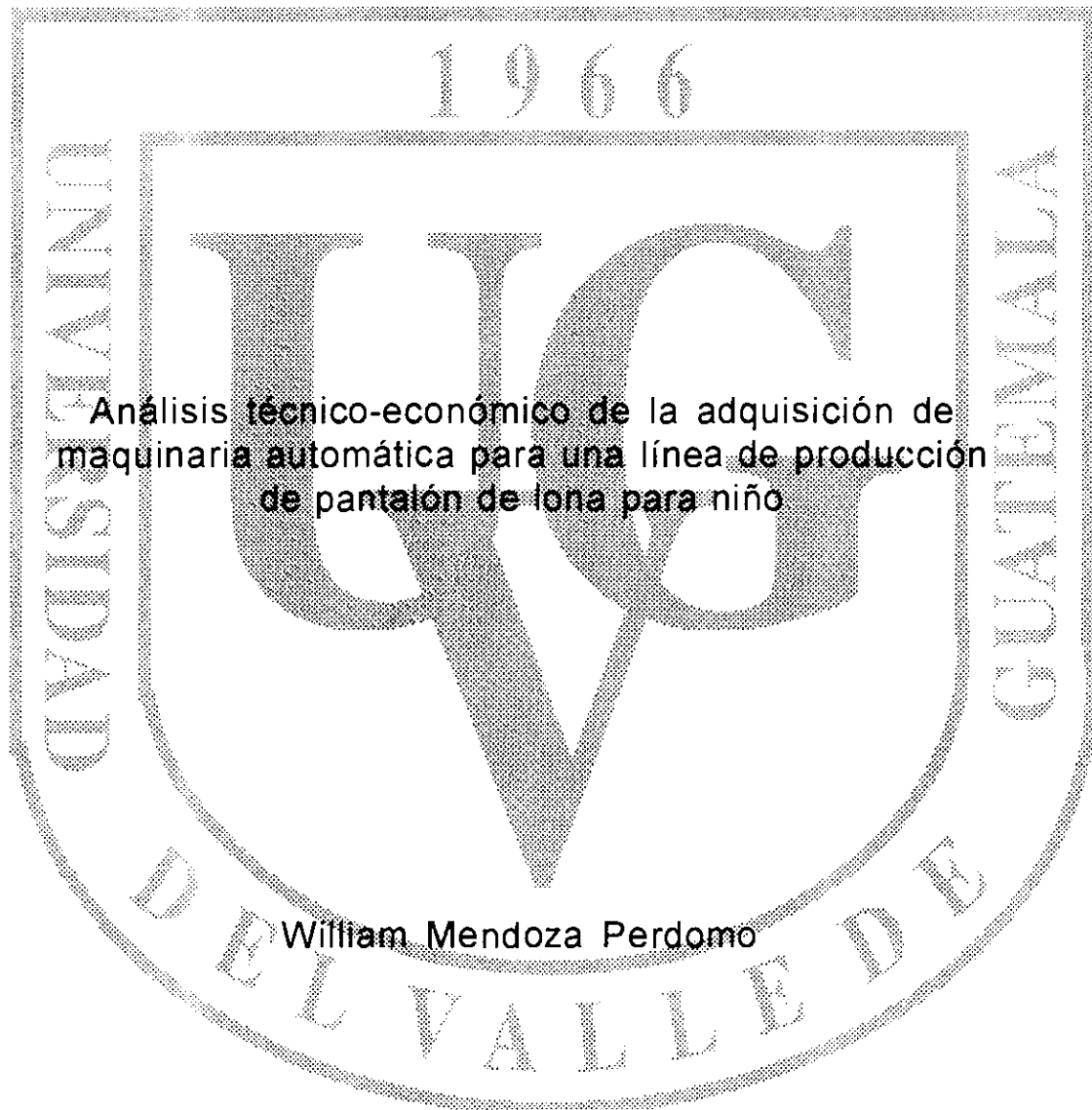


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Industrial



**Análisis técnico-económico de la adquisición de
maquinaria automática para una línea de producción
de pantalón de lona para niño**

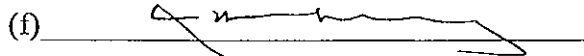
William Mendoza Perdomo




Guatemala

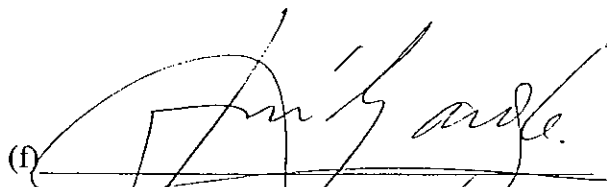
2004

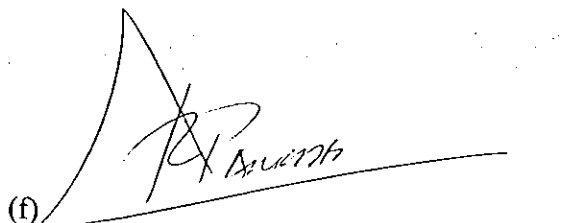
Vo. Bo.:

(f) 
(Carlos Alvarado)

Tribunal:

(f) 
(Carlos Alvarado)

(f) 
(José Garoz)

(f) 
(Carlos Paredes)

Fecha de aprobación: 20 de agosto del 2,003

Gracias a Dios, mi familia y muy
especialmente a Mariza Ovalle

ÍNDICE

PREFACIO	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	vi
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. LA MAQUILA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	2
III. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA MAQUILADORA	9
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	19
V. PUNTOS DE MEJORA CON MAQUINARIA AUTOMÁTICA	30
VI. ANÁLISIS TÉCNICO	35
VII. PROPUESTAS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	43
VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO	62
IX. CONCLUSIONES	84
X. RECOMENDACIONES	86
XI. BIBLIOGRAFÍA	88
XI APÉNDICES	89
1. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	
2. MANUAL DE MAQUINARIA	
3. FOTOS DE MAQUINARIA	
4. COTIZACIONES	
5. INFLACIÓN NACIONAL ANUAL	

RESUMEN

El presente trabajo busca y encuentra la alternativa de línea de producción más rentable y eficiente para una *empresa maquiladora* de pantalón de lona para niño. Primero, se recaba información técnica de la maquinaria, con el fin de construir las tres alternativas de líneas de producción de prendas. Una vez construidas se hace un estudio técnico, que consiste en la medición de los indicadores de eficiencia y productividad. Finalmente, se miden sus rendimientos económicos, como los costos operativos diarios y el rendimiento sobre la inversión. Ya con todos estos datos se crea una tabla calificadora del desempeño total de cada una de las alternativas. Se concluye que la línea semiautomática, mezcla de maquinaria mecánica y automática, desarrolla los mejores desempeños a corto y largo plazo, por lo que conviene adquirirla para la *empresa maquiladora*.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en un estudio en una *empresa maquiladora* de prendas de vestir dedicada a la confección de pantalones de lona, la cual por cuestiones de confidencialidad no se menciona su nombre, pero será denominada de aquí en adelante como *La empresa maquiladora*.

En su corto período de existencia la *empresa maquiladora* ha permanecido en un constante crecimiento. Este año ha decidido aumentar su capacidad productiva, invirtiendo en una línea más de producción para el área de confección. Por lo tanto, se tienen 3 alternativas de producción, las cuales se diferencian por el tipo de maquinaria:

- **Línea Mecánica:** Es una línea de producción que cuenta únicamente con maquinaria mecánica nueva.

- **Línea Semiautomática:** Es una línea de producción que cuenta con maquinaria automática, semiautomática y mecánica.

-**Línea Automática:** Es una línea de producción que cuenta con maquinaria automática y semiautomática.

La creación de una línea de producción presenta una variedad de escenarios con diferentes características de producción y de maquinaria, lo que hace necesario seguir un procedimiento que logre evaluar las alternativas, primordialmente en los aspectos económico y productivo. Las diferencias en cuanto costo suelen ser muy grandes, por lo que si no se realizan adecuadamente pueden afectar la rentabilidad de la empresa.

El resultado de los análisis que integra el presente trabajo de graduación indica las características de cada una de las alternativas en cuanto capacidad productiva, costo de inversión y costo operacional. Con estos datos se puede recomendar la opción que brinda un mayor beneficio para la *empresa maquiladora*.

II. LA MAQUILA DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR.

A. Posición de la maquila guatemalteca dentro del mercado estadounidense

Desde la perspectiva del país norteamericano, el 16% de las importaciones de vestuario y textiles provino de Centroamérica. Honduras es el principal socio centroamericano y el tercero a nivel mundial, con una participación del 6.3%. Luego le sigue El Salvador con una participación del 4.4% y ocupando el quinto lugar en el mundo. Guatemala provee el 2.4% de las importaciones de vestuario y textiles, tercero a nivel centroamericano y décimo sexto a nivel mundial.

Tabla 1

ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES ESTADOUNIDENSE DE VESTUARIO

Mayo 2002/Abril 2003

País/Región	Rk	Millones de m ²		Millones de US\$	
		2003	Participación 2003	2003	Participación 2003
Total mundial		18,246.8	100.0	59,912.9	100.0
CBI		3,881.9	21.3	9,775.4	16.3
Centro América		2,927.4	16.0	7,191.5	12.0
Honduras	3	1,156.9	6.3	2,530.4	4.2
El Salvador	5	809.2	4.4	1,714.9	2.9
República Dominicana	7	742.9	4.1	2,211.0	3.7
Guatemala	16	445.1	2.4	1,747.4	2.9
Costa Rica	19	365.9	2.0	716.1	1.2
Nicaragua	26	135.3	0.7	463.6	0.8

Fuente: VESTEX, 2003

Guatemala es uno de los países con menor participación en la exportación de prendas de vestir para el mercado norteamericano. Esto demuestra que existen oportunidades de mejora y crecimiento para el sector de la maquila nacional. A través de una mayor productividad y eficacia de los procesos, Guatemala puede convertirse en uno de los países más competitivos en cuanto costo, precio y tiempo de entrega.

Estos últimos son los factores esenciales que el mercado extranjero evalúa para calificar a los países centroamericanos exportadores de prendas. El resultado de las calificaciones asegura, el crecimiento y desarrollo del sector de confección de prendas en un país. A continuación se presenta la tabla de calificación de los países centroamericanos competidores para el mercado norteamericano:

Tabla 2.

EVALUACIÓN DE LOS PAISES EXPORTADORES CENTROAMERICA

Mayo 2002/ Abril 2003

País	Precio	Calidad	Tiempo de entrega	Percepción general
Costa Rica	C	B	C	C
El Salvador	A	C	B	B
Guatemala	B	A	B	A
Honduras	A	C	C	C
Nicaragua	A	D	D	D
México	C	A	A	B
Nivel de entrega en la categoría (A=tiempo mas corto, E= tiempo más largo)				
<i>Fuente= IDC/SECO Análisis de Mercado, 2003</i>				

Siendo Guatemala el país con mejor posición en cuanto calidad, sigue siendo el país con menor grado de exportación de la región centroamericana debido a su precio y tiempo de entrega. Estos factores deben ser mejorados para desarrollar un mejor nivel de desempeño y ser la mejor alternativa para el mercado americano.

Los costos de mano de obra corresponden de un 55% a un 60% de los costos totales de la fabricación de prendas. Guatemala se localiza como uno de los países con costos operacionales intermedio en la competencia latinoamericana de exportación.

Los factores de costo por hora son los siguientes:

- Costa Rica US\$ 2.01/Hr
- México US\$ 2.00/Hr
- **Guatemala US\$ 0.96/Hr**
- El salvador US\$ 0.95/Hr
- Nicaragua US\$ 0.94/Hr

Se puede concluir que Guatemala debe mantener su estándar de calidad en las prendas de vestir y para aumentar su participación dentro del mercado norteamericano debe mejorar su productividad, ya sea aumentando la producción con la misma cantidad de insumos o reduciendo los insumos, produciendo la misma cantidad.

Con estos factores mejorados, la percepción internacional colocará al sector de la maquila nacional en la mejor alternativa internacional de producción de prendas.

B. La maquila de confección de prendas en Guatemala

1. Rol del gobierno. El estado actual del sector industrial exportador guatemalteco de prendas de vestir es muy bien reconocido en el mercado extranjero. Los guatemaltecos han sabido posicionarse como uno de los mejores productores, satisfaciendo a los clientes extranjeros y ganando prestigio internacionalmente.

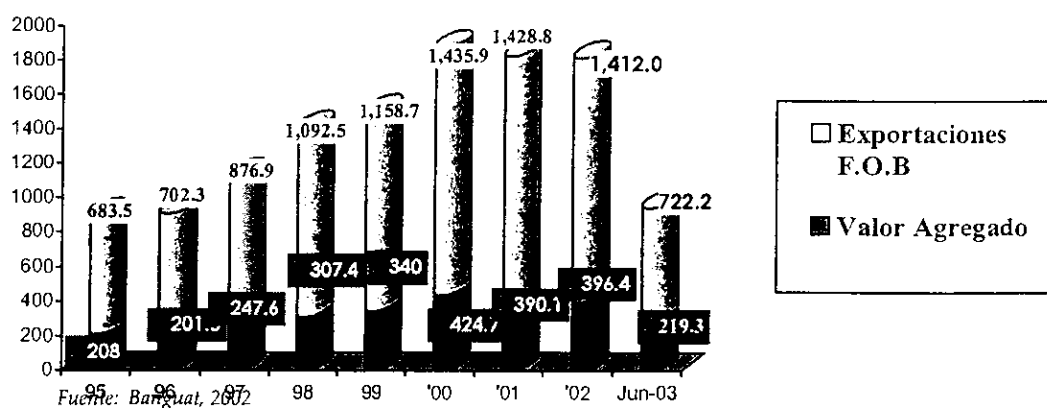
El gobierno, por su parte, desde hace varios años ha fomentado la inversión extranjera, creando dos grandes incentivos a la industria maquiladora de prendas: el Decreto 29-89 aprobado por el congreso de la República, llamado "Fomento a la Actividad Exportadora y Maquila" y "La Ley de Zonas Francas". Esto en busca de promover, incentivar y desarrollar dentro del territorio guatemalteco el sector exportador en la creciente rama de la industria maquilera exportadora.

Los privilegios fiscales y el incentivo de comercio exterior, han generado un rápido crecimiento en el sector exportador de prendas de vestir. Las empresas maquiladoras invierten su capital aumentando su capacidad productiva y a la vez generan una fuente importante de empleo para la sociedad guatemalteca.

2. Sector exportador generador de divisas, empleo y salarios. La estructura de los ingresos de divisas por exportaciones guatemaltecas actuales dista en gran medida de la que se tenía en años pasados. En 1990, el ingreso de divisas por exportaciones de los principales productos representaban el 63.9% del total, mientras que el ingreso por exportaciones a Centroamérica y por otros productos equivalían a 6.3% y 29.9%, respectivamente.

En los años subsiguientes, la participación del ingreso de divisas de las exportaciones de los principales productos fue cediendo espacio a los productos no tradicionales: para el año 2002, el 44.3% del ingreso de divisas se debía a exportaciones de productos tradicionales, 10.5% por exportaciones a Centroamérica y 45.1% a otros productos, de los cuales, casi una tercera parte corresponde a las exportaciones de artículos de vestuario .

Gráfica 1
Monto de exportaciones de la maquila de prendas
Ene 2002/Dic 2002



En este sentido, es el rubro con mayor ingreso de divisas de los productos no tradicionales y el tercero al compararlo con los tradicionales (superado solamente por el ingreso de divisas por las exportaciones de azúcar y café), como lo muestra la siguiente tabla:

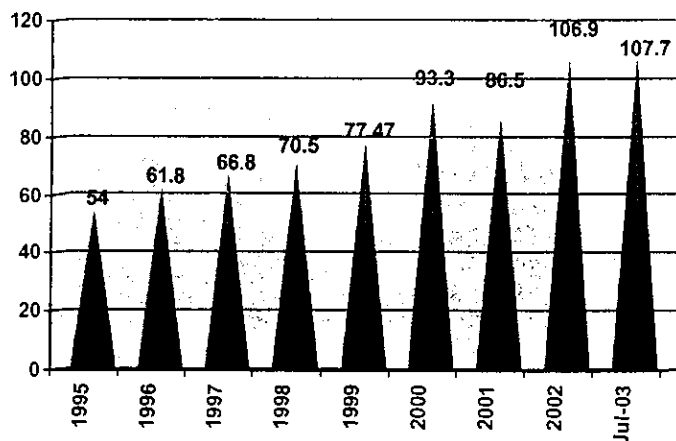
Tabla 3
Ingreso de divisas por exportaciones
Miles de US\$, a abril de cada año*

Concepto	TOTAL 2002	TOTAL 2003	Var %	Participación 2002	Participación 2003
TOTAL	821,733.9	1,111,247.7	35.2	100.0	100.0
Azúcar	159,103.2	189,644.4	19.2	16.6	17.1
Banano	75,119.5	86,434.1	15.1	7.7	7.8
Café	180,097.3	203,047.7	12.7	17.2	18.3
Cardamomo	44,642.1	44,585.7	-0.1	3.7	4.0
Artículos de vestuario	78,135.4	132,499.6	69.6	11.8	11.9
Tejidos, hilos e hilazas	8,877.2	13,139.2	48.0	1.2	1.2

Fuente: Bançual, 2003

a. **Empleo.** La importancia del sector de vestuario y textiles radica en las fuentes de empleo que genera. Actualmente, alrededor de 110,000 personas se encuentran trabajando en esta industria, lo que representa el 3% de la población económicamente activa de Guatemala.

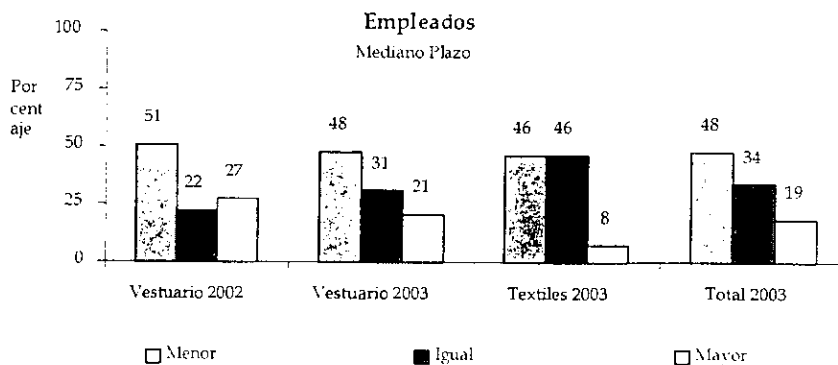
Gráfica 2
Empleos generados por el sector maquila
Miles de personas, a abril de cada año



Fuente: ASIES. Asociación de Investigación y Estudios Sociales, 2003

Aunque la rama textilera y de la confección son grandes fuentes de trabajo para el país, también sufren de fuertes cambios en la contratación y despidos de personal, como se logra apreciar en la siguiente gráfica.

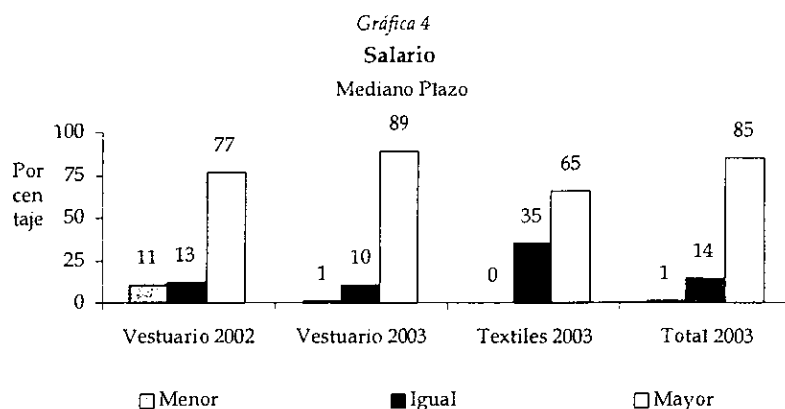
Gráfica 3



Fuente: ASIES. Asociación de investigación y estudios sociales, 2003

b. Salarios. La personal mayoría del de las empresas pertenecientes a esta industria manifestó haber aumentado el salario promedio (85%).

Esto se debe al incremento al salario mínimo mensual decretado por el gobierno de la república a inicios del año, el cual pasó de Q1,149.90 a Q1,275.90, representando un aumento del 11%. No obstante, el 14% dijo haberlo mantenido igual y solamente el 1% lo disminuyó.



Fuente: ASIES. Asociación de investigación y estudios sociales, 2003

Tabla 4
Salario mínimo no agrícola mensual

2000 - 2003

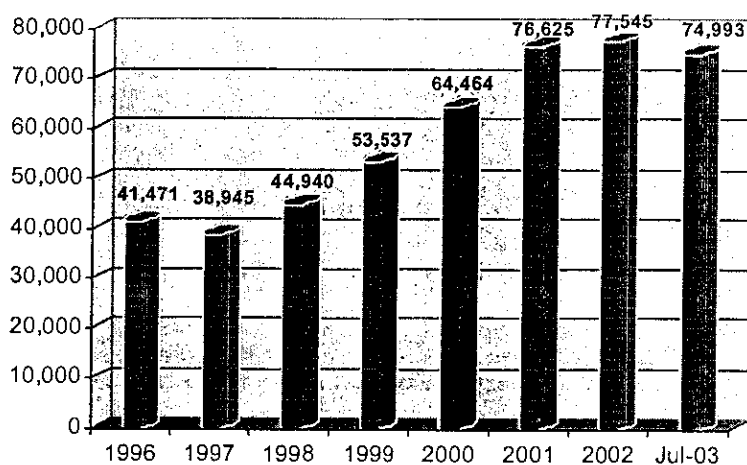
Año	Acuerdo Gubernativo	Publicación	Vigencia	Salario mínimo	Bonif	Total	No agrícola mensual	Var %
2000	20-2000	11-Jan-00	26-Jan-00	23.85	5.15	29.00	870.00	-
2001	838-2000	30-Nov-00	15-Dec-00	27.67	5.15	32.82	984.60	13.17
2002	494-2001	19-Dec-01	01-Jan-02	30.00	8.33	38.33	1,149.90	16.79
2003	459-2002	29-Nov-02	01-Jan-03	34.20	8.33	42.53	1,275.90	10.96

Fuente: Ministerio de Trabajo, 2005

3. Capacidad Instalada. Guatemala cuenta con más de 228 fabricas de vestuario, con una capacidad instalada de 76,684 máquinas y una mano de obra de 97,074 trabajadores, siendo el país con mayor capacidad productiva de Centro América.

Gráfica 5
Maquinaria instalada

2000 - 2003



Fuente: ASIES Asociación de Investigación de Estudios Sociales

Actualmente, dentro del territorio guatemalteco existen alrededor de 36 empresas textiles, produciendo anualmente 135 millones de libras, de las cuales el 54.4% corresponde a tejido plano y el 45.5% de tejido de punto. La industria cuenta con 260 empresas suplidoras de servicios y accesorios.

La mayor parte de la industria textil y de vestuario se encuentra localizada en la región metropolitana y en el área circunvecina, distante a no más de 30 minutos de la ciudad capital.

Más del 75% de las empresas de ropa registradas provienen de inversión extranjera, lo que juega un papel muy importante en la transferencia de tecnología y conocimientos técnicos para la industria guatemalteca.

III. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA MAQUILADORA

A. Estructura corporativa

La clave del éxito de la *empresa maquiladora* ha sido el esfuerzo emprendido por unir a clientes extranjeros, productores y empresas de servicios para realizar alianzas estratégicas. De esta forma han asegurado su posición como empresa grande y fuerte. A la vez, han fortalecido las relaciones y preferencias de los clientes extranjeros al compartir intereses.

Otro aspecto importante es que la *empresa maquiladora* ofrece a los clientes todos los servicios dentro de la cadena de suministros de la confección. A través del *Full Package* se entregan las prendas confeccionadas, listas para ser vendidas en cualquier distribuidor en Norteamérica.

Los servicios en que se divide son los siguientes:

- **Corte:** Esta división corta los telares de acuerdo a los patrones, ya sea pedidos por el cliente o creadas por diseñadores de la empresa.
- **Confección:** Se dedica al ensamble de la prenda de vestir.
- **Lavado:** Ofrece una variedad de tipos de lavado o diferentes desgastes del pantalón.
- **Etiquetas y Empaque:** Se etiqueta las marcas del pantalón y se empaca el producto de acuerdo a las características de los clientes.

Tabla 5
Cadena de servicios ofrecidos a los clientes
Empresa Maquiladora

SERVICIO	DIVISIONES
RTU (Ready to use) (Listo para uso)	<ul style="list-style-type: none"> • Corte • Costura • Compra de accesorios y textiles
RTS (Ready to sell) (Listo para vender)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño / desarrollo de producto • Corte • Costura • Compra de accesorios y textiles • Lavado
Full Package (Paquete completo)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño/desarrollo de una línea de productos • Corte • Costura • Compra de accesorios y textiles • Mercadeo • Lavado • Etiquetado

Fuente: Empresa maquiladora

Las empresas que requieren los servicios de corte, confección y accesorios solicitan el servicio RTU (listo para uso). Si además de los anteriores, se requiere del lavado, se brinda el servicio de RTS (listo para vender). Ahora bien, si la empresa o cliente requiere la prenda lista para ser vendida y exportada a cualquier distribuidor en Norteamérica, se solicita el servicio de *Full Package*.

B. Planta

La estructura organizacional administrativa cuenta con seis departamentos principales para su manejo, los cuales serán vagamente mencionados, sólo con el fin de hacer al lector un marco general del panorama con el que se trabaja dentro de la empresa.

- Gerencia General
- Recursos Humanos
- Planificación
- Ingeniería
- Calidad
- Producción

Cada uno de ellos con sus respectivas funciones, las cuales pueden ser fácilmente inducidas por el nombre de cada departamento.

C. Modelo de trabajo

Una vez descrita la estructura organizacional, es necesario conocer los tres factores importantes con los cuales se controla y opera la *empresa maquiladora*. Esto con el fin de saber la forma de trabajo y las condiciones operativas dentro de la planta. Así, es más fácil crear una visión amplia de las características actuales de la *empresa maquiladora*. Estos factores son:

- Método de Trabajo
- Estudio de Tiempos
- Sistema de Pago de Salario

1. Método de Trabajo. El método de trabajo aplicado en la *empresa maquiladora* se lleva a cabo a través del servicio de ensamble de materia prima proveniente de clientes en el extranjero, especialmente Estados Unidos.

Se establece un contrato de compra, indicando la prenda a confeccionar por una temporada, ya sea verano, invierno, etc. En las cláusulas del contrato se debe acordar el precio, el volumen, la calidad y el tiempo de entrega. Si una de las cláusulas no se llega a cumplir, la maquila es castigada con diferentes sanciones. Por ejemplo, si un lote de prendas no se envía en el tiempo estipulado, la *empresa maquiladora* es responsable de enviarlo por flete aéreo.

En cada contrato se debe especificar el servicio que se va a ofrecer a la empresa extranjera, es decir, RTU, RTS o *Full Package*. Generalmente, todos los servicios requieren la confección de prendas de vestir. Luego se clasifica el tipo de prenda, el cual puede ser:

- Básico
- Fashion 1
- Fashion 2
- Fashion 3

Cada una de ellas cataloga a la prenda de vestir por el grado de calidad y dificultad de elaboración. También por esta clasificación depende su precio.

Una vez clasificada la prenda, se solicitan todas las especificaciones que el cliente requiere de la prenda, en cuanto a medidas, tallas, cantidad, tolerancias de calidad y apariencia. Con todos estos datos escritos, se transcribe toda la información en un folleto llamado *Manual de la prenda*.

El departamento de producción se encarga de transcribir el *Manual de la prenda* en una secuencia de operaciones. La cual tiene todos los pasos u operaciones necesarias para elaborar la prenda dentro de una línea de producción. A partir de ella se establece la maquinaria, la cantidad de operarios y cantidad de producción diaria que debe de tener la línea de producción.

Dentro de la secuencia de operaciones, el departamento de producción también asigna las operaciones de la prenda que se realizan dentro de la línea (indicadas con las

letras DT y E) y las operaciones que serán elaboradas dentro de los *Módulos de partes pequeñas* (indicadas con la letra PP).

a. Módulo de partes pequeñas (PP) Existe dentro de la planta un área denominada *Módulo de partes pequeñas*, la cual se encarga de abastecer a todas las líneas de producción de los siguientes artículos de la prenda:

- Zipper
- Pega falso a manta
- Planchado
- Botones y Ojal.

El método de trabajo de los *Módulos de partes pequeñas* consiste en uno o varios grupos pequeños de personas en un área específica dentro de la planta, dedicadas, toda la jornada laboral, a producir las partes pequeñas para abastecer a las líneas de producción.

De esta forma la planta adquiere muchos beneficios, como ocupar menos espacio y menor cantidad de personas dentro las líneas.

Una vez conocidos todos los aspectos técnicos para la formación de la línea de producción y la asignación de las operaciones que son realizadas en módulo y dentro de la línea, se asigna a una persona con bastante experiencia para introducir el estilo a ser producido en serie. Esta persona se encarga de explicar a cada operario el método de operación, es decir, la posición de las manos, los movimientos y los puntos de calidad importantes.

Luego, el sistema jerárquico de la línea de producción se encarga de cumplir con la producción diaria necesaria para cumplir con el tiempo especificado en el contrato de compra.

b. Jerarquía de línea de producción. La estructura jerárquica de la línea de producción está dividida en tres categorías donde cada una se encarga de desarrollar una función específica. Cada uno de los puestos es vital para el logro de la producción con calidad, orden y disciplina.

Los integrantes de la línea de producción son:

1) Supervisor. La función del supervisor es ser el intermediario entre los intereses de los operarios de la línea y el departamento de producción. En representación de su línea, éste debe comprometerse a llegar a una meta de prendas diarias. Debe brindar el soporte necesario en caso un operario esté ausente o tenga problemas en su operación. Además, debe velar por mantener un porcentaje de eficiencia alto y constante para su línea.

2) Operario El operario es la persona a realizar una operación designada por su supervisor. Debe realizar un trabajo con calidad, en el menor tiempo posible. Debe ser cooperativo dentro de los objetivos de la línea en cuanto producción.

3) Auditoria. El auditor es el encargado de revisar que cada prenda cumpla con las medidas y apariencia de la prenda según el *Manual de la prenda*, además de rechazar las prendas que no cumplan con los requerimientos de calidad.

También debe informar al supervisor que parte de la construcción del pantalón ha dado mayor problema de calidad durante el día. Y por último, debe dar datos estadísticos diarios de los porcentajes de los indicadores de calidad.

2. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos analiza los movimientos requeridos para cada operación, con el fin de convertir la secuencia de movimientos en un tiempo estándar. Existen varios métodos para su cuantificación:

- MODAPTS (Arreglo modular predeterminado de tiempos estándar)
- GSD (Datos generales de confección)

Los métodos tienen contemplado un 10.5% de tolerancia de tiempo para cada movimiento. De esta manera, se puede exigir al operario la cantidad de prendas que debe producir en un tiempo y eficiencia determinada.

Otra ventaja que ofrecen estos modelos de tiempos predeterminados es la facilidad de obtener el tiempo de operaciones que son muy parecidas, ya que se pueden sumar o restar los tiempos de una secuencia de movimientos ya determinada.

Antiguamente, la toma de tiempos se realizaba por cronómetro. Este consistía en varias repeticiones de una secuencia de movimientos, tomando el tiempo a cada una de ellas y finalmente obteniendo un promedio de los valores. Este procedimiento, comparativamente a los nuevos métodos, es muy lento. Sin embargo, sigue siendo un método muy utilizado.

3. Pago de sueldo por incentivo

El sistema de sueldos por incentivo es el más utilizado de los métodos para lograr obtener de los trabajadores lo mejor de sí, logrando de una manera efectiva el desarrollo de los operarios por su propio esfuerzo y autoestima. El personal mejora gradualmente sus métodos de trabajo, su tiempo, calidad de prenda y a la vez, es recompensado con el ascenso de rango como operario. De acuerdo a su clasificación, la persona está calificada para hacer operaciones más complicadas y a ganar más dinero por pieza elaborada.

El sistema de sueldo por incentivo es manejado a través del indicador de eficiencia, es decir, la producción de piezas bien elaboradas por una jornada laboral de nueve horas de duración. De esta manera, los operarios saben cuánto pueden ganar de acuerdo a la eficiencia de la línea de producción diaria.

a. Clasificación y pago de operarios. La clasificación del operario es medida de acuerdo a varios factores que influyen dentro del proceso de confección de la prenda, como pueden ser: tipo de prenda, habilidad o pericia con las manos y el dominio que posee la persona en la máquina. Generalmente, los operarios con experiencia (alrededor de seis meses en adelante) presentan habilidad en un solo tipo de máquina, ya que al ser evaluados en otro tipo de máquina, su eficiencia baja considerablemente.

El operario se clasifica de acuerdo a dos indicadores principales:

- *Tipo de Operación:* En ciertas operaciones el margen de tolerancia de calidad es menor, ya que la mala elaboración de esta afecta en la apariencia de la prenda.
- *Cantidad de operaciones:* Si las operaciones son bien combinadas, pueden realizarse en una estación de trabajo entre dos a tres operaciones.

Los tres tipos de clasificación de operarios son las siguientes:

1) Operario clase "A". El operario clase "A", es regularmente el que carece de experiencia y su habilidad aún es baja. Se utiliza en operaciones que no exigen mucha destreza ni alta calidad.

Este es el operario que goza de menor sueldo, pero de acuerdo a su experiencia y habilidad puede ir escalando de clasificación, hasta llegar a ser un operario tipo C. Su sueldo oscila entre Q. 1,500.00 - Q. 1,800.00 mensuales. Estos valores corresponden a una eficiencia entre el rango de 80 - 100%.

Las máquinas que generalmente utiliza son:

- Maquina Plana de 1 Aguja
- Maquina Plana de 2 Agujas
- Maquinas Atracadoras

2) Operario clase "B". El operario de clase "B" tiene mas experiencia que el de clase "A". Su habilidad y rapidez son factores importantes en las

operaciones asignadas. Realiza dos o tres operaciones y su carga de trabajo es mayor que la de un operario "A".

Generalmente su sueldo es alrededor de un 25% más que un operario de clase "A". Es decir oscila entre Q. 2,400.00 - Q. 2,600.00 mensual, estos valores corresponden a una eficiencia entre el 80 - 100%.

La maquinaria que se relaciona con este operario es:

- Maquinas Plana de 1 y 2 Agujas
- Maquinas Overlock de 3H y 5H
- Operaciones Combinadas

3) Operario clase "C". El operario clase "C" es el de mayor experiencia y tiene habilidades que muy raras veces se encuentran dentro de los operarios. La maquinaria que utiliza exige posturas corporales muy incómodas, además de ser las operaciones que son importantes para los puntos de calidad de la prenda, por lo que se le somete a un cansancio físico y un alto grado de exactitud.

Su sueldo es alrededor del 40% más que el del operario clase A. Su sueldo oscila entre Q. 3000.00 - Q. 3600.00 mensual, estos valores corresponden a una eficiencia entre 80 - 100%.

Las maquinas característica son:

- Maquina Cerradora de Tiro Trasero
- Maquina Cerradora de Entrepierna
- Maquina Pretinadora

b. Eficiencia. La eficiencia es la relación entre la cantidad de minutos producidos diariamente y la cantidad de minutos que tiene la línea para producir. De acuerdo a la eficiencia diaria de la línea de producción, así será el sueldo para el supervisor y los operarios. La eficiencia viene dada por la ecuación:

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{TIEMPO POR PRENDA} \times \text{PRODUCCIÓN DIARIA}}{\text{NÚMERO DE PERSONAS} \times 540}$$

Donde

- TIEMPO POR PRENDA: Es la suma del tiempo por unidad de prenda.
- 540: Son las nueve horas laboradas diariamente, expresadas en minutos.

El tiempo por prenda se obtiene de la secuencia de pasos y representa el tiempo que se tarda la línea de producción en elaborar una prenda. Una vez obtenidos los valores de producción diaria se puede conocer el porcentaje de desempeño de la línea.

Para resultados diarios se puede utilizar el programa de computadora Excel. A continuación se presenta una tabla ejemplo.

Tabla 6

TABLA DE PAGO EFICIENCIA-SUELDO

Pago Diario

EFICIENCIA	PRODUCCIÓN	A	B	C
100.00%	900	Q81.82	Q118.18	Q163.64
88.89%	800	Q72.73	Q105.05	Q145.45
66.67%	600	Q54.55	Q78.79	Q109.09
44.44%	400	Q36.36	Q52.53	Q72.73
22.22%	200	Q18.18	Q26.26	Q36.36

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

La planta ha sufrido un constante crecimiento en la demanda de pantalones de lona por el mercado internacional. Gracias al esfuerzo y cumplimientos de calidad se ha ganado la confianza y el prestigio para producir mayor cantidad de prendas.

Actualmente, el área de producción cuenta con 23 líneas dedicadas a la confección de varios tipos de prendas. La prenda de mayor producción es la de pantalón para niño, produciendo alrededor de 200,000 piezas mensualmente.

Para las líneas de producción que trabajan el estilo de pantalón 531 es necesario aumentar la capacidad de producción, debido al aumento de demanda. Con el fin de evitar la pérdida de cobertura en el mercado e incrementar la preferencia del cliente hacia la empresa, el departamento de producción ha decidido aumentar la capacidad productiva a través de la inversión en una nueva línea de producción.

Existen tres alternativas de líneas de producción:

- Línea Mecánica
- Línea Semiautomática
- Línea Automática

Para estas alternativas es necesario establecer un procedimiento que evalúe todos los aspectos técnicos, como la capacidad productiva, personal, maquinaria, y los aspectos económicos, como costos directos e indirectos, margen de ganancia y rendimiento sobre la inversión.

Los resultados de los aspectos técnicos y económicos, brindan las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas. Así, es posible decidir la alternativa de inversión que mayor rentabilidad ofrezca a la planta para la producción del estilo de prenda C/L 531.

A. Esquema del pantalón para niño 531

El pantalón viene dado a través del *Manual de la prenda*, el cual es identificado como el estilo C/L: 531. La clasificación de este pantalón, de acuerdo a sus características, corresponde a un básico.

Para un pantalón básico sus partes componentes son:

- 2 Bolsas delanteras y trasera
- 1 Bolsillo
- Pretina corrida

El diseño para su construcción viene determinado por la siguiente secuencia de pasos (se presenta en la siguiente página):

Tabla 7
SECUENCIA DE OPERACIONES
 Pantalón de lona para niño C/L: 531

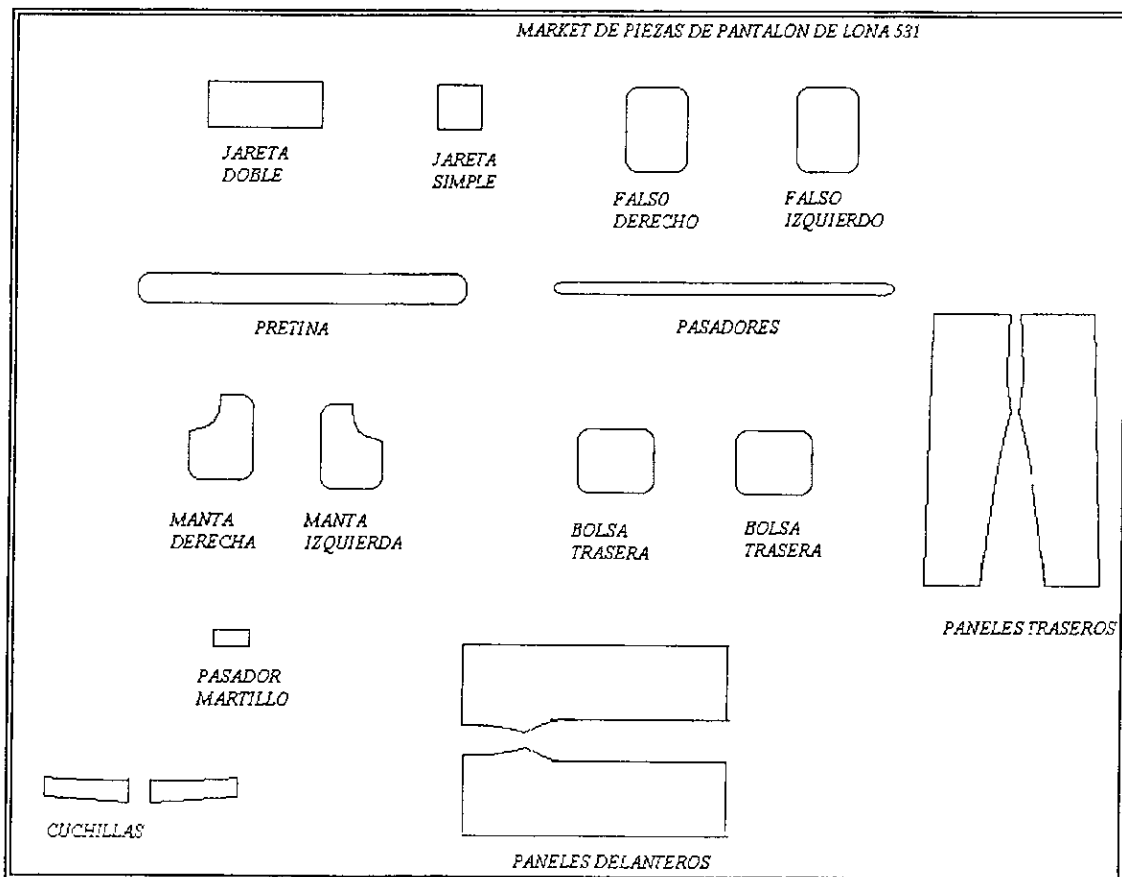
C/L:	531
FABRIC:	DENIM JEAN
No.	Operación
1	MONTAR ZIPPER A JARETA
2	CORTAR ZIPPER
3	PONER TOPE Y CARRITO
4	LIMPIAR JARETA SIMPLE
5	HACER PASADORES X5
6	PLANCHAR PASADORES
7	CORTAR PASADORES
8	HACER RUEDO BOLSILLO
9	HACER RUEDO BOLSAS TRASERAS X 2 - 3 ESQUINAS
10	PLANCHAR BOLSILLO 3 ESQUINAS
11	PLANCHAR BOLSA TRASERA X2 3 ESQ
12	MONTAR FALSO A MANTA
13	MARCAR POSICION DE BOL TRASERAS X2
14	MONTAR BOLSA TRASERA X2
15	S/C BOLSA TRASERA X2
16	MARCAR S/C DE BOLSA TRASERA X2
17	MONTAR CUCHILLAS
18	CERRAR TIRO TRASERO
19	ATRAQUE DE BOLSA TRASERA X4
20	UNIR ETIQUETAS
21	MONTAR FASCO EN CINTURA
22	MARCAR POSICIÓN DE BOLSILLO
23	MONTAR BOLSILLO A FALSO
24	S/C DE BOLSILLO
25	MONTAR MANTA A PANEL BOLSA CURVA
26	RUEDO DE BOLSA DELANTERA
27	CERRAR BOLSA
28	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADOS
29	MONTAR Y HACER COSTURA INTERNA DE JARETA
31	ADORNO DE JARETA SIMPLE
32	MONTAR JARETA DOBLE
33	S/C JARETA DOBLE
34	UNIR PUNTO CROTCH
35	ATRAQUE DE BOLSA DELANTERA X2
36	ATRAQUE DE JARETA X2 Y BOLSILLO X1
37	MARCAR POSICION DE ETIQUETA
38	MONTAR ETIQUETA EN PRETINA
39	HACER PAREJAS
40	CERRAR COSTADOS
41	VOLTEAR PANTALÓN
42	S/C PARCIAL DE COSTADOS
43	ATRAQUE EN EL FINAL DE LA S/C DE COSTADOS
44	CERRAR ENTREPIERNA
45	MONTAR PRETINA
46	CUADRO DE PRETINA
47	MARCAR POSICION DE PASADORES X5
48	ATRAQUE DE PASADORES
49	RUEDO
50	OJAL X1
51	BOTON X1

B. Patrón de tela pantalón c/l: 531

El patrón de tela, se refiere al corte y nombre de cada pieza que conforma la prenda. A partir de estos se ensamblan todas las partes del pantalón:

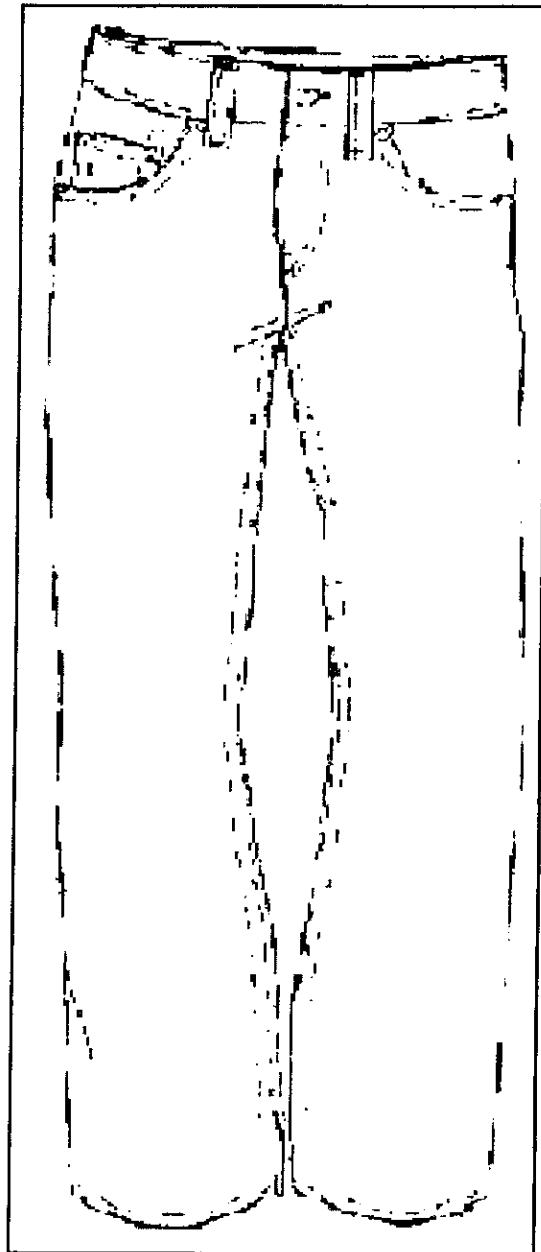
Cuadro 1
PATRÓN DE PIEZAS DEL PANTALÓN
 Para niño C/L: 531

Fuente: Departamento de Corte



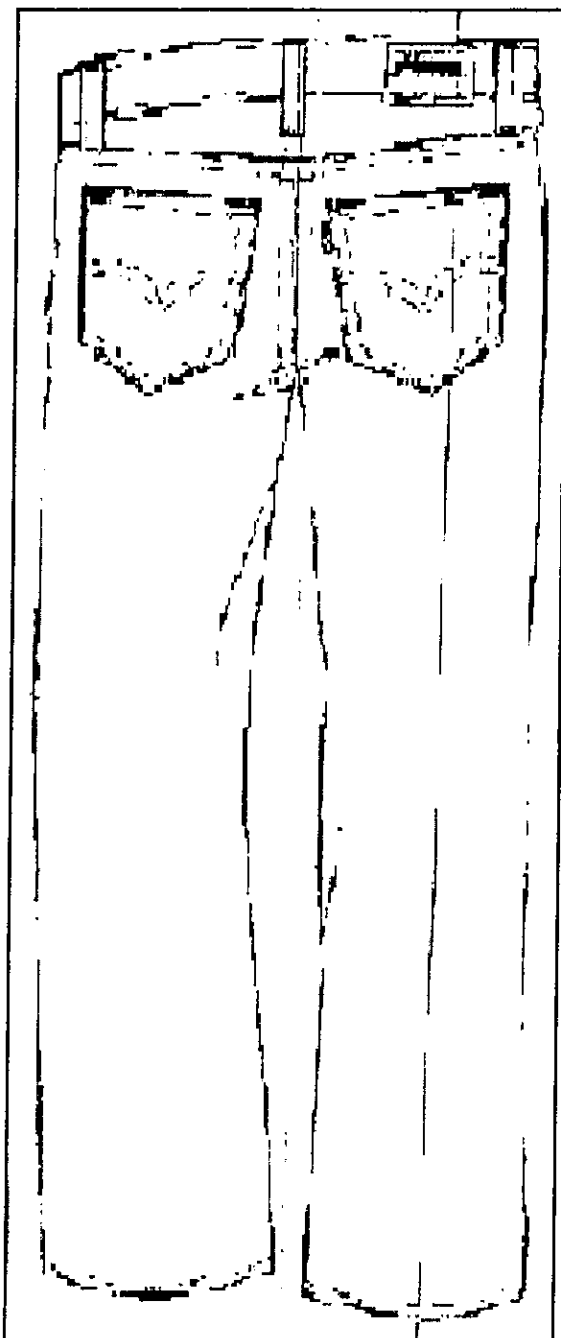
C. Gráfico del pantalón

A través del gráfico se puede visualizar la apariencia final de la prenda ya terminada. Se presenta tres tipos de vista:

DELANTERO*Pantalón para niño C/L: 531*

TRASERO

Pantalón para niño C/L: 531



Con toda la información proveída por el *Manual de la prenda*, el departamento de producción estima el tiempo requerido para cada operación a través del método GSD (Datos generales de confección).

Este tiempo y el tipo de maquinaria por operación se le añaden a la tabla de secuencia de operaciones (*vid.* pág. 24). Finalmente, la tabla se completa asignando las operaciones que son realizadas dentro de la línea de producción (por la letra DT) y las de *Módulos de partes pequeñas* (con la letra PP).

La tabla se muestra en la siguiente página:

Cuadro 4

SECUENCIA DE OPERACIONES PARA LA CREACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

No.	Operación	Maquinaria	Sección	par
1	MONTAR ZIPPER A JARETA	DNL301	PP	0 0925
2	CDRTAR ZIPPER	YKKC	PP	0 0480
3	PDNER TDPE Y CARRITO	YKKS	PP	0 0834
4	LIMPIAR JARETA SIMPLE	3DV504	PP	0 0700
5	HACER PASADORES X5	DN602	PP	0 0900
6	PLANCHAR PASADORES	FUSIDNADRA	PP	0 0430
7	CDRTAR PASADDRES	EAST	PP	0 0552
8	HACER RUEDO BOLSILLD	SNL301	PP	0 1015
9	HACER RUEDO BOLSAS TRASERAS X 2 - 3 ESQUINAS	DNL301	PP	0 2922
10	PLANCHAR BOLSILLD 3 ESQUINAS	PRESS	PP	0 1104
11	PLANCHAR BDLA TRASERA X2 3 ESQ	PRESS	PP	0 2725
12	MDNTAR FALSD A MANTA	DN602	PP	0 2652
13	MARCAR POSICION DE BDL TRASERAS X2	MANUAL	DT	0 3405
14	MDNTAR BOLSA TRASERA X2	SNL301	DT	1 2205
15	S/C BDLA TRASERA X2	SNL301	DT	0 7447
16	MARCAR S/C DE BDLA TRASERA X2	MANUAL	DT	0 1104
17	MDNTAR CUCHILLAS	US56500	DT	0 3554
18	CERRAR TIRD TRASERD	US56900	DT	0 3037
19	ATRAQUE DE BDLA TRASERA X4	BTK301-42	DT	0 2424
20	UNIR ETIQUETAS	SNL301	DT	0 3278
21	MONTAR FASCO EN CINTURA	SNL301	DT	0 2169
22	MARCAR POSICIÓN DE BOLSILLD	MANUAL	DT	0 0786
23	MDNTAR BOLSILLD A FALSD	SNL301	DT	0 3525
24	S/C DE BOLSILLD	SNL301	DT	0 2938
25	MDNTAR MANTA A PANEL BDLA CURVA	SNL301	DT	0 4704
26	RUEDO DE BDLA DELANTERA	DNL301	DT	0 4000
27	CERRAR BDLA	50v516	DT	0 2918
28	SUJETAR BDLA EN CINTURA Y CDSTADOS	SNL301	DT	0 5281
29	MDNTAR Y HACER CDSTURA INTERNA DE JARETA	SNL301	DT	0 5508
31	ADDRND DE JARETA SIMPLE	DNL301	DT	0 3400
32	MDNTAR JARETA DDBLE	30v504	DT	0 3567
33	S/C JARETA DDBLE	SNL301	DT	0 3869
34	UNIR PUNTD CRTCH	DNL301	DT	0 3500
35	ATRAQUE DE BDLA DELANTERA X2	BTK301-28	DT	0 1735
36	ATRAQUE DE JARETA X2 Y BDLSILLD X1	8TK301-42	DT	0 2192
37	MARCAR POSICION DE ETIQUETA	MANUAL	E	0 0798
38	MDNTAR ETIQUETA EN PRETINA	SNL301	E	0 6094
39	HACER PAREJAS	MANUAL	E	0 3500
40	CERRAR CDSTADDS	50v516	E	0 7068
41	VDL TEAR PANTALDN	MANUAL	E	0 0865
42	S/C PARCIAL DE CDSTADDS	SNL301	E	0 4710
43	ATRAQUE EN EL FINAL DE LA S/C DE CDSTADDS	8TK301-28	E	0 1911
44	CERRAR ENTREPIERNA	US35800	E	0 4868
45	MDNTAR PRETINA	BANDER G 1 3 8	E	0 7796
46	CUADRD DE PRETINA	SNL301	E	0 3650
47	MARCAR POSICION DE PASADDRES X5	MANUAL	E	0 1325
48	ATRAQUE DE PASADORES	BTK301-26	E	0 9500
49	RUEDO	SNL301	E	0 9

Así, la hoja de secuencia describe el diseño del pantalón, la maquinaria que se necesita y la división de las operaciones que se pueden realizar como partes pequeñas y las subdivisiones dentro de las líneas de producción.

El inventario de maquinaria para la línea de producción actual es el siguiente:

Tabla 8
Inventario de maquinaria de la línea de producción actual
Maquinaria Mecánica

Junio/2003

MAQUINARIA	CANTID /LINEA
Plana 1 aguja	15
Plana 2 aguja	3
Cuchillera	1
Cerradora	2
Atracadora-28	3
Atracadora-42	1
Overlock 3H	1
Overlock 5H	3
Pretinadora	2
	31

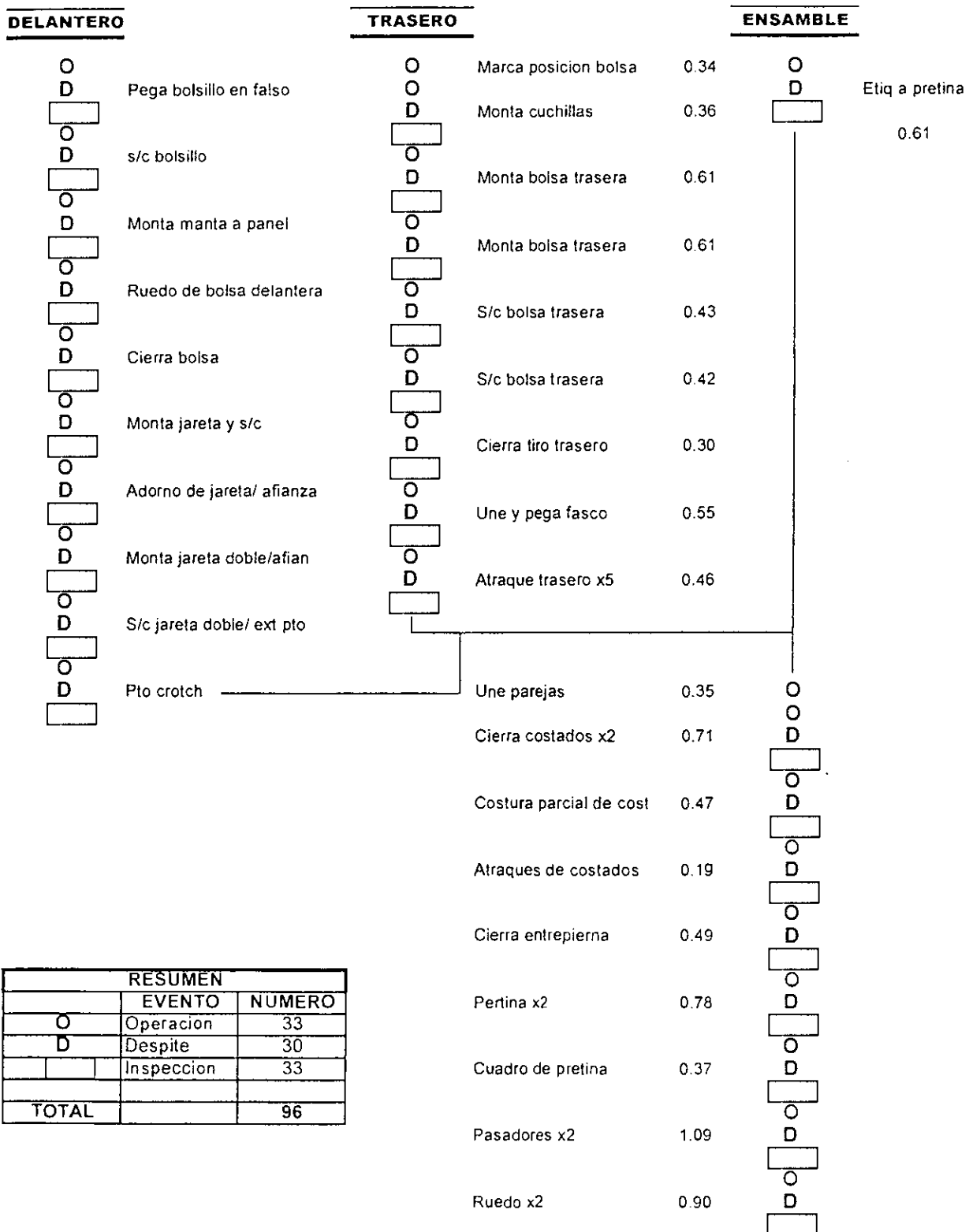
La capacidad productiva máxima de la línea al 85% de eficiencia es de 850 piezas diarias.

A continuación se presenta el Diagrama de operaciones (DOP) de la línea actual y el Diagrama de recorrido.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Pantalón para niño C/L: 531

Línea mecánica actual



RESUMEN		
	EVENTO	NUMERO
O	Operacion	33
D	Despiste	30
	Inspeccion	33
TOTAL		96

V. PUNTOS DE MEJORA CON MAQUINARIA AUTOMÁTICA

Con el propósito de realizar mejoras en el funcionamiento de la línea actual de producción, se presentan las operaciones que se pueden eliminar a través del uso de maquinaria automática y las mejoras que puede experimentar el personal.

A. Corte de hilo

Actualmente, en la línea de producción mecánica cada operario debe cortar el hilo de la pieza que termina de elaborar, lo que requiere de un tiempo para dicha actividad. Existen dentro de la línea de producción dos tipos de despunte, los cuales dependen del tipo de operación. Estos son:

- Corte de hilo de piezas en cadena
- Corte de hilo de prensa-tela

Para el análisis de la eliminación de esta operación se realizó un estudio de tiempo por cronómetro. Primero, se dividieron las operaciones por el tipo de corte de hilo al que pertenece.

A continuación se presenta la tabla que divide a las operaciones por tipo de corte de hilo:

Cuadro 2
Tipo de corte de hilo por operación
 Línea mecánica

	Tipo de corte de hilo	Operación
1	J-C X2	MONTAR BOLSA TRASERA X2
2	J-C X2	S/C BOLSA TRASERA X2
3	CD X2	MONTAR CUCHILLAS
4	CD	CERRAR TIRO TRASERO
5	CD	UNIR ETIQUETAS
6	J-C	MONTAR FASCO EN CINTURA
7	J-C	MONTAR BOLSILLO A FALSO
8	J-C	S/C DE BOLSILLO
9	CD	MONTAR MANTA A PANEL BOLSA CURVA
10	CD	RUEDO DE BOLSA DELANTERA
11	J-C	CERRAR BOLSA
12	J-C X2	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADOS
13	J-C X2	MONTAR Y HACER COSTURA INTERNA DE JARETA
14	J-C	ADORNO DE JARETA SIMPLE
15	J-C	MONTAR JARETA DOBLE
16	J-C	S/C JARETA DOBLE
17	J-C	UNIR PUNTO CROTCH
18	J-C	MONTAR ETIQUETA EN PRETINA
19	J-C X2	S/C PARCIAL DE COSTADOS
20	CD	CERRAR ENTREPIERNA
21	J-C	MONTAR PRETINA
22	CD	CUADRO DE PRETINA
23	J-C X2	RUEDO

J-C : Jala y corta

CD: corte en cadena

El siguiente paso fue tomar tiempos para cada tipo de corte de hilo, tomando como punto de partida la toma de la tijera y como punto final el corte del hilo.

Para este estudio se le tomó el tiempo a seis ciclos de la actividad de corte de hilo y luego se obtuvo el promedio. A este tiempo promedio de la actividad se le calculó una tolerancia del 15%. Así, el tiempo final se determina como el tiempo estándar para esta actividad.

Obtenidos los tiempos de cada tipo de corte de hilo, se multiplicó por la cantidad de piezas producidas diarias. Este resultado representa el tiempo muerto diario para la línea de producción mecánica.

Este tiempo muerto se cuantificó en la cantidad de piezas que pueden ser producidas, si se utiliza maquinaria automática. Así, puede obtenerse el costo que pierde cada línea de producción por no utilizar maquinaria con sistema de corte de hilo.

A continuación se presenta la tabla de estimación de tiempos y resultados:

Tabla 9
ESTIMACIÓN DE TIEMPO DE CORTE DE HILO
Línea Mecánica

Comienzo de la operación: Toma las prendas elaboradas en cadena													
Termina: Toma de la siguiente prenda, realizando la misma operación													
OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	TIEMPO STD (min)	TIEMPO 85%	OPER CIÓN	PROD/ DIARIA (pza)	TIEMPO PERDIDO / DIA (seg)	TPO/ PRENDA (seg)	PRODUCC/ PERDIDA (pza)
CORTE EN CADENA	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	0.02	0.03	8	850	197.88	14.77	13.39
								P/ PRENDA	0.23				
Objeto del formato: tiempo estándar de despita en prenda de lona													
Comienzo de la operación: Levanta prensatela de pieza terminada													
Termina: Después de cortar el hilo de la prenda													
JALA Y CORTA HILO DE MAQ.	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	0.04	0.05	22	850	905.88	14.77	61.32
								P/ PRENDA	1.04				
Objeto del formato: tiempo estándar de despita en prenda de lona													
Comienzo de la operación: Pieza en mano izq. después de jalar y cortar hilo													
Termina: Prenda despitada													
DESPITA PIEZA TERMINADA	1.9	1.8	1.9	2	1.9	2	0.04	0.05	22	850	905.88	14.77	61.32
								P/ PRENDA	1.04	TOTAL	2009.64	12.48	161.08
								Total/pren	2.30				
								Producció n (pza)	Costo (\$)	T.C	día/mes	Mes (Q)	
								161.08	2	7.9	22	55,989.94	

B. Disminución del desgaste físico

La maquinaria automática ayuda al operario a efectuar más fácil y rápidamente las operaciones, minimizando la cantidad de movimientos y agilizando el tiempo requerido por operación.

Las operaciones que se pueden eliminar y los beneficios que se pueden obtener a través de la automatización se presentan a continuación:

OPERACIONES ELIMINADAS

- Corte de Hilo
- Ajuste de Polea.
- Remate al Principio y Final

BENEFICIOS

- Ajuste de velocidad y aceleración de la maquinaria
- Mayor comodidad en la estación de trabajo
- Menor grado de concentración
- Levanta Prensa-tela automáticamente

C. Minimización de personal y maquinaria

A través del uso de tecnología de punta se puede llegar a sustituir maquinaria y personal en tan solo una estación de trabajo, mejorando la eficiencia y capacidad productiva de la línea, además de ocupar menor espacio en cuanto a maquinaria.

VI. ANÁLISIS TÉCNICO

A. Procedimiento para la evaluación técnica

Para la evaluación técnica se requiere de 2 aspectos básicos:

- 1.- Maquinaria
- 2.- Balance de Línea

1. Maquinaria

a. Proveedor. Para el análisis técnico, se consultó al proveedor de maquinaria industrial textil LAMA, S.A, reconocida empresa a nivel nacional. Esta proporcionó información de la maquinaria automática existente. Así mismo, dio a conocer propiedades de la maquinaria y alternativas de aditamentos o accesorios que se utilizan para la semiautomatización.

Bajo la tutela de la empresa LAMA, S.A. se consideró qué marca de maquinaria es la más adecuada para la adquisición, ya que actualmente existe una gran variedad de marcas con diversos precios y durabilidad. Aprovechando la experiencia que tiene el departamento de mecánicos, se consultó qué marca de maquinaria ha desarrollado mejor desempeño a través de los años. Se mostró preferencia por la maquinaria JUKI. de origen japonés, la cual ha demostrado que a largo plazo es la de mayor durabilidad.

Además, se solicitó el costo de maquinaria mecánica nueva, con el fin de evaluar todas las alternativas. Esto brinda una mejor visión dentro de la competencia de líneas de producción con menores costos.

A continuación se presenta la maquinaria disponible, así como sus códigos de identificación.

Tabla 10

Esquema nombre de maquinaria y sus códigos

Proveedor LAMA, S.A.

CODIGO	MAQUINARIA
SNL301	Plana 1 aguja
DNL301	Plana 2 agujas
US56500	Cuchillera
US56900	Cerradora
BTK301-28	Atracadora-28
BTK301-42	Atracadora-42
30v504	Overlock 3H
50v516	Overlock 5H
US56900	Pretinadora

FUENTE: Lama, s.a.

b. Equipo para automatización Existen máquinas que no vienen automatizadas, para lo cual existen aditamentos para que éstas puedan ser operadas como máquinas automáticas. Los aditamentos más comunes son los siguientes.

1) Sistema templex. El Sistema Templex es un aditamento para las máquinas de puntada de cadeneta, pretinadora y cerradora. Su beneficio, al igual que una máquina automática, es cortar el hilo y levantar el prensatela. El sistema trabaja a través de una cuchilla, la cual es accionada por medio de un sistema neumático o por compresor, siendo activado en el momento que el operario decida hacerlo. Con ello logra ahorrar tiempo y uso de tijeras, disminuyendo el desgaste físico.

Para su uso se requiere de tubería conectada a un compresor o a una entrada de aire, la cual ya está habilitada en el espacio que será destinado para la nueva línea de producción, por lo que el costo se reduce a su instalación.

Además, el sistema cuenta con succionador de residuos o mota que constantemente despiden la máquina overlock, manteniendo los residuos en un depósito, evitando contaminación al ambiente.

2) Aditamento. Es elaborado generalmente de aluminio con formas curvas, para crear dobléz o consumo de las piezas confeccionadas.

Evita el contacto humano con la pieza a costurar y asegura la calidad de la pieza terminada.

c. Maquinaria con tecnología de punta disponible

1) Máquina pocket setter. Esta máquina se encarga de realizar varias operaciones en tan solo una estación de trabajo. La máquina

consta de un programa LSD, el cual por medio de comandos realiza las funciones asignadas. Puede pegar las bolsas traseras del pantalón sin importar su estilo, es decir, pega bolsas de tres y cuatro esquinas, así como bolsas redondas. Las funciones que realiza son las siguientes:

- Planchar las bolsas traseras
- Doblar bolsas traseras
- Pegar bolsa trasera
- Sobrecoser bolsa trasera

Esta ofrece una producción de 2,000 pares de bolsas, lo cual representa 2,000 pantalones, por lo que se puede utilizar para el abastecimiento de 2 líneas de producción con el mismo estilo de pantalón.

2) Máquina atracadora programable. La atracadora programable tiene la ventaja de hacer dos diferentes tipos de

atraques:

- 28 puntadas
- 42 puntadas

Estos son muy utilizados en la confección de pantalones. Las máquinas mecánicas realizan sólo un tipo de atraque. La ventaja de una máquina programable es que el operario puede realizar los dos tipos de atraques sin moverse de la máquina, optimizando su tiempo al máximo, además de minimizar la compra de dos máquinas por separado.

Sin embargo, para la línea de producción con el estilo de pantalón C/L: 531 se requiere de varios atraques, por lo que no se contempla su adquisición.

3) Máquina plana de una y dos agujas. La máquina plana de una y dos agujas tiene cualidades que las máquinas antiguas no ofrecen, como el corte de hilo y levantamiento de prensatela automático, aumentando la productividad de operación. Además ofrece ventajas para la comodidad del operario, como lo es la disminución de ruido y la programación de la velocidad.

Si se desea, puede colocarse un sensor que prevenga el consumo de hilo de la bobina y un sensor que al detectar la orilla de la tela active el cortador de hilo y levante el prensatela.

4) Máquina limpiadora. La máquina limpiadora ha mejorado en cuanto al manejo de un mayor rango de telas, así como en un aumento de velocidad, menor mantenimiento y durabilidad. Además, se le pueden añadir aditamentos, como el corte de hilo y depósito de mota, los cuales no vienen incluidos.

5) Máquina cerradora y pretinadora. Las máquinas cerradoras y pretinadoras son las de mayor costo y las que son utilizadas por los operarios de clasificación "C", los cuales también aumentan los costos de operación. Estas pueden contar con aditamentos como un cortador de hilo automático y levantador de prensatela que, como se ha mencionado, disminuyen el tiempo de operación y desgaste físico del operario.

Los precios de la maquinaria automática se presenta en el apéndice II.

2. Balance de línea

Se llama balance de línea a la correcta secuencia de operaciones en el tiempo, ya que una línea de producción se divide en tres partes:

a. Delantero. El delantero corresponde al ensamble de todas las piezas que van en la parte frontal del pantalón (*vid.* pág. 23)

b. Trasero. Se ensamblan las piezas que conforman la parte trasera del pantalón (*vid.* pág. 24).

c. Ensamble. El ensamble es la unión de la parte delantera con la trasera.

En la línea de producción debe prevalecer el balance entre el delantero y el trasero, los cuales son las dos entradas de ensamble dentro de la línea de producción. Ambas deben producir a la misma velocidad, ya que finalmente convergen en el ensamble. Para lograr esto se utiliza un programa de computadora denominado *Tabla dinámica*.

B. Tabla dinámica

El propósito de la tabla dinámica es crear el balance de las partes en que se divide la línea de producción. En ella se puede visualizar toda la información como la secuencia de operaciones, tiempo y porcentaje de saturación, con el fin de determinar si la operación puede ser efectuada por uno o dos operarios y si se pueden asignar operaciones combinadas a una estación de trabajo.

Los valores de entrada de la tabla dinámica corresponden a los datos de la secuencia de pasos realizada por el departamento de producción (*vid.* pág. 26), la cual proporciona los siguientes datos:

- Tiempo de operación
- Tiempo de prenda

- Secuencia de operaciones
- Maquinaria
- Sección de planta

Luego, la tabla se encarga de obtener resultados de fórmulas predeterminadas, con el fin de encontrar el tiempo o carga de trabajo por estación. Estas fórmulas son:

PERSONAL TEÓRICO

Es la cantidad de personas, que se requiere para hacer una operación. Viene dada por:

$$\text{PERSONAL TEÓRICO} = \frac{\text{TIEMPO REQUERIDO POR OPERACIÓN} \times \text{PRODUCCIÓN}}{\text{CANTIDAD DE MINUTOS DIARIOS}}$$

PERSONAL REAL

Es la fracción de personal que elabora una operación con un porcentaje de eficiencia. Viene dada por:

$$\text{PERSONAL REAL} = \frac{\text{PERSONAL TEÓRICO}}{\text{EFICIENCIA}}$$

CARGA POR ESTACIÓN

Es el tiempo que tiene cada estación para realizar una o varias operaciones. Viene dada por:

$$\text{CARGA POR ESTACIÓN} = \frac{\text{TIEMPO POR OPERACIÓN}}{\text{TIEMPO REAL}}$$

Los resultados se obtienen bajo los datos que corresponde a la norma de la *empresa maquiladora*, como lo son:

- El tiempo real corresponde a una jornada de trabajo de 9hrs (540min)
- La eficiencia corresponde a un 85% o mas
- La producción generalmente oscila entre 700-800 piezas diarias.

C. Tres variables dependientes

Para evaluar la capacidad productiva de las alternativas de líneas de producción se debe realizar la tabla dinámica para cada una de ellas, la cual juega con tres variables:

- Eficiencia
- Producción
- Minutos trabajados

Estas pueden manipularse para medir y controlar las capacidades de cada una de ellas, creando de esta manera diferentes escenarios.

D. Porcentaje de saturación de la estación de trabajo

La saturación de la estación de trabajo es la relación entre el tiempo de operación asignado por la carga de estación y el tiempo asignado en el balance de línea. Además, mide si realmente un operario puede lograr la producción diaria requerida, o bien, si es necesario apoyar la operación con otra estación de trabajo.

La saturación también puede ser calculada para la línea de producción y se calcula como el promedio de saturación de todas las estaciones de trabajo. De esta manera, este resultado nos indica que porcentaje de la capacidad de la línea de producción se está utilizando.

E. Tiempo de operación

El tiempo de operación asignado para la línea mecánica en la tabla dinámica corresponde a los tiempos determinados que se muestran en la secuencia de operaciones del departamento de producción.

Los tiempos para la tabla de la línea automática se obtienen de la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo de la operación de despiste para cada operación. El mismo procedimiento se aplica para el tiempo de la línea semiautomática.

F. Porcentaje de desviación

El porcentaje de desviación en el balance de las líneas viene dado por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DESVIACIÓN} = \frac{\% \text{ DE SATURACIÓN MEDIA DE LA LÍNEA} - \% \text{ DE SATURACIÓN DEL OPERARIO}}{\% \text{ DE SATURACIÓN MEDIA DE LA LÍNEA}}$$

De esta manera se mide el porcentaje de separación de saturación de carga entre el promedio de la línea y el de una estación de trabajo. Este resultado indica en qué operaciones puede haber acumulación de material en la entrada o salida.

VII. PROPUESTAS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Con todos los datos necesarios para la creación de las tres líneas de producción se procede a realizar su balance de línea en el programa de computadora excel (opción de tabla dinámica).

Se presentan además los diagramas que demuestran las diferencias operacionales entre ellas, los cuales son:

- Diagrama de operaciones (DOP)
- Diagrama de recorrido

Al final de los diagramas para cada alternativa se hace un resumen de sus propiedades, bajo los siguientes parámetros:

- Capacidad Productiva
- Balance de Línea
- Personal

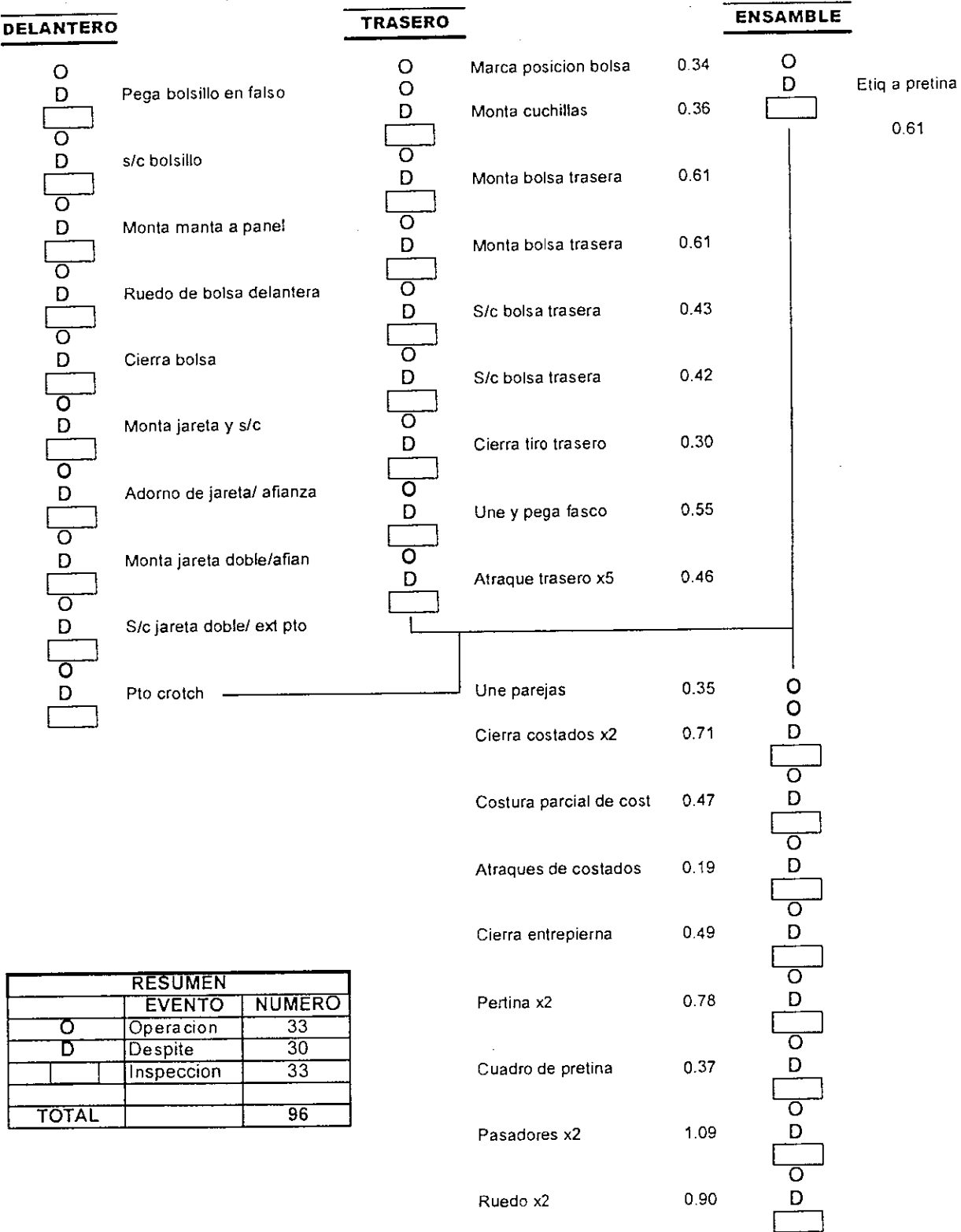
PROPUESTA LÍNEA MECÁNICA

- Diagrama de operaciones (D.O.P.)
- Balance de línea
- Diagrama de recorrido

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Pantalón para niño C/L: 531

Línea mecánica actual



RESUMEN

	EVENTO	NUMERO
O	Operacion	33
D	Despiste	30
	Inspeccion	33
TOTAL		96

ACION:

DT

531

PRENDA: 0.64

OBJETIVO 650

Apr 21, 2004

OPERACIÓN

MAQUINA T.S

MANUAL

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 TOTAL

CD	DESCRIPCIÓN	MAQUINA T.S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
13	MARCAR POSICION DE BOL TRASERAS X2 2	0.34	0.34																			
14	MONTAR BOLSA TRASERA X2	1.22	120	0.61	0.61																	1078
15	S/C BOLSA TRASERA X2	0.74		49	49	0.37	0.37															665
16	MARCAR S/C DE BOLSA TRASERA X2	0.11				71	69	0.05	0.06													1263
17	MONTAR CUCHILLAS	0.36				65	76	0.36														1265
18	CERRAR TIRO TRASERO	0.30						0.30														1519
19	ATRAQUE DE BOLSA TRASERA X4	0.24						1.98		0.24												1778
20	UNIR ETIQUETAS	0.33							0.24	1.29												1162
21	MONTAR FASCO EN CINTURA	0.22									0.33											966
22	MARCAR POSICIÓN DE BOLSILLO	0.08									1.10											996
23	MONTAR BOLSILLO A FALSO	0.35	0.16								1.11											2199
24	S/C DE BOLSILLO	0.20	244								0.35											1532
25	MONTAR MANTA A PANEL BOLSA CURVA	0.47									170		0.20									1638
26	RUEDO DE BOLSA DELANTERA	0.40											0.47									1148
27	CERRAR BOLSA	0.29											1.28	0.40								1350
28	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADOS	0.53												1.50	0.29							826
29	MONTAR Y HACER COSTURA INTERNA DE JARETA	0.55											0.92			0.25	0.27					1475
30	ADORNO DE JARETA SIMPLE	0.34														1.14	0.55					960
31	MONTAR JARETA DDBLE	0.36																1.09	0.34			885
32	S/C JARETA DOBLE	0.39														0.36	0.93					638
33	UNIR PUNTO CROTCH	0.35																	0.39			1396
34	ATRAQUE DE BOLSA DELANTERA X2	0.17																		0.35		1543
35	ATRAQUE DE JARETA X2 Y BOLSILLO X1	0.22								0.22												1178
		8.65								1.31												
	CARGA TOTAL	0.50	0.50	0.61	0.61	0.42	0.43	0.36	0.30	0.46	0.55	0.35	0.29	0.47	0.40	0.65	0.26	0.55	0.61	0.39	0.35	8.55
	% SATURACION	79%	96%	96%	96%	66%	66%	57%	47%	72%	87%	55%	46%	74%	63%	102%	41%	87%	96%	61%	55%	71%
	% DESVIACION	8%	96%	96%	96%	66%	66%	57%	47%	72%	87%	55%	46%	74%	63%	102%	41%	87%	96%	61%	55%	71%

A. Crítica de la línea de producción mecánica

1. Producción. La capacidad productiva es alrededor de 850 piezas diarias, correspondiente a un 85% de eficiencia para cada estación de trabajo. El porcentaje de saturación para la línea de producción total es de 71%.

2. Balance de línea. En cuanto al balance de línea, la línea mecánica se encuentra desequilibrada. Las operaciones que requieren mayor tiempo saturan la capacidad para una estación de trabajo, forzando a utilizar dos máquinas por operación y por ende, provocando capacidad desperdiciada.

La desviación porcentual para la división del delantero es mínima, lo que indica que esta sección de la línea de producción es altamente productiva. Para la parte trasera las estaciones de trabajo se encuentran con un alto porcentaje de desviación, lo que indica estaciones de trabajo muy saturadas y otras muy holgadas.

Para el ensamble, el porcentaje de la capacidad productiva de la línea es de un 70% y las estaciones de trabajo no tienen un alto porcentaje de desviación.

3. Operario. La cantidad de operarios que se utiliza es de 31 personas. Se requiere de personal calificado, la mayoría de rango "B" y "C", produciendo costos operativos muy altos.

4. Inventario de maquinaria A continuación se presenta el inventario de maquinaria de la línea mecánica.

Tabla 11
Inventario de Maquinaria
 Línea Mecánica

MAQUINARIA	MAQUINA /LINEA
Plana 1 aguja	15
Plana 2 agujas	3
Cuchillera	1
Cerradora	2
Atracadora-28	3
Atracadora-42	1
Overlock 3H	1
Overlock 5H	3
Pretinadora	2

PROPUESTA LÍNEA AUTOMÁTICA

- Diagrama de operaciones (D.O.P.)
- Balance de línea
- Diagrama de recorrido

DIAGRAMA DE OPERACIONES

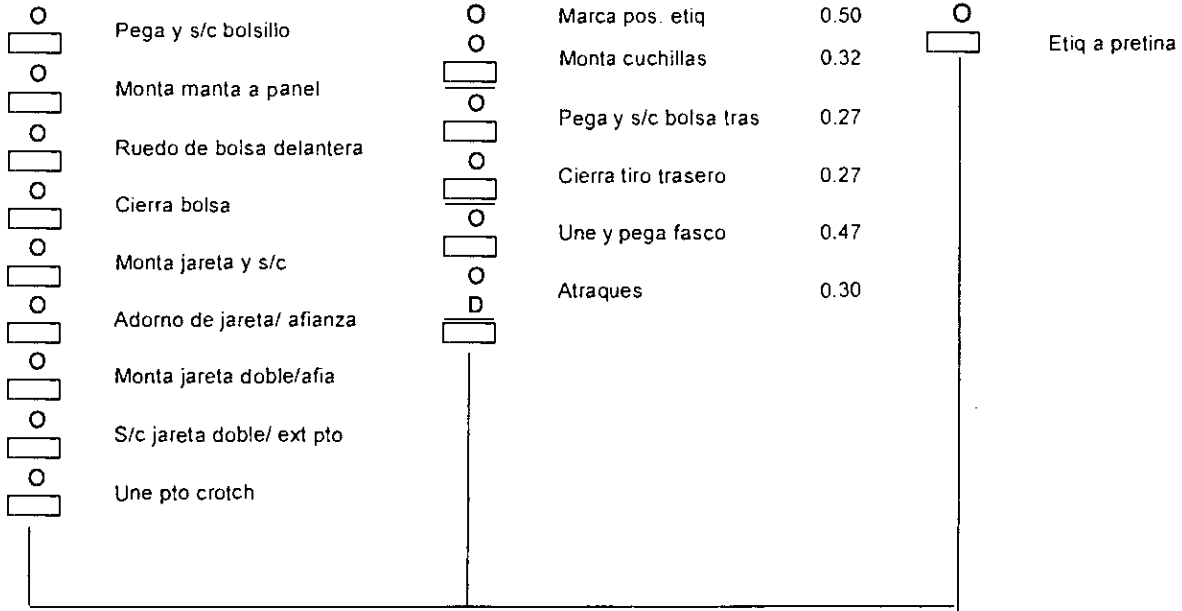
Pantalón para niño C/L: 531

Línea Automática

DELANTERO

TRASERO

ENSAMBLE



Une parejas	0.35	O
Cierra costados x2	0.58	□
Costura parcial de cost	0.35	□
Atraques de costados	0.19	O
Cierra entrepierna	0.46	□
Pertina x2	0.71	O
Cuadro de pretina	0.27	□
Pasadores	0.50	O
Ruedo	0.50	□

RESUMEN		
O	Operacion	25
D	Despiste	2
□	Inspeccion	25
TOTAL		52

CCION:

DT

JA DE BALANCEO

531

PRENDA:		OBJETIVO 1000															
PRENDA:		PUESTOS DE TRABAJO															
PRENDA:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
COD	OPERACION	MAQUINA	T.S														
13	MARCAR POSICION DE BOL TRASERAS X2 2	MANUAL	0.34	0.34													
14	MONTAR: PLANCHA Y SICBOLSA TRASERA X2	SNL301	0.27	0.27													1284
15	MONTAR CUCHILLAS	US56500	0.32	0.32													2000
16	CERRAR TIRO TRASERO	US56900	0.28	0.28													1712
17	ATRAQUE DE BOLSA TRASERA X4	BTK301-42	0.24	0.24	0.28	214											1929
18	UNIR ETIQUETAS	SNL301	0.31				0.31										1162
19	MONTAR FASCO EN CINTURA	SNL301	0.16				0.16	129									1157
20	MARCAR POSICIÓN DE BOLSILLO	MANUAL	0.08	0.08													1178
21	MONTAR BOLSILLO A FALSO	SNL301	0.29	0.29				0.29									1309
22	S/C DE BOLSILLO	SNL301	0.26					0.26	108								973
23	MONTAR MANTA A PANEL BOLSA CURVA	SNL301	0.45					0.45	108								968
24	RUEDO DE BOLSA DELANTERA	DNL301	0.38					0.38	133								1199
25	CERRAR BOLSA	50V516	0.26						0.26	158							1421
26	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADOS	SNL301	0.29						0.29				0.08	0.07	0.07	0.07	2063
27	MONTAR S/C Y COSTURA INTERNA DE JARETA	SNL301	0.43									0.43	0.46	0.40	0.37	0.40	1482
28	ADORNADO DE JARETA SIMPLE	DNL301	0.28									0.28	0.28				1253
29	MONTAR JARETA DOBLE	30V504	0.29										0.29	0.29			1500
30	S/C JARETA DOBLE	SNL301	0.32											0.32	0.32		1500
31	UNIR PUNTO CROTCH	DNL301	0.29											0.29	0.29		1385
32	ATRAQUE DE BOLSA DELANTERA X2	BTK301-28	0.17														1500
33	ATRAQUE DE JARETA X2 Y BOLSILLO X1	BTK301-42	0.22				0.22										
Total general			5.93														1178
		CARGA TOTAL	0.42	0.27	0.32	0.28	0.46	0.47	0.55	0.45	0.38	0.26	0.36	0.36	0.39	0.36	5.76
		% SATURACION	78%	50%	59%	52%	85%	87%	102%	83%	70%	48%	67%	67%	72%	67%	71%
		% DESVIACION	7%	50%	59%	52%	85%	87%	102%	83%	70%	48%	67%	67%	72%	67%	71%

CCION: E

531

JA DE BALANCEO		PRENDA:		OBJETIVO 1000												
		April 21, 2004		PUESTOS DE TRABAJO												
COD.	OPERACIÓN	MAQUINA	T.S	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	TOTAL
34	MARCAR POSICION DE ETIQUETA	MANUAL	0.08													
35	MONTAR ETIQUETA EN PRETINA	SNL301	0.54	0.54												
36	HACER PAREJAS	MANUAL	0.35	1.11												1000
37	CERRAR COSTADOS	50V516	0.58		1.36											1227
38	VOLTEAR PANTALON	MANUAL	0.09			0.29	0.29									1862
39	SIC PARCIAL DE COSTADOS	SNL301	0.35		1.42			0.35								1277
40	ATRAQUE EN EL FINAL DE LA SIC DE COSTA	BTK301-28	0.19					1.71	0.36							1538
41	CERRAR ENTREPPIERNA	US35800	0.46						3.14	0.46						2826
42	MONTAR PRETINA	BANDER G 1 3/8	0.71							1.30						1174
43	CUADRO DE PRETINA	SNL301	0.27								0.35	0.36				1521
44	MARCAR POSICION DE PASADORES X5	MANUAL	0.13										0.27			2038
45	ATRAQUE DE PASADORES	BTK301-28	0.50											0.49		
46	RUEDO	SNL301	0.50												1.20	1080
			CARGA TOTAL	0.54	0.44	0.29	0.29	0.35	0.36	0.46	0.35	0.36	0.27	0.49	0.50	4.70
			% SATURACION	100%	81%	54%	54%	65%	67%	85%	65%	67%	50%	91%	93%	73%
			% DESVIACION	27%	81%	54%	54%	65%	67%	85%	65%	67%	50%	91%	93%	

B. Crítica de la línea de producción automática

1. Producción. La capacidad productiva de la línea ha aumentado considerablemente respecto a la línea mecánica, alrededor de un 20%, equivalente a 1,000 piezas diarias para una eficiencia del 85%.

2. Balance de línea. La división de trasero, delantero y ensamble de la línea de producción se encuentra desbalanceada, a pesar de su alta capacidad productiva.

El ensamble trasero termina la producción diaria rápidamente, debido a la máquina *pocket setter* que se encarga de pegar y sobrecoser las bolsas. Las operaciones que siguen después de esta operación, se encuentran con un porcentaje considerable de saturación, provocando un alto porcentaje de desviación para esta sección de la línea de producción.

Los operarios correspondientes a las primeras dos estaciones de trabajo de la división trasera deben realizar otras actividades al final de la producción. De lo contrario, seguir produciendo deja mucho material en proceso, provocando un alto costo de inventario en la línea.

3 Operario. La línea tiene 25 operarios, lo que hace que su costo operativo sea bajo. Además, utiliza personal menos capacitado, en su mayoría de clasificación "A" y "B". Los riesgos por falta de calidad son menores, ya que el contacto entre el producto y el operario es mucho menor.

4 Inventario de maquinaria. A continuación se presenta el inventario de maquinaria de línea automática.

Tabla 12
Inventario de Maquinaria
 Línea Automática

MAQUINARIA	MAQUINA /LINEA
Plana 1 aguja	8
Plana 2 agujas	3
Cuchillera	1
Ruedo especial	1
Cerradora	2
Atracadora28	1
Atracadora42	1
Robot	1
pasadores	
Overlock 3H	1
Overlock 5H	3
Pretinadora	2
pocket setter	0.50

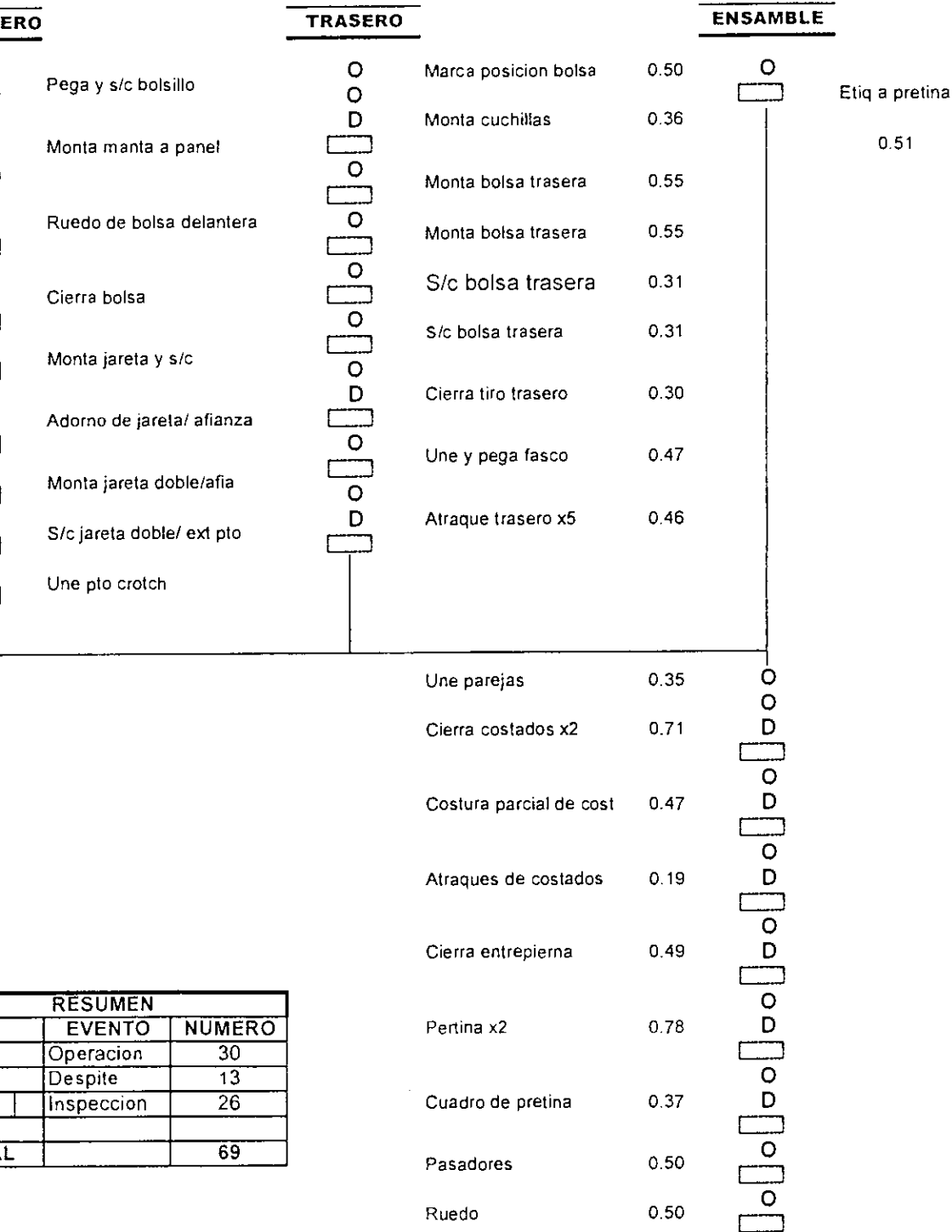
PROPUESTA LÍNEA SEMIAUTOMÁTICA

- Diagrama de operaciones (D.O.P.)
- Balance de línea
- Diagrama de recorrido

DIAGRAMA DE OPERACIONES

para niño C/L: 531

Línea Semi automática



Etiqua pretina
0.51

RESUMEN	
EVENTO	NUMERO
Operacion	30
Despiste	13
Inspeccion	26
TOTAL	69

ACION: DT 531

IA DE BALANCEO		PRENDA:	OBJETIVO 950																			
			PUESTOS DE TRABAJO																			
CDD.	OPERACION	MAQUINA	T.S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
13	MARCAR POSICION DE BOL TRASERAS X2 2	MANUAL	0.34	0.34																		
14	MONTAR BOLSA TRASERA X2	SNL301	1.10	0.55	0.55																	1078
15	S/C BOLSA TRASERA X2	SNL301	0.62	0.31	0.31																	952
16	MARCAR S/C DE BOLSA TRASERA X2	MANUAL	0.11	0.05	0.06	83	81															1480
17	MONTAR CUCHILLAS	US56500	0.36	0.35	0.35	75	88															1473
18	CERRAR TIRD TRASERO	US56900	0.30	0.30	0.30		169															4519
19	ATRAQUE DE BOLSA TRASERA X4	BTK301-42	0.24	0.24	0.24						0.24											1778
20	UNIR ETIQUETAS	SNL301	0.30								0.24											1162
21	MONTAR FASCD EN CINTURA	SNL301	0.15								0.30											1200
22	MARCAR POSICION DE BOL.SILLO	MANUAL	0.08	0.16	0.15						0.15											1200
23	MONTAR BOLSILLO A FALSO	SNL301	0.29	0.29	0.29																	2198
24	S/C DE BOLSILLO	SNL301	0.23	0.23	0.23						0.29											1038
25	MONTAR MANTA A PANEL BOLSA CURVA	SNL301	0.47	0.47	0.47						0.47											1038
26	RUEDO DE BOLSA DELANTERA	DNL301	0.40	0.40	0.40						0.40											1149
27	CERRAR BOLSA	50v516	0.29	0.29	0.29						0.40											1350
28	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADOS	SNL301	0.29	0.29	0.29						0.29											1651
29	MONTAR S/C Y CDSTURA INTERNA DE JARETA	SNL301	0.43	0.43	0.43						0.43											1209
30	ADORNADO DE JARETA SIMPLE	DNL301	0.28	0.28	0.28						0.28											1256
31	MONTAR JARETA DOBLE	30v504	0.29	0.29	0.29						0.28											947
32	S/C JARETA DOBLE	SNL301	0.32	0.32	0.32						0.29											1227
33	UNIR PUNTO CROTCH	DNL301	0.29	0.29	0.29						0.29											1174
34	ATRAQUE DE BOLSA DELANTERA X2	BTK301-28	0.17	0.17	0.17						0.29											947
35	ATRAQUE DE JARETA X2 Y BOLSILLO X1	BTK301-42	0.22	0.22	0.22						0.22											1178
General			7.57								131											
		CARGA TOTAL	0.50	0.55	0.55	0.36	0.37	0.36	0.30	0.30	0.46	0.45	0.52	0.47	0.40	0.29	0.43	0.57	0.44	0.46		7.48
		% SATURACION	88%	97%	97%	63%	65%	63%	53%	53%	81%	79%	91%	83%	70%	51%	75%	100%	77%	81%		77%
		% DESVIACION	11%	97%	97%	83%	85%	83%	53%	53%	81%	79%	91%	83%	70%	51%	75%	100%	77%	81%		77%

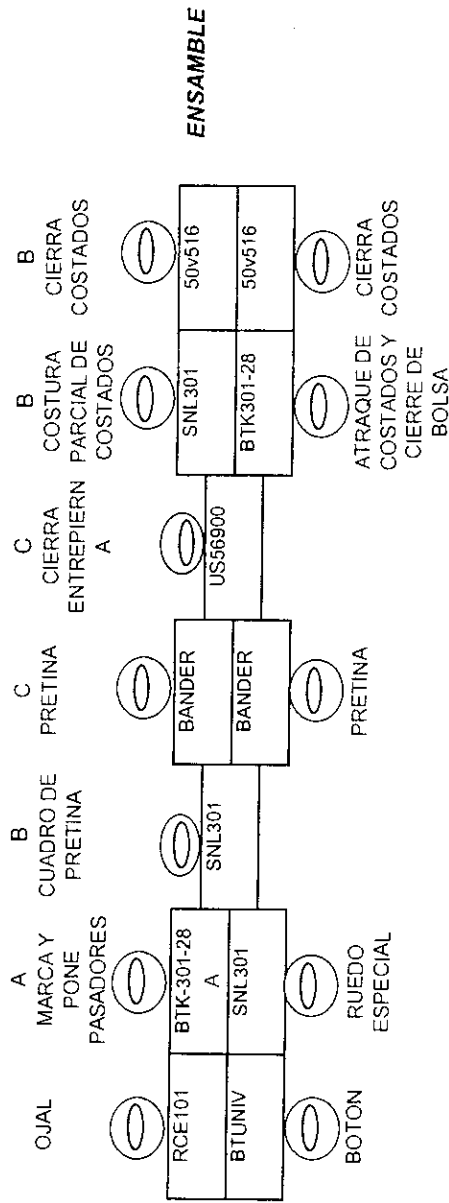
CCION: E

531

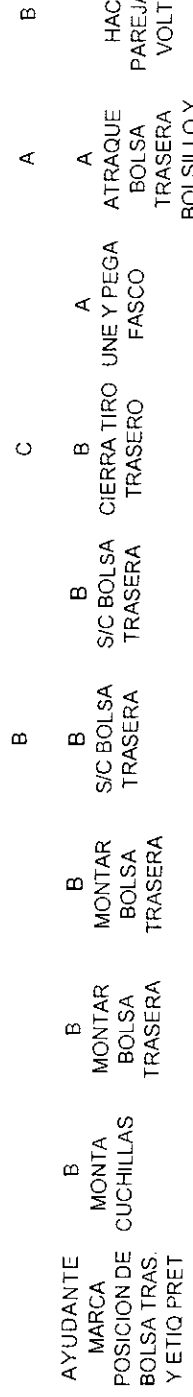
JA DE BALANCEO		PRENDA:		OBJETIVO 950																									
		April 21, 2004		PUESTOS DE TRABAJO																									
COD.	OPERACION	MAQUINA	I.S	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	TOTAL													
36	MARCAR POSICION DE ETIQUETA	MANUAL	0.08																										
37	MONTAR ETIQUETA EN PRETINA	SNL301	0.51	0.51																									
38	HACER PAREJAS	MANUAL	0.35	118	0.35											1059													
39	CERRAR COSTADOS	50x516	0.71		118	0.35	0.36									1059													
40	VOLTEAR PANTALON	MANUAL	0.09		0.09	85	85									1528													
41	S/C PARCIAL DE COSTADOS	SNL301	0.47		122			0.47								1102													
42	ATRAQUE EN EL FINAL DE LA S/C DE COSTA	BTK301-28	0.19					127	0.19							1146													
43	CERRAR ENTREPIERNA	US35800	0.49						314	0.49						2826													
44	MONTAR PRETINA	BANDER G 1 3/8	0.78							123	0.39	0.39				1109													
45	CUADRO DE PRETINA	SNL301	0.37								77	77	0.37			1385													
46	MARCAR POSICION DE PASADORES X5	MANUAL	0.13		0.07								0.06	141		1273													
47	ATRAQUE DE PASADORES	BTK301-28	0.50		62								63	0.50		1128													
48	RUEDO	SNL301	0.50											120		1080													
			CARGA TOTAL	0.51	0.51	0.35	0.36	0.47	0.19	0.49	0.39	0.39	0.43	0.50	120	5.09													
			% SATURACION	90%	90%	62%	63%	83%	33%	86%	69%	69%	76%	88%	88%	75%													
			% DESVIACION	15%	90%	62%	63%	83%	33%	86%	69%	69%	76%	88%	88%	75%													

DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO DE LÍNEA SEMIAUTOMÁTICA CL 531 PARA NIÑO DE LONA

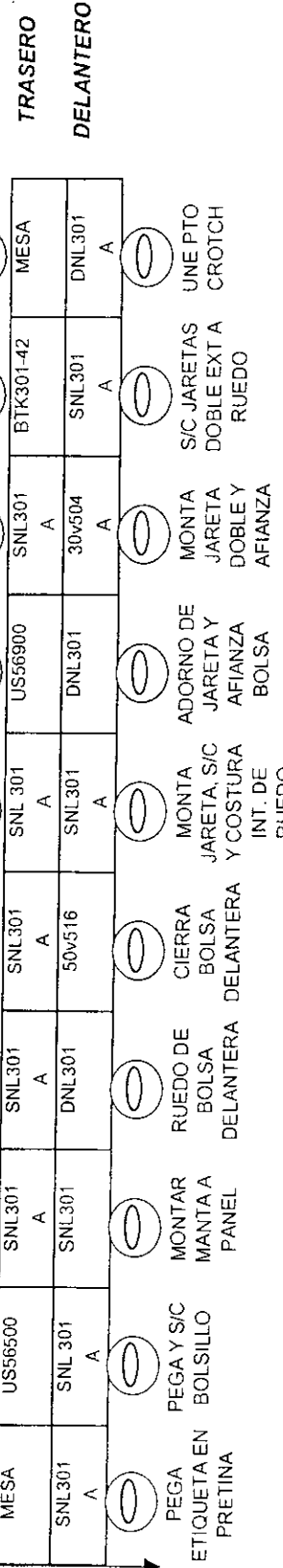
clasif



clasif



1 Mts



Clasif



12 Mts

C. Crítica de la línea de producción semiautomática

1. Producción. La capacidad de acuerdo a la tabla dinámica ha aumentado en un 12%, comparado con la línea mecánica actual, aunque ha disminuido respecto a la línea automática. Su capacidad productiva a un 85% de eficiencia es de 950 piezas diarias.

2. Balance de línea. La línea de producción se encuentra mejor balanceada, logrando que todos los operarios se mantengan ocupados de igual manera, ya que la carga de trabajo es más pareja entre las estaciones de trabajo. Ello se refleja en el porcentaje de desviación y el porcentaje de desviación.

Algunas estaciones de trabajo son más fáciles de combinar con dos o tres operaciones, debido a la alternación de máquina automática y mecánica, aprovechando mejor la diferencia de tiempo entre las estaciones de trabajo.

La cantidad de prendas dentro de la línea de producción es menor, por lo que es más económico y fácil de controlar en el aspecto operacional.

3. Operario El número de operarios ha aumentado respecto a la línea automática, incrementando su costo operativo. Sin embargo, respecto a la línea mecánica, este se ha reducido. La mayoría de operarios corresponde a la clasificación "B", haciéndolos más difíciles de conseguir.

4. Inventario de maquinaria A continuación se presenta el inventario de maquinaria de la línea semiautomática.

Tabla 13

Inventario de maquinaria

Línea Semiautomática

MAQUINARIA	MAQUINA/LINEA
Plana 1 aguja	9
Plana 1 aguja	3
Plana 2 agujas	1
Plana 2 agujas	2
Cuchillera	1
Ruedo especial	1
Cerradora	2
Atracadora-28	1
Atracadora-42	1
Robot pasadores	1
Overlock 3H	1
Overlock 5H	3
Pretinadora	2

VIII. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la adquisición de maquinaria según las 3 alternativas planteadas, se realiza por dos parámetros.

- A. Costo operacional
- B. Análisis sobre la inversión

A Costo operacional

1. Punto de equilibrio. El punto de equilibrio se define por Enrique Barrientos (1996:95) como «El punto de actividad (volumen de ventas) donde el total de los ingresos y el total de gastos son iguales; esto es, cuando no hay utilidad ni pérdida». Viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{COSTOS DIRECTOS} + \text{COSTOS INDIRECTOS} = \text{PRODUCCIÓN} \times \text{PRECIO}$$

En el presente estudio se estiman los costos directos e indirectos del área de confección o líneas de producción. Los costos se evalúan diariamente, tomando como mes 22 días laborales y 1320 días para la depreciación de maquinaria, correspondiente a 5 años.

a. Precio por prenda. El área de costura o confección factura cada pantalón en un rango de precio alrededor de US \$2.00- US \$2.20. Para el pantalón con características ya mencionadas, su precio corresponde a los US \$ 2.00. A continuación, se muestra la tabla histórica de devaluación de la moneda:

Tabla 14
TIPO DE CAMBIO PONDERADO DEL MERCADO BANCARIO
 DE 1996 AL 2003- -Quetzales por US Dólar--

ME:	1996	1999	2000	2001	2002	2003
ENERO	6.26434	6.95706	7.29251	7.81096	8.02796	7.51296
FEBRERO	6.22325	6.88829	7.20030	7.74482	7.94902	7.53957
MARZO	6.27961	6.98475	7.32893	7.70636	7.92090	7.51633
ABRIL	6.29610	7.08141	7.71965	7.75713	7.83409	7.92391
MAYO	6.29623	7.28009	7.70764	7.77804	7.87527	7.94357
JUNIO	6.31672	7.26494	7.73823	7.80745	7.91294	
JULIO	6.35446	7.39832	7.75911	7.80748	7.86694	
AGOSTO	6.41020	7.58075	7.75562	7.88994	7.78322	
SEPTIEMBRE	6.49604	7.79129	7.80183	7.96336	7.79209	
OCTUBRE	6.57591	7.80532	7.82022	8.11313	7.73787	
NOVIEMBRE	6.57249	7.77421	7.77764	8.09202	7.82477	
DICIEMBRE	6.73718	7.68420	7.73681	7.97188	7.66613	
PROMEDIO	6.40022	7.29338	7.77079	7.83773	7.83243	7.65167

Fuente: Banco de Guatemala.

Por cuestiones de simplicidad la tasa de cambio, es de Q. 7.90 por US \$ 1.00.

b. Costos directos. La estimación de los costos directos viene dada a través del siguiente postulado « Los costos directos son aquellos que varían directamente con el volumen de producción»¹, lo que indica que está directamente ligado a la operatividad de la línea de producción, el personal y el consumo de energía.

c. Costos indirectos. «Los costos indirectos siguen siendo los mismos en total para un periodo y un nivel de producción, en este con texto los costos se refieren a los costos que expiran y que por lo tanto, se convierten en gastos en el periodo en cuestión».

Los costos indirectos se calculan de acuerdo a la siguiente lista.

- Cargos administrativos
- Mantenimiento de planta
- Mantenimiento de maquinaria
- Pasivo laboral

- Pago de seguro social (IGSS)
- Depreciación de maquinaria
- Costos de no calidad
- Pérdidas

CARGOS ADMINISTRATIVOS

Se establece un costo diario administrativo de Q. 500.00 por línea de producción. Este valor se asigna para cada alternativa de línea, ya que es igual para todas las alternativas.

MANTENIMIENTO DE LA PLANTA Y MAQUINARIA

Se calcula el costo del departamento de mecánicos y sus insumos a nivel de planta; luego se divide por la cantidad de líneas de producción.

PASIVO LABORAL

Se calculan los tres tipos de prestaciones que exige el gobierno: aguinaldo, bono 14 e indemnización, además de las vacaciones. Las tasas corresponden según el Código del Trabajo.

DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA

Este costo se obtiene de acuerdo a la depreciación de cinco años de la maquinaria industrial para coser, en base al porcentaje legal, calculando el valor de salvamento en un 20% para la maquinaria automática y un 10% para la maquinaria mecánica.

COSTOS DE NO CALIDAD

SEGUNDAS

Son piezas terminadas con pequeños defectos, que no son visibles para el ojo inexperto, pero que para el cliente no cumplen de acuerdo a las especificaciones de

calidad. Estas pueden ser vendidas, pero a un menor costo. Generalmente representa el 8% de la producción diaria.

RAGS

Se denominan así a las piezas que ya no pueden ser vendidas a un menor costo a los clientes y que no pueden ser reconstruidas. Debido a que se cortan o desechan de acuerdo al régimen de zonas francas, no puede salir producto terminado o semi terminado del área para ser vendida dentro del perímetro guatemalteco. Este se encuentra evaluado en un 2% de la producción.

RECHAZOS

Son los lotes de producción que no cumplen de acuerdo a las especificaciones de calidad del cliente, rechazando todo un lote. Este porcentaje de pérdida se estima alrededor del 5% de producción, ya que la probabilidad que suceda es mínima. Sin embargo, cuando sucede tiene un costo muy alto.

PÉRDIDAS

PIEZAS PERDIDAS

En la planta maquiladora debido al volumen de prendas y cantidad de personal siempre existen desbalances que se detectan a través de la diferencia del producto que entró en el departamento de corte y la cantidad de producto final exportado. Esta pérdida se ha estimado en un 0.1% de la producción diaria.

CONSUMOS

El consumo se debe a los cortes que se realizan de los patrones, los cuales algunas veces llegan mal cortados a producción, por lo que ahí se les corrige, provocando pérdidas en el consumo de tela de lona. Se estima alrededor de un 0.5%.

ENTREGAS TARDE

Estos son lotes que no se puede entregar de acuerdo a la fecha establecida, por lo que se sanciona a la *empresa maquiladora*, forzándola a hacer envío del lote por flete aéreo. Su costo se estima alrededor del 0.2%

OTROS

Son otros costos que no se toman en cuenta ya que su relevancia es mínima, pero en conjunto representan un porcentaje significativo, por ejemplo, transporte de insumos y papelería aduanal. Además se considera también como un factor de seguridad, estimándose alrededor del 0.02%.

d. Punto de equilibrio de las tres alternativas. Las tablas se muestran en las siguientes páginas.

COSTO DIARIO ESTIMADO Y PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA LINEA MECANICA

ALCULO DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

		OPERARIO POR RANGO										
CIENCIA	PRODUCC	SUPERV.	A	B	C	SUELDO	PASIVO	IGGS	EE	C. INDIREC	C. DIRECTO	TOTAL
99.97%	1140	Q275.00	Q81.82	Q118.18	Q163.64	Q3,581.84	Q895.46	Q453.10	Q360.00	Q1,348.56	Q3,941.84	Q5,290.40
74.54%	850	Q204.99	Q60.99	Q88.09	Q121.98	Q2,669.90	Q667.48	Q337.74	Q268.34	Q1,005.22	Q2,938.25	Q3,943.47
57.00%	650	Q156.75	Q46.64	Q67.36	Q93.28	Q2,041.69	Q510.42	Q258.27	Q205.20	Q768.70	Q2,246.90	Q3,015.59
49.46%	450	Q108.52	Q32.29	Q46.64	Q64.58	Q1,413.48	Q353.37	Q178.81	Q142.06	Q532.17	Q1,555.54	Q2,087.72
37.54%	200	Q48.23	Q14.35	Q20.73	Q28.70	Q628.21	Q157.05	Q79.47	Q63.14	Q236.52	Q691.35	Q927.87

PRECIO PRENDA Q15.80 **PTO. EQUILIBRIO** 350 PZA

PRECIACION Q445.00

MANTENIMIENTO Q182.00

ADMINISTRATIVOS Q400.00

EST. NO CALIDAD Q2.50

% COST. CALIDAD 15.82%

TABLA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

PRODUCC	C. DIRECTO	C. INDIRECTO	INGRESO	UTILIDAD
850	Q2,938.25	Q4,156.85	Q13,430.00	Q6,334.91
650	Q2,246.90	Q3,420.41	Q10,270.00	Q4,602.69
450	Q1,555.54	Q2,683.98	Q7,110.00	Q2,870.48
200	Q691.35	Q1,763.43	Q3,160.00	Q705.21

LUJO EFECT. NETD Q6,779.91

COSTO DIARIO ESTIMADO Y PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA LINEA AUTOMÁTICA

ALCULO DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

EFICIENCIA	PRODUCC	SUPERV	OPERARIO POR RANGO						SUELDO	PASIVO	IGGS	EE	C. INDIRECTO	C. DIRECTO	TOTAL
			A	B	C										
100.00%	1264	Q275.00	Q81.82	Q118.18	Q163.64	Q2,727.28	Q681.82	Q345.00	Q360.00	Q1,026.82	Q3,087.28	Q4,114.10			
79.11%	1000	Q217.56	Q64.73	Q93.49	Q129.46	Q2,157.58	Q539.40	Q272.93	Q284.80	Q812.33	Q2,442.38	Q3,254.71			
57.24%	850	Q184.92	Q55.02	Q79.47	Q110.04	Q1,833.94	Q458.49	Q231.99	Q242.08	Q690.48	Q2,076.02	Q2,766.50			
51.42%	650	Q141.41	Q42.07	Q60.77	Q84.15	Q1,402.43	Q350.61	Q177.41	Q185.12	Q528.01	Q1,587.55	Q2,115.56			
45.82%	200	Q43.51	Q12.95	Q18.70	Q25.89	Q431.52	Q107.88	Q54.59	Q56.96	Q162.47	Q488.48	Q650.94			

PRECIO PRENDA **Q15.80**
 PRECIACION Q740.00 **PTO. EQUILIBRIO** 200 PZA
 MANTENIMIENTO Q182.00
 ADMINISTRATIVOS Q400.00
 COST. NO CALIDAD Q2.50 % COST. CALIDAD 15.82%

TABLA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

PRODUCC	C. DIRECTO	C. INDIRECTO	INGRESO	UTILIDAD
1000	Q2,442.38	Q4,633.89	Q15,800.00	Q8,723.73
850	Q2,076.02	Q4,137.11	Q13,430.00	Q7,216.87
650	Q1,587.55	Q3,474.73	Q10,270.00	Q5,207.72
200	Q488.48	Q1,984.38	Q3,160.00	Q687.15

LUJO EFEC NETO **Q9,463.73**

COSTO DIARIO ESTIMADO Y PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA LINEA SEMIAUTOMÁTICA

CALCULO DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

CIENCIA	PRODUCC	SUPERV	OPERARIO POR RANGO					SUELDO	PASIVO	IGGS	EE	C. INDIRECTO	C. DIRECTO	TOTAL
			A	B	C	C	C							
0.02%	1187	Q275.00	Q81.82	Q118.18	Q163.64	Q3,154.54	Q788.64	Q399.05	Q360.00	Q1,187.68	Q3,514.54	Q4,702.22		
0.05%	950	Q220.13	Q65.49	Q94.60	Q130.99	Q2,525.09	Q631.27	Q319.42	Q288.17	Q950.70	Q2,813.26	Q3,763.96		
3.19%	750	Q173.78	Q51.71	Q74.68	Q103.41	Q1,993.49	Q498.37	Q252.18	Q227.50	Q750.55	Q2,220.99	Q2,971.54		
6.34%	550	Q127.44	Q37.92	Q54.77	Q75.84	Q1,461.90	Q365.47	Q184.93	Q166.83	Q550.40	Q1,628.73	Q2,179.13		
6.85%	200	Q46.34	Q13.79	Q19.92	Q27.58	Q531.60	Q132.90	Q67.25	Q60.67	Q200.15	Q592.27	Q792.41		

PRECIO PRENDA Q15.80
 PRECIACION Q520.00
 MANTENIMIENTO Q182.00
 ADMINISTRATIVOS Q400.00
 COST. NO CALIDAD Q2.50

PTO. EQUILIBRIO 200 PZA

% COST. CALIDAD 15.82%

TABLA DE PUNTO DE EQUILIBRIO

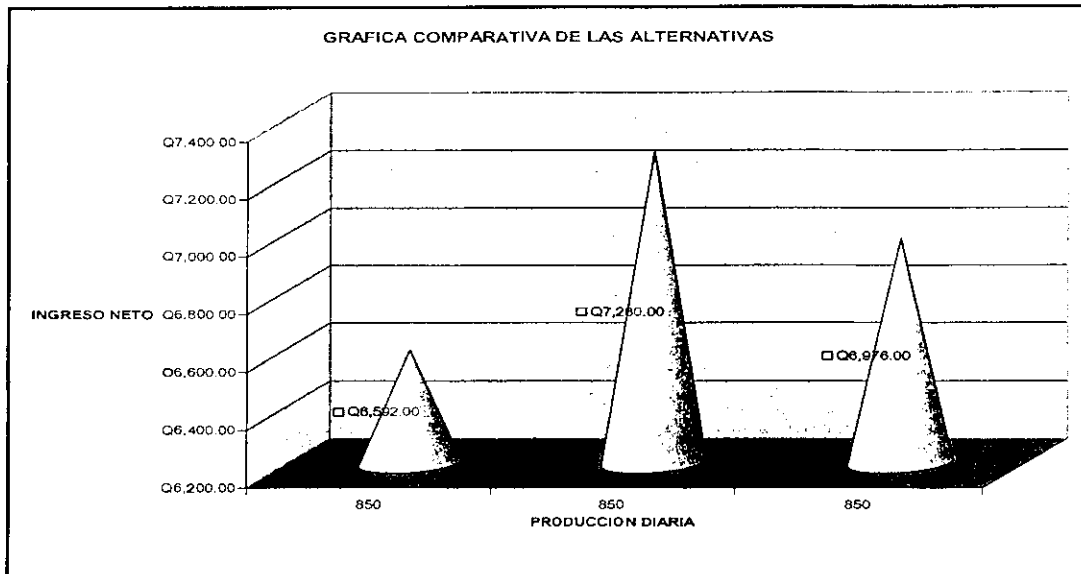
PRODUCC	C. DIRECTO	C. INDIRECTO	INGRESO	UTILIDAD
950	Q2,813.26	Q4,427.28	Q15,010.00	Q7,769.46
750	Q2,220.99	Q3,727.22	Q11,850.00	Q5,901.79
550	Q1,628.73	Q3,027.16	Q8,690.00	Q4,034.11
200	Q592.27	Q1,802.06	Q3,160.00	Q765.68

UJO EFEC NETO Q8,289.46

e. Gráficas comparativas

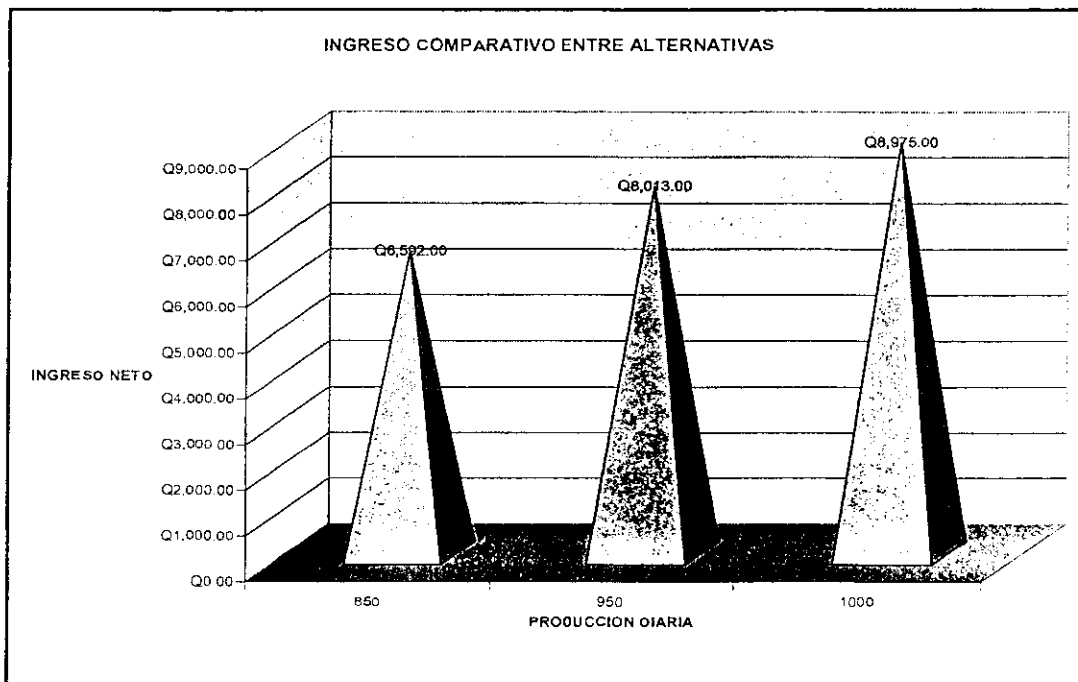
Grafica 6

Análisis comparativo respecto la línea mecánica



Grafica 7

Análisis comparativo entre alternativas



B. Análisis sobre la inversión.

Para el análisis de inversión se utilizaron las siguientes herramientas de la ingeniería económica:

- Tasa de retorno sobre la inversión
- Valor presente del flujo de efectivo durante los cinco años
- Análisis incremental para las alternativas de línea mecánica y semiautomática

1. Tasa de retorno sobre la inversión (TIR). La tasa de retorno de inversión equilibra exactamente los flujos de efectivo positivo y negativo, considerando el valor del dinero en el tiempo. La tasa de retorno sobre la inversión se encarga de medir la eficiencia con la cual el proyecto o alternativa recupera la inversión durante un intervalo de tiempo.

El valor inicial se considera como el valor de compra de la maquinaria según cotización del proveedor LAMA, S.A.(ver apéndice II). Los flujos de efectivo neto son el valor de ingreso obtenido del análisis de punto de equilibrio.

2. Valor presente neto(VPN). El método de *valor presente neto* es una herramienta muy popular para la evaluación de alternativas, debido a que los gastos o los ingresos futuros se transforman en quetzales equivalentes de hoy. Es decir, todos los flujos futuros de efectivo asociados con una alternativa se convierten en quetzales presentes.

Cuando las inversiones tienen la misma tasa de retorno generalmente se utiliza esta herramienta. De esta manera, la opción que nos brinde mayor cantidad de dinero, será la mejor. Para esta herramienta financiera se establece una tasa de interés anual del 10%, ya que es la tasa que se encuentra en el mercado para grandes inversiones a mediano plazo. Para este análisis existen dos resultados:

- Si el valor presente es igual o mayor a cero, la tasa de retorno solicitada es lograda o excedida y la inversión es financieramente viable.

- Cuando puede escogerse sólo una alternativa, se debe seleccionar aquella con valor presente que sea mayor en términos numéricos, es decir menos negativo o más positivo.

Las alternativas son mutuamente excluyentes, es decir solamente una inversión se puede realizar.

C. Factores considerados dentro del análisis de flujo de caja

Los siguientes flujos de efectivo para cada alternativa buscan estimar los valores más cercanos a la realidad guatemalteca en el futuro. Estos fluctúan cada año, de acuerdo a las variaciones históricas anuales de los principales factores que afectan la rentabilidad de la empresa, los cuales son:

- Salario: Por acuerdo gubernativo (*vid.* pág. 7).
- Cambio del dólar: Las fluctuaciones promedio entre la oferta y la demanda de divisas extranjera (*vid.* pág. 63)
- Precio: El precio de la prenda, la cual depende de la oferta y la demanda de productores a nivel internacional.

La siguiente tabla muestra las variaciones porcentuales anuales que se utilizan para estimar los costos y los ingresos futuros de la *empresa maquiladora*.

Tabla 15
PORCENTAJE DE VARIACION PORCENTUAL ANUAL

FACTORES	% VARIACIÓN
SALARIO	13.62%
DEVALUACIÓN	2.00%
INFLACIÓN	5.59%

Los sueldos administrativos gozan de un aumento cada dos años, en el mismo porcentaje del salario de los operarios. El costo de no calidad se estima de acuerdo a la proporción de producción de las alternativas.

En cada una de las alternativas se muestran los siguientes indicadores de inversión:

- Tasa de retorno interna (TIR)
- Valor presente neto (VPN)
- Valor presente neto con la tasa inflacionaria promedio anual

Los resultados se presentan en los siguientes cuadros:

DATOS	
DEVALUACION ANUAL*	102.00%
CAMBIO DEL DÓLAR	Q7.90
PRECIO \$	2
PRECIO Q.	Q15.80
% ESCALA DE SUELDO**	113.62%
COSTO DE CALIDAD	15.82%
PRODUCC. DIARIA	850
PRECIO A 2 AÑOS \$	2
PRECIO A 2 AÑOS	Q15.80

GASTOS ANUALES	
SUELDO PERSONAL	Q704,855.00
GASTO DE PASIVO	Q176,352.00
JGSS/IRTRA, INTECAP, OTROS	Q89,232.00
	Q970,439.00
COSTOS ADMINISTRATIVOS	Q180,840.00
COSTOS DE CALIDAD	Q560,901.26
TOTAL	Q1,712,180.26

FLUJO DE INGRESO NETO EN 5 AÑOS

	0	1	2	3	4	5
SUELDOS		Q970,439.00	Q1,102,612.79	Q1,252,788.65	Q1,423,418.47	Q1,617,288.06
ADMINISTRACION		Q180,840.00	Q180,840.00	Q205,470.41	Q205,470.41	Q233,455.48
CALIDAD		Q560,901.26	Q560,901.26	Q560,901.26	Q560,901.26	Q560,901.26
TOTAL COSTOS		Q1,712,180.26	Q1,844,354.06	Q2,019,160.33	Q2,189,790.14	Q2,411,644.81
INGRESO ANUAL		Q3,545,520.00	Q3,616,430.40	Q3,688,759.01	Q3,762,534.19	Q3,837,784.87
VAL. SALVA						Q65,370.00
INGRESO NETO AN.	-Q653,700.00	Q1,833,339.74	Q1,772,076.34	Q1,669,598.68	Q1,572,744.05	Q1,491,510.07
2 LINEAS MEC	-Q1,307,400.00	Q3,666,679.47	Q3,544,152.69	Q3,339,197.36	Q3,145,488.09	Q2,983,020.13

V.P.N i* - 1	Q4,281,338.50
V.P.N i* - 2	Q8,562,677.01

T.I.R.	276%
V.P.N.- 1	Q5,211,098.49
V.P.N.- 2	Q10,422,196.99

* Fuente Ministerio del Trabajo
 ** Fuente Banco de Guatemala

ESTIMACION ANUAL DEL FLUJO DE CAJA DE LA LÍNEA AUTOMÁTICA

DATOS	
DEVALUACION ANUAL *	102.00%
CAMBIO DEL DÓLAR	Q7.90
PRECIO \$	2
PRECIO Q.	Q15.80
% DE ESCALA DE SUELDO	113.62%
COSTO DE CALIDAD	15.00%
PRODUCC. DIARIA	1000
PRECIO A 2 AÑOS \$	2.00
PRECIO A 2 AÑOS	Q15.80

GASTOS ANUALES	
SUELDO PERSONAL	Q569,712.00
GASTO DE PASIVO	Q142,560.00
IGSS,IRTRA, INTECAP, OTROS	Q72,072.00
	Q784,344.00
COSTOS ADMINISTRATIVOS	Q180,840.00
COSTOS DE CALIDAD	Q625,680.00
TOTAL	Q1,590,864.00

FLUJO DE INGRESO NETO EN 5 AÑOS

	0	1	2	3	4	5
SUELDOS ADMINISTRACION CALIDAD		Q784,344.00	Q891,171.65	Q1,012,549.23	Q1,150,458.44	Q1,307,150.88
TOTAL COSTOS		Q180,840.00	Q180,840.00	Q205,470.41	Q205,470.41	Q233,455.48
INGRESO ANUAL VAL. SALVA		Q625,680.00	Q625,680.00	Q625,680.00	Q625,680.00	Q625,680.00
INGRESO NETO AN.	-Q1,216,300.00	Q1,590,864.00	Q1,697,691.65	Q1,843,699.64	Q1,981,608.85	Q2,166,286.35
		Q4,171,200.00	Q4,254,624.00	Q4,339,716.48	Q4,426,510.81	Q4,515,041.03
		Q2,580,336.00	Q2,556,932.35	Q2,496,016.84	Q2,444,901.96	Q2,392,014.67

V.P.N Q6,211,271.25

T.I.R. 210%
V.P.N Q7,633,872.49

* Fuente: Ministerio del Trabajo
** Fuente: Banco de Guatemala

ESTIMACION ANUAL DEL FLUJO DE CAJA DE LA LÍNEA SEMI-AUTOMÁTICA

DATOS	
DEVALUACION ANUAL*	102.00%
CAMBIO DEL DÓLAR	Q7.90
PRECIO \$	2
PRECIO Q.	Q15.80
% ESCALA DE SUELDO**	113.62%
COSTO DE CALIDAD	15.82%
PRODUCC. DIARIA	950
PRECIO A 2 AÑOS \$	Q2.00
PRECIO A 2 AÑOS	Q15.80

GASTOS ANUALES	
SUELDO PERSONAL	Q684,587.00
GASTO DE PASIVO	Q166,848.00
IGSS, IRTA, INTECAP, OTROS	Q84,327.00
COSTOS ADMINISTRATIVOS	Q935,762.00
COSTOS DE CALIDAD	Q180,840.00
TOTAL	Q1,743,491.65

FLUJO DE INGRESO NETO EN 5 AÑOS

	0	1	2	3	4	5
SUELDOS ADMINISTRACION CALIDAD		Q935,762.00 Q180,840.00 Q626,889.65	Q1,063,212.78 Q180,840.00 Q626,889.65	Q1,208,022.37 Q205,470.41 Q626,889.65	Q1,372,555.01 Q205,470.41 Q626,889.65	Q1,559,497.00 Q233,455.48 Q626,889.65
TOTAL COSTOS		Q1,743,491.65 Q3,962,640.00	Q1,870,942.43 Q4,041,892.80	Q2,040,382.42 Q4,122,730.66	Q2,204,915.07 Q4,205,185.27	Q2,419,842.13 Q4,289,288.97 Q120,800.00
INGRESO ANUAL VAL. SALVA		Q2,219,148.35	Q2,170,950.37	Q2,082,348.23	Q2,000,270.20	Q1,990,246.84
INGRESO NETO AN.	-Q805,200.00					

T.I.R.	273%
V.P.N.	Q6,520,798.79

V.P.N.i*	Q5,345,983.24
----------	---------------

* Fuente Ministerio del Trabajo
 ** Fuente Banco de Guatemala

Las tablas muestran que las tres alternativas son viables económicamente, es decir recuperan más de su inversión en el período de cinco años. No es necesario considerar un análisis del período de retorno sobre la inversión, pues la proporción entre inversión e ingreso neto mensual es similar para las tres alternativas.

Ya que la alternativa de línea automática tiene el menor porcentaje de rendimiento de las alternativas y el mayor ingreso en valor presente neto, se considera que se puede adquirir con el mismo capital dos líneas mecánicas. A continuación se evalúan comparativamente las dos alternativas:

Tabla 16

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE IGUAL CAPITAL
Línea Mecánica-Línea Automática

2LINEAS MECANICAS		LINEA AUTOMATICA	
AÑO	FLUJO	AÑO	FLUJO
0	-Q1,307,400.00	0	-Q1,216,300.00
1	Q3,666,679.00	1	Q2,580,336.00
2	Q3,544,152.00	2	Q2,556,932.00
3	Q3,339,197.00	3	Q2,496,016.00
4	Q3,145,488.00	4	Q2,444,901.00
5	Q2,983,020.00	5	Q2,592,014.00
T.I.R.	276%	T.I.R.	210%
V.P.N.	Q10,422,195.70	V.P.N.	Q7,633,870.68

Con un aumento del 7% de capital, respecto a la línea automática las dos líneas mecánicas brindan un 60% más de dinero en valor presente. Como se aprecia en el análisis de flujo, es más conveniente comprar dos líneas mecánicas en lugar de una automática.

D. Análisis incremental

Para los análisis en los que se consideran dos o más alternativas y sólo debe seleccionarse una, la ingeniería económica puede identificar la que considere económicamente mejor.

Si las alternativas tienen vidas iguales, el análisis de tasa de retorno sobre el flujo incremental debe hacerse sobre el mismo número de períodos para cada alternativa. A la alternativa con mayor flujo se le debe de restar la alternativa de menor flujo.

$$\text{Flujo de efectivo incremental} = \text{Flujo mayor} - \text{Flujo menor}$$

Así, a estos excedentes de flujos se les hace un análisis de tasa de retorno. Si la tasa es mayor que la tasa de la alternativa de comparación, la opción es viable. En este caso la tasa atractiva es del 10%.

Los siguientes resultados evalúan las alternativas de línea mecánica en comparación con la línea semiautomática.

Tabla 17

FLUJOS DE EFECTIVO DE ALTERNATIVAS

Línea semiautomática en comparación con Línea Mecánica

ANÁLISIS DE FLUJO DE EFECTIVO INCREMENTAL			
LÍNEA MECÁNICA		LÍNEA SEMIAUTOMÁTICA	
AÑO	FLUJO	AÑO	FLUJO
0	-Q653,700.00	0	-Q805,200.00
1	Q1,833,339.50	1	Q2,219,148.00
2	Q1,772,076.00	2	Q2,170,950.00
3	Q1,669,598.50	3	Q2,082,348.00
4	Q1,572,744.00	4	Q2,000,270.00
5	Q1,491,510.00	5	Q1,990,246.00
T.I.R.	276%	T.I.R.	273%
V.P.N.	Q5,211,097.85	V.P.N.	Q6,520,797.46

Tabla de ingresos incrementales entre las alternativas:

Tabla 18

Línea semiautomática en comparación con Línea mecánica

Flujo incremental

ANÁLISIS INCREMENTAL	
AÑO	FLUJO
0	-Q151,500.00
1	Q385,808.50
2	Q398,874.00
3	Q412,749.50
4	Q427,526.00
5	Q498,736.00
T.I.R.	258%
V.P.N.	Q1,309,699.61

Los resultados indican que la inversión adicional es justificada, ya que la tasa de retorno de la inversión es más alta que la tasa atractiva de retorno del 10%.

E. Análisis de sensibilidad de precio

El análisis económico utiliza estimaciones de sucesos futuros para ayudar a quienes toman decisiones. Dado que las estimaciones futuras siempre tienen alguna medida de error, hay imprecisión en las proyecciones económicas. El efecto de la variación puede determinarse mediante el análisis de sensibilidad. Algunos de los parámetros o factores comunes para hallar la sensibilidad son las tasas de interés, todo tipo de costo, ventas y otros factores. Generalmente, se varía un factor a la vez y se supone que hay independencia con otros factores. Este supuesto no es correcto por completo en situaciones del mundo real, pero es práctico puesto que en general no es posible para considerar en forma precisa las dependencias reales.

El análisis de sensibilidad, en sí mismo es un estudio realizado en unión con el estudio de la ingeniería económica; determina la forma como una medida de valor, por ejemplo de valor presente neto (VPN), y la alternativa seleccionada se verán alteradas si un factor en particular o parámetro varía dentro de un rango establecido de valores.

El análisis de sensibilidad sobre el precio en dólares de la prenda indica en las tres alternativas la misma tendencia. Sin embargo, para la línea automática y semi-automática muestra una alta sensibilidad ante estos cambios. Esto quiere decir, que si el precio de la prenda baja, los flujos de efectivo disminuyen drásticamente y viceversa.

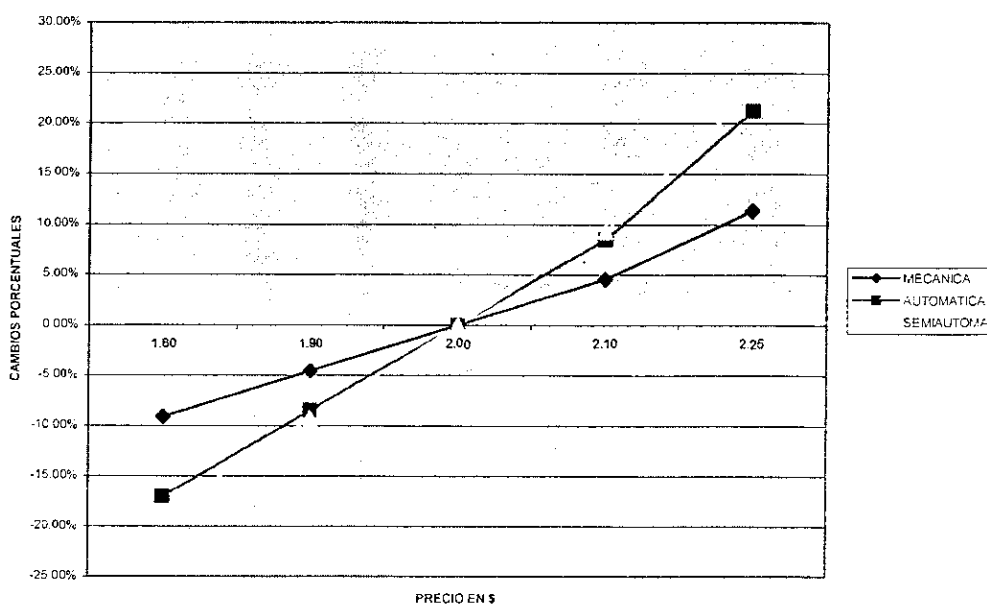
A continuación se presenta la tabla del análisis de sensibilidad para las tres alternativas, variando el factor precio de US \$ 1.80 a US \$ 2.25.

Tabla 19
Resultados del análisis de sensibilidad de precios

PRECIO (\$)	MECANICA	AUTOMATICA	SEMIAUTOMA	MECANICA	AUTOMATICA	SEMIAUTOMA
1.80	Q3,891,316.85	Q5,154,563.34	Q4,351,413.12	-9.11%	-17.01%	-18.60%
1.90	Q4,086,327.68	Q5,682,917.30	Q4,848,698.18	-4.55%	-8.51%	-9.30%
2.00	Q4,281,338.50	Q6,211,271.25	Q5,345,983.24	0.00%	0.00%	0.00%
2.10	Q4,476,349.33	Q6,739,625.20	Q5,843,268.30	4.55%	8.51%	9.30%
2.25	Q4,768,865.57	Q7,532,156.13	Q6,589,195.88	11.39%	21.27%	23.26%

Grafica 10

SENSIBILIDAD RESPECTO AL PRECIO



Para la línea mecánica, indica que su sensibilidad es baja ante los cambios del precio en dólares de la prenda, es decir, el flujo de efectivo es más estable. Sin embargo, su

cantidad de efectivo neto es el más bajo de las tres alternativas, en todos los casos de cambio de precio.

F. CALIFICACIÓN DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La calificación de las tres alternativas para medir el grado de desempeño de cada uno de los factores cualitativos y cuantitativos que las afectan. Estos son evaluados dependiendo de la importancia que tenga para la *empresa maquiladora*.

Los aspectos que se consideran son:

- 1.- Control operativo diario
- 2.- Desempeño antes los cambios en el futuro

A continuación se describe el desglose y porcentaje de prioridad para los dos aspectos:

Factor	Porcentaje
1.- Calidad de producción	30 %
2.- Balance de línea	30 %
3.- Tipo de personal	15 %
4.- Tiempo de entrega	<u>25 %</u>
	100 %

Los aspectos futuros son los siguientes:

Factor	Porcentaje
1.- Sensibilidad al precio	20 %
2.- Ingreso en VPN	50 %
3.- V. De salvamento	10 %
4.- Cambio de prenda	<u>20 %</u>
	100 %

El resultado de cada una de las alternativas de línea de producción evaluadas en los factores mencionados, mide de mejor manera el desempeño de la línea con los objetivos de la *empresa maquiladora*, a corto y a largo plazo. Las tablas de resultados se presentan a continuación:

RESULTADO OPERATIVO

	Línea Mecánica	Línea Automática	Línea S.automática
Calidad de producción	22	26	24
Balance de línea	21	15	25
Tipo de personal	10	14	12
Tiempo de entrega	20	22	24
	73	77	85

RESULTADO EN EL FUTURO

	Línea Mecánica	Línea Automática	Línea S.automática
Sens. Al precio	18	14	14
Ingreso vpn	40	32	44
V. Salvamento	8	8	8
Cambio de prenda	16	10	17
	82	64	83

RESULTADO COMBINADO

	Línea Mecánica	Línea Automática	Línea S.automática
Operativo (60%)	43	46	51
Futuro (40%)	32	25	33
	75	71	84

Los resultados indican que la alternativa que brinda el mejor desempeño, es la línea semiautomática. Debido a su alto puntaje en el aspecto más importante, el operacional, muestra mayor congruencia con las necesidades y mejoras que requiere la *empresa maquiladora* para ser más competitiva.

CUADRO DE RESULTADOS

Tabla 20
Ingreso Mensual

TABLA DE DATOS			
	MECÁNICA	AUTOMÁTICA	SEMIAUTOMÁTICA
COSTO INICIAL	Q653,693.40	Q1,216,295.14	Q805,231.20
VALOR SALVAMENTO	Q65,369.34	Q243,259.03	Q96,627.74
PRODUCCION DIARIA (PZA)	850	1000	950
INGRESO DIARIO	Q6,255.00	Q8,656.00	Q7,705.00
PTO EQUILIBRIO (PZA)	125	130	120
TIR (5 AÑOS)	276%	210%	273%
VALOR PRES NETO	Q5,211,100.00	Q7,633,870.00	Q6,520,800.00
No OPERARIOS	31	25	28

IX. CONCLUSIONES

A- La línea mecánica tiene ventajas sobre las otras alternativas, debido a su bajo capital para la adquisición de maquinaria y a su capacidad productiva de 850 piezas diarias. Sin embargo, su alta cantidad de personal provoca que la línea mecánica tenga un factor alto de desestabilización por ser la alternativa que presenta mayor probabilidad de ausencias y renunciadas del personal.

El éxito de su rentabilidad depende por completo del rendimiento alto y constante del personal, en las condiciones más duras de trabajo. La desmotivación y aburrimiento del mismo en sus tareas siempre esta latente dentro de la planta.

Además, operar con maquinaria mecánica provoca que la curva de aprendizaje para los nuevos operarios requiera de mayor tiempo para realizar operaciones y manipular la maquinaria.

Los aspectos económicos son positivos, aunque no los mejores. Su rendimiento sobre la inversión es el mejor, si se cumplen las condiciones de alto desempeño del personal. El valor presente neto de la inversión es alto y positivo. Solamente la ambición de la planta y los propósitos futuros pueden preferir otra alternativa.

B- La línea automática es la alternativa con mayor capacidad productiva, alrededor de 1,000 piezas diarias. El balance de línea muestra que es la alternativa que utiliza menor cantidad de personal, alrededor de 25 personas. Estas personas en su mayoría son de rango de operario "A" y "B", lo que hace que esta línea pueda conseguir fácilmente personal poco capacitado.

Su cantidad reducida de maquinaria se puede trasladar en menos espacio dentro de la línea de producción, además de minimizar el espacio de almacenamiento de la

misma. Su alto desbalance entre las partes delantera y el trasera del pantalón, indica que existe capacidad productiva subutilizada.

En cuanto a las evaluaciones económicas, su rendimiento en el retorno de la inversión es positivo, aunque es la menor de las alternativas. La evaluación de flujo de efectivo a valor presente durante cinco años es la más alta. Esto llevaría a concluir que es la mejor alternativa, pero hay que considerar que con su alto costo inicial se pueden adquirir dos líneas de producción mecánicas. Los resultados comparativos de la línea automática y las dos líneas mecánicas muestran que es más conveniente la adquisición de esta última.

C- La línea semiautomática rinde los valores intermedios entre las otras dos alternativas. Es decir sus resultados son menores que la línea automática y mayores que la línea mecánica. Su capacidad productiva es alrededor de 950 piezas diarias y el personal requerido es de 28 personas. El personal en su mayoría es de rango de operario "B", haciéndolo más difícil de conseguir mano de obra calificada.

La cantidad de maquinaria se mantiene también en valores intermedio entre las otras dos alternativas. Las maquinas ocupan menos espacio dentro de la línea de producción que la línea mecánica. El valor de la maquinaria es considerablemente mayor, alrededor de 23% más de inversión que la línea mecánica, ofreciendo un 12% de mayor capacidad productiva. Una de sus características más importantes es su buen balance, lo que representa un mayor control diario de producción y menor cantidad de material en proceso.

Sus resultados económicos son favorables. El retorno sobre la inversión es el segundo más alto. Su flujo de efectivo llevado a valor presente neto es mayor que el de la línea mecánica. El flujo de efectivo incremental indica que la inversión adicional requerida hace a la alternativa viable. Por lo que se puede concluir que esta alternativa de línea de producción es la que se debe de adquirir para la *empresa maquiladora*.

X. RECOMENDACIONES

A- La línea mecánica ofrece ser la mejor alternativa económicamente. Requiere una inversión inicial pequeña y su rendimiento operativo es alto. La desventaja es que depende de un rendimiento alto y constante por parte de los operarios en las condiciones más duras de trabajo. La tendencia al cansancio y aburrimiento a las tareas cotidianas es alta, lo que puede generar un alto índice de ausencia y renunciaciones por parte de los operarios. Sin embargo, en un país donde el alto índice de desempleo es una de sus principales matizaciones, esta alternativa brinda la seguridad de tener ofertas de trabajo permanentemente, por lo que se recomienda en estos casos.

B- La adquisición de una línea automática asegura una capacidad productiva alta. El flujo de efectivo en valor presente es el mayor de las alternativas y su tasa de retorno es positiva, convirtiéndola también en una alternativa viable. Sin embargo, su rendimiento comparado a la adquisición de dos líneas mecánicas, demuestra lo contrario. A ello se le suman cualidades que no ayudan al control y fácil manejo de la línea de producción, por ejemplo, el desequilibrio que existe entre el delantero y el trasero del pantalón, debido a la alta producción de piezas por la máquina *pocket setter*. Por ello es recomendable analizar esta máquina *pocket setter* dentro de un módulo de *partes pequeñas* dedicado al ensamble trasero del pantalón.

C- Por otra parte, la alternativa de línea semiautomática indica ser la más conveniente para la *empresa maquiladora*. Es una alternativa que al igual que las anteriores tiene resultados económicos positivos. El flujo de efectivo llevado a valor presente es mayor que en la línea mecánica en un 21%, y su inversión adicional en un 23%. El análisis incremental de flujo de las partes del delantero y trasero de la línea. Por ende, se tiene una cantidad de material en proceso mínimo, lo cual es económico desde el aspecto de inventario de material.

La cantidad de personal es menor que en la línea mecánica, además de tener menor cantidad de operarios que corresponden a la clasificación "C", lo que indica que los costos operativos son menores y la adquisición de personal es más fácil. Así también, en el caso de no tener operarios capacitados, el tiempo requerido para aprender una tarea es más rápido, ya que la maquinaria tiene cualidad que se ajustan a las capacidades del personal.

Un beneficio más que brinda la línea semiautomática es una mayor producción que la línea mecánica, alrededor de 22,000 piezas más mensualmente. Esto aumenta la productividad de la *empresa maquiladora* y asegura la entrega de mercadería en el tiempo estipulado por el contrato.

En los aspectos futuros, la línea semiautomática tiene un mayor porcentaje de sensibilidad ante los cambios de precios comparado con la línea mecánica. Sin embargo, aún con estas variaciones en el precio de la prenda, se demuestra que la línea semiautomática brinda mayores ingresos llevados a valor presente neto.

La cantidad de maquinaria que se obtiene con esta alternativa es menor que la línea mecánica. Sin embargo, la calificación de la línea semiautomática es mayor, debido a que ambas líneas brindan maquinaria con la misma capacidad para realizar operaciones en otros tipos de prendas, pero la maquinaria semiautomática tiene mejores propiedades que ayudan a los operarios a ser más productivos.

De acuerdo a los objetivos y estrategias de la *empresa maquiladora*, para ser la empresa líder con una línea de producción más, se cumple con la crecida demanda de pantalones. Mejorar los costos y el tiempo de entrega a los clientes extranjeros, es una prioridad. Estos factores tienen un excelente rendimiento con la alternativa de la línea semiautomática, aumentando la rentabilidad de la *empresa maquiladora* y mejorando la posición ante los competidores extranjeros. Por lo que se recomienda la adquisición de maquinaria de esta alternativa de línea de producción de pantalón de lona para niño.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Asies, Asociación de investigación de estudios sociales. 2003. *Análisis de la sociedad guatemalteca*. 50 págs

- Banguat, Banco de Guatemala. 2002. *Ingreso de divisas del 2002*.

- Banguat, Banco de Guatemala. 2003. *Historial del 2003*.

- Barrientos, Enrique. 1996. *Gerencia estratégica de costos*. 3ra Ed. Litografía e imprenta LIL, S.A.. San José, Costa Rica. 1500 págs

- Freeman-Bell, Gail. 1993. *Management in engineering*. Prentice Hall International. Great Britain, 400 págs

- Niebel, Benjamín. 1998. *Ingeniería industrial estudio de tiempos y movimientos*. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México, 940 págs.

- Samuelson, Nordhaus. 1999. *Economía*. 16va Ed. McGraw Hill Interamericana de España. Madrid, España. 400 págs.

- Stewart, Rodney. 1982. *Cost estimating*. Wiley Interscience Publication. Canada, 250 págs

- Tarquin, Anthony. 2000. *Ingeniería económica*. 4ta Ed. McGraw Hill Interamericana, S.A. Santa Fe de Bogotá. Colombia, 500 págs.

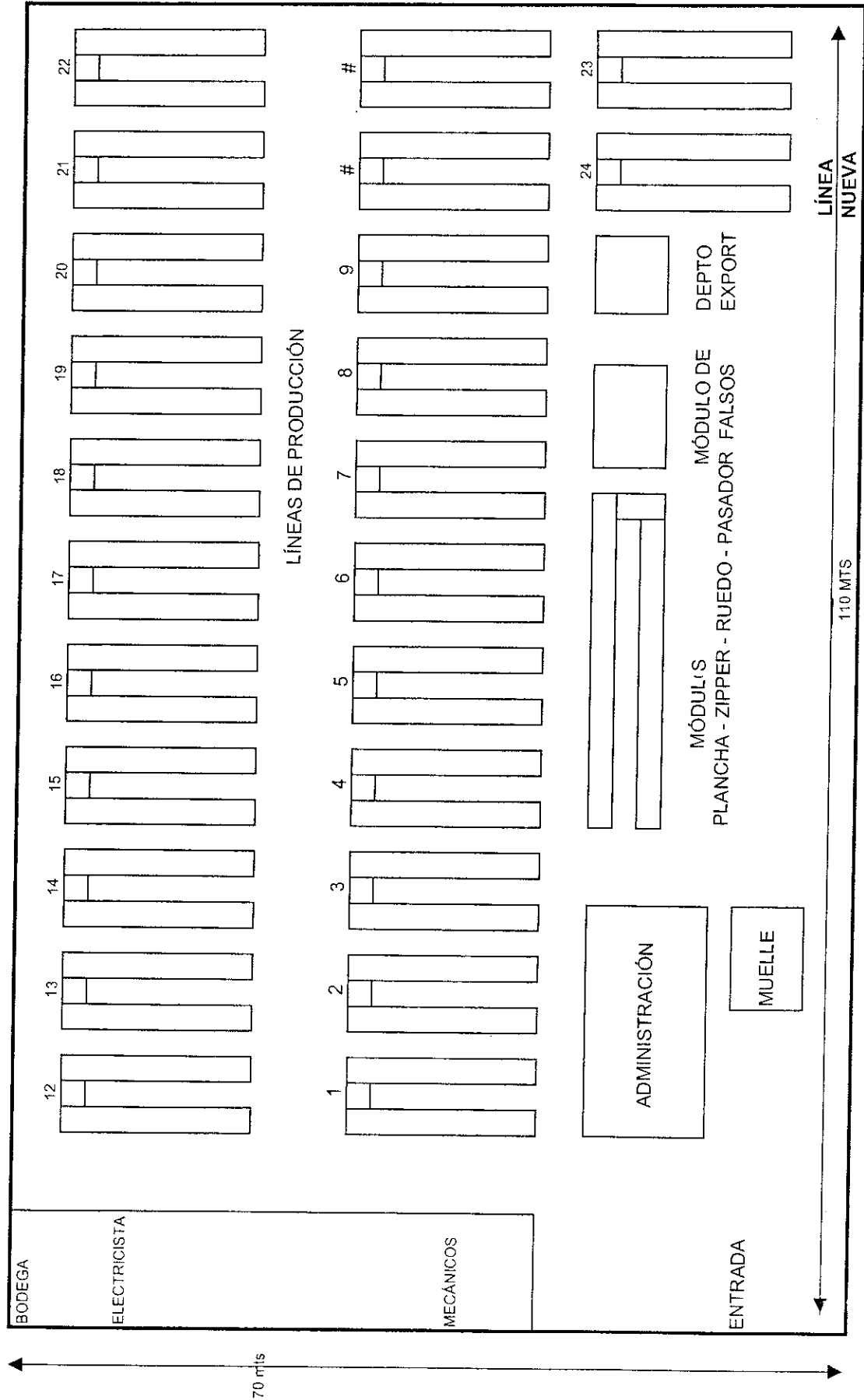
- Vestex, Comité de Vestuario y textiles. 2003. *Análisis de la maquila guatemalteco en el mercado latinoamericano*.

APÉNDICES

APÉNDICE I

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



APÉNDICE II

MANUALES DE MAQUINARIA

JUKI

1-needle, Unison-feed, Lockstitch Machine with a Vertical-axis Large Hook

(Gauge for standard)

LU-1508NS

LU-1508NH

(for extra heavy-weight materials)

LU-1510N

(with an automatic lubricating mechanism)

LU-1510N-7

(with an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)

(Gauge for LU-2200)

LU-1509NS

LU-1509NH

(for extra heavy-weight materials)

LU-1511N-7

(with an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)

2-needle, Unison-feed, Lockstitch Machine with a Vertical-axis Large Hooks

(Gauge for standard)

LU-1560N

(with an automatic lubricating mechanism)

LU-1560N-7

(with an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)

LU-1565N

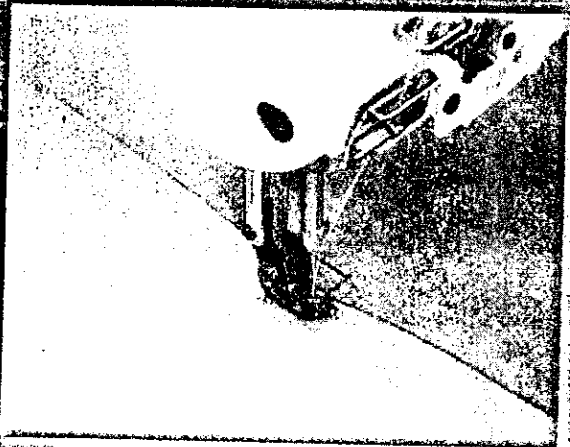
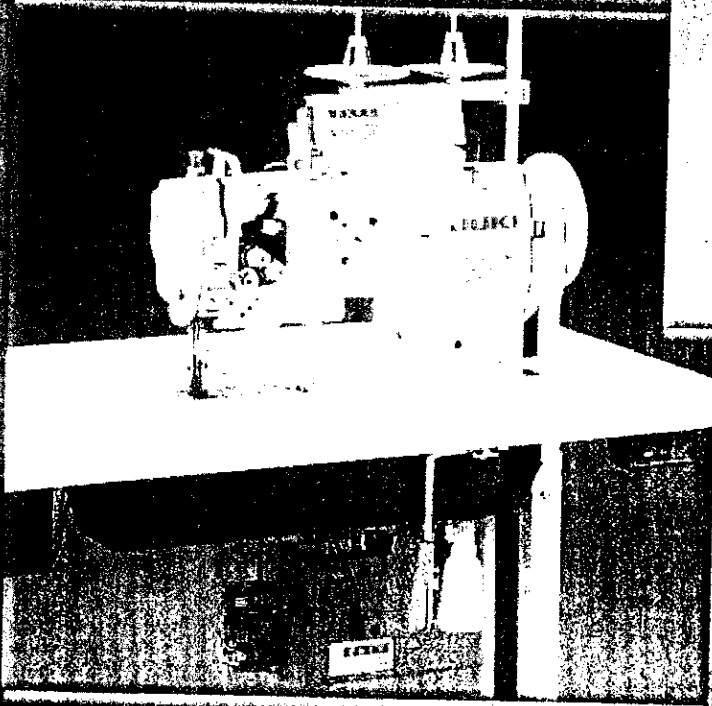
(with an organized split-needle bar)

(Gauge for LU-2200)

LU-1561N

LU-1561N-7

(with an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)



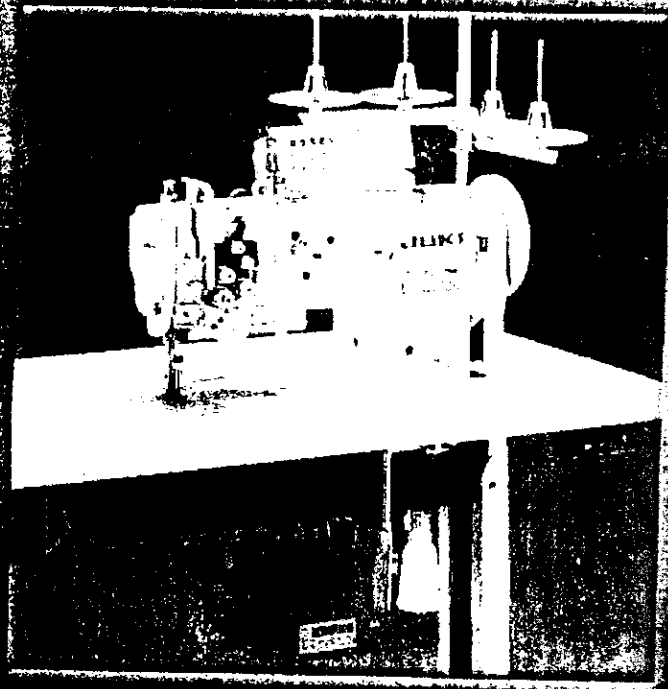
LU-1510N-7-0BBAA/XC-E500

Instantaneous change-over device for the alternate vertical movement amount: **DL device**
Bobbin thread remaining amount detecting device: **AE-10**
Control panel: **XC-E500**

Options

The basic machine and its outstanding response to the sewing of heavy-weight materials.

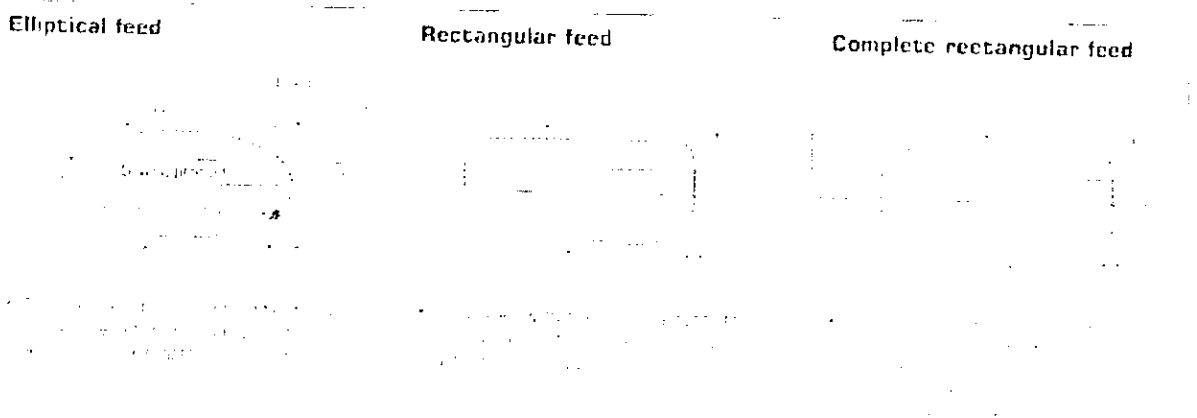
JUKI's unique feed mechanism promises excellent efficiency of feed. In addition to the standard models of 1-needle and 2-needle machines, other models (incidental for special purposes) are available, including models for extra heavy-weight materials and one having a thread trimmer. This machine is applicable to an extended range of heavy-weight materials for industrial use, such as cargo handling belts and containers, as well as those for general use, such as car seats, sofas and bags, thereby contributing to both improved quality and increased productivity.



LU-1560N-7-0BBAA/XC-E500

A new feed mechanism with a rectangular feeding motion prevents stitch gathering.

The new mechanism with a rectangular feeding motion prevents consistent feed of materials of all thickness with out stitch gathering. The absence of the feeding process with the mechanism of a JUKI machine and the operation of the feed and foot.

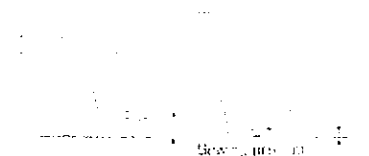


- | | |
|--|----------------------------|
| <p>Conventional machines.</p> <p>LU-1500NS LU-1510N LU-1510N-7
 LU-1560N LU-1560N-7 LU-1565N
 LU-1509NS, LU-1511N-7 LU-1561N
 LU-1561N-7</p> | <p>LU-1508NH LU-1509NH</p> |
|--|----------------------------|

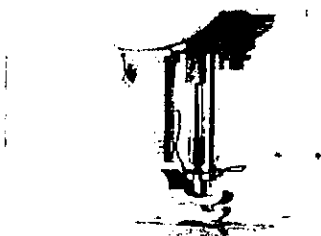
The alternating vertical movement mechanism prevents irregular stitches.

- The alternating vertical movement mechanism of the LU-1500N Series prevents the needle from being pulled up by the fabric when the needle is raised. This prevents the needle from being pulled up by the fabric when the needle is raised.
- The alternating vertical movement mechanism of the LU-1500N Series prevents the needle from being pulled up by the fabric when the needle is raised.

- The alternating vertical movement mechanism of the LU-1500N Series prevents the needle from being pulled up by the fabric when the needle is raised.



Conventional machines



LU-1500N Series

Consistent seam quality.

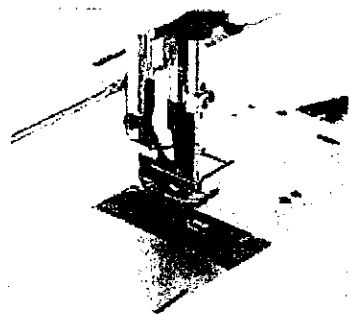
- With the adoption of the LU-1500N Series, the seam quality is consistently high and the stitching is uniform and consistent.
- With the adoption of the LU-1500N Series, the seam quality is consistently high and the stitching is uniform and consistent.



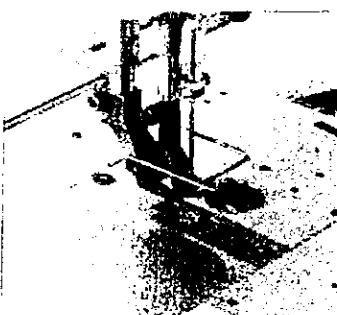
(Piping holder is optionally available.)

The LU-2200 gauge type is a newly developed design.

- Machines with standard gauges and shoes with the LU-2200 gauge are available. Select either type according to your needs. (For the LU-1500N and LU-1509N models, the LU-2200 gauge type is available.)



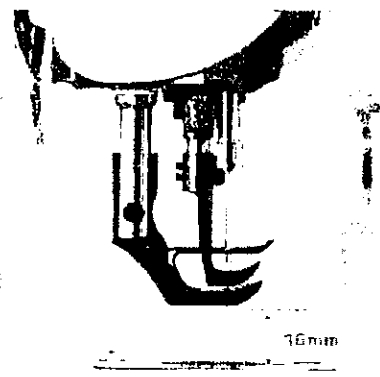
Gauge for standard



Gauge for LU-2200

Higher lift of the presser foot.

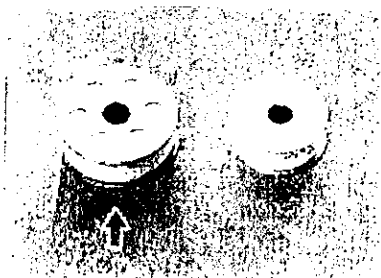
- The high lift of 13mm for the LU-1500N Series presser foot enables easy stitching of ruffles.



13mm

The highly efficient vertical-axis double-capacity hook is equipped as standard.

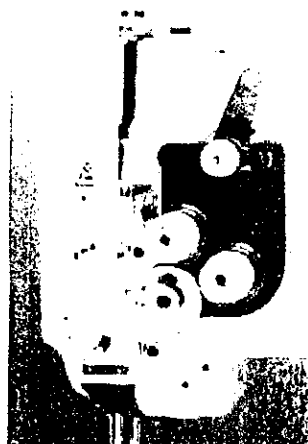
- The highly efficient vertical-axis double-capacity hook is equipped as standard. This hook is designed to hold two spools of thread at the same time.



The machine comes with a dual-tension mechanism.

LU-1508NS, LU-1508NH,
LU-1510N, LU-1510N-7
LU-1509NS, LU-1509NH, LU-1511N-7

- The machine comes with a dual-tension mechanism. This mechanism allows you to adjust the tension of the upper and lower threads independently. This is useful for stitching different types of fabric.



LU-1508NS

1-needle, Unison-feed, Lockstitch machine with a Vertical-axis Large Hook

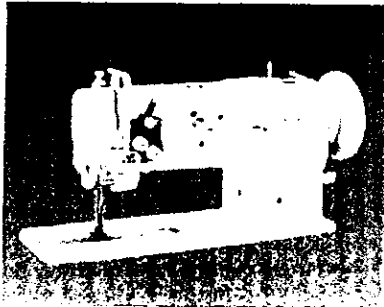
LU-1508NS, LU-1509NS

LU-1508NH, LU-1509NH

(with extra heavy weight casters)

LU-1518N

(with an automatic lubricating mechanism)

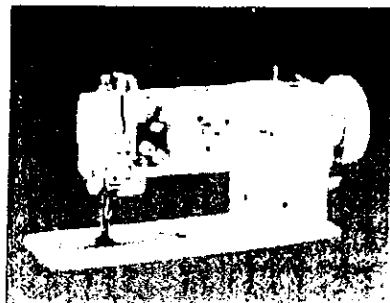


• The LU-1508NS/1509NS is a 1-needle, unison-feed, lockstitch machine with a vertical-axis large hook. It is designed for sewing a wide variety of fabrics.



1 (Suspended cover H152 is optionally available.)

- The LU-1508NH/1509NH is a 1-needle, unison-feed, lockstitch machine with a vertical-axis large hook. It is designed for sewing a wide variety of fabrics.
- With its sufficient ironing pressure, it is suitable for sewing heavy fabrics.
- The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15.



- The LU-1518N is a 1-needle, unison-feed, lockstitch machine with a vertical-axis large hook. It is designed for sewing a wide variety of fabrics.
- The machine is equipped with a feeding mechanism that automatically adjusts the pressure of the feed rollers, which makes it possible to sew a wide variety of fabrics.
- The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15.

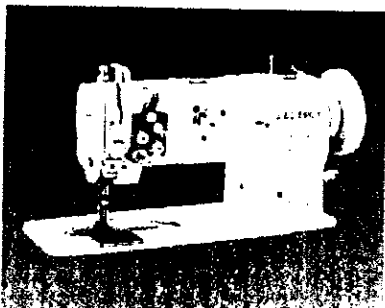
2-needle, Unison-feed, Lockstitch machine with Vertical-axis Large Hooks

LU-1560N, LU-1561N

(with an automatic lubricating mechanism)

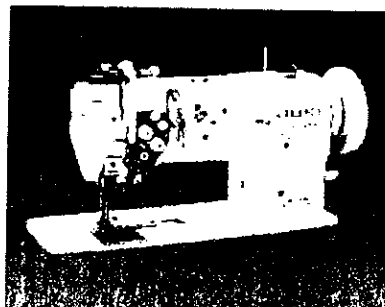
LU-1566N

(with an organized split needle bar)



• The standard 2-needle unison-feed machine allows you to sew a variety of fabrics and perform a large variety of sewing tasks.

• The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15.



• The improved split needle bar mechanism makes it possible to sew a variety of fabrics with a minimum of needle change.

• The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15.



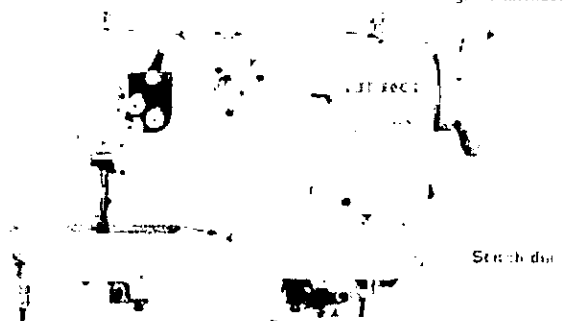
Improved operability.

• The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15. This allows you to sew a variety of fabrics and perform a large variety of sewing tasks.

• The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15. This allows you to sew a variety of fabrics and perform a large variety of sewing tasks.

• The machine is equipped with a large speed-reducer with a speed range of 0-15. This allows you to sew a variety of fabrics and perform a large variety of sewing tasks.

Top cover Bobbin thread winder Large handwheel

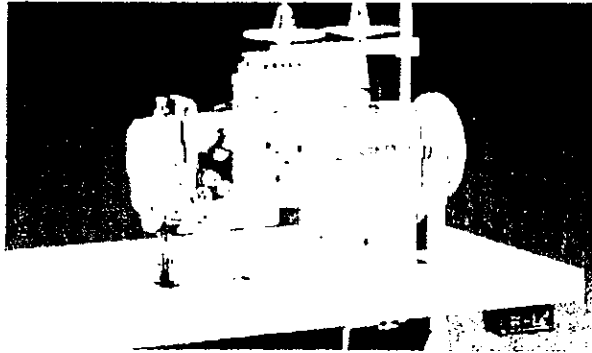


Safety clutch push button

Kneelifter mechanism
LU-1508NS

1-needle, Union-free, Lockstitch Machine with a Vertical-axis Large Hook (and an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)

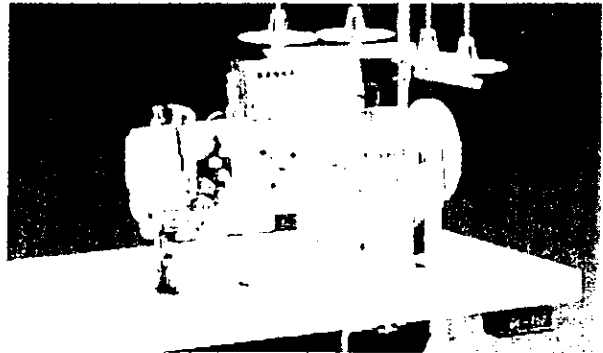
LU-1510N-7 LU-1511N-7



LU-1510N-7-0BBAA XC-E500

2-needle, Union-free, Lockstitch Machine with Vertical-axis Large Hooks (and an automatic lubricating mechanism and an automatic thread trimmer)

LU-1560N-7 LU-1561N-7



LU-1560N-7-0BBAA XC-E500

Both machines are fitted with a device for the detection of a sewing error (DL device).
 Both machines are fitted with a non-bearing product detecting device (AE-10).
 Both machines are fitted with a thread trimmer (XC-E500).

Options

The area around the needle entry is designed to be easily observed.

Thanks to the needle entry area, the needle and foot are clearly visible. In the area around the needle entry, the area around the needle and foot is clearly visible. This is achieved by a special design of the machine body.



The walking foot and presser foot's alternating vertical movement can be set and changed with ease.

The vertical movement of the presser foot and walking foot can be set and changed with ease. This is achieved by a special design of the machine body.

The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).

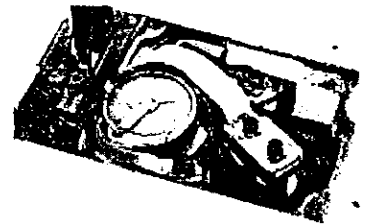
The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).

The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).



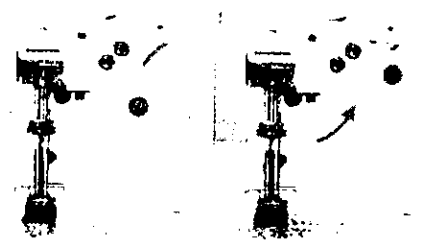
Thread trimming without fail.

The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).



A helpful automatic reverse feed function is provided as standard.

The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).

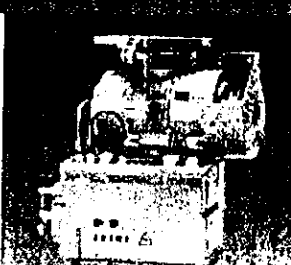


Reverse feed micro-adjustment mechanism is provided as standard. (LU-1510N-7, LU-1511N-7)

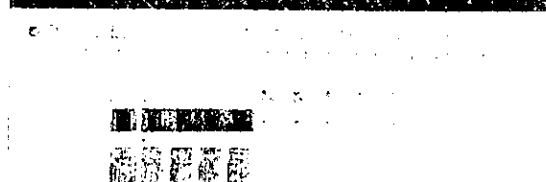
The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).

AC servomotor/controller SC-380

The machine is equipped with a special device for the detection of a sewing error (DL device).



Control panel that improves functions of the sewing machine (optional)



OPTIONS

For the machines without an automatic thread trimmer
LU-1508NS, LU-1508NH, LU-1510N, LU-1580N, LU-1580NS, LU-1508NS, LU-1508NH, LU-1581N

● **Pneumatic auto-lifter**

Type	Part No.	Switch type		Air regulator	
		Knee switch type	Pedal switch type	Not provided	Provided
W/ knee switch	42600000				
W/ pedal switch	42600000				
W/ knee switch & pedal switch	42600000				
W/ pedal switch & air regulator	42600000				

● **Automatic reverse feed function**

Part No.	Remarks
67500000	1. Provided with an air regulator. 2. The automatic reverse feed function is not available for the LU-1508NS, LU-1508NH, LU-1580NS, LU-1580NH, LU-1581N, LU-1581NS, LU-1581NH.

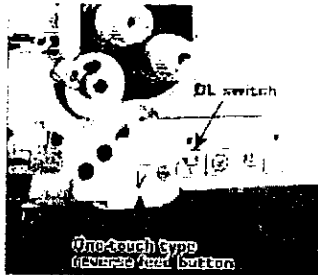
● **Combination of optional devices**

Combination	Pneumatic auto-lifter	Automatic reverse feed function
Automatic auto-lifter	426000	
Automatic auto-lifter & automatic reverse feed function	426000	675000

For the machines with an automatic thread trimmer
LU-1510N-7, LU-1580N-7, LU-1581N-7, LU-1581N-7

● **Instantaneous change-over device for the alternate vertical movement amount (DL device)**

Part No.	Remarks
42600000	1. 11.21 inch for installable after the purchase of the machine.

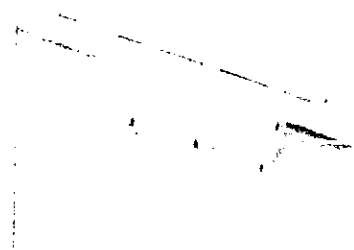


1. The sewing machine has two levels of vertical movement amount. The alternate vertical movements are in walking foot and in foot-down. They can be easily set to maximum by pressing the DL switch. The results of setting can be checked by inspection stitches.

2. The machine is provided with the DL button with the air release switch.

● **3-pedal unit PK75**
Part No.: GPK-750000A0

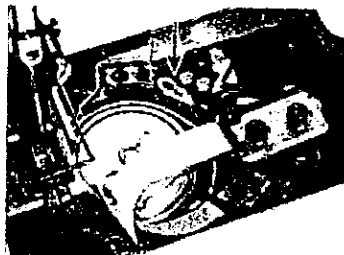
● The 3-pedal unit is optional for the LU-1508NS.



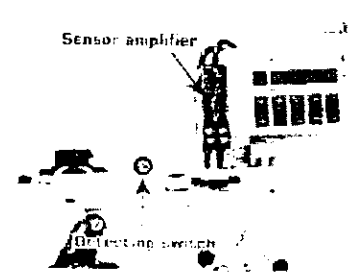
● **Bobbin thread remaining amount detecting device: AE-10**

Part No.	Part name	Applicable models	Remarks
646-100000A0	AE-10	LU-1510N-7, LU-1581N-7	Can be installed after the start-up of the machine.
646-100000B0	AE-10	LU-1580N-7, LU-1581N-7	

1. The bobbin thread remaining amount detecting device is a device that detects the remaining amount of the bobbin thread by sensing the change in the bobbin thread remaining amount. The device is installed in the bobbin case with a thread sensor for the remaining amount of bobbin thread. When the amount of the bobbin thread remaining amount is low, the sensor sends a signal to the microcomputer of the machine, and the machine stops sewing.



2. The device is not available for the LU-1508NS, LU-1508NH, LU-1580NS, LU-1580NH, LU-1581NS, LU-1581NH.

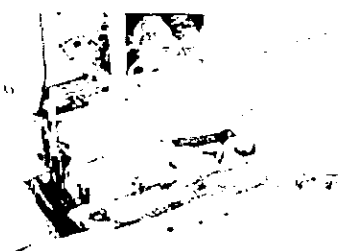


● **Suspended ruler H152**

Part No.	Parts names
646-100000A0	1. Suspended ruler
646-100000B0	2. Suspended ruler
646-100000C0	3. Suspended ruler
646-100000D0	4. Suspended ruler

● **Piping holder (for 1-needle machines)**

Part No.	Core dia. (mm)
646-100000A0	3.0
646-100000B0	2.5



WHEN YOU PLACE ORDERS

● 1-needle

(without an automatic thread trimmer)

(with an automatic thread trimmer)

LU1508N

LU1510N

LU1510N70BB

Application	Code
For needle gauge 13/10	S
For needle gauge 13/10	H

Pneumatic auto-lifter	Code
Not provided	B
Provided	B

DL device	Code
Not provided	Z
Provided	A

Option	Code
Not provided	Z
DL 100 (5mm thread trimmer amount) (noting that)	A

● 2-needle

(without an automatic thread trimmer)

(with an automatic thread trimmer)

Needle gauge	Code
3.0mm (11/8)	D
4.0mm (13/8)	F
5.0mm (15/8)	H
6.0mm (17/8)	K
7.0mm (19/8)	L

Needle gauge	Code
3.0mm (11/8)	D
4.0mm (13/8)	F
5.0mm (15/8)	H

Needle gauge	Code
3.0mm (11/8)	D
4.0mm (13/8)	F
5.0mm (15/8)	H
6.0mm (17/8)	K
7.0mm (19/8)	L

Pneumatic auto-lifter	Code
Not provided	B
Provided	B

LU1560N

LU1565N

LU1560N 70BB

Presser foot	Code
Standard	S
For needle gauge 13/10	A

DL device	Code
Not provided	Z
Provided	A

Option	Code
Not provided	Z
DL 100 (5mm thread trimmer amount) (noting that)	A

— Needle gauge correspondence table —

For the needle gauge correspondence table, please refer to the table below and please specify the needle gauge and the code of the needle gauge in the order when you place orders. For the needle gauge correspondence table, please refer to the table below and please specify the needle gauge and the code of the needle gauge in the order when you place orders.

● LU-1560N Series

Model name	Needle gauge	3.2mm (12/8)	4.0mm (13/8)	4.4mm (17/8)	4.9mm (19/8)	5.5mm (13/8)	6.7mm (11/8)	7.9mm (13/8)	8.9mm (5/8)	10.1mm (13/8)	12.2mm (7/8)	15.4mm (11/8)	18.6mm (11/8)	21.8mm (11/8)	25.0mm (11/8)	28.2mm (11/8)	31.4mm (11/8)
LU-1560N	Code	D	F	H	K	L											
LU-1560N-7	Code																
LU-1565N	Code																

● 1-needle

(without an automatic thread trimmer)

(with an automatic thread trimmer)

LU1509N

LU1511N70BB

Application	Code
For needle gauge 13/10	S
For needle gauge 13/10	H

Pneumatic auto-lifter	Code
Not provided	B
Provided	B

DL device	Code
Not provided	Z
Provided	A

Option	Code
Not provided	Z
DL 100 (5mm thread trimmer amount) (noting that)	A

● 2-needle

(without an automatic thread trimmer)

(with an automatic thread trimmer)

LU1561N

LU1561N 70BB

Needle gauge	Code
3.0mm	B
4.0mm	C
5.0mm	D
6.0mm	E

Pneumatic auto-lifter	Code
Not provided	B
Provided	B

DL device	Code
Not provided	Z
Provided	A

Needle gauge	Code
3.0mm	B
4.0mm	C
5.0mm	D
6.0mm	E

Option	Code
Not provided	Z
DL 100 (5mm thread trimmer amount) (noting that)	A

— Needle gauge correspondence table —

For the needle gauge correspondence table, please refer to the table below and please specify the needle gauge and the code of the needle gauge in the order when you place orders. For the needle gauge correspondence table, please refer to the table below and please specify the needle gauge and the code of the needle gauge in the order when you place orders.

● LU-1561N Series

Model name	Needle gauge	3.0mm	4.0mm	5.0mm	6.0mm	7.0mm	8.0mm	9.0mm	10.0mm	11.0mm	12.0mm	13.0mm	14.0mm	15.0mm	16.0mm	17.0mm	18.0mm	19.0mm
LU-1561N	Code	B	C	D	E													
LU-1561N-7	Code																	

● PSC box/control panel for SC

SC380-

● Motor for SC

M

PSC box	Code
Standard	07
For needle gauge 13/10	11
For needle gauge 13/10	37
For needle gauge 13/10	38
For needle gauge 13/10	34

Control panel	Code
Standard	00000
For needle gauge 13/10	E500B
For needle gauge 13/10	E500C

Motor	Code
Standard	60
For needle gauge 13/10	61
For needle gauge 13/10	62
For needle gauge 13/10	63

SPECIFICATIONS

(1-needle, Unison-feed, Lockstitch Machine with a Vertical-axis Large Hook)

Model name	LU-1508NS, LU-1509NS	LU-1508NH, LU-1509NH	LU-1510N	LU-1510N-7, LU-1511N-7
Application	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics
Max. sewing speed	4000	4000	4000	4000
Max. stitch length	4.0	4.0	4.0	4.0
Needle bar stroke	22.0	22.0	22.0	22.0
Lift of the presser foot	10.0	10.0	10.0	10.0
Auto-lifter	Optional	Optional	Optional	Optional
Alternating vertical movement	Optional	Optional	Optional	Optional
Dial for adjustment of alternating vertical movement	Optional	Optional	Optional	Optional
Thread take-up	Optional	Optional	Optional	Optional
Hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook
Needle (at the time of delivery)	LU-1508NS, LU-1509NS	LU-1508NH, LU-1509NH	LU-1510N	LU-1510N-7, LU-1511N-7
Thread	40/100	40/100	40/100	40/100
Locus of feed	Bottom feed	Bottom feed	Bottom feed	Bottom feed
Needle thread tension box	Optional	Optional	Optional	Optional
Bottom-feed micro-adjustment mechanism	Optional	Optional	Optional	Optional
Pitch changing method	Optional	Optional	Optional	Optional
Bobbin thread winder	Optional	Optional	Optional	Optional
Knee-lifter mechanism	Optional	Optional	Optional	Optional
Safety mechanism	Optional	Optional	Optional	Optional
Lubrication	Optional	Optional	Optional	Optional
Lubricating oil	Optional	Optional	Optional	Optional
Distance from needle to machine arm	Optional	Optional	Optional	Optional
Bed size	Optional	Optional	Optional	Optional
Weight of the machine head	Optional	Optional	Optional	Optional
Automatic reverse feed function	Optional	Optional	Optional	Optional
Compressed air and air consumption	Optional	Optional	Optional	Optional
Power requirement	Optional	Optional	Optional	Optional
Power consumption	Optional	Optional	Optional	Optional

(2-needle, Unison-feed, Lockstitch Machine with Vertical-axis Large Hooks)

Model name	LU-1560N	LU-1561N	LU-1560N-7	LU-1561N-7	LU-1565N
Application	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics	Light to medium weight fabrics
Max. sewing speed	4000	4000	4000	4000	4000
Max. stitch length	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Needle bar stroke	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Lift of the presser foot	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Auto-lifter	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Needle gauge	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Organized split needle bar	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Alternating vertical movement	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Dial for adjustment of alternating vertical movement	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Thread take-up	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook	Vertical-axis large hook
Needle (at the time of delivery)	LU-1560N	LU-1561N	LU-1560N-7	LU-1561N-7	LU-1565N
Thread	40/100	40/100	40/100	40/100	40/100
Locus of feed	Bottom feed	Bottom feed	Bottom feed	Bottom feed	Bottom feed
Needle thread tension box	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Pitch changing method	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Bobbin thread winder	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Knee-lifter mechanism	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Safety mechanism	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Lubrication	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Lubricating oil	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Distance from needle to machine arm	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Bed size	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Weight of the machine head	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Automatic reverse feed function	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Compressed air and air consumption	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Power requirement	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
Power consumption	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional



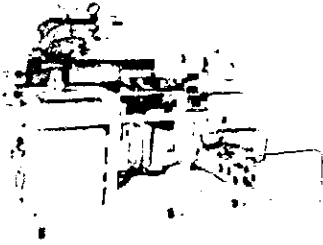
JUKI
 JUKI CORPORATION
 INTERNATIONAL SALES B.O.

APÉNDICE III

FOTOS DE MAQUINARIA

MAQUINA POCKET SETTER

AVP-875



AVP-875/AW-2

COLOCADORA DE BOLSILLOS PARA VAQUEROS CON DEVANADORA-CAMBIADORA DE BOBINA

Para lograr una colocación consistente de bolsillos traseros en vaqueros y pantalones informales. La unidad dobla, cose y apila la pieza de trabajo a velocidades de costura de hasta 4.000 ppm. La devanadora y cambiadora de bobina AW-2 supervisa el proceso de bobinado del hilo y permite que el operario cambie la bobina en menos de 3 segundos.

Velocidad de Cosido: Máx. 4,000 spm

Area de Costura: 240mm (l) x 250mm (w)

Largo de Puntada: Máx. 6mm

Número de Patrones: Máx. 691

Capacidad de Apilamiento: Máx. 64 Patrones

Opcional:

1) Aparato de programación que cabe en la PGM-6

mano

2) Aparato para insertar etiquetas.

MAQUINA PRETINADORA

MH-1410D



MH-1410D/SC380

MÁQUINA DE PUNTO DE CADENETA DOBLE DE GRAN VELOCIDAD, MESA DE FIJACIÓN DE CILINDRO Y ALIMENTACIÓN DE AGUJA PARA COLOCAR PRETINAS, EQUIPADA CON TRACCIÓN POR ARRASTRE Y ELEVACIÓN POR PEDAL

Esta unidad está equipada con el transportador de tela V072, que es arrastrado a su vez por un transportador superior, lo que asegura una excelente eficiencia en la alimentación y una inclinación consistente de las puntadas en la costura de secciones de diferentes capas en la pieza de trabajo. El transportador utiliza un sistema de alimentación intermitente que reduce la carga de la aguja. Esta unidad de cuatro agujas proporciona una excelente calidad en las costuras y en la alimentación a la hora de

colocar pretinas en vaqueros.

Velocidad de Cosido: Máx. 5,000 ppm

Largo de Puntada: 2.1mm 6.4mm

Calibre de la Aguja: 6.5mm + 25.4mm + 6.4mm (1/4" + 1" + 1/4")

Sistema de Alimentación: Alimentación de Aguja

Sistema de Puntada: Puntada de Cadeneta

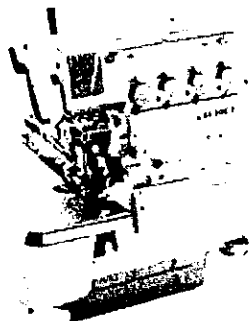
Elevación por pedal automática: Máx. 9mm

Ajuste de la Puntada: Mediante botón de presión (sincronizado con alimentación de aguja-del inferior)

Lubricación: Sistema de lubricación automático

MAQUINA OVERLOCK

MOG-3716



MOG-3716/T050A/JVILT/AK-49

MÁQUINA DE PUNTADA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DE 2 AGUJAS Y 5 HILOS CON ALIMENTACIÓN INFERIOR CON CORTACADENETA Y SERVOMOTOR

Gran rendimiento en costuras en mezclilla y otras telas pesadas, y en telas de varias capas. La unidad cuenta con una carrera del excéntrico extra alta, pedal por tracción y garras transportadoras exclusivas.

Velocidad de Cosido: Máx. 6,000 ppm

Largo de Puntada: Máx. 5mm

Calibre de la Aguja: 4.8mm

Anchura del Prensateles: 4.8, 6.4

Elevación Del Prensateles: Max. 8mm

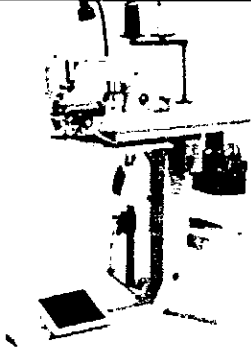
Relación de Alimentación Diferencial Inferior:

- Para fruncir: máx. 1:3.8

- Para estirar: máx. 1:0.6

MAQUINA CERRADORA

63900A



**63900AML1/2Z908M
WS639PES06M162**

MÁQUINA DE DOBLE PESPUNTE CON BOBINA DE DOBLE CAPACIDAD, ALIMENTACIÓN CONTINUA DE CILINDRO SUPERIOR E INFERIOR Y MESA DE FIJACIÓN DE CILINDRO PARA HACER LOS DOBLADILLOS DE LOS VAQUEROS.

Para hacer dobladillos vueltos de 1/2" en vaqueros, monos de trabajo, etc. con accesorio para dobladillos hendidos. Se proporciona enfriador de la aguja con el cabezal. La estación de trabajo cuenta con soporte ergonómico ajustable, motor DC compacto, sistema recortador de hilos Clinton, elevación neumática del prensatelas y abridor neumático de la plegadora. Disponible en otros voltajes.

Velocidad de Cosido: máx. 5,200 ppm

Largo de Puntadora: 2,1 - 4,2mm

Número de Puntadas: 6 - 12ppp

Tipo de Puntada/Costura: 301EFb-1 (inv.)

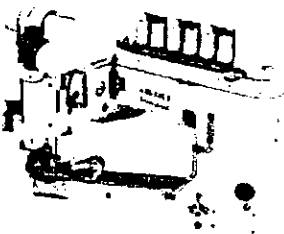
Anchura del Doblado: 1/2" (12,7mm) expuesto 3/8" (9,5mm) disponible

Circunferencia del Cilindro: approx. 12" (300mm) incluyendo el cilindro de alimentación y la dobladilladora

Aguja: 180GYS140/054

BRAZO DE CERRADORA

35800B



35800BWW9

MÁQUINA DE PUNTADA 401 DE 3 AGUJAS, CAPACIDAD EXTRA, COSTURA SOLAPADA DOBLE CON ALIMENTACIÓN POR BRAZO Y ARRASTRE DE RODILLO IMPULSADO POR CORREA ANCHA SUPERIOR, ALIMENTACIÓN DIFERENCIAL, ELEVACIÓN AUMENTADA DE LA ALIMENTACIÓN, PIEZAS DE COSER ESCALADAS 0.094" (2,4mm) Y PLEGADORA DE COSTURAS SOLAPADAS DE DOBLE CAPACIDAD

Para costuras solapadas dobles en las costuras interiores y exteriores de vaqueros, monos de trabajo, chaquetas y

prendas similares de telas con peso de mediano a pesado.
Expuesta en un pedestal 1400CA con kit de elevación del
prensatelas 2899G6 y cortacadeneta Clinton.

Velocidad de Cosico: máx. 4,500 ppm
Largo de Puntada: 2,1 - 3,6mm
Número de Puntadas: 7 - 12 ppp
Tipo de Puntada/Costura: 401LSc-3
Calibre de la Aguja: Calibre 9 (3,6mm) Expuesto
Calibre 8 (3.2mm) Disponible
Anchura del Cilindro: 0.588 (14,9mm)
Agujas: 130GS140/054

APÉNDICE IV

COTIZACIONES

LAMA, S.A.

COTIZACION

154023

FECHA: GUATEMALA 20 DE JULIO DEL 2003

EMPRESA	Guillermo Mendoza
DIRECCION:	Guatemala
TELEFONO	716-3774
VENDEDOR	Mario Cesar Guzman

MAQUINARIA INDUSTRIAL TEXTIL MECANICA

CANTIDAD	DESCRIPCION DE MAQUINARIA	MARCA	PRECIO US\$	PRECIO Q.
1	Plana 1 aguja	JUKI	\$1,300.00	Q10,270.00
1	Plana 2 agujas	JUKI	\$3,800.00	Q30,020.00
1	Cuchillera	JUKI	\$4,500.00	Q35,550.00
1	Cerradora	JUKI	\$9,000.00	Q71,100.00
1	Atracadora-28	JUKI	\$3,200.00	Q25,280.00
1	Atracadora-42	JUKI	\$3,200.00	Q25,280.00
1	Overlock 3H	JUKI	\$1,200.00	Q9,480.00
1	Overlock 5H	JUKI	\$1,300.00	Q10,270.00
1	Pretinadora	JUKI	\$5,723.00	Q45,211.70

KIT ADITAMIENTO

1	Sistema Templex		2493.12	Q19,695.65
1	Sistema Kinton		1560	Q12,324.00

Tiempo de entrega: 2 meses a partir de confirmación
Forma de pago: Al contado
Garantía: 6 Meses

TOTAL Q294,481.35

Nombre: _____ Firma y sello: _____

NOTA EN EL MOMENTO QUE EL CLIENTE FIRME ESTA ORDEN DE COMPRA ESTA COMPROMETIENDOSE A PAGARLA CONFORME A LOS CONVENIOS DE PAGOS. DE LO CONTRARIO QUEDA ENTENDIDO QUE SE LE ESTA COBRANDO UN 5% DE INTERES MENSUAL POR CONCEPTO DE MORA. CUALQUIER CHEQUE VENCIDO Y \$50.00 CORRESPONDIENTES AL RECHAZO DEL MISMO. SE ESTARA TRABAJANDO CON EL TIPO DE CAMBIO DEL DIA

LAMA, S.A.

COTIZACION

154022

FECHA: GUATEMALA 20 DE JULIO DEL 2003

EMPRESA	Guillermo Mendoza
DIRECCION:	Guatemala
TELEFONO	716-3774
VENDEDOR	Mario Cesar Guzman

MAQUINARIA INDUSTRIAL TEXTIL AUTDMATICA

CANTIDAD	DESCRIPCION DE MAQUINARIA	MARCA	PRECIO US\$	PRECIO Q
1	Plana 1 aguja	JUKI	\$1,767.00	Q13,959.30
1	Plana 2 agujas	JUKI	\$4,679.35	Q36,966.87
1	Cuchillera	JUKI	\$4,500.00	Q35,550.00
1	Ruedo especial	JUKI	\$9,142.00	Q72,221.80
1	Cerradora	JUKI	\$9,000.00	Q71,100.00
1	Atracadora28	JUKI	\$3,200.00	Q25,280.00
1	Atracadora42	JUKI	\$3,200.00	Q25,280.00
1	Robot pasadores	JUKI	\$12,000.00	Q94,800.00
1	Overlock 3H	JUKI	\$1,200.00	Q9,480.00
1	Overlock 5H	JUKI	\$1,300.00	Q10,270.00
1	Pretinadora	JUKI	\$5,723.00	Q45,211.70
1	pocket setter	JUKI	\$94,000.00	Q742,600.00

Tiempo de entrega: 2 meses a partir de confirmación

Forma de pago: Al contado

Garantía: 6 Meses

TOTAL Q1,182,719.67

Nombre: _____

Firma y sello _____

NOTA EN EL MOMENTO QUE EL CLIENTE FIRME ESTA ORDEN DE COMPRA ESTA COMPROMETIENDOSE A PAGARLA CONFORME A LOS CONVENIOS DE PAGOS, DE LO CONTRARIO QUEDA ENTENDIDO QUE SE LE ESTA COBRANDO UN 5% DE INTERES MENSUAL POR CONCEPTO DE MORA, CUALQUIER CHEQUE VENCIDO Y \$50.00 CORRESPONDIENTES AL RECHAZO DEL MISMO. SE ESTARA TRABAJANDO CON EL TIPO DE CAMBIO DEL DIA

APÉNDICE VI

INFLACIÓN NACIONAL ANUAL

Cuadro 11

Tabla del Ritmo Inflacionario por Año

INFLACION TOTAL RITMO INFLACIONARIO AÑOS 1996 - 2003 PORCENTAJES								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Enero	9.76	10.80	7.29	6.29	5.27	6.05	8.85	6.20
Febrero	10.83	12.66	5.45	5.17	6.62	5.99	9.01	6.00
Marzo	11.48	11.51	6.11	3.99	8.28	5.42	9.13	5.78
Abril	11.95	10.13	6.94	3.47	9.07	4.87	9.25	5.67
Mayo	11.02	9.61	7.32	3.73	7.36	6.05	9.31	5.56
Junio	10.34	8.97	7.43	4.22	7.23	6.30	9.14	5.24
Julio	11.60	7.98	7.27	5.22	6.14	6.97	9.10	4.65
Agosto	12.03	8.05	6.31	6.03	4.71	8.79	7.73	
Septiembre	11.77	8.33	5.49	6.79	4.29	8.99	7.10	
Octubre	10.64	8.48	4.97	7.57	3.84	9.47	6.60	
Noviembre	10.44	7.66	7.35	5.15	4.17	9.51	6.34	
Diciembre	10.85	7.13	7.48	4.92	5.08	8.91	6.33	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

