hilos	13	operario B	5,15625	41,25	0,40	0,87	1	0,396666667	5,15625	41,25	6,260555556	1,719444444	8	8,96589542
Plana 1 aguja	15	operario B	5,15625	41,25	0,34	0,76	1	0,343333333	5,15625	41,25	5,436111111	2,563888889	8	13,2200521
Plana 1 aguja	16	operario B	5,15625	41,25	0,33	0,73	1	0,333333333	5,15625	41,25	5,277777778	2,722222222	8	14,0364893
Ojal	17	operario A	5,5	44	0,33	0,73	1	0,33	5,5	44	5,225	2,775	8	15,2625
Estación manual, boton	18,19	operario A	5,5	44	0,46	0,99	1	0,46	5,5	44	7,125	0,875	8	4,8125
Collaetera	20	operario A	5,5	44	0,42	0,92	1	0,416666667	5,5	44	6,597222222	1,402777778	8	7,71527778
Despile (estación manual)	21	manual	4,95875	39,67	1,75	3,86	4	0,4375	19,835	158,68	6,927083333	1,072916667	8	21,2813021
Revisión (estación manual)	22	manual	4,95875	39,67	0,92	2,02	2	0,458333333	9,9175	79,34	7,256944444	0,743055556	8	7,36925347
TOTALES					9,33	20,61	23		178,045	944,36	107,5967361	28,40326389	136	787,908365

3.2.5 Control de producto terminado

Con relación a la capacidad de la línea de polo de cubrir la demanda de producción, de acuerdo a la distribución actual de la línea de producción, se tiene lo siguiente: la operación que en la actualidad tiene una razón entre el número de operarios y el tiempo de operación con un valor mayor es el área de despiste y revisión. De modo que es esta operación la que retrasa a las demás y determina la capacidad de producción de la línea. El ritmo de producción por hora de la línea de acuerdo a la distribución actual es de poco más de 112 piezas por hora, lo que indica que la línea es capaz de producir 900 piezas en un día laboral de 8 horas. De modo que existe un faltante de 50 piezas que en la actualidad se cubren con tiempo extra de operarios cuando así se necesita.

Con la distribución de maquinaria propuesta, se logra incrementar el ritmo de producción de la línea a 120 piezas por hora, lográndose una producción total de 960 piezas diarias, con lo cual existe un sobrante de 10 piezas durante la jornada ordinaria de 8 horas.

De modo que con ésta distribución de maquinaria, la línea es capaz de cubrir la demanda de producción para la línea, sin necesidad de trabajar horas extra ni contratar personal adicional.

Tabla XXIX. Resumen de propuestas de línea Polo

RESUMEN ACTUAL					
RITMO DE LA LÍNEA/HORA		112.5			
PRODUCCIÓN REAL (PIEZAS/DÍA)		900			
FALTANTE (PIEZAS/DÍA)		50			
COSTO FALTANTE:					
Horas extra a trabajar (teórico)		0.44444444			
Horas extra a trabajar (real)		0.5			
Costo hora extra por día		186.579375			
Costo total horas extra por día		93.2896875			
Costo total diario (ordinario + extra)		1088.37969			
RESUMEN PROPUESTO					
RITMO DE LA LÍNEA/HORA		120			
PRODUCCIÓN REAL (PIEZAS/DÍA)		960			
FALTANTE (PIEZAS/DÍA)		-10			
CONCLUSIÓN: NO ES NECESARIO CONTRATAR MANO DE OBRA ADICIONAL, DEBIDO A QUE CON LA PRESENTE DISTRIBUCIÓN, LA LÍNEA ES CAPAZ DE CUBRIR LA DEMANDA DE PRODUCCIÓN QUE SE LE ASIGNA.					

4. EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS AL MÉTODO

4.1 Personas involucradas en el método actual

Para describir el número de personas involucradas en el método actual, se tomará el criterio de comparar el número de personas involucradas en el mismo estilo para el método actual y el propuesto. De modo que para la línea de camisa Oxford, se comparará con respecto a la camisa Oxford de manga corta y para la línea de camisa Polo, se comparará el método con la camisa polo.

4.1.1 Línea Oxford

En esta línea, al momento de realizar la cronometración de tiempos se estaba produciendo camisa Oxford de manga corta. Aunque no es el único estilo que se produce en esta línea, sí se produce con regularidad. En el capítulo 3 se realizó el diagrama de recorrido en base a la distribución propuesta para la camisa Oxford de manga larga, debido a que es política de la empresa diseñar la distribución del equipo con relación al estilo más difícil que se produce en la línea (entendiéndose el más difícil como el que lleva más operaciones). Para poder llevar a cabo este estudio, se utilizaron los tiempos cronometrados para la camisa Oxford de manga corta, y para las operaciones adicionales de manga larga se tomaron los tiempos que existían en los estudios de tiempos de la empresa.

Sin embargo, si se quiere comparar el número de personas involucradas en el método actual y el propuesto, se debe comparar el mismo estilo, no dos diferentes. De modo que el estilo que se compara es la camisa Oxford de manga corta.

Con relación a los requerimientos globales de la línea, como se mencionó en la sección 3.4 del capítulo anterior, **para la fabricación de la camisa Oxford de manga corta actualmente se utilizan 27 personas. De acuerdo a la distribución actual de maquinaria y operarios, la línea es capaz de producir un estimado de más o menos 450 piezas por día, lo cual implica un faltante de aproximadamente 100 piezas por día.** Esto se debe a que la operación de hacer ojales tiene actualmente asignada a una persona únicamente, cuando en realidad se requieren dos personas (o una persona que trabaje medio tiempo ayudando a la producción de la línea).

Adicionalmente a esto, se realizó un estudio de movimientos de una de las actividades que consumen más tiempo en todos los estilos de la línea: el despiste. Actualmente, de acuerdo al estudio de tiempos, se requiere de 2.30 minutos para realizar esta operación (2 minutos 18 segundos), y el método actual adolece de defectos que estorban la eficiente realización del trabajo. De acuerdo al estudio de tiempos, se requiere de un mínimo de tres operarios para cubrir la necesidad de trabajo para la operación de despiste.

4.1.2 Línea Polo

Con relación a la línea de Polo, se realizó la mayor parte del estudio para la camisa Polo de manga corta. **Actualmente, se utilizan 24 operarios para atender la línea, los cuales son capaces de entregar producto terminado a un ritmo de 112.5 piezas por hora, lo cual hace un total de 900 piezas en una jornada ordinaria de 8 horas. Esto quiere decir que existe un faltante de 50 piezas para cubrir con la demanda de producción de la línea.**

Las operaciones que retrasan la producción en la línea, son el despiste y la revisión, debido a que de acuerdo al estudio realizado, se requiere de un total de 6 operarios para cubrir la demanda en ambas líneas, mientras que en la actualidad solamente hay cinco operarios en ambas estaciones.

4.2 Personas involucradas en el método propuesto

Para los métodos propuestos de trabajo en ambas líneas, se realizaron mejoras en la distribución y organización de equipo y operarios a lo largo de ambas líneas. Se realizó la distribución propuesta con base en el estilo más difícil a producir en ambas líneas, y se analizó la demanda de operarios para varios estilos que se realizan en estas líneas. Para efectos de comparación, como se mencionó antes, se menciona en este inciso las personas necesarias para la camisa Oxford de manga corta y la camisa Polo de manga corta.

4.2.1 Línea Oxford

Para la camisa Oxford de manga corta, de acuerdo con las propuestas realizadas, se necesita de un total de 22 operarios, los cuales se distribuirán a lo largo de la línea buscando aprovechar al máximo la disponibilidad de trabajo de los mismos, de acuerdo al último estudio de tiempos realizado.

Con esta cantidad de operarios, la línea es capaz de producir un estimado de 509 piezas por día. Para producir el faltante de 41 piezas necesarias para cubrir la meta de trabajo, para aprovechar de mejor manera los recursos actuales, se planea utilizar el tiempo improductivo de los operarios de la línea para cubrir la necesidad de ayuda que tiene la estación de montar cuello (operación 34), la cual de acuerdo al balance de líneas es la que retrasa la eficiencia de la línea. Adicionalmente se distribuyó la operación de despiste en

cada estación de trabajo aprovechando el uso de maquinaria automática con corte de hilo que existe en las líneas, reduciendo la necesidad de mano de obra para despunte y revisión a únicamente 2 personas. **De modo que se logra cubrir la producción de 550 piezas, lo cual no se lograba con la distribución anterior ya que había un faltante de poco menos de 100 piezas; con 5 personas menos que en la distribución anterior, y con una mayor eficiencia real (se logra incrementar la eficiencia real de la línea de 58% a 80%).**

Adicionalmente a esta distribución, se realizó el estudio de otros estilos, entre los que se encuentra los siguientes:

- La camisa Oxford de manga larga, la cual requiere de acuerdo con el balance de líneas de un total de 31 operarios reales.
- La blusa con cuello redondo, la cual requiere de un estimado de 27 operarios de acuerdo al estudio.
- La blusa 1507, la cual de acuerdo al estudio requiere de un estimado de 22 operarios distribuidos a lo largo de la línea.

Se estudió la producción de la blusa 1507 a lo largo de una semana, y se encontró que la curva de aprendizaje para este estilo se encontraba en el 89% de su valor máximo, debido a que no se introducían variaciones considerables a las operaciones de los estilos. De modo que se cree que se pueden utilizar confiablemente los estudios de tiempos para estos estilos durante un buen período de tiempo, siempre y cuando se mantenga baja la rotación de personal, y los nuevos estilos no involucren cambios significativos a la línea de producción.

Adicionalmente se estudió la operación de despite, la cual en la actualidad requiere de 138 segundos (2.3 minutos) en el estudio de tiempos, y de aquí que se le asignen 3 operarios para cubrir la demanda de producción. Con las mejoras propuestas al método de despite, se espera reducir la necesidad de mano de obra de la operación en dos operarios, y mantener la capacidad de la línea de cubrir la demanda de producción.

4.2.2 Línea Polo

Con relación a la camisa polo, se necesita de 20 operarios distribuidos a lo largo de la línea de producción de acuerdo al último estudio de tiempos realizado.

Estos 20 operarios ordenados de acuerdo a la distribución propuesta, son capaces de producir a un ritmo de 778 piezas al día, lo cual implica un faltante de 172 piezas diarias, debido a dos cuellos de botella dentro de la línea: Cerrar rib de manga y sujetar cuello; y el despite. Sin embargo, existen estaciones con tiempo de ocio y utilizando máquinas similares que pueden reforzar estas estaciones críticas, por lo cual la línea será capaz de cubrir la meta, y elevar la eficiencia real a 87%. En total se reducirían operarios en la línea.

Además, se realizó el estudio de un estilo nuevo, la playera con hombreras, determinándose en el último estudio de tiempos que la necesidad de mano de obra de la línea es de 24 operarios. Se analizó la producción en dos semanas diferentes, y se determinó que en este estilo particular, la curva de aprendizaje se encuentra en un 73% de su valor máximo, lo cual indica que aun se puede lograr, si se mantiene en producción el estilo, reducir el tiempo de operación global y así disminuir la necesidad de mano de obra.

Con respecto a la operación de despunte, se realizó un estudio de movimientos propuesto que nos indica que esta operación para la camisa polo, se puede distribuir en las operaciones de la línea, aprovechando la maquinaria con corte automática de hilo. Se requeriría en total 1 persona para despunte y 2 para revisión, con lo que se reducirían 3 operarios de la línea.

4.3 Forma de implementar el nuevo método

Con relación a la implementación del nuevo método, hay que hacer algunas observaciones:

- Con relación a la línea de Oxford, como se mencionó en capítulos anteriores, existe una amplia diversidad de estilos que se fabrican en esta línea. Generalmente se produce cada uno de estos estilos cuando existe una orden de producción que solicita su fabricación, y la producción de los mismos se mantiene en línea en un tiempo que puede variar desde tres días hasta incluso dos meses o más. Según la información proporcionada en la empresa, se distribuye a los operadores con relación a estudios de tiempos existentes.
- Sin embargo, en muchas ocasiones estos estudios de tiempos fueron tomados hace ya bastante tiempo, y por consiguiente, muchas veces no reflejan la situación actual de la línea. Además, al utilizarse el mismo estudio de tiempos para varios estilos, aunque muchas operaciones son similares entre los diferentes estilos de una línea, existe variación entre las operaciones críticas (por ejemplo, en la blusa de cuello redondo, las operaciones que limitan el ritmo de la línea son las del cuello; mientras que en la camisa Oxford de manga larga, son las operaciones de puño, las cuales solo existen en este estilo).

- En el presente trabajo, se hace un análisis de las mejoras que se puede lograr en la eficiencia de la línea si existe información actualizada de las operaciones de la línea. Como ejemplo, se muestra que de acuerdo a la distribución actual de la línea de Oxford para la camisa de manga larga, existe una pérdida por tiempo ocioso de trabajadores de 43 horas – hombre diarias, mientras que con información actualizada se reduce dicha cantidad a 35.5 (7.5 horas hombre menos) lo que implica que se logra economizar casi el trabajo que aporta un hombre diariamente a la línea. Adicionalmente, con el método actual, la producción de la línea (con más operarios) es menor que lo que se espera con el método propuesto.
- Adicional a esto, se puede mejorar el aprovechamiento de recursos aprovechando la maquinaria existente distribuyendo la tarea de despunte en los operarios de la línea, y así evitar el desperdicio de mano de obra al final de la línea. Esto requerirá el trabajar directamente con los supervisores de la línea procurando aprovechar las personas que se liberen en otras líneas capacitándolas, para no perder su capacitación. Asimismo se debe convencer a los supervisores de la necesidad de aprovechar los recursos y motivarlos a través de incentivos por eficiencia para que no saboteen el proyecto. Se requiere del apoyo del jefe de producción y de la gerencia general para que el proyecto tome forma a modo de producir los ahorros esperados.

A pesar de esto, se reconoce que en la empresa, la situación de la producción no es de una producción constante de un mismo estilo, sino que los estilos que se trabajan en la línea cambian periódicamente. De modo que el análisis, en lugar de servir como un medio de solucionar el problema del desperdicio de recursos a largo plazo, más bien sirve como una radiografía de la situación

actual de la empresa. Es decir, que para lograr mejoras significativas en la eficiencia de la empresa es necesario realizar este tipo de evaluaciones periódicamente, para que la información disponible sea la más actualizada todo el tiempo.

De modo que el presente proyecto se plantea como un modelo a seguir de mejoras que se pueden llegar a realizar en la empresa, con un espíritu de mejora continua. Adicionalmente, me permito recomendar a la empresa que se asigne a una persona que sea capaz de realizar este tipo de trabajo para mantener la información de la empresa actualizada de modo que no se incurra en desperdicio por información atrasada.

Las responsabilidades de esta persona serían:

- Actualizar periódicamente los estudios de tiempos de la empresa, y mantener los mismos en una base de datos, analizando factores como el porcentaje de la curva de aprendizaje en la que se encuentran los trabajadores al momento de realizarse el estudio;
- Ampliar la base de datos con información de tiempos y movimientos de estilos nuevos;
- Realizar balances de líneas completos y transmitir la información directamente a los jefes de producción y supervisores de líneas para tomar acciones correctivas;
- Estudiar los métodos de trabajo de las operaciones con tiempos críticos que estén retrasando la eficiencia de la línea, para proponer mejoras que permitan aumentar el rendimiento de dichas operaciones.
- Realizar reportes periódicos de resultados obtenidos con la implementación de las mejoras propuestas en las diferentes líneas, y mantener constante

comunicación con supervisores y jefes de producción para obtener de ellos retroalimentación del trabajo realizado.

Esta persona puede ser que ya labore en la empresa, y que solamente sea necesario reubicarla con estas atribuciones, o podría ser que fuera necesario contratar una persona de afuera, preferiblemente con experiencia en este tipo de trabajo. La decisión a tomar debe ser sopesada con factores como la posibilidad de mejoras significativas en la productividad de la empresa y en la eficiencia de los trabajadores, más que en el costo que podría significar la contratación de dicha persona. Sin embargo, en la siguiente sección se hace un análisis de costo – beneficio que podría ayudar en la toma de la decisión.

4.4 Resultados esperados

A continuación se hace un resumen de la economía que se puede lograr con la implementación de mejoras al método, de acuerdo al análisis del presente trabajo:

4.4.1 Camisa Oxford

Tabla XXX. Análisis de ahorros métodos actual y propuesto

	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
PRODUCCIÓN DESEADA (piezas/día)	550	550	0
PRODUCCIÓN REAL (piezas/día)	451.55	508.83	57.28
SOBRANTE/FALTANTE (piezas/día)	-98.45	-41.17	57.28
COSTO MANO DE OBRA/MES (Q/mes)	Q33,560.70	Q27,620.10	-Q5,940.60
COSTO EQUILIBRAR PRODUCCIÓN (Q/mes)	Q6,292.50	Q0.00	-Q6,292.50
TIEMPO MUERTO TOTAL (h-hombre/día)	46.2844	35.4510	-10.8334
COSTO TIEMPO MUERTO (Q/mes)	Q9,910.80	Q4,659.60	-Q5,251.20
AHORRO MENSUAL			-Q17,484.30

4.4.2 Camisa Polo

Tabla XXXI. Análisis de ahorros métodos actual y propuesto

	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
PRODUCCION DESEADA (piezas/día)	950	950	0
PRODUCCIÓN REAL (piezas/día)	900	960	60
SOBRANTE/FALTANTE (piezas/día)	-50	10	60
COSTO MANO DE OBRA/MES (Q/mes)	Q29,852.70	Q28,330.80	-Q1,521.90
COSTO EQUILIBRAR PRODUCCIÓN (Q/mes)	Q2,798.40	Q0.00	-Q2,798.40
TIEMPO MUERTO TOTAL (h-hombre/día)	35.5415	28.4033	-7.1382
COSTO TIEMPO MUERTO (Q/mes)	Q6,908.70	Q5,637.30	-Q1,271.40
AHORRO MENSUAL			-Q5,591.70

Tabla XXXII. Resumen ahorros

	Beneficios	Costos
Ahorros Línea Polo	Q5,591.70	
Ahorros Línea Oxford	Q17,484.30	
Salario Analista		Q5,000.00
TOTAL (mensual)	Q23,076.00	Q5,000.00
RELACIÓN B/C		4.6152

Como conclusión, de acuerdo al análisis anterior, las ventajas que traería la presencia de un analista a la empresa tienen una relación de 5 a 1 con respecto a los costos del mismo.

4.5 Retroalimentación al sistema

Algunos puntos importantes a tomar en cuenta en relación a la retroalimentación del presente proyecto:

- El análisis de los métodos de trabajo no puede limitarse a ser una acción puntual, sino más bien se trata de un proceso de mejora continua. Es correcta la expresión “Siempre existe un mejor método de realizar el mismo trabajo”.
- En relación a los métodos de trabajo, existen cuatro aspectos fundamentales que deben ser tomados en cuenta en el diseño de un método de trabajo:
 - El primero y más importante de ellos es la mano de obra, ésta es particularmente importante en la industria de la confección, ya que no se puede prescindir de ella en el proceso productivo. Es de particular importancia considerar aspectos como: Capacitación del personal, experiencia en el área de interés, motivación de los empleados, disponibilidad para aprender, formas de reforzar el buen desempeño y disminuir el desempeño erróneo, requerimientos de mano de obra para cambios en los requerimientos de producción.
 - El segundo elemento lo constituyen la maquinaria y el equipo. Este elemento es de particular importancia debido a que incide directamente en la productividad y el desempeño de la fábrica, debido a que si se utiliza equipo deteriorado y en malas condiciones, esto incidirá directamente en aspectos como la calidad del producto terminado, la necesidad de incrementar costos de mantenimiento correctivo y podría incluso conllevar en pérdidas debido a equipo defectuoso que esté inactivo y limite la producción de la empresa.
 - El tercer aspecto a considerar es la materia prima. Para el caso de la confección, existe diferencias significativas si se produce la misma pieza con materiales distintos (p. Ej. Un pantalón de gabardina o uno de lona). Distintos tipos de materiales requieren distintos tipos de manejo y cuidado dependiendo de sus propiedades físicas.

- Finalmente, hay que considerar también los distintos estilos existentes en la producción. Cambios en el estilo producido en la línea llevan al personal a una necesidad de readaptarse en sus operaciones, y necesariamente involucran reajustes en la eficiencia de los trabajadores. La siguiente comparación podría ser útil al integrar todos estos aspectos: Si yo quiero conducir, el primer aspecto que debo tomar en cuenta es tener la capacidad de manejar. Luego, debo tener un carro. Si quiero que el carro funcione adecuadamente, debo utilizar insumos (gasolina, aceite) de calidad y adecuados para su funcionamiento. Luego, no es lo mismo conducir un sedán que un pick – up.
- En el presente trabajo se hizo especial énfasis en los aspectos 1 y 4 de los mencionados anteriormente. Se mostró que si se dispone de información actualizada del desempeño de la empresa, se puede lograr mejoras significativas en la productividad de la empresa a través de la redistribución del equipo y operarios con respecto a la nueva información, lo cual justifica el que la empresa invierta en obtener información actualizada del desempeño de la misma.
- Adicionalmente a esto, se mostró que se puede encontrar formas de mejorar la eficiencia en operaciones que retrasan el ritmo de la línea, en el caso de éste proyecto se estudió la operación de despiste. Es necesario estudiar la forma de mejorar la eficiencia especialmente en las operaciones que debido a su naturaleza, ocupan más tiempo de operación a través de herramientas como la observación directa por parte de los supervisores, la capacitación del personal en el manejo de maquinaria y herramientas, la correcta distribución de materiales en las estaciones de trabajo así también como incentivos por desempeño hacia los trabajadores de las distintas líneas y encontrar la persona idónea para cada puesto de trabajo.

4.6 Valor agregado al sistema

El valor agregado en un proceso productivo se puede visualizar desde dos puntos de vista: valor agregado al producto y valor agregado al proceso.

Con relación al valor agregado al producto, generalmente tiene que ver con aspectos de mejoras al diseño del mismo, a través de agregarle características que mejoren su presentación o su aceptación por parte del cliente. En el presente trabajo no se modificó en modo alguno el diseño de las piezas fabricadas en las líneas de producción, lo cual se puede apreciar en el diagrama de operaciones.

Respecto al valor agregado al proceso, esto se refiere a aspectos que permitan mejorar la productividad de la empresa, esto es, producir más con los mismos recursos, lo mismo con menos recursos o más con menos recursos. A lo largo del presente trabajo se estudiaron las siguientes mejoras al proceso:

4.6.1 Línea Oxford

El resumen de mejoras al proceso se analiza con relación al estilo de la camisa Oxford de manga corta.

Tabla XXXIII. Resumen de productividad agregada línea Oxford (camisa manga corta)

	Método Actual	Método Propuesto	Incremento /disminución	% mejora
Ritmo línea (piezas/hora)	56.44	63.6	7.16	12.69%
# operarios en línea	27	22	-5	-18.52%
Productividad (piezas /hora-hombre)	2.09037037	2.890909091	0.800538721	38.30%

Como se puede apreciar en la tabla 4.4, con relación al estilo producido, con el método propuesto se lograría producir más piezas (poco más de 7 piezas adicionales por hora) utilizando menos operarios (se disminuye la necesidad de mano de obra en un 18%) por lo cual se logra en forma global un incremento de productividad de la mano de obra del 38.30% con respecto del método actual.

4.6.2 Línea Polo

Las mejoras en la Camisa Polo de manga corta se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla XXXIV. Resumen de productividad agregada línea Polo (camisa Polo manga corta)

	Método Actual	Método Propuesto	Incremento /disminución	% mejora
Ritmo línea (piezas/hora)	112.5	120	7.5	6.67%
# operarios en línea	24	23	-1	-4.17%
Productividad (piezas /hora-hombre)	4.6875	5.217391304	0.529891304	11.30%

Se puede observar que con el método propuesto se incrementan 7.5 piezas producidas por hora con un 4% menos de requerimiento de mano de obra, por lo que se logra un incremento de la productividad de la mano de obra de un 11.3% global respecto del método actual

5. SEGUIMIENTO DE LA PROPUESTA

5.1 Naturaleza de necesidades de análisis de operaciones

La razón primordial de cualquier empresa es la obtención de utilidades. La utilidad para la empresa consiste en el margen existente entre lo que se invierte para cumplir con los requerimientos del cliente y el precio que el cliente está dispuesto a pagar por dicho producto. Obviamente las empresas bien administradas buscarán dado un precio de venta del producto, minimizar lo invertido en materia de costos sin menoscabo de la calidad que se ofrece al cliente.

En la industria de costura, la mayor inversión que hacen las compañías por la naturaleza del producto, lo consiste la inversión en mano de obra, principalmente directa, ya que a la fecha no se ha inventado una máquina que produzca prendas de vestir sin la asistencia humana intensiva. A pesar de esto, las oportunidades de mejora son considerables si se toma en cuenta que la única operación que agrega valor a la prenda es la costura, y que del total del tiempo de proceso ésta corresponde únicamente al 20% del tiempo total.

El análisis de operaciones en las plantas de costura puede dividirse en las siguientes áreas:

- Análisis del flujo de trabajo, distribuciones de planta y manejo de materiales
- Selección del sistema de producción de costura
- Procesos de producción, análisis y control de procesos.
- Estudio del trabajo, análisis de métodos y medición del trabajo
- Ergonomía, factores humanos y condiciones ambientales.

El **análisis del flujo de trabajo** consiste en diseñar sistemas de manufactura que permitan un flujo constante, sin interrupciones y manteniendo niveles óptimos de inventarios. Este flujo debe adaptarse a las características del sistema productivo de la empresa. Aquí se define aspectos como la capacidad instalada de la planta, tiempo de proceso y manejo de producto en proceso (WIP de sus siglas en inglés, work in process). La **distribución de planta** consiste en el arreglo espacial y la configuración de departamentos, estaciones de trabajo y equipo utilizado en el proceso de conversión. El **manejo de materiales** se refiere al movimiento eficiente de bienes a través del proceso de conversión. Está íntimamente ligado con la distribución de planta.

Existen tres **sistemas de producción de costura** principales: Sistema de bultos progresivos, sistema de producción unitaria automatizada y sistema modular de producción. El **proceso de producción** consiste en el examen de cada estilo producido para determinar sus requerimientos de producción. Incluye las especificaciones de ingeniería, calidad, condiciones de trabajo, descripción de métodos y estándares de producción.

El **estudio del trabajo** incluye el análisis de métodos, estudios de movimientos, medición del trabajo a través de estudios de tiempos con cronómetro, sistemas de tiempos predeterminados, datos estándares, reportes de los operadores y muestreo del trabajo.

La **ergonomía** comprende el estudio de la interacción de los trabajadores con su medio ambiente laboral. Los **factores humanos** incluyen factores tanto fisiológicos como psicológicos, los cuales pueden provenir del medio ambiente laboral.

La economía para la empresa consiste en analizar cada uno de estos factores en búsqueda de nuevos métodos de trabajo que conlleven

economía para la empresa. De aquí la necesidad de un departamento dedicado al análisis de estos factores con este fin.

5.2 Necesidad del Departamento de Ingeniería

Actualmente en la empresa en estudio, el análisis de cada uno de los factores mencionados anteriormente está distribuido en los departamentos existentes dentro de la empresa. Aunque existe un departamento de métodos, el mismo no asume muchas de estas funciones por limitaciones técnicas de quienes lo integran, al no contar con más herramientas para el desarrollo de su trabajo que su experiencia empírica en la industria.

Como se demostró en el capítulo 4, existe un gran campo de economías posibles si se cuenta con el análisis técnico para reducir los desperdicios y mejorar los procesos. Se demostró que existe aún posibilidad de mejorar los procesos y lograr economías significativas que redunden en el incremento de la productividad de la empresa.

También se indicó que dichas mejoras deben formar parte de un proceso de mejora continua que permita analizar constantemente los procesos en búsqueda de economías significativas para la empresa.

Con respecto del departamento de métodos, conviene una reestructuración del mismo, contratando un Ingeniero analista de métodos (o Ingeniero de Planta) que permita dar continuidad a los proyectos relacionados con el análisis de operaciones en la empresa.

Entre los campos que se puede mencionar en los que aún existe mucha tela que cortar con respecto a posibles mejoras están:

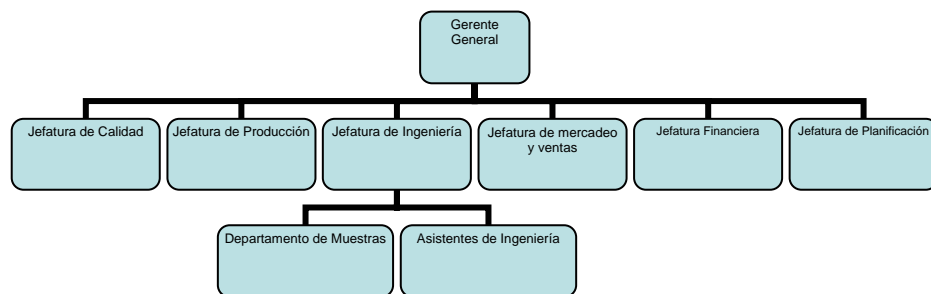
- **Preproducción y cambios de estilo:** Actualmente la preproducción está a cargo del departamento de métodos, el cual se encarga del desarrollo

de muestras, establecimiento de estándares de trabajo preliminares, planificación de cambios de estilo y actividades relacionadas. Se pudo constatar que el establecimiento de estándares de producción para la preproducción adolece de problemas debido a la falta de un criterio técnico para su elaboración, llegando incluso a casos en los cuales los mismos no obedecen a un criterio objetivo, sino más bien a criterios subjetivos de dudosa consistencia. Un ingeniero analista podría colaborar con el establecimiento de estándares de preproducción a través de tiempos predeterminados (con sistemas como GSD o ModSew) que permitan hacer mejores proyecciones y estimar de una manera más objetiva los tiempos de entrega y de proceso de estilos nuevos.

- **Costeo de nuevos estilos:** Al contar con estándares de producción objetivos, puede procederse a costear los nuevos estilos y ofrecer a los clientes SAM's más objetivos que permitan mejorar la competitividad de la empresa. Actualmente el costo de los productos se centra mucho en la hoja de formulación del producto (Bill of material) y creo que los costos de mano de obra están sobreestimados por la falta de estándares objetivos.
- **Medición del desempeño:** Por la falta de estándares objetivos de producción, no existe una medición objetiva del desempeño de las líneas de producción, limitándose la evaluación del desempeño a indicadores como las unidades producidas y tiempos de entrega, sin dar la importancia debida a la eficiencia de las líneas, la cual se planifica pero no se mide para retroalimentación.

5.3 Estructura administrativa propuesta

Figura 16. Organigrama propuesto, Departamento de Ingeniería



La función de cada uno de los puestos es como sigue:

- **Gerente General:** Sus funciones comprenden dirigir las operaciones de la empresa, planificar, organizar, dirigir y controlar desde un punto de vista ejecutivo las actividades de los departamentos a su cargo.
- **Jefatura de Calidad:** Responsable de asegurar la calidad de los procesos productivos desde recepción de materiales hasta producto terminado, a través de los inspectores y supervisores a su cargo.
- **Jefatura de Producción:** Responsable de ejecutar operacionalmente los planes de producción de la empresa, alcanzar metas de producción y administrar a supervisores y operarios a su cargo.
- **Jefatura de Mercadeo y Ventas:** Responsable de promover los productos en nuevos mercados a través de campañas de promoción, 4publicidad e investigación de nuevos mercados.
- **Jefatura Financiera:** Responsable del pago de salarios, elaboración de presupuestos y asignación de recursos monetarios a las distintas áreas de la empresa.
- **Jefatura de Planificación:** Responsable de desarrollar planes operacionales a mediano y corto plazo y dar seguimiento a los procesos

desde el ingreso de la orden de producción hasta su exportación o entrega, tomando en cuenta tiempos de entrega y capacidad instalada.

La estructura propuesta del departamento de Ingeniería queda como sigue:

- **Jefe de Ingeniería:** Esta plaza se propone como nueva, contratando a un ingeniero industrial con experiencia en la industria de la confección, quien será responsable de coordinar las siguientes actividades:
 - o Estudios de trabajo
 - o Estudios de métodos
 - o Medición de trabajo
 - o Medición de estándares de producción
 - o Establecimiento y revisión de incentivos y sistemas de pago
 - o Costeo de nuevos productos
 - o Elaboración de estándares de preproducción
 - o Planificación de cambios de estilo
 - o Diseño de distribuciones de maquinaria, lay out en planta
 - o Seguridad Industrial y ergonomía de estaciones de trabajo.

A su cargo estarían también las siguientes personas:

- **Departamento de Muestras:** Responsables de:
 - o Desarrollo de preproducción de nuevos estilos
 - o Desarrollo de muestras de nuevos estilos
 - o Desarrollo de nuevos procesos de producción
 - o Evaluación y desarrollo de métodos de costura
- **Asistentes de Ingeniería:** Responsables de:
 - o Toma de tiempos con cronómetro
 - o Elaboración de reportes de eficiencia e ingeniería
 - o Colocación de ayudas de trabajo
 - o Documentación de métodos
 - o Recolección de reportes de producción de líneas

- Digitación de reportes de producción de líneas.
- Digitación de reportes de pago de metas de producción
- Digitación de estudios de tiempos.

5.4 Funciones y jerarquía del departamento

Como se puede observar en el organigrama propuesto, la jerarquía del departamento de ingeniería quedaría subordinada al Gerente General de la empresa. Aún cuando podría pensarse que convendría colocarlo dentro del departamento de producción, la labor de fiscalización del departamento podría verse afectada por los intereses del departamento de producción. Aún así, ambos departamentos deberán estar jerárquicamente al mismo nivel. El nivel de cooperación entre ambos departamentos debe ser muy intenso, siendo el departamento de ingeniería un departamento de apoyo al departamento de producción en la persecución de los objetivos de la empresa.

Existe un peligro que debe salvarse desde un principio: Existe el riesgo de que ambos departamentos caigan en el error de perseguir únicamente los indicadores de desempeño que les afectan directamente. Esto sucede generalmente con el departamento de producción al medir su desempeño a través de la cantidad de piezas producidas únicamente. Generalmente los jefes de producción caen en el error de considerar que su fin último es producir un número, sin tomar en cuenta que deben aprovechar los recursos y mantener un nivel de calidad aceptable. Se puede solucionar este problema añadiendo a la eficiencia de la planta como medida de desempeño para las líneas de producción. Asimismo se puede añadir a la bonificación de meta de producción una bonificación por eficiencia de la línea, lo cual motivará a los supervisores y a los operarios a ser eficientes y no solamente producir y desperdiciar recursos.

Al añadir la eficiencia de la línea como medida de desempeño, los mismos operarios se convertirán en fiscalizadores del aprovechamiento de los recursos, y buscarán motivar a los supervisores a presionar a cualquier trabajador que no busque aprovechar los recursos de la línea.

Existen líneas con bastantes cambios de estilo, lo cual obviamente incidirá en la eficiencia de estas líneas; para este caso conviene capacitar a los operarios para que sean poli funcionales, que puedan operar varias máquinas y dependiendo de pruebas de habilidad y de destreza desarrolladas por el departamento de Ingeniería clasificar a estos operarios para que se les pueda hacer efectiva una tarifa más conveniente en su pago.

Ya se mencionó las funciones de cada integrante del departamento de ingeniería, cabe mencionar que la medida de desempeño del departamento sería la eficiencia de la planta, la cual es función de la producción; por esto, el departamento debe cuidarse mucho de que los métodos propuestos contribuyan a mejorar la productividad de la planta.

CONCLUSIONES

1. Con relación a los productos y procesos analizados en el presente capítulo se tiene lo siguiente: En la línea Oxford se producen básicamente camisas de vestir. Los estilos producidos en esta línea son más limitados que en pantalón; se producen aproximadamente 6 estilos diferentes de camisas y blusas en esta línea. Con respecto a la línea Polo, esta línea es una de las más estables en cuanto a variedad de estilos, ya que aunque se producen seis estilos diferentes de camisa polo, los mismos son muy similares y por consiguiente no causan mucho problema tanto en la planificación como en la manufactura.
2. La diversidad de estilos en las líneas de producción es consecuencia directa de los requerimientos de Mercadotecnia para satisfacer las necesidades de los clientes, lo cual es una de las prioridades de Moda Colegial, S.A. El mercado objetivo de la empresa consiste en colegios de prestigio nacionales y extranjeros.
3. A través de las herramientas básicas del análisis de operaciones (DOP, DFP, DRP, bimanuales) e integrando su utilización con herramientas como estudios de tiempos y movimientos se logró realizar propuestas que mejoran el orden en la distribución del equipo a lo largo de la línea, reduciendo 47.5 mts de traslados innecesarios para la línea Oxford así como 7 mts de traslados innecesarios para la línea Polo.
4. Se diseñó métodos propuestos para la fabricación de la camisa Oxford de manga corta, en los que se logró mejoras significativas con relación a la asignación de personas a la línea de producción de acuerdo a la necesidad

de mano de obra que planteaba el estudio de balance de líneas. Lo mismo se realizó con respecto a la camisa Polo de manga corta, logrando ajustar la necesidad de mano de obra al tiempo actual de operación.

5. Dentro de las mejoras logradas en los métodos propuestos para las líneas de producción se encuentran los siguientes: Para la camisa Oxford de manga corta, se redujo la necesidad de mano de obra en un 18% respecto del método original, lográndose un incremento del ritmo de la línea de un 13% respecto del método actual y en forma general un incremento de productividad de mano de obra del 38.3%. Con respecto a la camisa Polo, se logró reducir la necesidad de mano de obra en un 4%, se incrementó el ritmo de la línea en aproximadamente 7%, con un incremento de la productividad de la mano de obra del 11%.
6. Las mejoras logradas en los estilos particulares estudiados constituyen una especie de radiografía de lo que se puede lograr en la empresa si se pone especial énfasis en trabajar con información actualizada del desempeño de la empresa. Para lograr esto, conviene que la empresa a través de su departamento de métodos se dedique a actualizar los estudios de tiempos de los estilos en producción, y de este modo se pueda lograr este tipo de mejoras a lo largo de la mayor cantidad de estilos producidos.
7. Dentro de los estudios de tiempo incluidos para diversos estilos producidos en ambas líneas, la curva de aprendizaje se encontró en un 88% de su valor máximo tras una semana del cambio de estilo para la camisa Oxford en un estilo similar. Mientras, en la línea Polo se realizó el mismo estudio para un estilo totalmente nuevo y considerablemente diferente al producido normalmente, y se concluyó que después de una semana de producción, la curva de aprendizaje se encontraba en un 73% de su valor máximo; de lo

que se infiere que aun es posible lograr mejoras en la eficiencia de los trabajadores si se mantiene este estilo durante más tiempo en producción.

RECOMENDACIONES

1. Como estrategia para lograr estandarizar los estilos producidos, se podría realizar un catálogo con una descripción de los estilos básicos a producir en la empresa, ofreciéndose un descuento especial al cliente si se realiza el uniforme dentro de estos estilos. Si se deseara realizar un nuevo estilo debido a que los estilos existentes no llenan las características deseadas por el cliente, se podría realizar aún un descuento dependiendo del volumen a producir del nuevo estilo.
2. Sería de utilidad para la empresa contar con diagramas de operaciones, flujo y recorrido por lo menos de los estilos más utilizados en las líneas de producción como un auxiliar para el análisis de operaciones. Esto debido a que en la actualidad no se tiene esta información disponible en la empresa. En el presente trabajo se incluye estos diagramas para la camisa Oxford de manga larga y la camisa Polo de manga corta.
3. Como se mencionó anteriormente, el análisis de operaciones más que una acción de carácter puntual, debe ser un proceso de mejora continua. De modo que el presente trabajo, adicional a las mejoras que pueda contener, debe de utilizarse como punto de referencia para aplicar estos principios a los demás estilos, así también como a las demás líneas de producción.
4. Al considerar las mejoras que se pueden alcanzar en la producción de los diversos productos de la empresa, conviene utilizar una persona que sea especialista en la aplicación de estudios de métodos, tiempos y movimientos que se ocupe en la constante mejora de los métodos de producción en búsqueda de incrementar la eficiencia de las diferentes líneas.

5. Adicionalmente, conviene hacer una reestructuración del departamento de métodos, asignándole nuevas responsabilidades y buscando que asuma el liderazgo necesario para lograr ahorros e incremento en la productividad de la empresa.

6. De acuerdo con el análisis de la curva de aprendizaje de los operarios, conviene, de ser posible, que los estilos producidos en cada línea de producción tengan los suficientes elementos en común como para permitir que un cambio de estilo no involucre una disminución significativa de la eficiencia de la línea de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kanawaty, George y otros. **Introducción al estudio del trabajo**. 4ta. Edición revisada. Oficina Internacional del Trabajo (Ginebra). Limusa – Noriega Editores. México, 2000.
2. Krick, Edgard V. **Ingeniería de Métodos**. México: Limusa, 1982
3. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos**. 4ta. Edición. Alfaomega. México, 1995.
4. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo: Medición del trabajo**. Primera edición. McGraw – Hill. México, 1998.
5. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos**. Primera edición. McGraw – Hill. México, 1998.
6. Immer, John R. **Manejo de Materiales**. 2ª. Edición. México: Marcombo, 1983.
7. Meyers, Fred E. **Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil**. 2ª. Edición. México: Pearson, 2000.
8. Mundel, Marvin E. **Estudio de Tiempos y Movimientos**. México: Continental, 1984.
9. Varios Autores. **Maynard, Manual del Ingeniero Industrial**. Cuarta edición (4 volúmenes). McGraw – Hill. México, 1996.
10. Valdeavellano, José Luis. **Ingeniería de Métodos y Estudio de tiempos**. Primera Edición. S. E. Guatemala, 2001.
11. Castillo Rivas, Óscar Alexis. Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de una industria manufacturera de ropa. Guatemala: Tesis USAC, 2005.
12. De León Esquivel, David Rodolfo. Conceptos, técnicas y herramientas útiles al ingeniero industrial aplicadas a la industria textil y de la confección. Guatemala: Tesis USAC, 2005.

13. Ruth E Glock y Grace I. Kunz. **Apparel Manufacturing: Sewn product Analysis.** 3a. Edición.
14. Gerry Cooklin. **Introduction to Clothing Manufacture.** Blackwell Scientific Publications.
15. A. J. Hunter. **Introduction to Clothing Production Management.** 2a. Edición. Blackwell Science.
16. Maurice J. Johnson y Evelyn C. Moore. **Apparel Product Development.** 2a. Edición.

ANEXO

TABLAS DE MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS MÉTODOS MTM-1 DATOS DE APLICACIÓN

Datos MTM suplementarios

Tabla 1 – Posicionar – P

Clase de Ajuste CLAR	Caso De simetría	Alinear Únicamente	Profundidad de inserción (cm)				
			0	1	2	3	4
			>0<.5	>.5<1.5	>1.5<2.5	>2.5<3.5	>2.5<4.5
21 381- 889 cm	S	3.0	3.4	6.4	7.2	8.1	9.0
	SS	3.0	10.3	13.3	14.1	15.0	15.9
	NS	4.8	15.5	18.5	19.3	20.2	21.1
22 064- 380 cm	S	7.2	7.2	11.7	12.6	13.4	14.3
	SS	8.0	14.9	19.4	20.3	21.1	22.0
	NS	9.5	20.2	24.7	25.6	26.4	27.3
23* 013- 063 cm	S	9.5	9.5	20.2	17.6	19.5	21.4
	SS	10.4	17.3	23.6	25.4	27.3	29.2
	NS	12.2	22.9	29.2	31.0	32.9	34.8
* Atorones. Agregar el número observado de “Aplicar presión”. Dificultad de manejo. Agregar el número observado de G2.							
* Determinar la simetría por las propiedades geométricas. Excepción: Usar caso “S” cuando haya orientación previa al mover precedente.							

Tabla 1ª - Encaje secundario – E2

Clase de ajuste	Profundidad de inserción (cm)			
	1	2	3	4
21	3.0	3.8	4.7	5.6
22	4.5	5.4	6.2	7.1
23	6.3	8.1	10.0	11.9

1 TMU = .00001
= .0006

horas 1 hora = 100 000.00 TMU
minutos 1 minuto = 1 666.70 TMU

$$= .036 \text{ segundos} \quad 1 \text{ segundo} \quad = \quad 27.80 \text{ TMU}$$

No intente usar estos datos o aplicar la medida del tiempo de los métodos en ninguna forma, a menos que conozca su aplicación correcta. Esta advertencia se hace para evitar las dificultades que pueden resultar por la aplicación correcta. Esta advertencia se hace para evitar las dificultades que pueden resultar por la aplicación incorrecta de los datos.

MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS MÉTODOS MTM-1 DATOS DE APLICACIÓN

Tabla 2 – Manivela (Resistencia Ligera) – C

Diámetro de Manivela (cm)	TMU (T) por revolución	Diámetro de Manivela (cm)	TMU (T) por revolución
2	8.2	22	13.9
4	9.2	24	14.2
6	10.0	26	14.5
8	10.7	28	14.8
10	11.3	30	15.0
12	11.9	35	15.5
14	12.4	40	16.0
16	12.8	45	16.4
18	13.2	50	16.7
20	13.6		

Fórmulas:

A. Manivela continua (empezar al principio y parar al final del ciclo únicamente)

$$TMU = ((NrT) + 5.2) \cdot F + C$$

B. Manivela intermitente (empezar al principio y parar al final de cada revolución)

$$TMU = ((T + 5.2) F + C) \cdot N$$

C = Componente estático en TMU de la concesión por peso de la tabla MOVER.
F = Componente dinámico, factor de la concesión por peso de la tabla MOVER.
N = Número de revoluciones.
T = TMU por revolución (movimiento tipo III).
5.2 = TMU para empezar y parar.

$$\begin{array}{lclclcl}
 1 \text{ TMU} & = & .00001 & \text{ horas} & 1 \text{ hora} & = & 100\,000.00 \text{ TMU} \\
 & = & .0006 & & \text{ minutos} & 1 \text{ minuto} & = & 1\,666.70 \text{ TMU} \\
 & = & .036 & & \text{ segundos} & 1 \text{ segundo} & = & 27.80 \text{ TMU}
 \end{array}$$

No intente usar estos datos o aplicar la medida del tiempo de los métodos en ninguna forma, a menos que conozca su aplicación correcta. Esta advertencia se hace para evitar las dificultades que pueden resultar por la aplicación correcta. Esta advertencia se hace para evitar las dificultades que pueden resultar por la aplicación incorrecta de los datos.

TABLA 1 – ALCANZAR – R

Distancia Alcanzada cm	Tiempo en TMU				Mano en movimiento		Caso y descripción
	A	B	C o D	E	A	B	
2 o menos	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	A. Alcanzar a un objeto en situación fija, o a un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
4	3.4	3.4	5.1	3.2	3.0	2.4	
6	4.5	4.5	6.5	4.4	3.9	3.1	
8	5.5	5.5	7.5	5.4	4.6	3.7	
10	6.1	6.3	8.4	6.8	4.9	4.3	B. Alcanzar a un solo objeto en situación que pueda variar ligeramente de un ciclo al siguiente.
12	6.4	7.4	9.1	7.3	5.2	4.8	
14	6.8	8.2	9.7	7.8	5.5	5.4	
16	7.1	8.8	10.3	8.2	5.8	5.9	
18	7.5	9.4	10.8	8.7	6.1	6.5	C. Alcanzar un objeto amontonado con otros en un grupo, de forma que ocurra buscar y seleccionar.
20	7.8	10.0	11.4	9.2	6.5	7.1	
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	7.7	
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	8.2	
26	8.8	11.7	13.0	10.7	7.4	8.8	D. Alcanzar a un objeto muy pequeño o en donde es necesario coger con mucha precisión.
28	9.2	12.2	13.6	11.2	7.7	9.4	
30	9.5	12.8	14.1	11.7	8.0	9.9	
35	10.4	14.2	15.5	12.9	8.8	11.4	
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	12.8	E. Alcanzar a una situación indefinida para poner la mano en posición de equilibrar el cuerpo o dispuesta para realizar el próximo movimiento, o donde no estorbe.
45	12.1	17.0	18.2	15.3	10.4	14.2	
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	15.7	
55	13.9	19.8	20.9	17.8	12.0	17.1	
60	14.7	21.2	22.3	19.0	12.8	18.5	TMU por cm arriba de 80 cm.
65	15.6	22.6	23.6	20.2	13.5	19.9	
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	21.4	
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	22.8	
80	18.2	26.9	27.7	23.9	15.9	24.2	
Adicional	0.18	0.28	0.26	0.26			

TABLA 1 – MOVER – M

Distancia Movida cm	Tiempo en TMU				Concesión por peso			Caso y descripción
	A	B	C	Mano En movimiento B	Peso (Kg.) hasta	Dinámico factor	Estático TMU Constante	
2 o menos	2.0	2.0	2.0	1.7	1	1.00	0	A. Mover el objeto a la otra mano o contra un tope
4	3.1	4.0	4.5	2.8				
6	4.1	5.0	5.8	3.1	2	1.04	1.6	
8	5.1	5.9	6.9	3.7				
10	6.0	6.8	7.9	4.3	4	1.07	2.8	
12	6.9	7.7	8.8	4.9				
14	7.7	8.5	9.8	5.4	6	1.12	4.3	
16	8.3	9.2	10.5	6.0				
18	9.0	9.8	11.1	6.5	8	1.17	5.8	
20	9.6	10.5	11.7	7.1				
22	10.2	11.2	12.4	7.6	10	1.22	7.3	B. Mover el objeto a una situación aproximada o indefinida
24	10.8	11.8	13.0	8.2				
26	11.5	12.3	13.7	8.7	12	1.27	8.8	
28	12.1	12.8	14.4	9.3				
30	12.7	13.3	15.1	9.8	14	1.32	10.4	
35	14.3	14.5	16.8	11.2				
40	15.8	15.6	18.5	12.6	16	1.36	11.9	
45	17.4	16.8	20.1	14.0				
50	19.0	18.0	21.8	15.4	18	1.41	13.4	
55	20.5	19.2	23.5	16.8				
60	22.1	20.4	25.2	18.2	20	1.46	14.9	C. Mover el objeto a una situación exacta
65	23.6	21.6	26.9	19.5				
70	25.2	22.8	28.6	20.9	22	1.51	16.4	
75	26.7	24.0	30.3	22.3				
80	28.3	25.2	32.0	23.7				
Adicional	0.32	0.24	0.34		TMU por cm arriba de 80 cm.			

TABLA III – GIRAR T

Peso	Tiempo TMU para grados girados										
	30 ⁰	45 ⁰	60 ⁰	75 ⁰	90 ⁰	105 ⁰	120 ₀	135 ₀	150 ⁰	165 ₀	180 ₀
Pequeño S-O a 1Kg	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Mediano M-11 a 5Kg	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.0	10.6	11.6	12.7	12.7	14.8
Grande L-51 a 16Kg	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	24.3	28.2

TABLA III B – APLICAR PRESIÓN – AP

Ciclo completo			Componentes		
Símbolo	TMU	Descripción	Símbolo	TMU	Descripción
APA	10.6	AF + DM + RLF	AF	34	Aplicar fuerza
APB	16.2	APA + G2	DM	42	Mantener fuerza mínima
			RLF	30	Soltar fuerza

TABLA COGER – G

Tipo De coger	Caso	Tiempo TMU	Descripción	
Levantando	1A	2.0	Objeto de cualquier tamaño sólo que se puede coger fácilmente	
	1B	3.5	Objeto muy pequeño o que yace próximo sobre una superficie plana.	
	1C1	7.3	Diámetro mayor de 12mm	Interferencia con el coger en el fondo y a un lado de un objeto casi cilíndrico
	1C2	8.7	Diámetro entre 6 y 12mm	
	1C3	10.8	Diámetro menor de 6mm	
Volver a coger	2	5.6	Cambiar la forma de coger un objeto sin perder el control	
Transferencia	3	5.6	Transferir el control de una mano a otra	
Selección	4A	7.3	Mayor de 25 x 25 x 25mm	Objeto amontonado con otros de forma que ocurra buscar y seleccionar
	4B	9.1	Entre 6 x 6 x 3mm y 25 x 25 x 25mm	
	4C	12.9	Menor de 6 x 6 x 3mm	
Contacto	5	0	Coger de contacto de deslizamiento o de gancho	

Peso neto efectivo			
Peso neto efectivo (ENW)	Núm. de manos	Espacial	Deslizando
	1	W	W x Fc
	2	W/2	W/2 x Fc

W = Peso en Kg.
Fc = Coeficiente de fricción.

TABLA V – POSICIONAR* - P

Clase de ajuste		Símbolo	Manejo Fácil E	Manejo Difícil D
1. Flojo	No se requiere presión	S	5.6	11.2
		SS	9.1	14.7
		NS	10.4	16.0
2. Aproximado	Se requiere ligera presión	S	16.2	21.8
		SS	19.7	25.3
		NS	21.0	26.6
3. Exacto	Se requiere presión fuerte	S	43.0	48.6
		SS	46.5	52.1
		NS	47.8	53.4
Regla suplementaria para alineaciones de superficie				
P2SE por la alineación: > 1.5 mm < 6 mm		P2SE por alineación: < 1.5 mm		

TABLA VI – SOLTAR – RL

Caso	Tiempo TMU	Descripción
1	2.0	Soltar normal, ejecutado al separar los dedos como movimiento independiente
2	0	Cesar el contacto

TABLA VII – DESMONTAR – D

Clase de ajuste		Longitud del retroceso	Manejo Fácil E	Manejo Difícil D
1. Suelto. Esfuerzo muy pequeño, se une al movimiento siguiente		Hasta 2.5 cm	4.0	5.7
2. Flojo. Esfuerzo normal, retroceso ligero		Más de 2.5 cm Hasta 12.5 cm	7.5	11.8
3. Duro. Esfuerzo considerable, la mano tiene marcado retroceso		Más de 12.5 cm Hasta 30.5 cm	22.9	34.7
Suplementario				
Clase de ajuste		Cuidado con el manejo	Atorones	
1. Suelto		Conceder clase 2	-----	
2. Flojo		Conceder clase 3	Un G2 por cada atorón	
3. Duro		Cambiar método	Un APB por cada atorón	

TABLA VIII – RECORRIDO Y ENFOQUE OCULAR – ET Y EF

Tiempo de recorrido ocular = $15.2 \times TD$ TMU, con un valor máximo de 20
TMU

Donde T = Distancia entre los puntos de recorrido ocular.

D = Distancia perpendicular desde el ojo a la línea de recorrido T.

Tiempo de enfoque ocular = 7.3 TMU

Información suplementaria

Área de visión normal = Un círculo de 10 cm de diámetro a 40 cm de los
ojos.

Fórmula de lectura 5.05 de N. = Número de palabras.

RESUMEN DE CÓDIGOS DE GSD (DATOS GENERALES DE COSTURA)¹

CATEGORÍAS GENERALES	ELEMENTOS	CÓDIGO	TMU	SECUENCIA MOVIMIENTOS
OBTENER Y ALINEAR PARTE PARTES	Obtener y casar dos partes simultáneamente	MG2T	76	G,G,P,G,G
	Obtener y casar dos partes separadamente	MG2S	107	G,P,G,P,G,G
	Llevar partes a prensatela	FOOT	38	P,F
	Obtener parte con dos manos y agregar	MAP2	69	G,P,G,P,G
	Obtener parte (fácil) con una mano y agregar	MAPE	50	G,P,G
ALINEAR Y ACOMODAR	Alinear dos partes	AM2P	61	G,G,P,G
	Ajustar una parte (arriba)	AJPT	43	G,P,G
	Reposicionar ensamble bajo prensatela	ARPN	75	G,P,G
	Alinear y acomodar partes deslizando	APSH	24	G,P
DAR FORMAS	Formar doblez	FFLD	43	G,P,G
	Acentuar pliegue en doblez	FCRS	28	G,GW,P,PW
	Abrir o desdoblar	FUNF	23	G,P
CORTE Y USO DE HERRAMIENTAS	Corte con tijeras (1er)	TCUT	50	G,P,P,P
	Corte adicional con tijeras	TCAT	P,P	25
	Corte con navaja fija	TBLD	33	G,P
	Corte de cadena	TDCH	49	G,P,P,P
DESPLAZAR	Desplazar empujando o deslizando	APSH	24	G,P
	Desplazar parte con una mano	AS1H	23	G,P
	Desplazar parte con dos manos	AS2H	42	G,G,P
ELEMENTOS MANUALES DE MÁQUINA	Coser ¼ in. Parada aproximada (>4)	MS1A	17	F,F
	Coser ¼ in. Parada cuidadosa (2-3)	MS1B	26	F,PB,F
	Coser ¼ in. Parada precisa (0-1)	MS1C	37	F,PC,F
	Levantar o bajar aguja con volante	MHDW	46	G,P,G,P,G
	Rematar con palanca al comienzo	MBTB	34	G,P,PT,P,G
	Rematar con palanca al final	MBTE	37	G,P,PT,P,P,G
DATOS DE TOMAR Y PONER	Tomar parte con una mano (fácil)	GP1E	14	G
	Tomar parte con una mano	GP1H	20	G
	Tomar parte con dos manos	GP2H	33	G,G
	Hacer contacto con parte	GPCO	9	G
	Tomar parte de la otra mano	GPOH	6	G
	Tomar control de parte reajustando	GPAG	10	G
	Poner parte en lugar aproximado	PPAL	10	P
	Poner parte en la otra mano	PPOH	6	P
	Poner parte en pila (apilar)	PPST	14	P
	Poner parte en un punto – contacto preciso	PPL1	27	P
	Poner parte en dos puntos – contacto preciso	PPL2	47	P,P

¹ © Esta tarjeta de datos es propiedad de Methods Workshop Ltd. Todos los derechos de los Datos Generales de Costura son retenidos por Methods Workshop 1 Dicconson Terrace, Wigan, Lancs.