

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACION
Y CONTROL DE LA PRODUCCION
BASADO EN UN ANALISIS DE COSTOS**

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

HOLGER EDGAR OVIEDO CAHUATA

LIMA - PERU

2004

INDICE

DESCRIPTORES TEMATICOS

RESUMEN

INTRODUCCION 1

CAPITULO I: GENERALIDADES 3

1.1 Definición y planteamiento del problema 3

1.2 Importancia del tema 4

1.3 Objetivos de la tesis 5

1.3.1 Objetivo principal 5

1.3.2 Objetivos secundarios 5

1.4 Metodología 5

CAPITULO II: DIAGNOSTICO DEL SECTOR TEXTIL Y LAS PYMES 7

2.1 Tejido de artículos de punto 7

2.2 Articulación con otras actividades económicas 8

2.3 Principales líneas de producción y productos 9

2.4 Mercado y principales empresas 9

2.5 Desempeño del sector de tejidos de punto 11

2.5.1 Evolución de la producción 11

2.5.2 Principales productos del sector 12

2.5.3 Utilización de la capacidad instalada 12

2.5.4 Comercio exterior 13

2.6 Las PYMEs en América Latina y el Caribe 18

2.7 El sector PYME en el Perú 23

2.8 Importancia de las PYMEs 24

2.9 Efectos de la globalización sobre el sector PYME	29
2.10 Limitaciones al desarrollo de las PYMEs	32
2.10.1 Limitaciones con respecto a los insumos	32
2.10.2 Limitaciones con respecto a la producción	34
2.10.3 Limitaciones reglamentarias	35
2.10.4 Limitaciones gerenciales	36
2.10.5 Limitaciones institucionales	37
CAPITULO III: LA EMPRESA	39
3.1 Descripción de la empresa	39
3.2 Organigrama de la empresa	40
3.2.1 Descripción de funciones	41
3.3 Productos de la empresa	42
3.3.1 Codificación de productos terminados	42
3.4 Descripción del sistema de producción	45
3.4.1 Materia prima e insumos	45
3.4.2 Maquinaria y equipos	49
3.4.3 Descripción de las operaciones	54
3.5 Areas de la empresa	62
3.6 Almacenamiento de los productos	63
3.7 Productos defectuosos	63
3.8 Gestión del mantenimiento en la empresa	64
3.9 Diagramas de operaciones	65
3.10 Diagramas de flujo	71
3.11 Distribución de planta	77
CAPITULO IV: SISTEMA PROPUESTO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	79
4.1 Cálculo del pronóstico de la demanda	79
4.2 Cálculo de tiempos estándar de producción	85
4.3 Programación mensual de producción	89
4.4 Balance de balances simple	127
4.5 Control de la producción	137

CAPITULO V: EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA	142
5.1 Evaluación económica	142
5.1.1 Ahorros	142
5.1.2 Inversión	144
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
6.1 Conclusiones	146
6.2 Recomendaciones	148
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

DESCRIPTORES TEMATICOS

TEJIDO DE ARTICULOS DE PUNTO

PYMES

PRONOSTICO DE DEMANDA

TABLA DE MUNDEL

CAPACIDAD VS REQUERIMIENTOS

BALANCE DE BALANCES SIMPLE

CONTROL DE LA PRODUCCION

RESUMEN

Esta tesis trata sobre el diseño de un sistema de planeamiento y control de la producción en una empresa de confección de medias y calcetines, basándose en un análisis de costos. Esta tarea implicó la revisión de la organización actual de la empresa, así como la aplicación de conocimientos de administración y gestión de la producción. La tesis está dividida en 6 capítulos, cuyo contenido se detalla a continuación.

En el Capítulo I se exponen los lineamientos generales de la tesis como son la definición del problema, los objetivos del trabajo, la importancia del tema, así como la metodología empleada.

En el Capítulo II se muestra información general sobre el sector textil de tejidos de punto, al cual pertenece la empresa, tal como la utilización de la capacidad instalada, exportaciones e importaciones, entre otros. Después, se analizan aspectos generales sobre la gestión y situación de las micro, pequeñas y medianas empresas, tanto en América Latina como en el Perú.

En el Capítulo III se realiza un diagnóstico de la empresa, mostrando información general de ella, tal como el organigrama, los productos que se fabrican, la materia prima e insumos empleados, las máquinas usadas en el proceso de producción, y los diagramas de flujo y de operaciones de los productos más representativos.

El Capítulo IV trata sobre el planteamiento de la solución, esto es el sistema propuesto de planificación y control de la producción, se muestra el cálculo del pronóstico de la demanda y los tiempos estándar de producción, para luego formular una programación mensual de la producción en base a un análisis de costos. A continuación, se usa el balance de balance simple para calcular el número de operarios que serán necesarios para cumplir con el plan de producción. Finalmente, se muestra el tipo de control de la producción que se aplicará en el proceso.

En el Capítulo V se realiza la evaluación económica del sistema propuesto, calculando la inversión y los beneficios que se obtienen por su aplicación.

Finalmente, en el Capítulo VI se enuncian las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

INTRODUCCION

Actualmente el sector de confecciones en el Perú atraviesa una delicada situación, producto del cambio a una economía de libre mercado, y el atravesar un periodo de recesión económica a fines de la década de los noventa. Ahora la economía muestra signos de reactivación, pero existe una fuerte competencia en el mercado interno no solo entre los productos locales, sino principalmente con productos importados de países asiáticos tales como China y Taiwán. Este panorama afecta especialmente a las micro y pequeñas empresas, las cuales en un gran porcentaje están manejadas por personas con una gran experiencia en su trabajo, pero sin ningún conocimiento técnico que permita una gestión administrativa eficiente de sus negocios.

Planteado este escenario es necesario identificar factores de competitividad tales como la calidad y precio de los productos, para alcanzar metas que conlleven a un crecimiento de estas empresas y en general de la industria nacional. Así pues, el escenario actual empuja a las empresas del sector a buscar soluciones y manejar no solo eficientemente sus recursos,

sino que también establecer un control sobre estos, de forma que se traduzcan en una rentabilidad para la empresa a través de la reducción de costos.

En el marco de este escenario, el presente trabajo de tesis plantea el diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en un análisis de costos, como un primer paso para lograr estos objetivos optimizando la gestión productiva en la empresa y superando las deficiencias que se tiene actualmente en ella.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DEFINICIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa donde se realizó este trabajo es una micro empresa, en la cual se aplican conocimientos empíricos como ocurre en la mayoría de empresas de su tipo en la gestión administrativa y productiva. En el caso de la programación de la producción tenemos que esta se realiza de una forma arbitraria y superficial, lo cual genera sobrestocks de algunos artículos y la escasez de otros. Se tiene problemas para cumplir con los pedidos debido a que no se conoce el tiempo que se demorará en procesarlos, por lo que frecuentemente se recurre a sobre tiempos y retrasos, generando esto un descontento en los clientes. Para solucionar estos problemas se ha visto por conveniente la implementación de un sistema de planificación y control de la producción en la empresa.

1.2 IMPORTANCIA DEL TEMA

La importancia de las micro y pequeñas empresas para la estabilidad a más largo plazo deriva de su dimensión y estructura, las cuales, en condiciones adecuadas, como el desarrollo del mercado de factores de producción, les otorgan la flexibilidad y la capacidad para hacer frente a condiciones económicas adversas. Estas empresas hacen un uso más intensivo de mano de obra que las empresas de mayor tamaño y, por lo tanto, suponen un costo de capital más bajo en la creación de empleos. Por consiguiente, las micro y pequeñas empresas desempeñan una función importante en el fomento de la estabilidad de ingresos, el crecimiento económico y el empleo. Las economías modernas funcionan como complejas redes de empresas en las cuales la posición competitiva de una empresa depende, en parte, de la eficiencia de sus proveedores. Por lo tanto, la competitividad de la PYME afecta a la posición competitiva de la economía en su conjunto. Además, las PYMEs acrecientan la eficiencia de los mercados internos y utilizan productivamente los escasos recursos con los que trabajan como el capital, facilitando así el crecimiento económico a largo plazo.

1.3 OBJETIVOS DE LA TESIS

1.3.1 Objetivo Principal

Implantar un Sistema de Planeamiento y Control de la Producción en una micro empresa del sector de gamarra dedicada a la confección de calcetines y medias, con el fin de mejorar la posición de esta empresa en el mercado, a través del uso eficiente de los recursos que posee reduciendo costos, y buscando una optimización de la gestión de la producción en la empresa.

1.3.2 Objetivos Secundarios

- Reducción del nivel de inventarios de productos en proceso y terminados.
- Mejorar el servicio a los clientes, a través de la reducción del tiempo de entrega de los pedidos.
- Tener un sistema de información que permita evaluar la gestión de la producción en la empresa.

1.4 METODOLOGIA

Para la realización de esta tesis se siguieron los pasos que se detallan a continuación.

- Estudio preliminar: Obtención de información general, que permita identificar los problemas existentes y definir los objetivos del estudio.

- **Recolección de información:** Recolección de datos tales como estadísticas de ventas, consumo de materiales, tiempos de producción, además de información general del sector fabril al que pertenece la empresa.
- **Organización de la información:** Clasificación de la información obtenida por medio de tablas, gráficos y diagramas tales como de flujo y operaciones.
- **Análisis de la información:** Comprende el análisis de los datos recolectados para su procesamiento y así obtener datos concretos que ayuden al planteamiento de la solución.
- **Planteamiento de la solución:** Consiste en la formulación de la solución, haciendo uso de herramientas y técnicas de ingeniería industrial, para después evaluar la factibilidad económica de su ejecución.
- **Informe final:** Comprende la exposición de las conclusiones y recomendaciones obtenidas al final del estudio.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DEL SECTOR TEXTIL Y LAS PYMES

2.1 TEJIDO DE ARTICULOS DE PUNTO

El seguimiento y análisis de sectores industriales se realiza a través de encuestas mensuales y anuales en base a una muestra representativa de empresas, cubriendo una amplia variedad de actividades industriales. El producto básico de esta función es el índice de volumen físico de sectores industriales bajo la codificación CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) a 4 dígitos. La confección de los artículos de punto está considerada dentro de la codificación CIIU como la clase 1730. Esta clase abarca las actividades de elaboración a mano, o mediante máquinas de distinta complejidad, de artículos de punto y ganchillo. Por consiguiente, incluye la fabricación de tejidos de punto y ganchillo y la de la ropa de confección de punto y ganchillo. Se incluye la producción de tejidos de punto –de urdimbre y de trama– planos o circulares, con o sin hilados elastoméricos o hilos de caucho, así como la de los tejidos aterciopelados y de rizo.

En esta clase se incluye la ropa de confección fabricada con tejidos de punto y ganchillo. Se incluyen artículos tales como jerseys, suéteres, chalecos, camisetas de todo tipo, pantimedias, leotardos, medias y artículos similares. También se incluye la fabricación de prendas de vestir utilizando tejidos producidos en la misma unidad.

Exclusiones: La fabricación de artículos de tejidos de punto con tejidos no producidos en la misma unidad se incluye en la clase 1810 (Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel). La fabricación de aparatos ortopédicos se incluye en la clase 3311 (Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortopédicos).

2.2 ARTICULACIÓN CON OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

En el ámbito nacional este subsector está estrechamente vinculado con el sector agropecuario, que proporciona las materias primas principales: algodón y lanas. Hacia delante está vinculado al sector comercio, al tratarse de la fabricación de bienes de consumo final. Esta rama de la manufactura se abastece principalmente de la industria textil, CIIU 1711, que le provee de hilados.

Asimismo, la industria de envases de papel y cartón, CIIU 2102, y la industria de productos plásticos, CIIU 2520, le provee de los envases y embalajes para su comercialización.

Los insumos que mayormente importa este subsector son tintes y colorantes; pero existen empresas nacionales que también las proveen.

2.3 PRINCIPALES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS

En la tabla 2.1 se aprecian las principales líneas de producción de tejidos de punto en el país

Prendas de vestir	<ul style="list-style-type: none">• “T-shirt” de algodón• camisas de punto de algodón• suéteres (jerseys) de algodón
Ropa interior	<ul style="list-style-type: none">• Camisetas interiores• Medias y calcetines• Trusas

Tabla 2.1 Principales líneas y productos

2.4 MERCADO Y PRINCIPALES EMPRESAS

De acuerdo con la estructura industrial de 1996, del total de ventas de la empresa, un 28,9% se dirigían hacia el exterior, mientras que el 71,1% se dirigía al mercado nacional.

De acuerdo con la información proporcionada por la SUNAT al INFOSIEM, en el año 1994 del total de ventas, la microempresa participaba

con el 2,31%, la pequeña empresa con el 15,66%, la mediana con el 19,26% y la gran empresa con el 62,77%.

Como información adicional, en el año 1994 a nivel nacional, el subsector estuvo conformado en un 92,62% por microempresas, 4,81% de pequeñas empresas, 1,64% de medianas empresas y 0,94% de grandes empresas.

De acuerdo con la información proporcionada por el Ministerio de la Producción, las principales empresas de este subsector se especifican en la tabla 2.2, así como el la valor FOB de sus exportaciones en el año 2002 en miles de dólares.

EMPRESAS	Valor FOB (miles de US\$)
Confecciones Textimax S A	48 686,19
Textil San Cristóbal S.A.	38 896,09
Topy Top S A	36 702,67
Industrias Nettelco S.A.	34 355,00
Textil Del Valle S.A.	26 997,97
CIA. Ind. Textil Credisa-Trutex S.A.A.	21 361,93
Cotton Knit S.A.C.	19 544,73

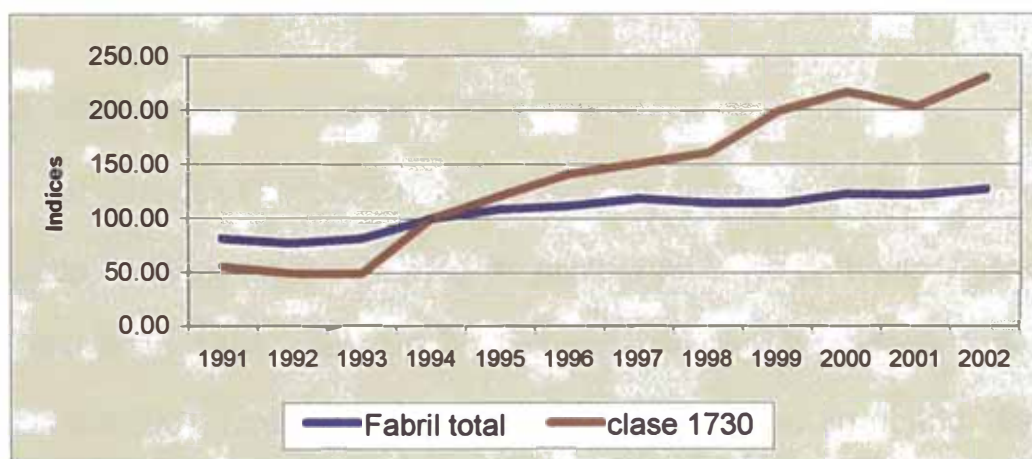
Fuente: Ministerio de la Producción
Elaboración: Propia

Tabla 2.2 Principales Empresas del sector

2.5 DESEMPEÑO DEL SECTOR DE TEJIDOS DE PUNTO

2.5.1 Evolución de la Producción

La evolución de la producción de la industria de tejidos de punto y artículos de punto y ganchillo, en la década 1991-2000, presenta un comportamiento ascendente del Índice de Volumen Físico (IVF) con año base 1994. Salvo los años 1991, 1992 y 1993 en que las variaciones anuales fueron negativas en 10,4%; 11,3% y 0,6%, respectivamente, este subsector tuvo un crecimiento neto de 245,0% en el 2000 con respecto al año 1990; que se puede traducir en una tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) de 13,2% para la década.



Fuente: Ministerio de la Producción
Elaboración: Propia

Gráfico 2.1 Evolución del Índice de Volumen Físico

2.5.2 Principales Productos del Sector

El Ministerio de la Producción solo procesa la producción de tejidos de punto para la confección de prendas de vestir, en la forma que se detalla en la tabla 2.3. El producto que marca la tendencia del crecimiento del subsector lo constituye los tejidos de punto medidos en Kilogramos (Kg.), los cuales disminuyeron su producción en el 2001 en 0,7%.

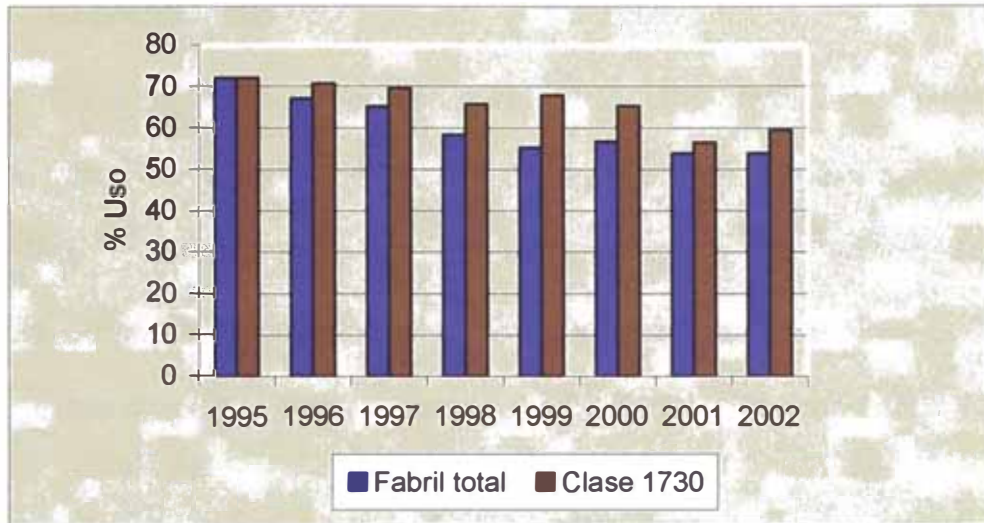
Unidades	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Metros	1,148,999	1,031,330	967,247	831,100	933,774	970,215
Kg	3,354,328	3,958,665	3,420,310	3,572,324	3,911,372	3,618,815

Fuente: Ministerio de la Producción
Elaboración: Propia

Tabla 2.3 Producción de Tejidos de punto para confección

2.5.3 Utilización de la Capacidad Instalada

Al igual que la evolución del IVF, el nivel de utilización de la capacidad instalada de la industria de tejidos de punto y artículos de punto y ganchillo con año base 1994, presentó un comportamiento descendente entre los años 1995-2001, registrando el máximo promedio anual en el año 1995 en que alcanzó el 72,01%, situándose el promedio mínimo en 56,46% registrado en 2001. En general se observa en el grafico 2.2 que el porcentaje de utilización de la capacidad en el sector se ha mantenido por encima del sector fabril en general que en promedio se ha mantenido en un 60%. El promedio del sector de tejidos de punto entre los años de 1995 a 2002 fue de 65,88%.



Fuente: Ministerio de la Producción
Elaboración: Propia

Grafico 2.2 Porcentaje de Utilización de la Capacidad Instalada
(Año Base 1994)

2.5.4 Comercio Exterior

2.5.4.1 Balanza Comercial

La Balanza Comercial del subsector presenta un superávit de 440,0 millones de US\$ en el año 2002, mientras que las exportaciones crecieron en un 7.7 % con relación al año 2001, las importaciones crecieron en un 28.8%.

RUBROS	2000	2001	2002
EXPORTACIONES FOB	461 798.05	458 248.18	493 604.53
IMPORTACIONES CIF	32 101.14	41 233.62	53 119.39
SALDO COMERCIAL	429 696.90	417 014.56	440 485.15

Fuente: Aduanas
Elaboración: Propia

Tabla 2.4 Balanza Comercial (miles de US\$)

2.5.4.2 Exportaciones

En la tabla 2.5 se muestran los principales productos exportados en el año 2002, destacando los "T-shirt" de algodón para hombre o mujer, de tejido teñido de un solo color uniforme, incluso blanqueados (20.60%), las camisetas de punto de algodón (8,24%) y los demás "T-shirt" de algodón (7,35%), estos productos representan un 56.26 % del total exportado.

Partida	Descripción	2002	%
6109100031	"T-Shirt" de algodón para hombres o Mujeres de tejido teñido de un solo color uniforme incluido blanqueados	101 689.31	20.601%
6105100041	Camisas de punto algodón C/Abert. del.Parc. ,C. y punto de tejido acanalado. para hombre teñido de un solo color	40 716.14	8.249%
6109100039	Los demás "T-Shirts" de algodón, para hombres o mujeres	36 296.36	7.353%
6110200030	Suéteres (Jerseys) de algodón	24 269.46	4.917%
6106100090	Las demás camisas, blusas de punto de algodón, para mujeres o niñas	22 975.32	4.655%
6109100041	"T-Shirt" de algodón para niños o niñas de tejido teñido de un solo color uniforme incluido blanqueados	19 672.19	3.985%
6109100049	Los demás "T-Shirts" de algodón, para niños o niñas	16 007.75	3.243%
6105100042	Camisas de Punto algodón. C/Abert. del Parc. ,C. y punto de Tejido acanalado para Hombre C/Hilad. dist. Color rayas	15 821.46	3.205%
6115910000	Calcetines y demás artículos de calcetería, de lana o pelo fino	188.66	0.038%
6115920000	Calcetines y demás artículos de calcetería, de algodón	82.62	0.017%
6115939000	Demás, calcetines y demás artículos de calcetería de fibras sintéticas	15.62	0.003%
Otras		215 869.64	43.733%
TOTAL		493 604.53	100.000%

Fuente: Aduanas
Elaboración: Propia

Tabla 2.5 Principales Productos Exportados – 2002
(Valor FOB, miles de US\$)

Considerando las partidas de los principales productos se observa que el principal mercado de las exportaciones de tejidos de punto y ganchillo es Estados Unidos de América, país hacia el cual se dirigen casi el 81% de las exportaciones de estos productos seguido por Venezuela con un 4.6 %, tal como se muestra en la tabla 2.6.

PAIS	2001	%	2002	%
Estados Unidos	163 536.52	78.1%	224 959.08	81.0%
Venezuela	8 638.10	4.1%	12 762.11	4.6%
España	10 026.55	4.8%	7 952.39	2.9%
Francia	1 850.06	0.9%	5 111.27	1.8%
Holanda	4 387.82	2.1%	4 549.41	1.6%
Chile	5 611.92	2.7%	4 450.10	1.6%
Alemania	2 916.15	1.4%	3 708.67	1.3%
Reino Unido	2 612.74	1.2%	3 373.58	1.2%
Otros	9 832.69	4.7%	10 868.29	3.9%
TOTAL	209 412.55	100.0%	277 734.89	100.0%

Fuente: Aduanas
Elaboración: Propia

Tabla 2.6 Principales Países de Destino de las Exportaciones
(Valor FOB, miles de US\$)

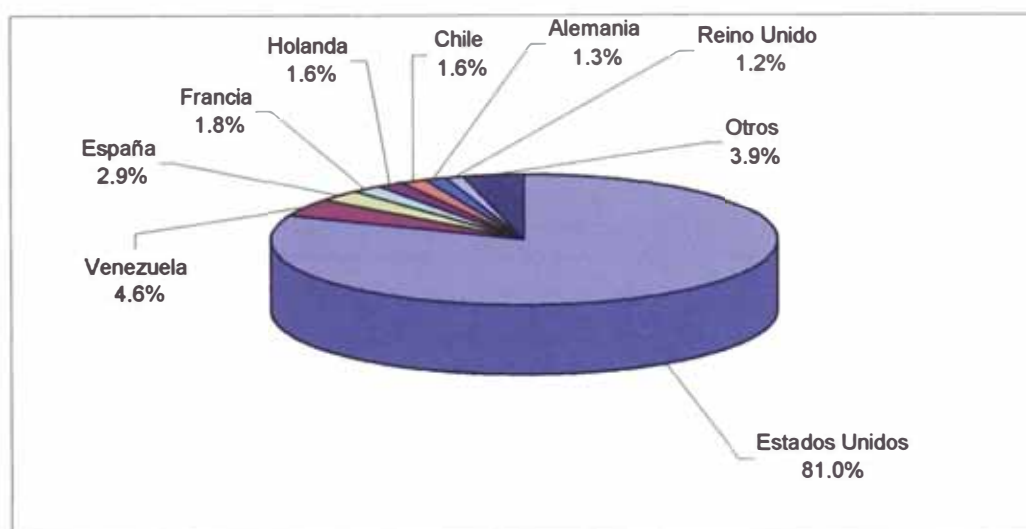


Gráfico 2.3 Principales Mercados de Exportación 2002

2.5.4.3 Importaciones

Los demás tejidos de punto, de fibras sintéticas, teñidos (11,47%) Suéteres, pullovers, cardigans, chalecos y artículos similares de fibras artificiales (9,53%), Tejidos de punto de anchura superior a 30 cm., con un contenido de hilados de elastómeros mayor o igual a 5% en peso (9,40%) y los Suéteres, pullovers, cardigans, chalecos y artículos similares de fibras acrílicas o modacrílicas (7,78%), constituyen los principales productos importados en el año 2002, que eventualmente compiten con los productos nacionales.

Partida	Descripción	2002	%
6006320000	Los demás tejidos de punto, de fibras sintéticas, teñidos	6 092.70	11.470%
6110309000	Suéteres, pullovers, cardigans, chalecos y art. similares de fibras artificiales	5 059.36	9.525%
6004100000	Tejidos de punto de anchura >30 cm, con un contenido de hilados de elastómeros >=5% en peso	4 993.09	9.400%
6110301000	Suéteres, pullovers, cardigans, chalecos y artículos similares de fibras acrílicas o modacrílicas	4 130.62	7.776%
6109100039	Los demás "T-Shirts" de algodón, para hombres o mujeres	2 478.83	4.667%
6115939000	demás, calcetines y demás artículos de calcetería de fibras sintéticas	2 277.13	4.287%
6109909000	T-Shirts y camisetas interiores de punto de las demás materias textiles	1 822.11	3.430%
6006340000	Los demás tejidos de punto, de fibras sintéticas, estampados	1 542.12	2.903%
6110200090	Los demás suéteres, pullovers, cardigans, y artículos similares de punto de algodón	1 194.55	2.249%
6115920000	Calcetines y demás artículos de calcetería, de algodón	884.20	1.665%
6115910000	Calcetines y demás artículos de calcetería, de lana o pelo fino	2.40	0.005%
Otras		22 642.26	42.625%
TOTAL		53 119.39	100.000%

Fuente: Aduanas
Elaboración: Propia

Tabla 2.7 Principales Productos Importados – 2002
(Valor CIF, miles de US\$)

Considerando las partidas de los principales productos importados vemos que estas importaciones provienen mayormente de China (47,9%), Corea del Sur (17.8%), Taiwán (15,7%) y Colombia (3.8%), que en conjunto representan el 85,1% del total de las importaciones, además estos países del sudeste asiático han tenido una tendencia creciente en el monto de sus importaciones, de la misma manera que algunos países de Sudamérica como Colombia y Brasil tal como se muestra en la tabla 2.8.

PAIS	2001	%	2002	%
China	8 643.19	74.8%	14 590.84	47.9%
Corea del Sur	169.14	1.5%	5 434.21	17.8%
Taiwán	377.79	3.3%	4 778.20	15.7%
Colombia	110.41	1.0%	1 147.49	3.8%
Italia	466.48	4.0%	516.70	1.7%
Estados Unidos	330.81	2.9%	429.31	1.4%
Brasil	81.52	0.7%	404.40	1.3%
España	320.71	2.8%	348.67	1.1%
Otros	1 050.67	9.1%	2 827.30	9.3%
TOTAL	11 550.73	100.0%	30 477.12	100.0%

Fuente: Aduanas
Elaboración: Propia

Tabla 2.8 Principales Países de Origen de las Importaciones
(Valor CIF, miles de US\$)

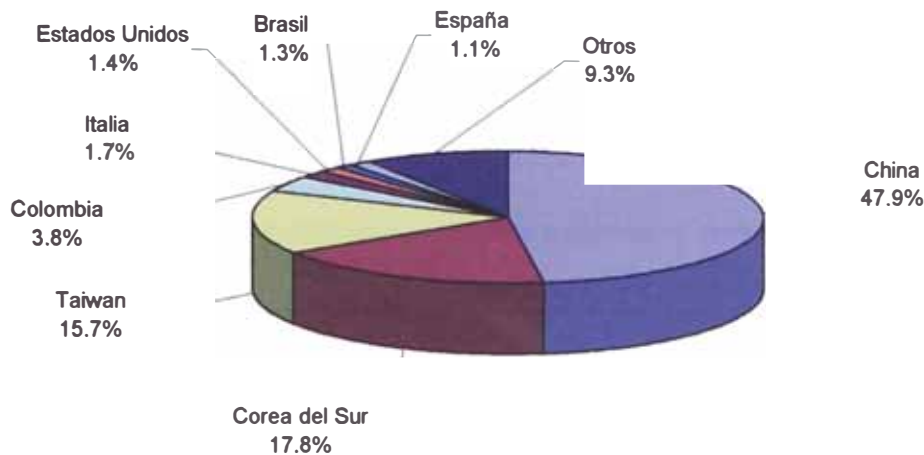


Gráfico 2.4 Principales Mercados de Importación 2002

2.6 LAS PYMES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

No es fácil definir el concepto de Pequeña y Mediana Empresa (PYME). No existe una definición aceptada universalmente; por el contrario, varía constantemente en función de las regiones del mundo. En general, el número de empleados y el volumen de negocio ayudan a identificar a la PYME, pero ni siquiera existe un acuerdo sobre el valor de estos criterios. Por ejemplo, en Bolivia las PYMEs tienen menos de 50 empleados, a diferencia de la México con 250 y Brasil con 500. Dada la heterogeneidad existente en América Latina y el Caribe, es difícil definir estrictamente el concepto de PYME.

A pesar de no existir un criterio uniforme, es posible señalar que las micro, pequeñas y medianas empresas constituyen más del 95% del total de negocios establecidos y absorben más del 85% del empleo total en el sector

privado en la mayoría de los países de la región. Además de su importante participación en las estructuras económicas, las PYMEs también poseen ciertas ventajas para operar en el actual contexto de negocios, debido principalmente a la flexibilidad para reaccionar y adaptarse a los cambios que les proporciona su escala productiva.

A pesar de la importancia económica y las ventajas de flexibilidad asociadas a la PYME, estas empresas afrontan dificultades que limitan sus posibilidades de competir y crecer en el mercado. Estos obstáculos pueden agruparse en tres categorías:

- 1) Entorno empresarial por debajo del nivel óptimo;
- 2) Acceso limitado a la financiación;
- 3) Mercado de servicios de desarrollo empresarial infradesarrollado.

Los programas de reforma implementados durante los últimos diez años han mejorado considerablemente el entorno empresarial para las PYMEs. Sin embargo, el costo de cumplimiento de los requisitos legales y normativos sigue siendo alto, especialmente si lo comparamos con el costo para las grandes empresas. Existe una creciente necesidad de mejora de los engorrosos procedimientos para el establecimiento y el funcionamiento de los negocios, así como para el aumento de la eficiencia de los sistemas judiciales y fiscales y la modernización de las leyes que regulan los mercados laborales.

Las PYMEs tienen un acceso muy limitado al crédito a largo plazo y a la financiación de capital de riesgo, necesarios para la puesta en marcha, la expansión y la actualización de un negocio. Aunque se han producido mejoras, los bancos comerciales no están aún totalmente dispuestos a trabajar con empresas más pequeñas debido a los altos costos relativos para procesar las operaciones y evaluar los proyectos y las empresas. Gran cantidad de pequeñas empresas carece de una relación de trabajo con el sistema bancario formal. La falta de mercados de capitales bien desarrollados y de un sistema regulador adecuado limitan el acceso al mercado e impiden el desarrollo de capital de riesgo, una fuente cada vez más importante de financiación para las PYMEs con vocación de crecimiento.

Las PYMEs de la región operan en una economía de libre mercado con presiones competitivas cada vez más fuertes. Este escenario exige a las empresas un continuo desarrollo de competencias productivas y comerciales. En ese sentido, un aspecto fundamental del sector de la PYME es el acceso a servicios de desarrollo empresarial (SDE) adecuados, que abarcan áreas tales como la gestión de la calidad, la formación y la capacitación gerencial, la actualización tecnológica y la información. A pesar de sus enormes posibilidades, el mercado para SDE calificados no está aún suficientemente desarrollado en América Latina y el Caribe.

El advenimiento de las nuevas tecnologías de la información ofrece a las empresas, y particularmente a las PYMEs, considerables oportunidades para expandir y mejorar el funcionamiento de sus negocios. Sin embargo, la tasa de adopción de dichas tecnologías es más baja para las PYMEs, con respecto a las empresas de mayor tamaño. A su vez, las pequeñas empresas no pueden capturar las ventajas dinámicas de los nuevos avances tecnológicos por sus dificultades para integrar las aplicaciones de Internet y comercio electrónico dentro de sus funciones de negocios.

Las dificultades que afrontan las PYMEs de la región pueden observarse también en otras partes del mundo. Sin embargo, el sector de la PYME de América Latina y el Caribe cuenta con características adicionales que requieren especial atención. Durante muchos años, los países de la región aplicaron políticas económicas e industriales para proteger a sus industrias incipientes dentro de un sistema comercial cerrado. Las reformas de libre mercado que se iniciaron a principios de los noventa han aportado mejoras significativas; no obstante, el sector de la PYME continua soportando las consecuencias de décadas de políticas proteccionistas.

La estructura industrial de los países de América Latina y el Caribe está relativamente polarizada. Es decir que un gran número de microempresas informales coexiste con unas cuantas empresas grandes que acaparan una parte importante del producto interno bruto. Como resultado de esto, la participación del sector formal de las PYMEs en la estructura productiva es

relativamente pequeña. La reducida tasa de creación de nuevas empresas innovadoras y con vocación de crecimiento que se registra en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe es uno de los factores que contribuyen a explicar la bipolaridad de las estructuras empresariales.

La diferencia entre la productividad de las grandes empresas y las pequeñas y medianas de la región es mucho mayor que en las economías industrializadas. Algunos estudios demuestran que las PYMEs no superan el 50% de la productividad de las grandes empresas de América Latina y el Caribe. Sin embargo, en las economías industrializadas, la productividad de las PYMEs sólo está un 20% por debajo de la de las grandes empresas. Esta diferencia de productividad supone un obstáculo para la competitividad de las PYMEs.

El sector de la PYME de la región carece de un marco institucional coordinado. Las asociaciones que representan los intereses de las PYMEs en la toma de decisiones políticas tienen un papel limitado, en comparación con las grandes empresas. Muchas asociaciones empresariales aún no han evolucionado de la defensa del proteccionismo a la estimulación de la competencia en la región.

2.7 EL SECTOR PYME EN EL PERU

El término PYMEs se usa internacionalmente para definir a las pequeñas y medianas empresas como uno de los pilares económico y sociales de la vida de cualquier país. No existe una definición usada en forma uniforme en todos los países. En el Perú cuando se usa el término PYMEs se refiere a pequeñas y medianas empresas. El término MYPEs alude a la micro y pequeña empresa.

De acuerdo a la nueva ley de promoción y formalización de la micro y pequeña empresa, promulgada el 3 de julio del 2003, para que una empresa sea considerada como MYPE debe reunir las siguientes características concurrentes:

A) El número total de trabajadores:

- La microempresa abarca de uno (1) hasta 10 trabajadores inclusive
- La pequeña empresa abarca de uno(1) hasta 50 trabajadores inclusive

B) Niveles de ventas anuales :

- La microempresa hasta el monto máximo de 150 Unidades Impositivas Tributarias - UIT
- La pequeña empresas partir de monto máximo señalado para las microempresas y hasta 850 Unidades Impositivas Tributarias – UIT

2.8 IMPORTANCIA DE LAS PYMES

Después de muchos años de considerar a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) como algo marginal, obsoleto o ilegal, tanto a nivel mundial como en el Perú, se está empezando a reconocer la verdadera importancia del sector y su rol vital en el desarrollo económico y social. Desde los políticos hasta las amas de casa, pasando por todos los sectores sociales así como las instituciones representativas, aceptan hoy día que la suerte del país y el bienestar de millones de personas requieren de un sector de pequeña y mediana empresa sano y dinámico. Muchas son las razones que explican este cambio de opinión y de perspectiva.

En primer lugar están los cambios estructurales que se producen a partir de la década del 70: el crecimiento explosivo de los servicios que desplazan a las actividades manufactureras y primarias (reino de las economías de escala y las grandes empresas) como creadores de valor agregado y fuentes de empleo; así como la revolución de la microelectrónica, de la información y las comunicaciones, que incluye por supuesto a la Internet (las empresas más exitosas como yahoo, amazon, ebay o aol, comenzaron muy pequeñas) que abren un amplio abanico de posibilidades para lo pequeño y lo diverso. Una prueba de ello es que en Estados Unidos, la contribución en la producción y el empleo nacional de las 500 empresas más importantes (The Fortune 500) viene declinando sostenidamente en los últimos 20 años.

En segundo lugar tenemos el agotamiento del modelo de organización empresarial de tipo Fordista-Taylorista de gran escala, administración vertical y producción en masa, que nace con la revolución industrial inglesa del siglo 18 y que dura hasta la década de los 50. Esta forma de producción tradicional es reemplazada, con mayor o menor velocidad (según el país o región), por el modelo de “especialización flexible” basado en empresas de menor tamaño y densas redes empresariales. Una explicación del derrumbe del sistema socialista, caracterizado por unas cuantas mega empresas estatales ineficientes (que terminaron por asfixiar a la población y matar la creatividad de los países donde se implantó), es su simbiosis con el modelo antiguo y su incapacidad para adoptar este nuevo modelo de organización empresarial.

En tercer lugar, y quizás como la razón más poderosa para explicar esta revalorización de la pequeña y mediana empresa sean las crecientes dificultades de las economías desarrolladas y subdesarrolladas por brindar empleo adecuado a su población. Siendo la pequeña empresa el principal generador de empleo (las publicitadas fusiones, reingeniería y el “downsizing” de las empresas más grandes limitó seriamente su capacidad de creación de nuevo empleo), resulta evidente que todos los ojos se concentren en ella. La falta de empleo viene ocupando el primer lugar en la preocupación de los ciudadanos y gobiernos de todo el mundo, dando pie al surgimiento de posiciones que incluso hablan del fin del empleo tal como lo conocemos.

En cuarto lugar, y a nivel de los países en desarrollo, se hacen cada vez más evidentes las limitaciones de los programas tradicionales de alivio a la pobreza, con claro corte asistencialista y basados en obras de infraestructura económica y social que crean sólo empleo temporal. A pesar de las grandes cantidades de dinero que invierten los gobiernos y organismos multilaterales en tales programas los efectos son pasajeros, regresando la pobreza cuando se terminan los recursos. La propia población en condiciones de pobreza es consciente que la solución de fondo a sus problemas está en la generación de ingresos estables y crecientes que sólo da el empleo productivo permanente. Es así que gobiernos y organismos internacionales están buscando activamente alternativas que superen este asistencialismo paralizante, y que permitan generar empleo y riqueza, al mismo tiempo que eliminan la pobreza con dignidad.

En quinto lugar, no se puede dejar de mencionar que también ha jugado un papel en este proceso lo que se podría llamar la desideologización de la visión empresarial. Hasta hace muy poco se aceptaba como paradigma de la empresa moderna a la gran corporación con decenas de miles de obreros, miles de empleados, cientos de profesionales y decenas de gerentes bajo el mando del gerente general y el directorio, formando una verdadera pirámide de poder. Esta visión de la empresa grande, vertical y rígida como representante de todas las empresas se basaba en el dogmatismo de la economía clásica y neoclásica que se congelaron en la realidad del siglo pasado.

Si vemos con frialdad las cifras de los países más desarrollados nos daremos cuenta que la realidad es distinta a la ideología. En la primera potencia económica del mundo, Estados Unidos, existen 22.1 millones de negocios que dan empleo a 129 millones de personas. Si dividimos la segunda cifra entre la primera obtenemos un tamaño promedio de 5.8 personas por empresa. Por su parte en el Japón existen 9.1 millones de empresas (2.5 agrícolas y 6.6 urbanas) que dan empleo a 67.2 millones. En este país el tamaño promedio de sus empresas es de 7.4 personas. La Región de Emilia Romagna, la de mayor crecimiento y exportaciones per capita de Italia, tiene en su sector industrial un tamaño promedio de 5.2 personas por empresa. En contraposición, la ex Unión Soviética tenía un tamaño promedio para sus empresas industriales de 813 personas por empresa; literalmente no existían pequeñas empresas; y hoy día, vemos como la falta de energía empresarial es una de las trabas fundamentales para su desarrollo.

En realidad, cuando aludimos a los países más grandes y poderosos de la tierra, estamos hablando de economías en donde predominan las pequeñas empresas, y representan su rasgo más común. Ciertamente que las grandes empresas son indispensables; ellas lideran toda la estructura productiva, literalmente jalan al conjunto de las empresas y a la economía por su capacidad de desarrollo tecnológico, niveles de productividad y capacidad de articulación; por ello su importancia y papel no puede ser escatimado. Tanto la pequeña empresa como la gran empresa son parte de

un mismo sector privado, y el éxito de la economía depende de las relaciones virtuosas entre ambos.

En sexto lugar, observamos la expansión y consolidación de opciones ideológico-políticas que enfatizan la igualdad de oportunidades como uno de los principios rectores de la economía de mercado. Es uno de los argumentos más sólidos a favor de la pequeña empresa, y ha persistido a lo largo de los años. Este sector permite a cualquiera, sin distinciones de raza, religión, nivel económico o clase social, incursionar en la actividad empresarial y proveerse de un ingreso adecuado o convertirse en millonario, según sus opciones y capacidades. Muchos consideran que un sólido sector de pequeña empresa es la base económica de la democracia política. Los países donde se promueven activamente las oportunidades para todos, complementan el apoyo a la pequeña empresa con severas legislaciones antimonopólicas, para asegurar la libre e irrestricta entrada y actuación en el mercado.

Finalmente, y como séptimo argumento, muchos gobiernos y políticos, cuando deciden promover el desarrollo de la pequeña empresa, guardan en su más profundo inconsciente el deseo de repetir en su país o región la revolución microelectrónica de Silicon Valley (California) en 1975; responsabilidad exclusiva de pequeñas empresas innovadoras y visionarias. Ellos sueñan secretamente con inducir o promover (de alguna manera misteriosa) una explosión de creatividad similar, que abra nuevas ramas de

producción, nuevas actividades, y nuevas oportunidades para sus ciudadanos.

2.9 EFECTOS DE LA GLOBALIZACIÓN SOBRE EL SECTOR PYME

A partir del año 1990, el Perú ha entrado en una nueva estrategia de desarrollo basada en la apertura de la economía y el impulso al libre mercado. Las medidas de estabilización (corrección de precios relativos, saneamiento presupuestal, política monetaria y fiscal austera, reinserción en el sistema financiero internacional), y de ajuste estructural (reducción arancelaria, reforma comercial y financiera, privatizaciones y reestructuración del Estado) han dado lugar a un nuevo entorno macroeconómico. Este ha tenido los siguientes efectos sobre las pequeñas empresas:

- (i) Si bien el pleno funcionamiento del libre mercado, ha acercado a la economía en su conjunto con el ambiente competitivo en el que tradicionalmente se han movido las empresas del sector, el paso abrupto de enfrentar competidores locales a competidores internacionales (con mayores escalas, mejores tecnologías, servicios básicos baratos o subsidiados, canales de comercialización modernos) ha sido traumático para la mayoría de empresas.

- (ii) La reducción del Estado, la simplificación de trámites (con importantes limitaciones para el caso de las municipalidades que todavía obstaculizan la creación de empresas), la adecuación de leyes y la desregulación en general, como en los casos de la SUNAT con el Régimen Unico Simplificado (RUS), permitirían un entorno más libre para la realización de los negocios.

- (iii) La apertura de la economía ha significado la posibilidad de importar una gama más amplia de insumos y maquinaria a menores precios, con la dosis de transferencia de tecnología moderna que traen incorporada; aunque todavía falta revisar y adecuar la política arancelaria para acercarla a las verdaderas necesidades y la realidad del sector.

- (iv) Para enfrentar a la competencia externa algunas empresas grandes y medianas, con el objeto de reducir costos, han recurrido a proveedores y subcontratistas de la pequeña y mediana empresa, promoviendo la formación de nuevas empresas y reforzando las ya existentes.

- (v) El ingreso masivo de productos importados que compiten en los mismos rubros que las PYMEs ha reducido significativamente su participación en el mercado interno. La reducción de aranceles (inferiores a los de otros países de América Latina y algunos

países desarrollados) ha bajado los precios de las importaciones, a los que se añade el efecto del tipo de cambio atrasado. También se ha podido comprobar la existencia de numerosos casos de contrabando y dumping que deben ser drásticamente corregidos.

- (vi) Teniendo en cuenta que los mercados principales de la PYME son los sectores de ingresos bajos y medios, la regresión en la distribución del ingreso producida en estos años es uno de los elementos que explica la reducción de la demanda para las empresas del sector.

En la encuesta efectuada por el INEI para el COPEI-SNI, el 57% de las empresas de la muestra consideraron que la apertura los había afectado negativamente, contra un 19% que consideró sí había favorecido su desarrollo y un 13% a los que no les afectó. Sin embargo, al hablar sobre el futuro, dentro de este contexto macroeconómico, el 59% opinó que será mejor, el 18% que seguirá igual y el 14% que será peor que en la actualidad.

Hacia el futuro, se observa un panorama que podría ser favorable para el desarrollo de las pequeñas empresas, en la medida que brindaría un terreno fértil para ejercer su movilidad y flexibilidad, que desgraciadamente no se ha podido plasmar hasta el momento por falta de sensibilidad y compromiso con el sector. Una coherente política de promoción al sector, así

como la superación de las trabas que dificultan el incremento de la productividad, permitiría aprovechar al máximo estas posibilidades.

2.10 LIMITACIONES AL DESARROLLO DE LAS PYMES

No obstante la amplia variedad de reformas económicas introducidas en la región, las PYMEs se ven frente a una variedad de limitaciones derivadas de la dificultad de absorber los elevados costos fijos, la inexistencia de economías de escala y la limitación de los factores de producción clave, así como los mayores costos por unidad que representa la prestación de servicios a las empresas más pequeñas. A continuación se identifica una serie de limitaciones, si bien la lista no pretende ser exhaustiva. Dichas limitaciones deben corregirse mediante una estrategia de desarrollo empresarial para los países.

2.10.1 Limitaciones con Respecto a los Insumos

Las PYMEs se enfrentan a una variedad de limitaciones en los mercados de factores de producción.

- Endeudamiento y participaciones de capital: El acceso de las PYMEs a los mercados de capital es limitado, tanto en el ámbito nacional como internacional. Esto se debe, en parte, a la percepción de un mayor riesgo, a limitaciones con respecto a la información y a los mayores costos de intermediación que suponen las empresas de

menor envergadura. Como resultado, en general las PYMEs no pueden obtener financiamiento a largo plazo, ya sea mediante el endeudamiento o la venta de participaciones de capital.

- **Mercado de trabajo:** La insuficiente oferta de mano de obra calificada puede limitar las posibilidades de especialización, elevar los costos y reducir la flexibilidad en la gestión de las empresas.
- **Información y tecnología:** las PYMEs se ven enfrentadas a dificultades para obtener acceso a las tecnologías adecuadas y a la información sobre las técnicas utilizables. Esto limita la innovación y la competitividad de las PYMEs. Al mismo tiempo, otras limitaciones relativas al capital y la mano de obra, sumadas a la incertidumbre en torno a las nuevas tecnologías, reducen los incentivos para introducir innovaciones.
- **Insumos de producción:** Las PYMEs se ven frente a limitaciones en la disponibilidad de insumos de producción. Por ejemplo, las materias primas de mejor calidad en general se exportan o sólo se suministran a las empresas más grandes, y sus proveedores suelen ser oligopolios. La insuficiente infraestructura y la deficiente prestación de los servicios básicos, por ejemplo, transporte, energía, planificación urbana y zonas de producción, constituyen limitaciones específicas que afectan a las PYMEs.

2.10.2 Limitaciones con Respecto a la Producción

El acceso a los mercados nacionales e internacionales puede verse limitado por factores que guardan relación con la dimensión de las PYMEs.

- **Mercados Nacionales:** La reducción de la participación del Estado en las actividades de producción y la revitalización de la inversión privada han creado nuevas oportunidades para las PYMEs. Sin embargo, el reducido acceso a los contratos y subcontratos públicos, a menudo debido a la complejidad de los procedimientos de licitación y/o a la falta de información, inhiben la participación en estos mercados. Además, la ineficiencia de los canales de distribución y su control por las grandes empresas suponen importantes limitaciones de acceso a los mercados para las PYMEs.
- **Mercados internacionales:** Muchas PYMEs que anteriormente se encontraban protegidas frente a la competencia internacional se ven ahora confrontadas con una mayor competencia del exterior y con la necesidad de ampliar su participación en el mercado. Sin embargo, la limitada experiencia en la comercialización internacional, la deficiencia de los controles de calidad y de la normalización de los productos, así como el escaso acceso a clientes del exterior les impiden expandirse en los mercados internacionales.

2.10.3 Limitaciones Reglamentarias

Aunque las perspectivas de desarrollo empresarial han mejorado gracias a la amplia variedad de reformas estructurales que se han introducido, aún quedan muchas es por resolver en lo que respecta a las empresas.

- **Impuestos y aranceles aduaneros:** Las legislaciones tributarias complicadas e ineficientes, que incluyen impuestos sobre las ventas de efecto en cascada e impuestos de timbre, son los menos favorables para las PYMEs y fomentan artificialmente el desarrollo de las empresas de gran escala y de las microempresas. Paralelamente, las barreras arancelarias y no arancelarias que favorecen a las grandes empresas que influyen en la formulación de las políticas suelen perjudicar a las PYMEs.
- **Legislación:** El elevado costo que supone la iniciación de actividades, incluidos los costos de la obtención de autorización para funcionar y el registro de las empresas, pueden imponer una carga excesiva e innecesaria a las PYMEs. El elevado costo de la resolución de litigios y las demoras excesivas de los trámites judiciales perjudican las operaciones de las PYMEs. La inexistencia de leyes de represión de monopolios favorece a las grandes empresas, en tanto que la falta de protección de los derechos de propiedad limita el acceso de las PYMEs a tecnologías extranjeras.

- **Circulación de capitales:** Aunque la mayoría de los países han reducido significativamente las restricciones a la circulación de capitales, subsisten complicaciones burocráticas y distorsiones en los mercados de cambios. Estas circunstancias tienden a afectar a las PYMEs en mayor grado debido a que éstas carecen de los medios de que disponen las empresas de mayor envergadura.
- **Mercados de trabajo:** La inflexibilidad de las normas laborales y otros costos laborales indirectos repercuten en mayor medida en las PYMEs, elevando el costo de sus operaciones y restándoles flexibilidad para adaptarse.

2.10.4 Limitaciones Gerenciales

La inexistencia de economías de escala y de competencia en lo que respecta a uno de los recursos más escasos, los conocimientos gerenciales, supone grandes limitaciones para el desarrollo de las PYMEs.

- **Capacidad y capacitación gerenciales:** si bien las PYMEs en general pueden atraer a profesionales entusiastas con capacidad gerencial, se ven en grandes dificultades para competir con las grandes empresas. El efecto de la escasez de personal con talento gerencial,

que prevalece en la mayoría de los países de la región, se ve magnificado en el caso de las PYMEs.

- Servicios de consultoría: La falta de servicios de apoyo o el nivel relativamente elevado de su costo por unidad pueden limitar los esfuerzos de las PYMEs por mejorar su gestión debido a que, en la generalidad de los casos, las empresas consultoras no cuentan con soluciones en materia de gestión que sean eficaces en función de los costos y adecuadas a la escala de las PYMEs. Asimismo la conciencia de la escasez y la falta de información y/o de tiempo para aprovechar los servicios disponibles dan como resultado una escasa demanda de estos servicios.

2.10.5 Limitaciones Institucionales

La falta de cohesión y la amplia variedad de intereses de las PYMEs limitan su capacidad para defender los intereses colectivos y su participación eficaz en la sociedad civil.

- Asociación y acción colectiva: Las asociaciones que difunden los intereses de las PYMEs en el proceso de formulación de las políticas han tenido escasa participación comparada con la que han tenido las empresas de mayor envergadura. Las metas de muchas asociaciones de empresas aún no se han modificado adecuadamente como

consecuencia de la transición de un sistema proteccionista a un sistema competitivo. Por otra parte, no se han explorado adecuadamente los ahorros potenciales derivados de acuerdos de colaboración entre las PYMEs en materia de producción y venta.

CAPITULO III

LA EMPRESA

3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

La empresa donde se realizo este trabajo se ubica en la zona industrial de Gamarra, y esta dedicada a la confección de medias y calcetines de nylon, dralón, y algodón para niñas, niños, damas y caballeros, esta definida como una micro empresa y tiene como clientes a público de los sectores socioeconómicos C y D.

Al igual que muchas de las pymes del sector textil en los últimos años la empresa tuvo que hacer frente a la competencia de productos importados del Asia cuya ventaja fundamental era su bajo costo, además el desplazamiento y el ingreso de empresas del mismo genero al sector de Gamarra ha provocado una disminución en las ventas.

Este nuevo escenario ha traído como consecuencia que las empresas pongan un mayor énfasis en la administración de sus recursos y en la búsqueda de la reducción de los costos. En nuestro caso

particular la empresa no contaba con ninguna documentación acerca de la marcha del negocio salvo lo estrictamente necesario (boletas y facturas de venta, facturas de compra) por lo que las decisiones se toman basadas en la experiencia y los resultados contables.

3.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En la micro y pequeña empresa la mayor parte de las funciones están centralizadas en el dueño de la empresa, solo se contrata personal para cumplir con las funciones básicas tales como ventas o producción, de acuerdo al rubro de la empresa, el resto de las funciones de la empresa como el mantenimiento, aspectos legales, contabilidad, etc. son llevadas a cabo por personal externo que presta los servicios mencionados, esto es debido a que no es necesario tener estos puestos fijos en la empresa y resultaría oneroso para esta.

En nuestro caso, la empresa cuenta con cuatro trabajadores, pudiendo contratar personal adicional en caso de ser necesario. La compra de materiales, cálculo de costos, supervisión de la producción y gestión en general es llevado a cabo por el dueño de la empresa que se desempeña como gerente general. En la figura 3.1 se puede observar el organigrama de la empresa.

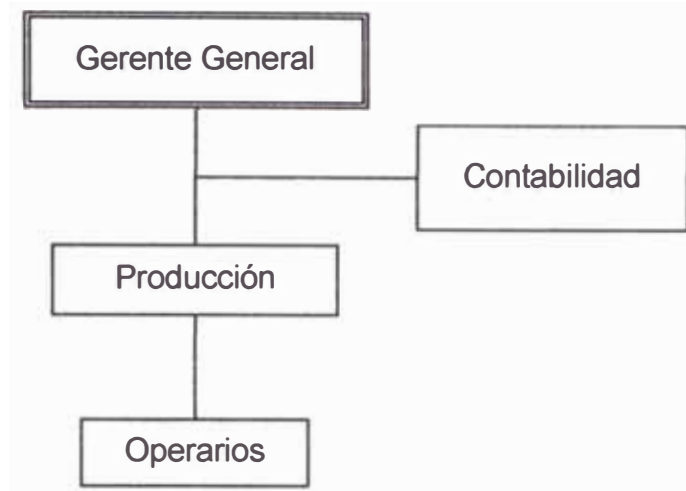


Figura 3.1 Organigrama de la empresa

3.2.1 Descripción de Funciones en la Empresa

A continuación se describen las principales funciones que realizan los diferentes integrantes de la empresa:

a) Gerente General:

- Programación y control de la producción
- Compra de materiales e insumos
- Contratación de servicios y pago a terceros
- Pago de cuentas
- Gestión de cobro de cuentas
- Recepción y despacho de pedidos

b) Operarios:

- Control del proceso
- Abastecimiento de materiales
- Informe de fallas
- Apoyo en el despacho de pedidos
- Apoyo en el mantenimiento de las maquinas

- Limpieza del puesto de trabajo

c) Contabilidad:

- Control de las boletas y facturas
- Pago de impuestos
- Asesoría contable

3.3 PRODUCTOS DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con una gama de veinticuatro productos, se fabrican medias y calcetines para caballeros, damas, jóvenes, niños y niñas. Estos productos se pueden dividir en tres grupos de acuerdo a la materia prima empleada: de nylon, de dralón y algodón.

3.3.1 Codificación de Productos Terminados

Ya que no se contaba con una codificación de los productos se vio por conveniente proceder a crear un código para ellos con el fin de identificarlos y facilitar el control administrativo, y a futuro implementar un control informático de este.

Para la codificación de los productos se usaron 6 dígitos divididos de acuerdo al siguiente formato:

AB – X – YZ

AB: Familia de productos, se usan caracteres alfabéticos (A-Z), de preferencia utilizando las letras iniciales del nombre del producto.

Por ejemplo:

Fútbol licra le corresponderá la familia de código FL

X: Subfamilia, se utiliza en caso de existir variaciones de una familia de producto, en el modelo. Se usa caracteres numéricos (0-1).

Por ejemplo:

Fútbol licra: FL0XX

Fútbol licra reforzado: FL1XX

YZ: Indica la talla del producto, de acuerdo a la tabla 3.1

Talla	Código
Adulto, grande	50
Júnior, mediano	25
Chico	20
Talla única	80

Tabla 3.1

Por ejemplo:

Fútbol licra grande : FL050

Fútbol licra mediano : FL025

De acuerdo a la metodología explicada se implemento la codificación de todos los artículos, la cual se puede ver en la tabla 3.2.

Cod Art	Articulo	Talla
PC010	Calcetín Perlon Caballero	10
PC009	Calcetín Perlon Caballero	9
PC007	Calcetín Perlon Caballero	7
PV010	Medias Puño Volteado Perlon	10
PV009	Medias Puño Volteado Perlon	9
PV007	Medias Puño Volteado Perlon	7
FL050	Medias Fútbol Licra	ADULTO
FL025	Medias Fútbol Licra	JUNIOR
FD050	Medias Fútbol Dralon	ADULTO
FD025	Medias Fútbol Dralon	JUNIOR
DC080	Calcetín Dralon Caballero	UNICA
DV010	Medias Puño Volteado Dralon	10
DV009	Medias Puño Volteado Dralon	9
DV007	Medias Puño Volteado Dralon	7
DX080	Medias Dralon Señora Extra	UNICA
CB080	Calceta con Brillo	UNICA
CT050	Calceta	GRANDE
CT025	Calceta	MEDIANA
AD080	Medias Aeróbica Dralon	UNICA
TA080	Medias Tenis Airun Larga	UNICA
TA180	Medias Tenis Airun Tobillera	UNICA
TE050	Medias Tenis Deportiva	ADULTO
TE025	Medias Tenis Deportiva	JUNIOR
CL080	Medias Cubana Lineal	UNICA

Tabla 3.2 Codificación de los productos terminados

3.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION

3.4.1 Materia Prima e Insumos

Las materias primas usadas en el proceso de producción son el acrílico (dralón) y algodón, considerados como hilos hilados, hilados de nylon, el elástico se usa para dar soporte al producto. Una descripción de estos ítems se puede apreciar a continuación.

3.4.1.1 Hilos Hilados

Se usan para calcetines. Pueden tener cualquier contenido de fibra, siendo las mezclas mas usadas las de acrílico y nylon. El algodón y la lana son tan usados ahora como lo eran en la antigüedad; la lana se mezcla con frecuencia con acrílico, y el nylon se usa comúnmente como refuerzo en talones y puntas de los calcetines. El hilo de algodón mercerizado de dos cabos, llamado hilo de Escocia, es mas fuerte y mas durable que el algodón regular. En las partes superiores de los calcetines se utiliza spandex.

3.4.1.2 Hilos de Filamento de Nylon

La primera fibra fabricada por el hombre es el Nylon, ésta fue inventada por Wallace Hume Carothers, un químico investigador de la firma du Pont. La producción de Nylon fue el punto de partida de la industria textil sintética que creció significativamente después de la

segunda guerra mundial, revolucionando la moda y las fábricas de textil.

El uso comercial del Nylon comenzó después de 1938 para la confección de ropa interior, hilos de pescar, cepillos y seda quirúrgica. Los hilos de filamento de nylon se utilizan en medias para mujer y calcetines ligeros. Pueden ser de monofilamento o de multifilamento.

Las primeras medias de nylon fueron de 30 denier, a medida que las telas de nylon se hacían mas transparentes, su durabilidad decrecía. En la actualidad, la mayoría de las medias de nylon son de 15 denier. En 1954, se introdujeron los hilos elásticos texturizados que se obtuvieron por falsa torsión y texturizado en los bordes. Los hilos elásticos texturizados dan mejor ajuste y condiciones de uso que hacen posible que los vendedores tengan menos tallas en su inventario.

3.4.1.3 Insumos

Además de los materiales antes mencionados, se utilizan otros insumos tales como cartones y bolsas de polipropileno de distintas medidas y modelos de acuerdo al producto con el que se esta trabajando, y otros como pintura para la operación de estampado, todos estos insumos se emplean en el área de acabado.

3.4.1.4 Codificación de Materia Prima e Insumos

Como en el caso de los productos terminados, también se vio por conveniente asignar un código a los artículos que se usan de materia prima e insumos en la planta. Para la codificación de estos artículos se usaran 4 dígitos divididos de acuerdo al siguiente formato:

A – X – YZ

A : Familia de artículos, se clasificaron los artículos de acuerdo a su uso en la planta, para ello se usan caracteres numéricos (1-9). Los materiales se agruparon de acuerdo a lo especificado en la tabla 3.3.

Familia	Código
Materiales de tejido	1
Etiquetas	2
Bolsas	3
Pintura para calografiado	4
Cinta adhesiva	5
Grampas	6

Tabla 3.3

X: Subfamilia, se utiliza en caso de existir variaciones dentro de la familia, para ello se utiliza caracteres numéricos (0-9), por defecto se usa la cifra '0', por ahora solo tenemos una subfamilia para la

familia de materiales de tejido, los códigos se aprecian en la tabla

3.4.

Sub Familia	Código
Elástico	0
Nylon	1
Dralon	2
Algodón	3
Sintético	4

Tabla 3.4

YZ: Se usa un número correlativo de dos cifras (00-99).

De acuerdo a la metodología explicada se procedió a codificar la relación de materias primas (tabla 3.5) e insumos (tabla 3.6).

Código	Descripción
1000	Elástico Nylon
1001	Elástico Poliéster
1100	Nylon 70/24-1
1101	Nylon 70/24-2
1102	Nylon 100/24-2
1103	Nylon Brillante 70/24-1
1200	Dralon 30/2
1201	Dralon 32/1
1202	Dralon 32/2
1300	Algodón 10/1
1301	Algodón 16/1
1302	Algodón 18/1
1400	Sporter 752

Tabla 3.5 Codificación de Materia Prima

Código	Descripción	Medida
2000	Etiqueta de cartón con asa	Grande
2001	Etiqueta de cartón con asa	Mediana
2002	Etiqueta adhesiva	
2003	Etiqueta airun	
2004	Etiqueta tenis deportiva	
2005	Etiqueta aeróbica	
3000	Bolsa de polipropileno	3.5x8x1.5
3001	Bolsa de polipropileno	3.5x10x2
3002	Bolsa de polipropileno	4x12x2
3003	Bolsa de polipropileno	4.5x12x0.5
3004	Bolsa de polipropileno	4.5x12x2
3005	Bolsa de polipropileno	4.5x14x2
3006	Bolsa de polipropileno	5x12x2
3007	Bolsa de polipropileno	5.5x13x2
3008	Bolsa de polipropileno	8x12x2
3009	Bolsa de polipropileno	9x14x2
3010	Bolsa de polipropileno	9x16x2
3011	Bolsa de polipropileno	11x16x2
4000	Cinta adhesiva	
5000	Pintura para calografiado	
6000	Grapas	26/6

Tabla 3.6 Codificación de insumos

3.4.2 Maquinaria y Equipos

La mayor parte de las maquinas que posee la empresa se encuentran en el área de tejeduría. En esta área tenemos un total de 14 maquinas, de las cuales 12 son maquinas tricotosas circulares movidas por motor y las 2 restantes maquinas de tejido Uniplet Ange 12.2.

3.4.2.1 Maquina Tricotosas Circulares

Las Maquinas usadas en la industria de los géneros de punto que pueden designarse como maquinas tricotosas, son aquellas que no solamente forman las mallas, sino también elaboran y terminan objetos siguiendo los procedimientos de la calcetería a mano. Las maquinas tricotosas circulares son las que fabrican medias y géneros cortados. Estas maquinas se usan en la elaboración de medias sin costuras y pueden considerarse dos sistemas principales, cuya manera de funcionar varia en la formación de los talones.

En un sistema el talón se elabora levantando las agujas que no se emplean, el otro sistema deja las agujas intactas, pero quedan fuera de acción hundiéndose los pies de las agujas en los canales. Además hay que distinguir las maquinas con cerradura giratoria y cilindro de agujas fijo y aquellas en que el cilindro de agujas gira como en los telares circulares de recogida y el cilindro de cerradura esta fijo. En el trabajo de los talones se necesita una cerradura especial con lengüetas de menguado. Para el refuerzo automático del talón y de la punta del pie se necesita un guíahilos de refuerzo con mecanismos de corte y sujeción de hilo.

3.4.2.2 Maquina de Tejido Uniplet Ange 12.2

Ange 12.2 es una maquina de tejer sin tambor, de diámetro pequeño, monocilíndrica, completamente electrónica, de cuatro

Potencia total instalada	4.70 Kw.
Nivel medio de ruido	78 dB (A)

3.4.2.3 Relación de Maquinaria y Equipos

En la tabla 3.7 se indica la relación de maquinaria y equipo con la que cuenta con la empresa, en el código de las maquinas tejedoras se usa la letra M para las tricotosas circulares y la letra E para las maquinas Ange 12.2 que son del tipo electrónica computarizada. Además, en la tabla 3.8 se tiene una matriz que indica los productos que cada maquina confecciona de acuerdo a la codificación.

Código maquina	Tipo de maquina	Marca	Pais origen
M1	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M2	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M3	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M4	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M5	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M6	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M7	Tejedora	Bentley komet	Inglaterra
M8	Tejedora	RMR	España
M9	Tejedora	Scott & Williams	Inglaterra
M10	Tejedora	Scott & Williams	Inglaterra
E1	Tejedora	Uniplet	Rep. Checa
E2	Tejedora	Uniplet	Rep. Checa
C1	Compresora	Strong	Italia
R1	Remalladora	Siruba	China

Tabla 3.7 Relación de Maquinaria y Equipos

COD ART	ARTICULO	TALLA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	E1	E2
PC010	CALCETIN PERLON CABALLERO	10					X							
PC009	CALCETIN PERLON CABALLERO	9				X								
PC007	CALCETIN PERLON CABALLERO	7				X								
PV010	MEDIAS PUÑO VOLTEADO PERLON	10					X							
PV009	MEDIAS PUÑO VOLTEADO PERLON	9					X							
PV007	MEDIAS PUÑO VOLTEADO PERLON	7		X										
FL050	MEDIAS FUTBOL LICRA	GRANDE						X	X					
FL025	MEDIAS FUTBOL LICRA	MEDIANA			X									
FD050	MEDIAS FUTBOL DRALON	GRANDE	X											
FD025	MEDIAS FUTBOL DRALON	MEDIANA	X											
DC080	CALCETIN CABALLERO DRALON	UNICA		X										
DV010	MEDIAS PUÑO VOLTEADO DRALON	10		X										
DV009	MEDIAS PUÑO VOLTEADO DRALON	9		X										
DV007	MEDIAS PUÑO VOLTEADO DRALON	7			X									
DX080	MEDIAS DRALON SEÑORA EXTRA	UNICA	X											
CB080	CALCETA CON BRILLO	UNICA								X		X		
CT050	CALCETA	GRANDE								X		X		
CT025	CALCETA	MEDIANA									X			
AD080	MEDIAS AEROBICAS DRALON	UNICA											X	X
TA080	MEDIAS TENIS AIRUN LARGA	UNICA											X	X
TA180	MEDIAS TENIS AIRUN TOBILLERA	UNICA											X	X
TE050	MEDIAS TENIS DEPORTIVA	GRANDE											X	X
TE025	MEDIAS TENIS DEPORTIVA	MEDIANA											X	X
CL080	MEDIAS CUBANA LINEAL	UNICA											X	X

Tabla 3.8 Productos Fabricados Distribuidos por Maquina

3.4.3 Descripción de las Operaciones

A continuación efectuaremos una breve descripción de las operaciones que conforman el proceso de producción del producto en estudio, cabe indicar que el proceso es prácticamente el mismo para todos los productos, solo se diferencia en que algunos de ellos tienen que pasar por un proceso de teñido el cual se lleva a cabo en otra empresa especializada en esta operación.

En general la mayor parte de los procesos son manuales y fáciles de aprender, no se requiere tener una gran experiencia para su manejo, a excepción del área de tejido donde si es necesario tener conocimientos sobre el manejo de las maquinas.

A) Tejido

En la sección de tejido las materias primas en conos se cargan en las respectivas maquinas tejedoras, de acuerdo al diseño, tipo de tejido, tamaño e hilado que le corresponde. Los productos que salen del tejido se almacenan en bolsas a la espera de continuar con las siguientes operaciones. La empresa posee maquinas tricotasas circulares (Fig. 3.2) y maquinas de tejido Uniplet Ange 12.2 (Fig. 3.3).



Fig. 3.2



Fig. 3.3

B) Volteado 1

Este proceso se hace manualmente y consiste en voltear las medias para que pasen al proceso de remallado, los productos que pasan por esta operación no pasan por el depilado ya que salen separados del tejido.

B) Depilado

Es un proceso manual que consiste en retirar un hilo guía que permite la separación de cada una de las medias ya que salen del tejido en tiras unidas, en esta fase se unen las medias en paquetes de 24 unidades, es decir una docena,

simultáneamente se realiza una inspección del producto. (Ver Fig. 3.4).



Fig. 3.4 Depilado

C) Remallado

Consiste en unir y reforzar las punteras del calcetín o media con una maquina remalladora que tiene la función de coser la abertura del producto. (Ver Fig. 3.5).



Fig. 3.5 Remallado

D) Cortado

El objeto de esta fase es de cortar el hilo de unión que une a las medias después del remallado. Para este proceso el operario necesita hacer uso de una tijera. (Ver Fig. 3.6).



Fig. 3.6 Cortado

E) Volteado 2

Este proceso se hace manualmente y consiste en voltear las medias de forma que quedan en su presentación final listos para pasar al área de acabado.



Fig. 3.7 Volteado

G) Teñido

Este proceso consiste en el teñido de la media mediante la aplicación de tintes químicos de acuerdo al color solicitado. No todos los productos de la empresa pasan por este proceso, es por ello que es efectuado por terceros. El tiempo de procesamiento es de dos días y el peso de los productos que se van a teñir debe ser como mínimo de 20 Kg.

H) Planchado

En esta fase se coloca al producto en una plancha de horma eléctrica con la forma de una pierna, esto tiene por objeto de fijar la forma y el tamaño del producto, al mismo tiempo se efectúa una inspección y se separan los productos buenos de los fallados, los cuales serán rematados. (Ver Fig. 3.8).



Fig. 3.8 Planchado

I) Clasificado

En este proceso se inicia la etapa de acabado del producto, cuya función es de buscar que los pares de media sean iguales en tamaño y color para que no exista ninguna diferencia entre una media y otra. (Ver Fig. 3.9).



Fig. 3.9 Clasificado

J) Etiquetado

Una vez aplicado el estampado al producto y secado este, se procede a colocar la etiqueta que le corresponde según el tipo de artículo. Se utilizan cuatro tipos de etiquetas: de cartón con asa, adhesivas, para medias tenis deportiva, para medias Airun y para medias aeróbicas. (Ver Fig. 3.10).



Fig. 3.10 Etiquetado

K) Estampado

Consiste en la aplicación de calografías. Las calografías están impresas de acuerdo al tipo de producto que se fabrica, y son aplicadas en la planta de la media y solamente en uno de los pares. (Ver Fig. 3.11).



Fig. 3.11 Estampado

L) Embolsado

Los productos son embolsados en bolsas de polipropileno (transparente) para cada par o para una media docena dependiendo del producto, las bolsas se emplean de acuerdo al tamaño del producto y son sellados con cinta adhesiva. Los productos que son embolsados en una presentación de media docena por paquete no pasan por el proceso de empaque y van directamente al almacén. (Ver Fig. 3.12).



Fig. 3.12 Embolsado

M) Empaque

Para facilitar el mercadeo los productos se agrupan en paquetes de media docena cada uno y luego se llenan en bolsas más grandes, en esta forma el producto es introducido al almacén. (Ver Fig. 3.13).



Fig. 3.13 Empaque

3.5 AREAS DE LA EMPRESA

Todos los procesos que se dan en la empresa se pueden agrupar en las siguientes áreas:

TEJEDURIA

Comprende el proceso de tejido, tiene la mayor parte de activos fijos de la empresa como son las maquinas de tejido.

PROCESAMIENTO

Comprende los procesos manuales: volteado 1, depilado, cortado y volteado 2.

REMALLADO

Comprende el proceso de remallado, el único activo fijo es la maquina remalladora

ACABADO

Comprende los procesos que abarcan desde el planchado hasta el empaque, se incluyen las operaciones de clasificado, estampado, etiquetado, y embolsado.

3.6 ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

Al no existir un plan de producción en la empresa se produce en cantidades definidas por el propietario, esto trae como consecuencia que una cantidad considerable de productos se mantengan largos periodos en almacén o se tenga un stock cero de algunos artículos en tiempo de demanda. El almacenamiento no se lleva a cabo en paquetes de bolsas grandes, pero esta forma de almacenar así como la falta de una codificación y estandarización hace difícil el llevar un control del inventario.

3.7 PRODUCTOS DEFECTUOSOS

Como en todo proceso productivo algunos de los productos que se fabrican resultan defectuosos. En la empresa los productos defectuosos se generan al inicio del proceso, en la operación de tejido y se deben a fallas en las maquinas, tales como rotura de un hilado o de una aguja o accesorio, entre otros. De acuerdo al defecto que presenta la media se clasifica como de 'segunda' o 'tercera'.

Los productos de segunda presentan irregularidades en el tejido, solo en el caso de las medias de la familia "Fútbol Licra" se separan los productos de segunda que presentan pequeñas fallas para ser zurcidas; en cambio los productos de tercera presentan una falla mayor tal como una rotura o falta de elástico, de forma que ya no es posible su uso y deben ser descartados y vendidos por kilos como retazos.

En la tabla 3.9 se aprecia el % de productos defectuosos que se generan de acuerdo al tipo de maquina.

MAQUINA	% de defectuosos
Tipo M	4%
Tipo E	2%

Tabla 3.9 Porcentaje de productos defectuosos

3.8 GESTION DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA

En la empresa no existe una conciencia de la importancia del mantenimiento para la gestión de la producción, la estrategia de mantenimiento que se utiliza es el mantenimiento correctivo el cual consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, este es un mantenimiento de urgencia o emergencia. El trabajo de mantenimiento que se realiza en forma regular es la aplicación de lubricantes en las maquinas y equipos así como la limpieza de estos. Las

fallas que se dan de forma frecuente es la rotura de accesorios de tejido tales como agujas, correderas, platinas, transfers y jacks, lo que se realiza en este caso es el cambio de estos accesorios por uno nuevo. En el caso de ser una falla seria se contratan los servicios de un mecánico externo para que se haga cargo de las reparaciones. En cuanto a los inventarios la empresa no mantiene una existencia de partes de repuesto por resultar bastante oneroso, solo de los accesorios primordiales para el tejido (agujas, correderas, platinas, etc.).

3.9 DIAGRAMAS DE OPERACIONES

Los diagramas de operaciones son modelos esquemáticos donde se representan las operaciones e inspecciones que se realizan a lo largo de un proceso. Los procesos se representan usando símbolos ya estandarizados, además sirve para visualizar las entradas de materiales y los desperdicios que salen del proceso.

En las páginas siguientes se observa el diagrama de operaciones de los 5 productos mas representativos que se fabrican en la empresa.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Producto: Calcetín Perlon Caballero Talla 10

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Código: PC010

Unidad de prod : 1 docena

HOJA 1 DE 1

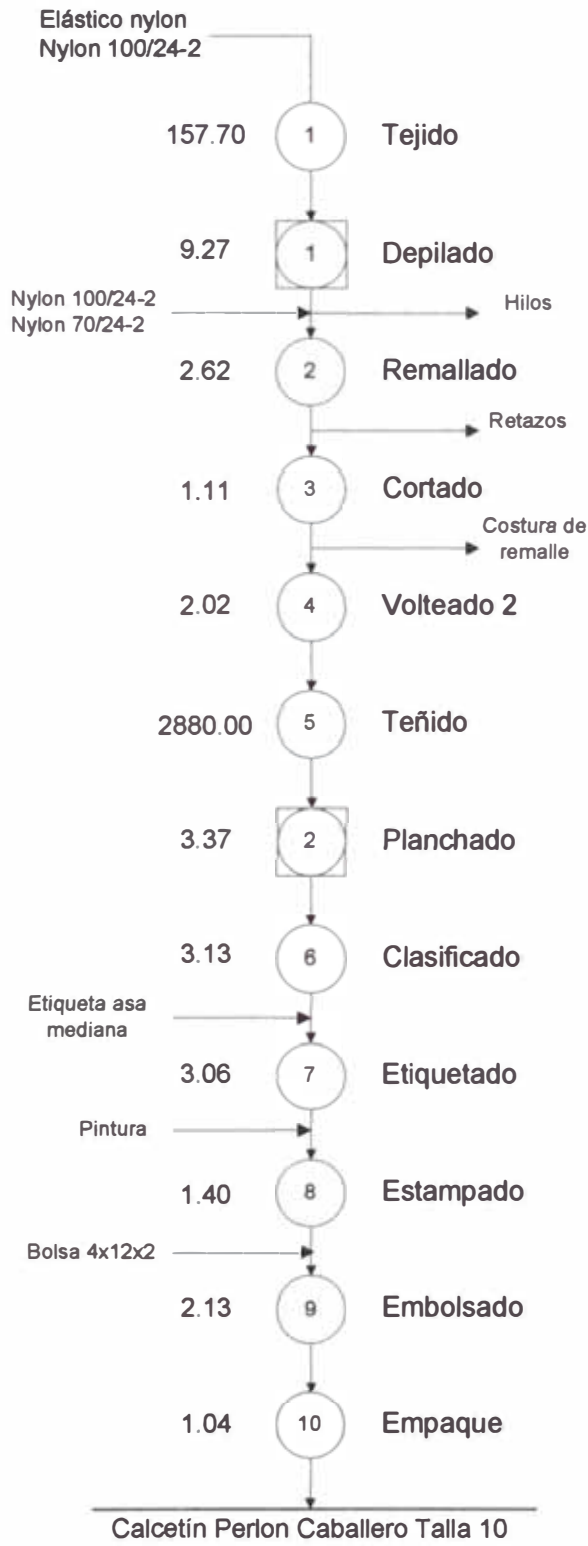


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Producto: Medias Fútbol Licra Talla Adulto

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Código: FL050

Unidad de prod : 1 docena

HOJA 1 DE 1

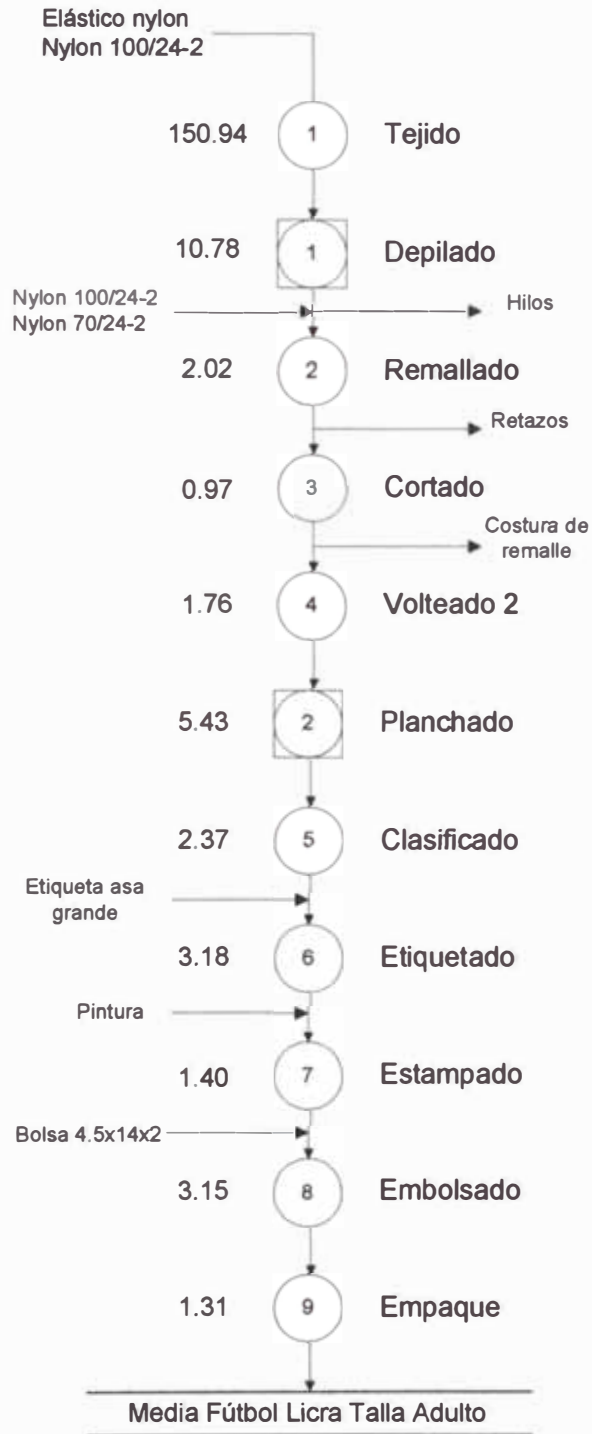


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Producto: Medias Tenis Deportiva Talla Adulto

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Código: TE050

Unidad de prod : 1 docena

HOJA 1 DE 1

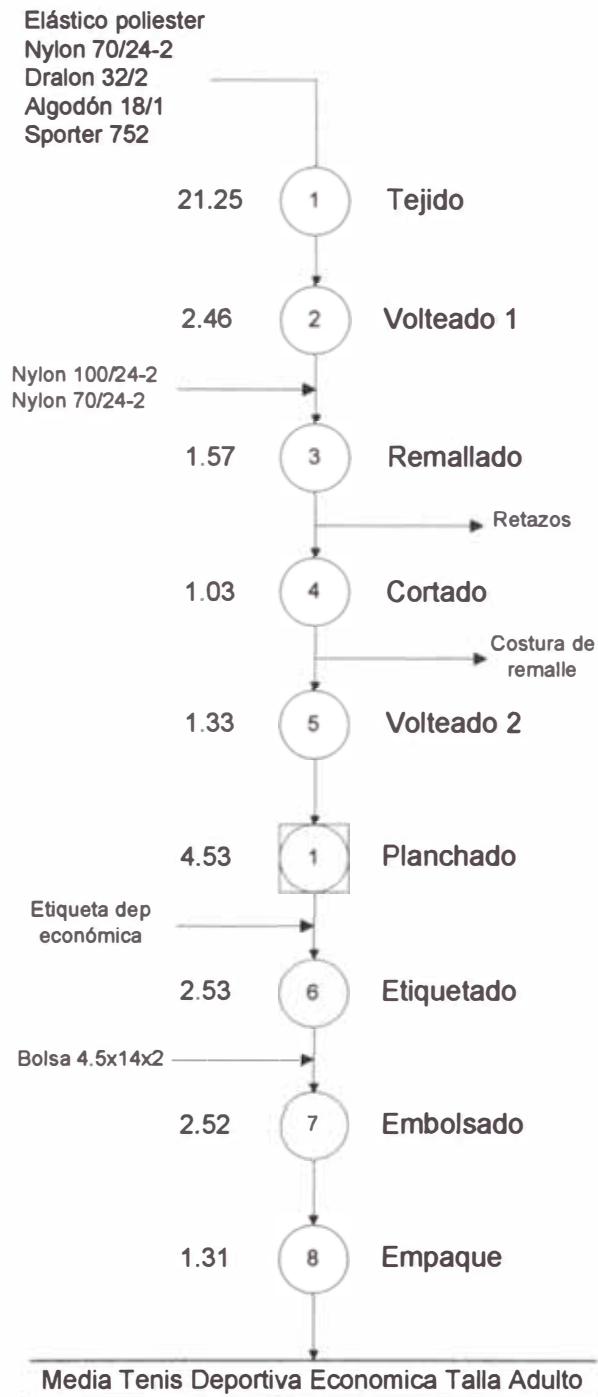


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Producto: Medias Puño Volteado Dralon
Talla 10

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Código: DV010

Unidad de prod : 1 docena

HOJA 1 DE 1

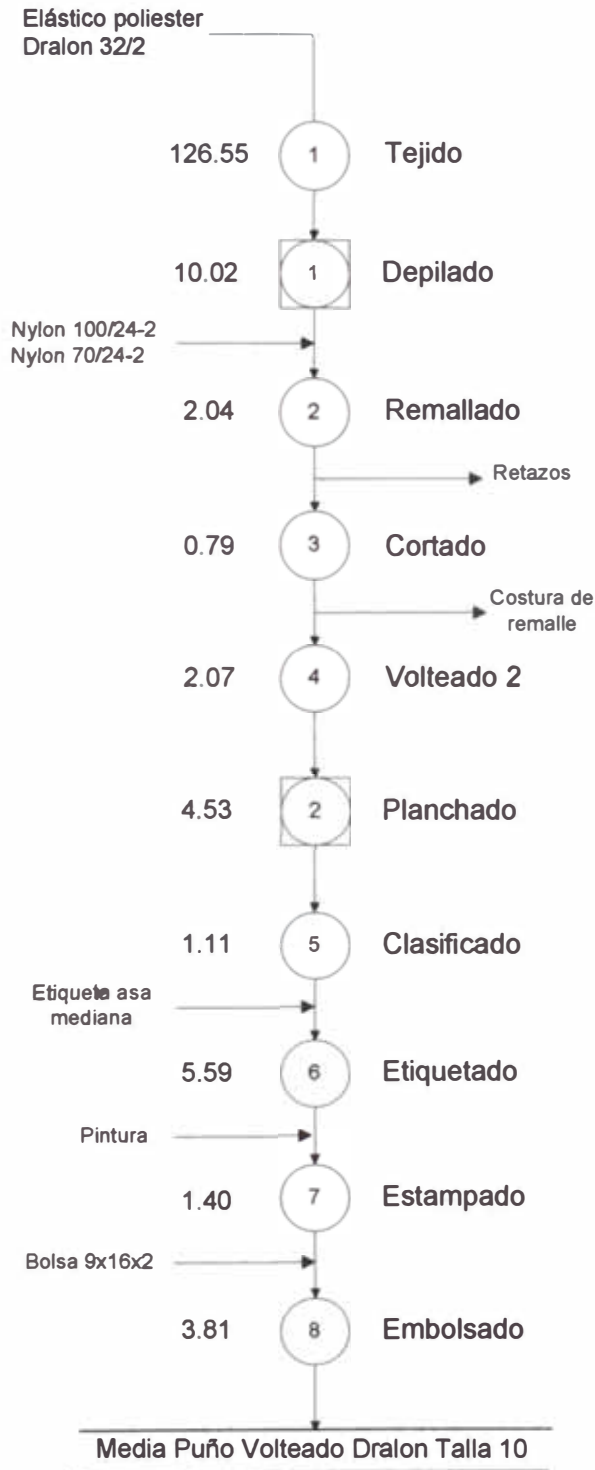


DIAGRAMA DE OPERACIONES

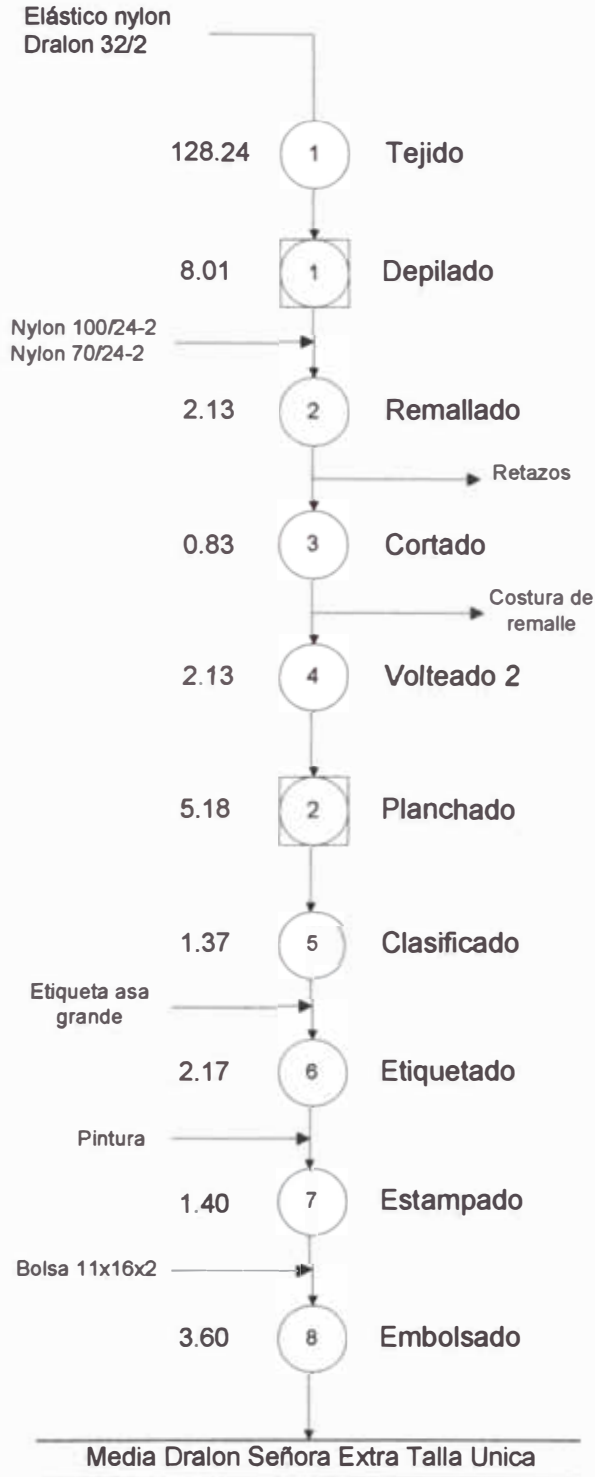
Producto: Medias Dralon Señora Extra
Talla Unica

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Código: DX080

Unidad de prod : 1 docena

HOJA 1 DE 1



3.10 DIAGRAMAS DE FLUJO

Los diagramas de flujo de proceso están diseñados para ayudar al análisis de los sistemas de producción en términos de las secuencias detalladas de las operaciones ejecutadas, las distancias que se mueve el material y los tiempos requeridos para ejecutar las operaciones. En este diagrama se representan las operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y demoras que ocurren durante el proceso. En las páginas siguientes se observa el diagrama de flujo de los 5 productos mas representativos, consignando información tal como:

- **Código:** El código del producto correspondiente.
- **Producto:** El nombre del producto correspondiente.
- **Descripción:** Una descripción de la actividad que se esta realizando.
- **Dist :** La distancia que se recorre en la actividad, en metros.
- **Tpo:** El tiempo estándar que dura la actividad, en minutos.
- **Operaciones:** Los símbolos que representan una la actividad: operación, transporte, operación-inspección, demora, y almacenamiento.
- **Observaciones:** Anotaciones que el analista considera pertinente registrar acerca de la actividad realizada.

DIAGRAMA DE FLUJO

Código: PC010

Producto: Calcetín Perlon Caballero Talla 10

Empieza en: Almacén de materias primas

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Termina en: Almacén de productos terminados

HOJA 1 DE 1

NRO	DESCRIPCION	Dist (m)	Tpo (min)	OPERACIONES					Observaciones	
				○	⇒	□	D	▽		
1	Almacén de Materias Primas									
2	Transporte de materias primas a tejido	17	5.00							
3	Tejido		157.70							
4	Transporte a depilado	4	0.07							Realizado por el operario de depilado
5	Depilado		9.20							
6	Transporte a remallado	2	0.04							Realizado por el operario de remallado
7	Remallado		2.58							
8	Transporte a cortado	2	0.03							Realizado por el operario de cortado
9	Cortado		1.08							
10	Volteado 2		2.02							
11	Transporte a teñido									Tiempo incluido en la operación de teñido
12	Teñido									Se realiza por terceros tiempo aprox. 2 días
13	Transporte a planchado	4	0.05							Realizado por el operario de planchado
14	Planchado		3.32							
15	Clasificado		3.13							
16	Etiquetado		3.06							
17	Estampado		1.40							
18	Embolsado		2.13							
19	Empaque		1.04							
20	Transporte a almacén de productos terminados	5	3.00							
21	Almacén de productos terminados									
	TOTAL	34	194.85	10	7	2	0	2		

DIAGRAMA DE FLUJO

Código: FL050

Producto: Medias Fútbol Licra Talla Adulto

Empieza en: Almacén de materias primas

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Termina en: Almacén de productos terminados

HOJA 1 DE 1

NRO	DESCRIPCION	Dist (m)	Tpo (min)	OPERACIONES					Observaciones
				○	→	□	D	▽	
1	Almacén de Materias Primas								
2	Transporte de materias primas a tejido	17	5.00						
3	Tejido		150.94						
4	Transporte a depilado	4	0.07						Realizado por el operario de depilado
5	Depilado		10.71						
6	Transporte a remallado	2	0.04						Realizado por el operario de remallado
7	Remallado		1.98						
8	Transporte a cortado	2	0.03						Realizado por el operario de cortado
9	Cortado		0.94						
10	Volteado 2		1.76						
11	Transporte a planchado	4	0.05						Realizado por el operario de planchado
12	Planchado		5.38						
13	Clasificado		2.37						
14	Etiquetado		3.18						
15	Estampado		1.40						
16	Embolsado		3.15						
17	Empaque		1.31						
18	Transporte a almacén de productos terminados	5	3.00						
19	Almacén de productos terminados								
	TOTAL	34	180.60	9	6	2	0	2	

DIAGRAMA DE FLUJO

Código: TE050

Producto: Medias Tenis Deportiva Talla Adulto

Empieza en: Almacén de materias primas

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Termina en: Almacén de productos terminados

HOJA 1 DE 1

NRO	DESCRIPCION	Dist (m)	Tpo (min)	OPERACIONES					Observaciones
				○	⇨	◻	◻	▽	
1	Almacén de Materias Primas								
2	Transporte de materias primas a tejido	17	5.00						
3	Tejido		21.25						
4	Transporte a volteado 1	4	0.07						Realizado por el operario de depilado
5	Volteado 1		2.39						
6	Transporte a remallado	2	0.04						Realizado por el operario de remallado
7	Remallado		1.53						
8	Transporte a cortado	2	0.03						Realizado por el operario de cortado
9	Cortado		1.00						
10	Volteado 2		1.33						
11	Transporte a planchado	4	0.05						Realizado por el operario de planchado
12	Planchado		4.48						
13	Etiquetado		2.53						
14	Embolsado		2.52						
15	Empaque		1.31						
16	Transporte a almacén de productos terminados	5	3.00						
17	Almacén de productos terminados								
	TOTAL	34	46.53	8	6	1	0	2	

DIAGRAMA DE FLUJO

Código: DV010

Producto: Medias Puño Volteado Dralon Talla 10

Empieza en: Almacén de materias primas

Elaborado por: Holger Oviedo C.

Termina en: Almacén de productos terminados

HOJA 1 DE 1

NRO	DESCRIPCION	Dist (m)	Tpo (min)	OPERACIONES					Observaciones
				○	⇒	□	D	▽	
1	Almacén de Materias Primas								
2	Transporte de materias primas a tejido	17	5.00						
3	Tejido		126.55						
4	Transporte a depilado	4	0.07						Realizado por el operario de depilado
5	Depilado		9.95						
6	Transporte a remallado	2	0.04						Realizado por el operario de remallado
7	Remallado		2.00						
8	Transporte a cortado	2	0.03						Realizado por el operario de cortado
9	Cortado		0.76						
10	Volteado 2		2.07						
11	Transporte a planchado	4	0.05						Realizado por el operario de planchado
12	Planchado		4.48						
13	Clasificado		1.11						
14	Etiquetado		5.59						
15	Estampado		1.40						
16	Embolsado		3.81						
17	Transporte a almacén de productos terminados	5	3.00						
18	Almacén de productos terminados								
	TOTAL	34	165.91	8	6	2	0	2	

3.11 DISTRIBUCION DE PLANTA

El local de la planta esta construida sobre un área total de 110.19 m², las maquinas y oficinas están ubicadas en un solo nivel. La estructura fue construida para ser una vivienda, pero ha sido modificada en lo posible para facilitar el movimiento de materiales y la distribución de las maquinas y equipos.

Las áreas de trabajo están distribuidas de acuerdo a la tabla 3.10, y en la página siguiente se observa la distribución de planta y el diagrama de recorrido de materiales a través de las áreas de la empresa.

Nombre del Área	Área (m ²)
Tejido	40.33
Remallado	3.63
Procesamiento	3.76
Acabado	6.51
Almacenes	8.95
Otros	47.02
TOTAL	110.19

Tabla 3.10 Distribución de Areas

CAPITULO IV

SISTEMA PROPUESTO DE PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

4.1 CALCULO DEL PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Todo sistema de planificación de la producción debe partir de un pronóstico de ventas para un periodo de tiempo, con esto tendremos una idea del número de artículos que deben ser producidos y podemos calcular que cantidad de recursos humanos y materiales necesitaremos para hacer frente a las demandas de los clientes. Aunque esto es difícil, ya que no hay métodos que proporcionen predicciones completamente exactas, existen varios enfoques que ayudan a hacer pronósticos razonablemente exactos.

Entre los métodos para hacer pronósticos tenemos los **subjetivos** como el caso de solicitud de opiniones a gerentes, mayoristas, clientes, este método es el que se ha venido usando en la empresa y se usa en la mayor parte de micro y pequeñas empresas, los resultados dependen del

conocimiento del consultado y es una buena opción cuando no se tiene un historial de ventas como en el caso de los productos nuevos.

Otro método es el hacer uso de **modelos econométricos** que por lo general son un conjunto de ecuaciones simultáneas sumamente complejas, que buscan medir y relacionar todas las variables importantes las que afectan a la demanda tales como oferta, precios y poder de compra de los consumidores. Aun cuando los modelos econométricos proporcionan un enfoque riguroso a la predicción su utilidad esta limitada en varias formas. Primero, el modelo debe mantenerse al día con las cambiantes condiciones comerciales, y la comprobación y reformulación implicadas pueden ser muy laboriosas. Segundo, un modelo econométrico es por completo rígido estructuralmente. Al cambiar las condiciones algunas variables adquieren mayor importancia en tanto que en otras disminuye, en consecuencia el poder de predicción del modelo puede disminuir.

Un tercer grupo son las técnicas que nos ayudan a determinar la tendencia, y las designadas a describir y predecir los **modelos estacionales**. Entre estas técnicas tenemos la **regresión por mínimos cuadrados**; los **promedios**, **promedios móviles** y **promedios móviles ponderados**; la **nivelación ponderada exponencial** y las **técnicas de razones para la predicción de la temporalidad**.

En nuestro caso la demanda de los artículos no es constante durante todo el año sino que varia de periodo a periodo, presentando picos de venta que se repiten año tras año, además existen artículos con una variación más notoria que otros, y esta no se presenta en un mismo mes para todos. Ante esta situación la técnica que se empleo fue el uso de un índice de demanda para cada mes del año.

Como punto de partida se recabo información de ventas de seis años anteriores (años 1 a 6), y se cálculo la demanda promedio para cada mes. Dividiendo la cifra de la demanda de cada mes entre el promedio mensual se obtiene un factor de temporada que muestra el porcentaje que refleja cada mes de la demanda promedio. Al multiplicar cada factor por el pronóstico de venta mensual se obtiene el pronóstico para cada mes.

Ahora es necesario el cálculo del pronóstico de venta mensual para el periodo en que se trabajará, en nuestro caso esta identificado como año 7. El usar un modelo de regresión lineal muestra un coeficiente de correlación R^2 muy bajo para la mayoría de artículos (alrededor de 0.5) esto es debido a factores de moda ya que en años recientes la aparición de nuevos productos ha venido a reemplazar a otros en las preferencias. Lo mas recomendable es usar uno de los métodos de promedio, se opto por hacer uso del promedio móvil para dos periodos anteriores (años 5 y 6) ya que presenta un menor error en la predicción con relación a los otros. Una vez hecho el cálculo tenemos el pronóstico de demanda anual para el año 7 y a partir de

este dato tenemos fácilmente un pronóstico de venta mensual para dicho año.

A manera de ejemplo se puede ver el cálculo del pronóstico para el artículo puño volteado perlon talla 10 (ver tabla 4.1).

En la tabla 4.2 se observa el pronóstico de demanda calculado para todos los artículos. El cálculo del pronóstico para todos los artículos puede observarse en el anexo 1.

Cod Art PV010 Pronostico Vta Año 7 68.50
 Descripción MEDIAS PUÑO VOLTEADO PERLON Dda prom Mensual Año 7 5.71
 Talla 10

Mes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Demanda promedio histórica	Dda prom mensual histórica	Factor mensual	Pronostico Venta Año 7
Enero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Febrero	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	2.00	4	0.5000	3
Marzo	21.00	9.00	38.00	4.00	32.00	93.00	33.00	4	8.2500	48
Abril	0.00	15.00	0.00	63.00	0.00	6.00	14.00	4	3.5000	20
Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Septiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0.0000	0
Prom mensual	2.25	2.00	3.17	5.58	3.17	8.25	4.08			
TOTAL	27.00	24.00	38.00	67.00	38.00	99.00	49.00			

Tabla 4.1 Cálculo del Pronóstico para el Artículo Puño Volteado Perlon Talla 10

NRO	COD ART	ARTICULO	TALLA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1	PC010	Calcetin Perlon Caballero	10	0	8	18	9	14	18	7	4	2	3	6	22	111
2	PC009	Calcetin Perlon Caballero	9	0	8	45	8	0	0	0	0	0	0	0	0	61
3	PC007	Calcetin Perlon Caballero	7	0	8	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0	52
4	PV010	Medias Pufo Volteado Perlon	10	0	3	48	20	0	0	0	0	0	0	0	0	71
5	PV009	Medias Pufo Volteado Perlon	9	0	2	49	23	0	0	0	0	0	0	0	0	74
6	PV007	Medias Pufo Volteado Perlon	7	0	2	44	19	0	0	0	0	0	0	0	0	65
7	FL050	Medias Futbol Licra	Adulto	21	39	39	170	127	106	80	97	146	84	44	62	1015
8	FL025	Medias Futbol Licra	Junior	0	2	21	64	53	12	8	64	88	47	10	6	375
9	FD050	Medias Futbol Dralon	Adulto	4	2	2	11	6	10	7	4	6	7	5	0	64
10	FD025	Medias Futbol Dralon	Junior	0	0	2	15	3	1	1	3	5	10	0	0	40
11	DC080	Calcetin Dralon Caballero	Unica	0	0	0	9	8	25	26	8	8	4	3	5	96
12	DV010	Medias Pufo Volteado Dralon	10	0	41	121	27	13	12	7	6	6	3	4	0	240
13	DV009	Medias Pufo Volteado Dralon	9	0	24	102	11	2	4	3	2	2	2	2	0	154
14	DV007	Medias Pufo Volteado Dralon	7	0	13	95	13	3	5	0	0	0	0	0	0	129
15	DX080	Medias Dralon Señora Extra	Unica	2	2	1	14	56	27	14	18	3	4	3	4	148
16	CB080	Calceta con Brillo	Unica	0	0	0	0	19	5	5	14	9	11	2	9	74
17	CT050	Calceta	Grande	0	0	0	5	17	0	2	3	4	2	4	6	43
18	CT025	Calceta	Mediana	0	0	0	10	11	5	3	6	6	5	3	9	58
19	AD080	Medias Aerobica Dralon	Unica	0	4	44	10	4	5	3	2	2	0	0	3	77
20	TA080	Medias Tenis Airun Larga	Unica	4	0	6	0	5	2	18	23	3	16	2	14	93
21	TA180	Medias Tenis Airun Tobillera	Unica	4	0	3	4	0	0	4	8	0	13	2	28	66
22	TE050	Medias Tenis Deportiva	Adulto	45	44	177	79	107	33	84	56	94	33	56	180	988
23	TE025	Medias Tenis Deportiva	Junior	11	26	124	63	35	8	8	11	29	3	18	27	363
24	CL080	Medias Cubana Lineal	Unica	23	13	67	32	63	41	81	76	100	34	20	81	631
TOTAL (DOC)				114	241	1046	622	546	319	361	405	513	281	184	456	5088

Tabla 4.2 Pronóstico de Venta por Mes

4.2 CALCULO DE TIEMPOS ESTANDAR DE PRODUCCION

La medición del trabajo humano siempre ha constituido un problema para la administración, ya que a menudo los planes para la provisión de bienes o servicios, de acuerdo con un programa confiable y un costo predeterminado, dependen de la exactitud con que se puede pronosticar y organizar la cantidad y tipo de trabajo humano implicado.

Uno de los propósitos del estudio de tiempos es determinar cuantas unidades por hora pueden producir los trabajadores empleando determinados métodos, de manera que pueda fijarse una ruta y programación cronológica efectiva. Para propósitos de la programación cronológica es necesario conocer el tiempo que toma a los trabajadores hacer determinados trabajos. Sin esa información no habría manera de saber el tiempo que debe programarse para ciertos trabajos.

Al permitir fijar fechas objetivo, en que se incorporen periodos de descanso adecuados al tipo de trabajo que se realiza, la medición del trabajo proporciona una base mucho más satisfactoria sobre la cual hacer planes de producción u otro tipo.

Así, el estudio de tiempos se define como la aplicación de técnicas diseñadas para determinar el tiempo en que un obrero calificado debe

realizar determinada tarea a un nivel definido de rendimiento, a dicho tiempo se le denomina tiempo estándar.

Para fines de la medición del trabajo, se puede considerar al trabajo como repetitivo o no repetitivo. Al decir repetitivo se entiende el tipo de trabajo en el que la operación principal o grupo de operaciones se repite continuamente durante el tiempo dedicado a la tarea. Esto se aplica por igual a los ciclos de trabajo de duración extremadamente corta. En el trabajo no repetitivo se incluyen algunos tipos de trabajo de mantenimiento y de construcción, en los que el propio ciclo del trabajo casi nunca se repite de igual manera. Las técnicas que se usan para el estudio de tiempos en forma general, son las siguientes:

- Estudio de tiempos con Cronómetro
- Muestreo del Trabajo
- Sistemas del tiempo del movimiento Predeterminado ó sistemas de normas de tiempo predeterminado (NTPD).

En nuestro caso, para obtener los tiempos estándar se aplicó el estudio de tiempos con cronómetro, y para determinar el número de observaciones necesarias para cada operación se usó la tabla de Mundel (ver anexo 2), los resultados obtenidos se muestran en la siguiente página (tabla 4.3).

Cod Art	ARTICULO	TALLA	Tejido	Volteado 1	Depilado	Remallado	Cortado	Volteado 2
PC010	Calcetín Perlon Caballero	10	157.70	0.00	9.27	2.62	1.11	2.02
PC009	Calcetín Perlon Caballero	9	155.53	0.00	9.27	2.57	0.68	1.64
PC007	Calcetín Perlon Caballero	7	153.35	0.00	7.75	2.24	0.64	1.58
PV010	Medias Puño Volteado Perlon	10	244.16	0.00	11.54	2.50	0.98	2.04
PV009	Medias Puño Volteado Perlon	9	196.10	0.00	11.54	2.45	0.91	1.87
PV007	Medias Puño Volteado Perlon	7	171.47	0.00	11.28	1.79	0.78	1.83
FL050	Medias Fútbol Licra	ADULTO	150.94	0.00	10.78	2.02	0.97	1.76
FL025	Medias Fútbol Licra	JUNIOR	123.41	0.00	9.01	1.90	1.02	1.40
FD050	Medias Fútbol Dralon	ADULTO	131.38	0.00	9.77	2.59	1.08	2.09
FD025	Medias Fútbol Dralon	JUNIOR	110.37	0.00	7.00	2.35	1.10	1.87
DC080	Calcetín Dralon Caballero	UNICA	73.42	0.00	11.79	1.94	0.87	1.25
DV010	Medias Puño Volteado Dralon	10	126.55	0.00	10.02	2.04	0.79	2.07
DV009	Medias Puño Volteado Dralon	9	120.51	0.00	10.02	1.98	0.77	2.00
DV007	Medias Puño Volteado Dralon	7	92.25	0.00	9.77	1.89	0.57	1.68
DX080	Medias Dralon Señora Extra	UNICA	128.24	0.00	8.01	2.13	0.83	2.13
CB080	Calceta Con Brillo	UNICA	158.18	0.00	0.00	1.43	0.87	1.72
CT050	Calceta	GRANDE	158.18	0.00	0.00	1.43	0.87	1.72
CT025	Calceta	MEDIANA	142.00	0.00	0.00	1.41	0.84	1.66
AD010	Medias Aeróbica Dralon	10	34.78	2.46	0.00	3.21	0.85	1.71
TA080	Medias Tenis Airun Larga	UNICA	58.68	2.96	0.00	2.41	0.81	1.49
TA180	Medias Tenis Airun Tobillera	UNICA	51.92	2.71	0.00	2.86	0.89	1.48
TE050	Medias Tenis Deportiva	ADULTO	21.25	2.46	0.00	1.57	1.03	1.33
TE025	Medias Tenis Deportiva	JUNIOR	15.60	2.46	0.00	1.48	0.70	1.20
CL080	Medias Cubana Lineal	UNICA	19.32	2.21	0.00	1.08	0.97	1.47

Tabla 4.3 Tiempos estándar de producción (en minutos)

Cod Art	ARTICULO	TALLA	Planchado	Clasificado	Etiquetado	Estampado	Embolcado	Empaque
PC010	Calcetín Perlon Caballero	10	3.37	3.13	3.06	1.40	2.13	1.04
PC009	Calcetín Perlon Caballero	9	3.37	2.75	3.06	1.40	2.13	1.02
PC007	Calcetín Perlon Caballero	7	3.50	2.63	2.93	1.40	1.75	1.02
PV010	Medias Puño Volteado Perlon	10	4.92	2.50	5.71	1.40	3.28	0.00
PV009	Medias Puño Volteado Perlon	9	4.92	2.25	5.33	1.40	3.13	0.00
PV007	Medias Puño Volteado Perlon	7	5.05	2.25	5.21	1.40	2.32	0.00
FL050	Medias Fútbol Licra	ADULTO	5.43	2.37	3.18	1.40	3.15	1.31
FL025	Medias Fútbol Licra	JUNIOR	5.56	1.62	2.93	1.40	2.01	1.16
FD050	Medias Fútbol Dralon	ADULTO	5.05	1.37	6.47	0.00	2.13	0.00
FD025	Medias Fútbol Dralon	JUNIOR	3.63	1.24	5.97	0.00	2.41	0.00
DC080	Calcetín Dralon Caballero	UNICA	3.50	1.24	4.07	1.40	1.63	1.44
DV010	Medias Puño Volteado Dralon	10	4.53	1.11	5.59	1.40	3.81	0.00
DV009	Medias Puño Volteado Dralon	9	4.53	1.11	5.08	1.40	3.17	0.00
DV007	Medias Puño Volteado Dralon	7	4.15	1.11	4.57	1.40	3.15	0.00
DX080	Medias Dralon Señora Extra	UNICA	5.18	1.37	2.17	1.40	3.60	0.00
CB080	Calceta Con Brillo	UNICA	3.89	5.90	2.55	1.40	3.91	1.27
CT050	Calceta	GRANDE	3.89	5.90	2.55	1.40	3.91	1.27
CT025	Calceta	MEDIANA	3.76	4.01	2.42	0.00	3.15	1.10
AD010	Medias Aeróbica Dralon	10	3.63	0.00	0.00	0.00	4.42	1.40
TA080	Medias Tenis Airun Larga	UNICA	3.63	0.00	2.02	0.00	2.52	2.33
TA180	Medias Tenis Airun Tobillera	UNICA	3.50	0.00	2.02	0.00	3.66	2.24
TE050	Medias Tenis Deportiva	ADULTO	4.53	0.00	2.53	0.00	2.52	1.31
TE025	Medias Tenis Deportiva	JUNIOR	3.37	0.00	2.15	0.00	2.01	1.08
CL080	Medias Cubana Lineal	UNICA	4.92	0.00	0.00	0.00	5.18	1.14

Tabla 4.3 Tiempos estándar de producción (en minutos - continuación)

4.3 PROGRAMACION MENSUAL DE PRODUCCION

Una vez efectuado el cálculo del pronóstico de la demanda y determinados los tiempos estándar de producción, procedemos a establecer el plan de producción buscando minimizar los costos de producción.

Para establecer el plan de producción se debe tomar en consideración que los productos deben estar listos para venta un mes antes, así por ejemplo para afrontar la demanda del mes de Abril se hará uso de la capacidad de producción del mes de Marzo o de los meses anteriores, esto implica traslapar la demanda de productos un mes. En la estructura de costos se considera este costo de almacenamiento como un costo de ventas.

Del cuadro de tiempos estándar de producción (tabla 4.3) se observa que la operación cuello de botella es el tejido así que es necesario efectuar un análisis de la capacidad versus requerimientos para esta operación, además es necesario tener en cuenta que el tiempo de tejido está dado por:

$$\text{Tiempo de tejido} = \left(\frac{\text{Tpo Std Tejido}}{\text{Eficiencia}} \right) \times (1 + \% \text{ defectuosos})$$

En la tabla 4.4 se observa los datos de eficiencia y % de productos defectuosos de acuerdo al tipo de máquina

MAQUINA	Eficiencia	Defectuosos
Tipo M	84%	4%
Tipo E	86%	2%

Tabla 4.4

Antes de la evaluación de la capacidad vs los requerimientos mensuales debemos considerar un factor, la existencia de una cantidad mínima a teñir. Esto es debido a que el lote que se va a enviar a teñir debe tener un peso de 20 Kg como mínimo para que sea aceptado en la tintorería (la empresa no cuenta con esta área). Una ventaja es que el lote solo depende el color del que se va a teñir, esto significa que es independiente de la talla o el diseño. Así tenemos, que de los 9 productos que pasan por el proceso de teñido, 3 de ellos corresponden a las calcetas que se tiñen de color carne, los otros 6 corresponden a los productos de la temporada escolar, esto es se tiñen de color plomo colegial.

En la tabla 4.5 se aprecia la demanda mensual para los artículos que se deben mandar a teñir, observamos que en ciertos meses no se cubre el peso mínimo para el lote, entonces debemos proceder a buscar completar dicho lote buscando el menor costo de almacenamiento (ver anexo 3), en la tabla 4.6 se observan los lotes de producción óptimos para el teñido.

Cod prod	Peso (Kg /doc)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
PV007	0.350	0	2	44	19	0	0	0	0	0	0	0	0
DV007	0.000	0	13	95	13	3	5	0	0	0	0	0	0
FL025	0.000	0	2	21	64	53	12	8	64	88	47	10	6
PC009	0.350	0	8	45	8	0	0	0	0	0	0	0	0
PC007	0.256	0	8	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0
PC010	0.401	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PV010	0.548	0	3	48	20	0	0	0	0	0	0	0	0
PV009	0.450	0	2	49	23	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso total (Kg)		0.00	11.30	96.45	32.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cod prod	Peso (Kg /doc)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CB080	0.518	0	0	0	0	19	5	5	14	9	11	2	9
CT050	0.518	0	0	0	5	17	0	2	3	4	2	4	6
CT025	0.284	0	0	0	10	11	5	3	6	6	5	3	9
Peso total (Kg)		0.00	0.00	0.00	5.43	21.76	4.01	4.48	10.51	8.44	8.15	3.96	10.32

Tabla 4.5 Demanda de artículos a teñir

Cod prod	Peso (Kg /doc)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
PV007	0.350	0	2	44	19	0	0	0	0	0	0	0	0
DV007	0.000	0	13	95	0	0	0	0	0	0	4	0	0
FL025	0.000	0	2	21	0	0	0	8	64	88	57	0	0
PC009	0.350	0	8	45	8	0	0	0	0	0	0	0	0
PC007	0.256	0	8	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0
PC010	0.401	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PV010	0.548	0	14	37	20	0	0	0	0	0	0	0	0
PV009	0.450	0	8	43	23	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso total (Kg)		0.00	20.03	87.72	32.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cod prod	Peso (Kg /doc)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CB080	0.518	0	0	0	19	0	33	0	0	0	22	0	0
CT050	0.518	0	0	0	22	0	9	0	0	0	12	0	0
CT025	0.284	0	0	0	21	0	20	0	0	0	17	0	0
Peso total (Kg)		0.00	0.00	0.00	27.19	0.00	27.43	0.00	0.00	0.00	22.43	0.00	0.00

Tabla 4.6 Lotes de producción de artículos a teñir

Ahora efectuamos el cálculo de la capacidad versus requerimientos (ver tabla 4.7), para este cálculo se toma en cuenta el pronóstico de venta y las necesidades de producción por teñido. Se observa que existe un gran déficit de tiempo en el mes de febrero, y en menor medida en los meses de marzo, abril y agosto. Además, para los cálculos se toma en consideración que se trabaja un solo turno de lunes a sábado, y se cuentan los días calendario de cada mes, descontando los feriados.

En la tabla 4.7 vemos que la demanda de ciertos productos es baja en ciertos meses por lo que una alternativa sería la de producir en meses con baja demanda y almacenar, para definir ello debemos evaluar el costo de efectuar un cambio de un producto a otro contra el costo de almacén. Este será un primer ajuste en nuestro plan de producción.

El costo de cambio está dado por el costo de la materia prima, mano de obra y gastos generales que se usan en esa operación, mientras que el costo de almacén está dado por el costo del producto multiplicado por la tasa de interés efectiva que se genera por el tiempo almacenado, la tasa de interés es la equivalente a la de un préstamo bancario. Así por ejemplo consideremos el efectuar un cambio en la máquina M1 del producto DX080 al FD050; el costo de cambio es de S/. 7.22 y un costo de una docena para el FD050 es de S/.31.90, la tasa de interés es de 48% anual, equivalente a una tasa efectiva de 3.32% para un mes, con estos datos obtenemos el gráfico que se observa en la figura 4.1.

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	DICIEMBRE					ENERO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Regimes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Regimes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	4	67%	968.19	30.00	10042	2	50%	642.87	30.00	11807
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	2	33%				2	50%			
M2	DC080	90.90	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	10601.60	15.00	1863
	DV010	156.68	0	0%				41	59%			
	DV009	149.20	0	0%				28	41%			
M3	PV007	212.30	0	0%	0.00	0.00	11040	2	12%	2214.96	380.00	9885
	DV007	114.21	0	0%				13	76%			
	FL025	152.79	0	0%				2	12%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11040	8	50%	3059.38	15.00	9406
	PC007	189.86	0	0%				8	50%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	11040	8	27%	7736.41	375.00	4369
M5	PV010	302.29	0	0%				14	47%			
	PV009	242.79	0	0%				8	27%			
	FL050	186.88	11	100%	2055.66	0.00	8984	19	100%	3550.68	0.00	8929
M7	FL050	186.88	10	100%	1868.78	0.00	9171	20	100%	3737.56	0.00	8742
M8	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
M9	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
E1	AD080	41.25	0	0%	524.71	30.00	10485	4	100%	165.00	30.00	12285
	TA080	69.60	4	50%				0	0%			
	TA180	61.58	4	50%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
E2	AD080	41.25	0	0%	1864.71	30.00	9145	0	0%	1887.90	30.00	10562
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	45	57%				44	53%			
	TE025	18.50	11	14%				26	31%			
	CL080	22.91	23	29%				13	16%			

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	FEBRERO					MARZO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Reg/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Reg/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	2	40%	757.39	75.00	33728	11	28%	6061.83	45.00	6373
	FD025	136.65	2	40%				15	38%			
	DX080	158.77	1	20%				14	35%			
M2	DC080	90.90	0	0%	34475.49	15.00	-22970	9	19%	6689.73	75.00	5715
	DV010	156.68	121	54%				27	57%			
	DV009	149.20	104	46%				11	23%			
	PV007	212.30	44	28%	23400.05	380.00	-12280	19	20%	15297.19	380.00	-3197
M3	DV007	114.21	95	59%				13	14%			
	FL025	152.79	21	13%				64	67%			
	PC009	192.56	45	54%	15880.00	15.00	-4375	8	57%	2679.66	15.00	9785
M4	PC007	189.86	38	46%				6	43%			
	PC010	195.25	18	18%	25139.30	375.00	-13994	9	17%	13387.28	375.00	-1282
M5	PV010	302.29	37	38%				20	38%			
	PV009	242.79	43	44%				23	44%			
M6	FL050	186.88	19	100%	3550.68	0.00	7969	85	100%	15884.64	0.00	-3405
M7	FL050	186.88	20	100%	3737.56	0.00	7782	85	100%	15884.64	0.00	-3405
M8	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	19	31%	3721.00	0.00	8759
M9	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520	21	100%	3692.00	0.00	8788
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	22	35%	4308.52	0.00	8171
	AD080	41.25	44	83%	2417.35	60.00	9043	10	71%	658.83	30.00	11791
E1	TA080	69.60	6	11%				0	0%			
	TA180	61.58	3	6%				4	29%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	8290.57	30.00	3199	0	0%	3889.98	30.00	8560
E2	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	177	48%				79	45%			
	TE025	18.50	124	34%				63	36%			
	CL080	22.91	67	18%				32	18%			

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	ABRIL					MAYO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Regimes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Regimes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	6	9%	10277.22	45.00	1198	10	26%	6050.14	45.00	6385
	FD025	136.65	3	5%				1	3%			
	DX080	158.77	56	86%				27	71%			
M2	DC080	90.90	8	35%	3062.47	75.00	8383	25	61%	4749.51	75.00	7655
	DV010	156.68	13	57%				12	29%			
	DV009	149.20	2	9%				4	10%			
M3	PV007	212.30	0	0%	8440.69	360.00	2719	0	0%	2404.59	360.00	9715
	DV007	114.21	3	5%				5	29%			
	FL025	152.79	53	95%				12	71%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11520	0	0%	0.00	0.00	12480
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
M5	PC010	195.25	14	100%	2733.47	0.00	8787	18	100%	3514.46	0.00	8966
	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
M6	FL050	186.88	64	100%	11960.20	0.00	-440	53	100%	9904.54	0.00	2575
M7	FL050	186.88	63	100%	11773.32	0.00	-253	53	100%	9904.54	0.00	2575
M8	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	33	53%	6462.78	0.00	6017
M9	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520	20	100%	3516.19	0.00	8964
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	9	15%	1762.58	0.00	10717
E1	AD080	41.25	4	44%	512.99	30.00	10977	5	71%	345.45	30.00	12105
	TA080	69.60	5	56%				2	29%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
E2	AD080	41.25	0	0%	4787.96	30.00	6702	0	0%	1919.22	30.00	10531
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	107	52%				33	40%			
	TE025	18.50	35	17%				8	10%			
	CL080	22.91	63	31%				41	50%			

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	JUNIO					JULIO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	7	32%	3498.10	45.00	8457	4	16%	3918.51	45.00	8036
	FD025	136.65	1	5%				3	12%			
	DX080	158.77	14	64%				18	72%			
M2	DC080	90.90	26	72%	3907.80	75.00	8017	8	50%	1965.70	75.00	9959
	DV010	156.68	7	19%				6	38%			
	DV009	149.20	3	8%				2	13%			
M3	PV007	212.30	0	0%	1222.35	0.00	10778	0	0%	9778.77	0.00	2221
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	8	100%				64	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	12000	4	100%	780.99	0.00	11219
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	48	100%	8970.15	0.00	3030
M7	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	49	100%	9157.03	0.00	2843
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	AD080	41.25	3	12%	1622.82	60.00	10317	2	6%	2175.87	60.00	9764
	TA080	69.60	18	72%				23	70%			
E1	TA180	61.58	4	16%				8	24%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	4121.18	30.00	7849	0	0%	3356.42	30.00	8614
E2	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	84	49%				56	39%			
	TE025	18.50	8	5%				11	8%			
	CL080	22.91	81	47%				76	53%			

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	AGOSTO					SEPTIEMBRE				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	6	43%	2135.53	45.00	9819	7	33%	3140.21	45.00	9295
	FD025	136.65	5	36%				10	48%			
	DX080	158.77	3	21%				4	19%			
M2	DC080	90.90	8	50%	1965.70	75.00	9959	4	44%	1132.05	75.00	11273
	DV010	156.68	6	38%				3	33%			
	DV009	149.20	2	13%				2	22%			
M3	PV007	212.30	0	0%	13445.81	0.00	-1446	0	0%	7181.29	0.00	5299
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	88	100%				47	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12480
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PV010	302.29	0	0%				3	100%	585.74	0.00	11894
M5	PC010	195.25	2	100%	390.50	0.00	11610	0	0%			
	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
M6	FL050	186.88	73	100%	13642.10	0.00	-1642	42	100%	7848.88	0.00	4631
	FL050	186.88	73	100%	13642.10	0.00	-1642	42	100%	7848.88	0.00	4631
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	22	43%	4308.52	0.00	8171
M8	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12000	17	100%	2988.76	0.00	9491
	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	12	24%	2350.10	0.00	10130
	AD080	41.25	2	40%	291.29	30.00	11679	0	0%	1914.09	30.00	10536
E1	TA080	69.60	3	60%				16	55%			
	TA180	61.58	0	0%				13	45%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	5197.14	30.00	6773	0	0%	1666.31	30.00	10784
E2	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	94	42%				33	47%			
	TE025	18.50	29	13%				3	4%			
	CL080	22.91	100	45%				34	49%			

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	OCTUBRE					NOVIEMBRE				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	5	63%	1289.62	0.00	11190	0	0%	635.09	60.00	10825
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	3	38%				4	100%			
M2	DC080	90.90	3	33%	1197.83	0.00	11282	5	100%	454.50	60.00	11005
	DV010	156.68	4	44%				0	0%			
	DV009	149.20	2	22%				0	0%			
M3	PV007	212.30	0	0%	1527.93	0.00	10952	0	0%	916.76	0.00	10603
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	10	100%				6	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12480	0	0%	0.00	0.00	11520
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	6	100%	1171.49	0.00	11309	22	100%	4295.45	0.00	7225
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	22	100%	4111.32	0.00	8369	31	100%	5793.22	0.00	5727
M7	FL050	186.88	22	100%	4111.32	0.00	8369	31	100%	5793.22	0.00	5727
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12480	0	0%	0.00	0.00	11520
	C1025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12480	0	0%	0.00	0.00	11520
M10	C1050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12480	0	0%	0.00	0.00	11520
	AD080	41.25	0	0%	262.35	0.00	12218	3	7%	2822.34	60.00	8638
	TA080	69.60	2	50%				14	31%			
E1	TA180	61.58	2	50%				28	62%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	2202.73	0.00	10277	0	0%	6892.26	30.00	4598
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	56	60%				180	63%			
	TE025	18.50	18	19%				27	9%			
CL080	22.91	20	21%				81	28%				

Tabla 4.7 Capacidad vs Requerimientos (continuación)

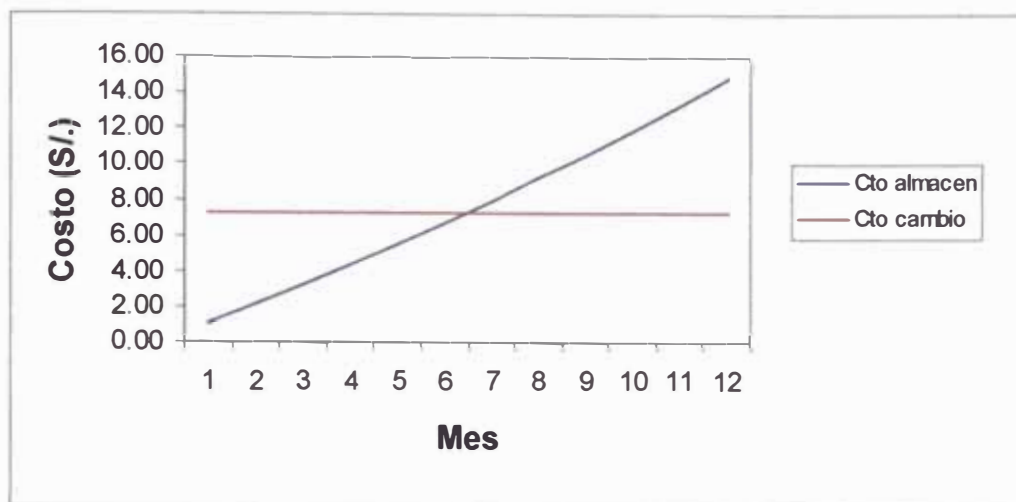


Figura 4.1 Costo de cambio versus Costo de almacenamiento

Haciendo un análisis del gráfico encontramos que el corte de ambas curvas ocurre aproximadamente en el mes 6, esto quiere decir que a partir de ese mes será más costoso el almacenamiento de una docena, mientras que en un periodo inferior será más costoso el efectuar el cambio para producir solo una docena. Además podemos determinar la mínima cantidad a producir en un mes para que ese cambio sea económico, esta cantidad está dada por:

$$Cantidad\ minima = \frac{Costo\ de\ cambio}{Interes\ generado\ en\ un\ mes}$$

En la tabla 4.8 tenemos el cálculo de la cantidad mínima para que el cambio de producto a efectuarse sea más económico que almacenar, además de otros datos como el tiempo en que se incurre en cada cambio, la unidad de producción es de 1 docena.

Maq	De	A	Tiempo cambio (min)	Costo de cambio (S/.)	Costo (S/.) (1 doc)	Interés (S/.) (1 doc)	Lote mínimo (doc)
M1	DX080	FD050	30	7.22	31.90	1.06	7.00
M1	DX080	FD025	60	7.21	24.91	0.83	9.00
M1	FD025	FD050	15	6.61	31.90	1.06	6.00
M1	FD025	DX080	60	8.84	33.88	1.13	8.00
M1	FD050	FD025	15	5.38	24.91	0.83	7.00
M1	FD050	DX080	30	7.62	33.88	1.13	7.00
M2	DC080	DV010	60	6.69	22.28	0.74	9.00
M2	DC080	DV009	60	5.93	18.09	0.60	10.00
M2	DV009	DV010	15	4.86	22.28	0.74	7.00
M2	DV009	DC080	60	5.81	17.53	0.58	10.00
M2	DV010	DC080	60	5.81	17.53	0.58	10.00
M2	DV010	DV009	15	4.11	18.09	0.60	7.00
M3	DV007	PV007	20	2.76	11.67	0.39	7.00
M3	DV007	FL025	360	18.40	19.88	0.66	28.00
M3	FL025	PV007	360	16.54	11.67	0.39	43.00
M3	FL025	DV007	360	17.03	12.18	0.40	42.00
M3	PV007	FL025	360	18.40	19.88	0.66	28.00
M3	PV007	DV007	20	3.25	12.18	0.40	8.00
M4	PC007	PC009	15	2.57	11.70	0.39	7.00
M4	PC009	PC007	15	2.19	8.95	0.30	7.00
M5	PC010	PV010	360	17.35	17.37	0.58	30.00
M5	PC010	PV009	360	16.96	14.58	0.48	35.00
M5	PV009	PC010	360	16.77	13.28	0.44	38.00
M5	PV009	PV010	15	3.37	17.37	0.58	6.00
M5	PV010	PC010	360	16.77	13.28	0.44	38.00
M5	PV010	PV009	15	2.97	14.58	0.48	6.00
E1 / E2	AD080	TA080	30	4.48	23.02	0.76	6.00
E1 / E2	AD080	TA180	30	4.17	20.51	0.68	6.00
E1 / E2	AD080	TE050	60	4.93	14.14	0.47	11.00
E1 / E2	AD080	TE025	60	4.67	11.86	0.39	12.00
E1 / E2	AD080	CL080	60	4.43	10.02	0.33	13.00
E1 / E2	CL080	AD080	60	5.22	16.53	0.55	10.00
E1 / E2	CL080	TA080	90	7.51	23.02	0.76	10.00
E1 / E2	CL080	TA180	90	7.20	20.51	0.68	11.00
E1 / E2	CL080	TE050	15	2.66	14.14	0.47	6.00
E1 / E2	CL080	TE025	15	2.40	11.86	0.39	6.00
E1 / E2	TA080	AD080	30	3.71	16.53	0.55	7.00
E1 / E2	TA080	TA180	30	4.17	20.51	0.68	6.00
E1 / E2	TA080	TE050	90	6.45	14.14	0.47	14.00

Tabla 4.8 Cálculo del lote económico de acuerdo al cambio

Maq	De	A	Tiempo cambio (min)	Costo de cambio (S/.)	Costo (S/.) (1 doc)	Interés (S/.) (1 doc)	Lote mínimo (doc)
E1 / E2	TA080	TE025	90	6.19	11.86	0.39	16.00
E1 / E2	TA080	CL080	90	5.95	10.02	0.33	18.00
E1 / E2	TA180	AD080	30	3.71	16.53	0.55	7.00
E1 / E2	TA180	TA080	30	4.48	23.02	0.76	6.00
E1 / E2	TA180	TE050	90	6.45	14.14	0.47	14.00
E1 / E2	TA180	TE025	90	6.19	11.86	0.39	16.00
E1 / E2	TA180	CL080	90	5.95	10.02	0.33	18.00
E1 / E2	TE025	AD080	60	5.22	16.53	0.55	10.00
E1 / E2	TE025	TA080	90	7.51	23.02	0.76	10.00
E1 / E2	TE025	TA180	90	7.20	20.51	0.68	11.00
E1 / E2	TE025	TE050	15	2.66	14.14	0.47	6.00
E1 / E2	TE025	CL080	15	2.16	10.02	0.33	6.00
E1 / E2	TE050	AD080	60	5.22	16.53	0.55	10.00
E1 / E2	TE050	TA080	90	7.51	23.02	0.76	10.00
E1 / E2	TE050	TA180	90	7.20	20.51	0.68	11.00
E1 / E2	TE050	TE025	15	2.40	11.86	0.39	6.00
E1 / E2	TE050	CL080	15	2.16	10.02	0.33	6.00

Tabla 4.8 Cálculo del lote económico de acuerdo al cambio
(continuación)

Así por ejemplo, en la maquina M1 vemos que en el mes de diciembre es necesario efectuar un cambio del producto FD050 al producto DX080, en este caso el costo por efectuar el cambio debe ser asumido por la cantidad a producir que son 2 docenas. Para el mes siguiente enero se tiene que efectuar el cambio inverso, del artículo DX080 a FD050, la cantidad mínima para este cambio es de 7 docenas pero esta programado el producir 2 docenas, en este caso en lugar de efectuar el cambio es mas económico el almacenar estas 2 docenas, incluyéndolas en la producción del mes anterior.

Mes	Enero
Cantidad almacén	2
Costo almacén	2.12
Costo cambio	7.22
Diferencia	5.10

Tabla 4.9

En la tabla 4.9 vemos que al almacenar estas unidades tenemos un ahorro de S/. 5.10. La cantidad mínima para efectuar un cambio en un mes también se puede usar para calcular la cantidad mínima para realizar un cambio comparado con el costo de almacenamiento por un periodo mayor, así tenemos que al dividir esa cantidad entre 2 obtenemos la cantidad económica para 2 meses, al dividirla entre 3 para 3 meses, y así sucesivamente. En la Figura 4.2 se observan los pasos a seguir para ver la factibilidad de efectuar un cambio o almacenar.

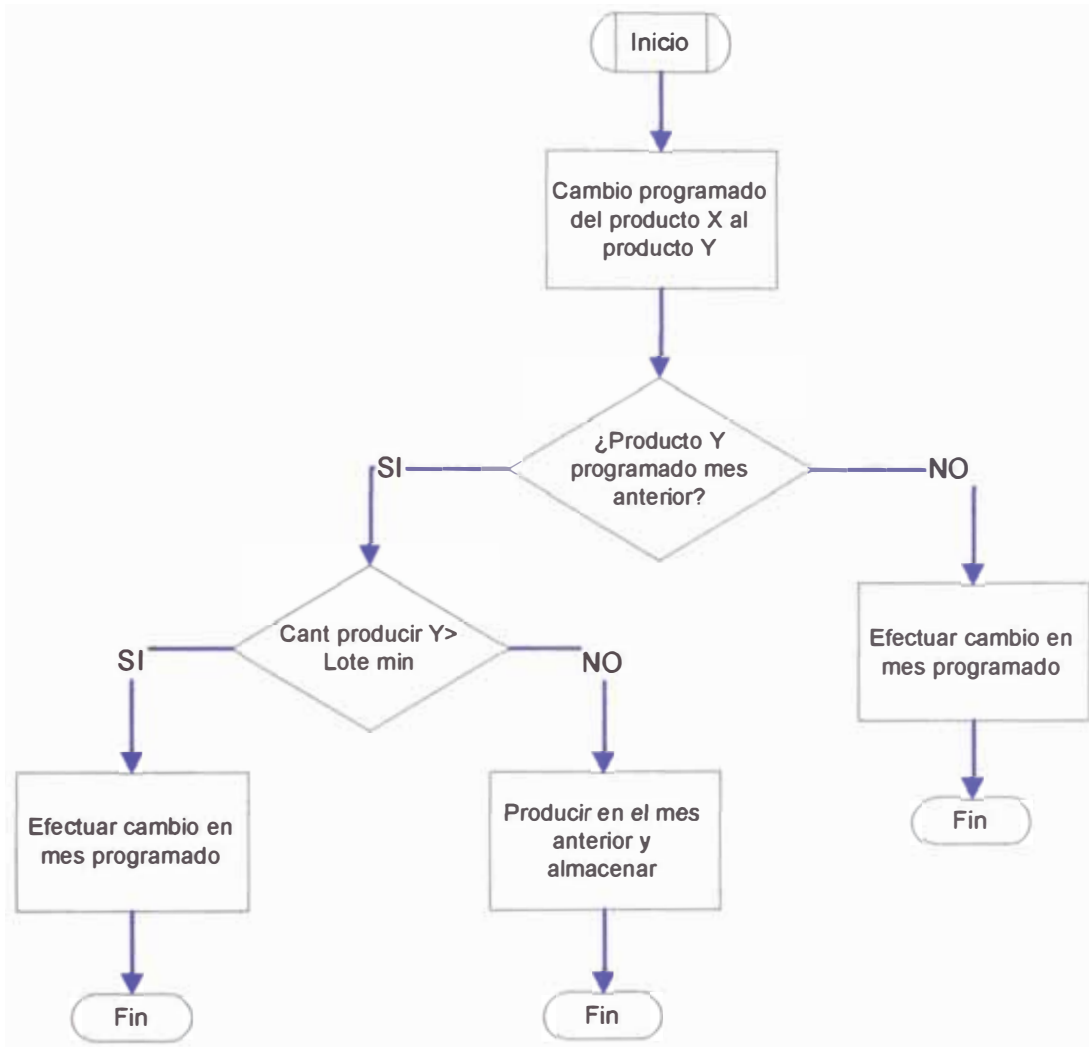


Figura 4.2 Flujograma de decisión para efectuar un cambio vs el almacenamiento

Procedemos a hacer este análisis para todos los cambios que sea necesario realizar cada mes. El resultado de este primer ajuste se observa en las paginas siguientes (tabla 4.10).

Para el mes de octubre tenemos una baja demanda, solo 161 docenas, efectuando un análisis de costos (tabla 4.11) vemos que es más económico el producir y almacenar las cantidades demandadas en el mes de Setiembre y otorgar vacaciones al personal en dicho mes.

Cod Prod	Cant Prod	Cto 1 doc	Cto almacén
DX080	3	33.88	3.37
DV009	2	18.09	1.20
FL025	10	19.88	6.60
PC010	6	13.28	2.65
FL050	22	36.08	26.35
FL050	22	36.08	26.35
TA180	2	20.51	1.36
TE050	56	14.14	26.29
TE025	18	11.86	7.09
CL080	20	10.02	6.66
Costo total de almacén			107.92
Costo de un operario			500.00

Tabla 4.11 Comparación Costo Almacén vs. Costo Producción Octubre

En la tabla 4.10 se observa que aun tenemos deficiencias de capacidad en diversos meses y en varias maquinas, siendo la necesidad mayor en el mes de febrero. Para suplir estas deficiencias de capacidad tenemos las siguientes alternativas:

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	DICIEMBRE					ENERO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	8	80%	1618.83	30.00	9391	0	0%	317.55	0.00	12162
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	2	20%				2	100%			
M2	DC080	90.90	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	10601.60	15.00	1863
	DV010	156.68	0	0%				41	59%			
	DV009	149.20	0	0%				28	41%			
M3	PV007	212.30	0	0%	0.00	0.00	11040	2	5%	5423.62	380.00	6676
	DV007	114.21	0	0%				13	34%			
	FL025	152.79	0	0%				23	61%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11040	8	50%	3059.38	15.00	9406
	PC007	189.86	0	0%				8	50%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	11040	35	61%	13008.10	375.00	-903
M5	PV010	302.29	0	0%				14	25%			
	PV009	242.79	0	0%				8	14%			
	FL050	186.88	11	100%	2055.66	0.00	8984	19	100%	3550.68	0.00	8929
M7	FL050	186.88	10	100%	1868.78	0.00	9171	20	100%	3737.56	0.00	8742
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
	AD080	41.25	0	0%	709.45	30.00	10301	4	100%	165.00	30.00	12285
	TA080	69.60	4	36%				0	0%			
E1	TA180	61.58	7	64%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	1864.71	30.00	9145	0	0%	1887.90	30.00	10562
E2	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	45	57%				44	53%			
	TE025	18.50	11	14%				26	31%			
	CL080	22.91	23	29%				13	16%			

Tabla 4.10 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste de cambios de producto

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	FEBRERO					MARZO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	0	0%	432.07	60.00	11028	17	33%	7721.03	45.00	4714
	FD025	136.65	2	67%				20	39%			
	DX080	158.77	1	33%				14	27%			
M2	DC080	90.90	0	0%	34475.49	15.00	-22970	9	18%	6988.13	75.00	5417
	DV010	156.68	121	54%				27	55%			
	DV009	149.20	104	46%				13	27%			
M3	PV007	212.30	44	32%	20191.39	20.00	-6691	19	18%	16210.90	380.00	-4111
	DV007	114.21	95	68%				21	20%			
	FL025	152.79	0	0%				64	62%			
M4	PC009	192.56	45	51%	17019.17	15.00	-5514	8	100%	1540.49	0.00	10940
	PC007	189.86	44	49%				0	0%			
	PC010	195.25	0	0%	21624.84	15.00	-10120	0	0%	11630.05	15.00	835
M5	PV010	302.29	37	46%				20	47%			
	PV009	242.79	43	54%				23	53%			
	FL050	186.88	19	100%	3550.68	0.00	7969	85	100%	15884.64	0.00	-3405
M7	FL050	186.88	20	100%	3737.56	0.00	7782	85	100%	15884.64	0.00	-3405
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	19	31%	3721.00	0.00	8759
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520	21	100%	3692.00	0.00	8788
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	22	35%	4308.52	0.00	8171
	AD080	41.25	44	88%	2232.61	30.00	9257	10	71%	658.83	60.00	11761
	TA080	69.60	6	12%				0	0%			
E1	TA180	61.58	0	0%				4	29%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	8290.57	30.00	3199	0	0%	3889.98	30.00	8560
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	177	48%				79	45%			
TE025	18.50	124	34%				63	36%				
CL080	22.91	67	18%				32	18%				

Tabla 4.10 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste de cambios de producto (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	ABRIL					MAYO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	0	0%	8891.31	0.00	2629	10	27%	5913.49	30.00	6537
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	56	100%				27	73%			
M2	DC080	90.90	8	38%	2764.06	60.00	8696	25	45%	6890.69	75.00	5514
	DV010	156.68	13	62%				19	35%			
	DV009	149.20	0	0%				11	20%			
M3	PV007	212.30	0	0%	8098.05	0.00	3422	0	0%	1833.52	0.00	10646
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	53	100%				12	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11520	0	0%	0.00	0.00	12480
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
M5	PC010	195.25	14	100%	2733.47	360.00	8427	18	100%	3514.46	0.00	8966
	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
M6	FL050	186.88	64	100%	11960.20	0.00	-440	53	100%	9904.54	0.00	2575
	FL050	186.88	63	100%	11773.32	0.00	-253	53	100%	9904.54	0.00	2575
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	33	53%	6462.78	0.00	6017
M9	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520	20	100%	3516.19	0.00	8964
	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	9	15%	1762.58	0.00	10717
E1	AD080	41.25	14	74%	925.50	30.00	10565	0	0%	139.19	0.00	12341
	TA080	69.60	5	26%				2	100%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	4787.96	30.00	6702	0	0%	1919.22	30.00	10531
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	107	52%				33	40%			
TE025	18.50	35	17%				8	10%				
CL080	22.91	63	31%				41	50%				

Tabla 4.10 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste de cambios de producto (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	JUNIO					JULIO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	11	44%	4012.10	30.00	7958	0	0%	4379.28	60.00	7561
	FD025	136.65	0	0%				3	11%			
	DX080	158.77	14	56%				25	89%			
M2	DC080	90.90	26	100%	2363.42	0.00	9637	23	79%	3030.81	60.00	8909
	DV010	156.68	0	0%				6	21%			
	DV009	149.20	0	0%				0	0%			
M3	PV007	212.30	0	0%	1222.35	0.00	10778	0	0%	9778.77	0.00	2221
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	8	100%				64	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	PC007	189.66	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	12000	4	100%	780.99	0.00	11219
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	48	100%	8970.15	0.00	3030
M7	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	49	100%	9157.03	0.00	2843
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	AD080	41.25	0	0%	1499.07	30.00	10471	0	0%	2093.37	30.00	9877
	TA080	69.60	18	82%				23	74%			
E1	TA180	61.58	4	18%				8	26%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	4121.18	30.00	7849	0	0%	3356.42	30.00	8614
E2	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	84	49%				56	39%			
	TE025	18.50	8	5%				11	8%			
	CL080	22.91	81	47%				76	53%			

Tabla 4.10 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste de cambios de producto (continuación)

- Trabajar horas extras
- Almacenar productos en meses anteriores
- Implementar mas turnos de trabajo

En el caso de la última alternativa, el agregar más turnos de trabajo implica el contratar personal extra. Es necesario hacer una evaluación económica de acuerdo a las necesidades mensuales para escoger cual es la alternativa más económica para cada caso.

Podemos observar que tenemos deficiencias en los meses de enero, febrero, marzo, abril y agosto, cabe indicar que cualquier incremento de tiempo en la jornada de trabajo incidirá en todas las maquinas, es por ello que al resolver la mayor falta de capacidad se solucionaran las otras deficiencias que se presenten en el mes en caso de agregar horas o turnos extras.

Procedemos a realizar una comparación entre los costos de almacenar vs el costo de trabajar horas extras, para dichos meses esta comparación se puede ver en la tabla 4.12.

Cod art	Tpo tejido (min)	Mes	Tpo falta (min)	Cant (doc)	Cto tpo Extra (S/.)	Cto Almacén (S/.)	Tpo Alm
FL025	152.79	Ago	1446	9.46	72.30	6.60	1 mes
FL050	188.68	Ago	1642	8.70	82.10	10.78	1 mes
FL050	188.68	Abril	440	2.33	22.00	7.31	2 meses
FL050	188.68	Abril	253	1.34	12.65	4.87	2 meses
FL025	152.79	Mar	4111	26.91	205.55	36.23	2 meses
FL050	188.68	Mar	3405	18.05	170.25	46.27	2 meses

Tabla 4.12 Comparación costos tiempo extra vs Cto almacén

En la tabla 4.12 el campo “Cant doc” representa el número de docenas que sería necesario almacenar en un mes anterior para suplir la falta de capacidad. En todos los casos observamos que resulta más económico el almacenar unidades. En algunos casos se ha optado por almacenarlos por un periodo de 2 meses, esto debido a que en el mes anterior ya existe un déficit de tiempo y no es conveniente el programar más unidades.

Quedaría por solucionar el déficit de los meses de enero y febrero. Para el mes de febrero, vemos que en la maquina M2 debemos cubrir un déficit de 22970 minutos, en este caso debemos considerar el hecho de trabajar mas turnos, además de las otras 2 alternativas. Para encontrar la combinación correcta recurrimos al uso de la programación lineal. Para ello definimos las siguientes variables:

YFE: Número de docenas del producto DV010 a almacenar de febrero a enero

YFD: Número de docenas del producto DV010 a almacenar de febrero a diciembre

YED: Número de docenas del producto DV010 a almacenar de enero a diciembre

ZFE: Número de docenas del producto DV009 a almacenar de febrero a enero

ZFD: Número de docenas del producto DV009 a almacenar de febrero a diciembre

ZED: Número de docenas del producto DV009 a almacenar de enero a diciembre

TD: Número de turnos a trabajar en diciembre

TE: Número de turnos a trabajar en enero

TF: Número de turnos a trabajar en febrero

TXD: Tiempo extra en diciembre

TXE: Tiempo extra en enero

TXF: Tiempo extra en febrero

La función objetivo que queremos minimizar es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{CTO} = & 0.74\text{YFE} + 1.50\text{YFD} + 0.74\text{YED} + 0.60\text{ZFE} + 1.22\text{ZFD} + \\ & 0.60\text{ZED} + 500\text{TD} + 500\text{TE} + 500\text{TF} + 0.05\text{TXD} + 0.05\text{TXE} + \\ & 0.05\text{TXF} \end{aligned}$$

Nuestras restricciones son las siguientes:

Tiempos extra (máximo 5 horas por día)

$$0 \leq \text{TXD} \leq 6600$$

$$0 \leq \text{TXE} \leq 7500$$

$$0 \leq \text{TXF} \leq 6900$$

Turnos de trabajo

$$1 \leq \text{TD} \leq 3$$

$$1 \leq \text{TE} \leq 3$$

$$1 \leq \text{TF} \leq 3$$

Capacidad de tejido diciembre

$$(\text{YFD} + \text{YED})156.68 + (\text{ZFD} + \text{ZED})149.20 \leq \text{TD}(23)(480) + \text{TXD}$$

Capacidad de tejido enero

$$(41 - \text{YED} + \text{YFE})156.68 + (28 - \text{ZED} + \text{ZFE})149.20 \leq \text{TE}(26)(480) + \text{TXE}$$

Capacidad de tejido febrero

$$(121 - \text{YFE} - \text{YFD})156.68 + (104 - \text{ZFE} - \text{ZFD})149.20 \leq \text{TF}(24)(480) + \text{TXF}$$

Restricciones de tiempo extra y turnos

$$11520\text{TF} + \text{TXF} \leq 35460$$

$$12480\text{TE} + \text{TXE} \leq 37440$$

$$11040\text{TD} + \text{TXD} \leq 33120$$

Restricción de cantidad a almacenar

$$\text{YFE} + \text{YFD} \leq 121$$

$$\text{ZFE} + \text{ZFD} \leq 104$$

$$\text{YED} \leq 41$$

$$\text{ZED} \leq 28$$

Utilizando el software lindo para la solución tenemos el siguiente conjunto solución que se observa en la tabla 4.13.

VARIABLE	VALOR
YFD	0
ZFD	37
YED	0
ZED	28
YFE	0
ZFE	40
TD	1
TE	1
TF	2
TXD	0
TXE	0
TXF	0

Tabla 4.13

La solución nos indica que debemos almacenar unidades del producto DV009 correspondientes al mes de febrero en los meses de enero y diciembre, además de trabajar 2 turnos en el mes de febrero. El déficit de tiempo en el mes de enero se cubre trabajando horas extras. Ahora trasladamos estas modificaciones al cálculo de la capacidad versus requerimientos (tabla 4.14).

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	DICIEMBRE					ENERO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	8	80%	1618.83	30.00	9391	0	0%	317.55	0.00	13722
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	2	20%				2	100%			
M2	DC080	90.90	0	0%	9698.19	0.00	1342	0	0%	12392.03	15.00	1633
	DV010	156.68	0	0%				41	51%			
	DV009	149.20	65	100%				40	49%			
M3	PV007	212.30	0	0%	0.00	0.00	11040	2	3%	9549.04	380.00	4111
	DV007	114.21	0	0%				13	20%			
	FL025	152.79	0	0%				50	77%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11040	8	50%	3059.38	15.00	10966
	PC007	189.86	0	0%				8	50%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	11040	35	61%	13008.10	375.00	657
M5	PV010	302.29	0	0%				14	25%			
	PV009	242.79	0	0%				8	14%			
	FL050	186.88	11	100%	2055.66	0.00	8984	19	100%	3550.68	0.00	10489
M7	FL050	186.88	10	100%	1868.78	0.00	9171	20	100%	3737.56	0.00	10302
M8	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
M9	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11040	0	0%	0.00	0.00	12480
	AD080	41.25	0	0%	709.45	30.00	10301	4	100%	165.00	30.00	13845
	TA080	69.60	4	36%				0	0%			
E1	TA180	61.58	7	64%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	1864.71	30.00	9145	0	0%	1887.90	30.00	12122
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	45	57%				44	53%			
	TE025	18.50	11	14%				26	31%			
	CL080	22.91	23	29%				13	16%			

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	FEBRERO					MARZO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	0	0%	432.07	60.00	22548	17	33%	7721.03	45.00	4714
	FD025	136.65	2	67%				20	39%			
	DX080	158.77	1	33%				14	27%			
M2	DC080	90.90	0	0%	22986.87	15.00	38	9	18%	6988.13	75.00	5417
	DV010	156.68	121	82%				27	55%			
	DV009	149.20	27	18%				13	27%			
M3	PV007	212.30	44	32%	20191.39	20.00	2829	19	25%	12085.48	380.00	15
	DV007	114.21	95	68%				21	27%			
	FL025	152.79	0	0%				37	48%			
M4	PC009	192.56	45	51%	17019.17	15.00	6006	8	100%	1540.49	0.00	10940
	PC007	189.86	44	49%				0	0%			
	PC010	195.25	0	0%	21624.84	15.00	1400	0	0%	11630.05	15.00	835
M5	PV010	302.29	37	46%				20	47%			
	PV009	242.79	43	54%				23	53%			
	FL050	186.88	41	100%	7662.00	0.00	15378	66	100%	12333.95	0.00	146
M7	FL050	186.88	41	100%	7662.00	0.00	15378	66	100%	12333.95	0.00	146
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	23040	19	31%	3721.00	0.00	8759
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	23040	21	100%	3692.00	0.00	8788
M9	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	23040	22	35%	4308.52	0.00	8171
	AD080	41.25	44	88%	2232.61	30.00	20777	10	71%	658.83	60.00	11761
	TA080	69.60	6	12%				0	0%			
E1	TA180	61.58	0	0%				4	29%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	8290.57	30.00	14719	0	0%	3889.98	30.00	8560
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	177	48%				79	45%			
	TE025	18.50	124	34%				63	36%			
	CL080	22.91	67	18%				32	18%			

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	ABRIL					MAYO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	0	0%	8891.31	0.00	2629	10	27%	5913.49	30.00	6537
	FD025	136.65	0	0%				0	0%			
	DX080	158.77	56	100%				27	73%			
M2	DC080	90.90	8	38%	2764.06	60.00	8696	25	45%	6890.69	75.00	5514
	DV010	156.68	13	62%				19	35%			
	DV009	149.20	0	0%				11	20%			
M3	PV007	212.30	0	0%	8098.05	0.00	3422	0	0%	1833.52	0.00	10646
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	53	100%				12	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11520	0	0%	0.00	0.00	12480
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	14	100%	2733.47	360.00	8427	18	100%	3514.46	0.00	8966
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	61	100%	11399.56	0.00	120	53	100%	9904.54	0.00	2575
M7	FL050	186.88	61	100%	11399.56	0.00	120	53	100%	9904.54	0.00	2575
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	33	53%	6462.78	0.00	6017
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520	20	100%	3516.19	0.00	8964
M10	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520	9	15%	1762.58	0.00	10717
	AD080	41.25	14	74%	925.50	30.00	10565	0	0%	139.19	0.00	12341
	TA080	69.60	5	26%				2	100%			
E1	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	4787.96	30.00	6702	0	0%	1919.22	30.00	10531
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	107	52%				33	40%			
	TE025	18.50	35	17%				8	10%			
CL080	22.91	63	31%				41	50%				

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	JUNIO					JULIO				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	11	44%	4012.10	30.00	7958	0	0%	4379.28	60.00	7561
	FD025	136.65	0	0%				3	11%			
	DX080	158.77	14	56%				25	89%			
M2	DC080	90.90	26	100%	2363.42	0.00	9637	23	79%	3030.81	60.00	8909
	DV010	156.68	0	0%				6	21%			
	DV009	149.20	0	0%				0	0%			
M3	PV007	212.30	0	0%	1222.35	0.00	10778	0	0%	11306.71	0.00	693
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	8	100%				74	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	0	0%	0.00	0.00	12000	4	100%	780.99	0.00	11219
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	57	100%	10652.05	0.00	1348
M7	FL050	186.88	40	100%	7475.12	0.00	4525	58	100%	10838.93	0.00	1161
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
M9	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12000
	AD080	41.25	0	0%	1499.07	30.00	10471	0	0%	2093.37	30.00	9877
	TA080	69.60	18	82%				23	74%			
E1	TA180	61.58	4	18%				8	26%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	4121.18	30.00	7849	0	0%	3356.42	30.00	8614
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	84	49%				56	39%			
	TE025	18.50	8	5%				11	8%			
	CL080	22.91	81	47%				76	53%			

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	AGOSTO					SEPTIEMBRE				
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura	Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	Tpo Holgura
M1	FD050	162.66	6	55%	1659.21	15.00	10326	12	48%	3794.74	15.00	8670
	FD025	136.65	5	45%				10	40%			
	DX080	158.77	0	0%				3	12%			
M2	DC080	90.90	0	0%	940.09	0.00	11060	0	0%	1693.58	15.00	10771
	DV010	156.68	6	100%				7	64%			
	DV009	149.20	0	0%				4	36%			
M3	PV007	212.30	0	0%	11917.88	0.00	82	0	0%	8709.22	0.00	3771
	DV007	114.21	0	0%				0	0%			
	FL025	152.79	78	100%				57	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	12000	0	0%	0.00	0.00	12480
	PC007	189.86	0	0%				0	0%			
	PC010	195.25	2	100%	390.50	0.00	11610	9	100%	1757.23	0.00	10723
M5	PV010	302.29	0	0%				0	0%			
	PV009	242.79	0	0%				0	0%			
	FL050	186.88	64	100%	11960.20	0.00	40	64	100%	11960.20	0.00	520
M6	FL050	186.88	64	100%	11960.20	0.00	40	64	100%	11960.20	0.00	520
	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	22	43%	4308.52	0.00	8171
	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	12000	17	100%	2988.76	0.00	9491
M8	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	12000	12	24%	2350.10	0.00	10130
	AD080	41.25	2	40%	291.29	30.00	11679	0	0%	2176.44	60.00	10244
	TA080	69.60	3	60%				18	55%			
E1	TA180	61.58	0	0%				15	45%			
	TE050	25.20	0	0%				0	0%			
	TE025	18.50	0	0%				0	0%			
E2	CL080	22.91	0	0%				0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	5252.64	30.00	6717	0	0%	3813.53	15.00	8651
	TA080	69.60	0	0%				0	0%			
E2	TA180	61.58	0	0%				0	0%			
	TE050	25.20	94	42%				89	55%			
	TE025	18.50	32	14%				18	11%			
	CL080	22.91	100	44%				54	34%			

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento (continuación)

Cod Maq	Cod Producto	Tiempo Op (min)	NOVIEMBRE				Tpo Holgura
			Prod mes	%uso maq	Tiempo Maq Req/mes	Cambios	
M1	FD050	162.66	0	0%	635.09	0.00	10885
	FD025	136.65	0	0%			
	DX080	158.77	4	100%			
M2	DC080	90.90	5	100%	454.50	60.00	11005
	DV010	156.68	0	0%			
	DV009	149.20	0	0%			
M3	PV007	212.30	0	0%	916.76	0.00	10603
	DV007	114.21	0	0%			
	FL025	152.79	6	100%			
M4	PC009	192.56	0	0%	0.00	0.00	11520
	PC007	189.86	0	0%			
	PC010	195.25	22	100%	4295.45	0.00	
M5	PV010	302.29	0	0%			7225
	PV009	242.79	0	0%			
	FL050	186.88	31	100%	5793.22	0.00	
M6	FL050	186.88	31	100%	5793.22	0.00	5727
M7	CB080	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520
M8	CT025	175.81	0	0%	0.00	0.00	11520
M9	CT050	195.84	0	0%	0.00	0.00	11520
M10	AD080	41.25	3	7%	2822.34	60.00	8638
E1	TA080	69.60	14	31%			
	TA180	61.58	28	62%			
	TE050	25.20	0	0%			
	TE025	18.50	0	0%			
	CL080	22.91	0	0%			
	AD080	41.25	0	0%	6692.26	30.00	4598
E2	TA080	69.60	0	0%			
	TA180	61.58	0	0%			
	TE050	25.20	180	63%			
	TE025	18.50	27	9%			
	CL080	22.91	81	28%			

Tabla 4.14 Capacidad vs Requerimientos - Ajuste tiempo extra vs almacenamiento (continuación)

En la empresa no es necesario el considerar costos de almacenes intermedios, ya que los productos que salen del tejido se almacenan en bolsas para su manipulación a lo largo del proceso y no requieren de mayor cuidado.

Efectuados estos cálculos debemos verificar que el tiempo de producción sea suficiente para concluir con el acabado de los productos que se enviarán a teñir (el proceso de teñido dura dos días). Esta situación se presenta en los meses de enero, febrero y marzo, en las máquinas M3, M4 y M5 donde se producen los productos que se envían a teñir. En las tablas 4.15, 4.16 y 4.17 se observa los cálculos del número de días necesarios para procesar estos productos en cada mes.

ENERO	Código producto	Cantidad tejido	Cantidad acabado	Tiempo tejido	Días	Tiempo acabado
	PV007	2	2	8064.26	16.80	32.46
DV007	0	0			0.00	
FL025	50	50			0.00	
PC009	8	8	3059.38	6.37	109.87	
PC007	8	8			105.83	
PC010	8	8	7753.18	16.15	113.07	
PV010	14	14			249.36	
PV009	8	8			136.26	
Días disp	26 días				Total	746.85
					Total días	1.56

Días tejido	16.80
Días teñido	18.80
Días	
acabado	1.56
Total días	20.36

Tabla 4.15

FEBRERO

Código producto	Cantidad tejido	Cantidad acabado	Tiempo tejido	Días	Tiempo acabado
PV007	44	44	20191.39	21.03	714.11
DV007	95	95			0.00
FL025	0	0			0.00
PC009	45	45	15880.00	16.54	618.03
PC007	38	38			502.71
PC010	0	18	21641.62	22.54	254.40
PV010	37	37			659.03
PV009	43	43			732.38
Días disp	24 días			Total	3480.66
				Total días	3.63

Días tejido 22.54
Días teñido 24.54
Días acabado 3.63
Total días 28.17

Tabla 4.16**MARZO**

Código producto	Cantidad tejido	Cantidad acabado	Tiempo tejido	Días	Tiempo acabado
PV007	19	19	4033.63	8.40	308.36
DV007	0	21			0.00
FL025	0	37			0.00
PC009	8	8	1540.49	3.21	109.87
PC007	0	0			0.00
PC010	0	0	11646.82	24.26	0.00
PV010	20	20			356.23
PV009	23	23			391.74
Días disp	26 días			Total	1166.21
				Total días	2.43

Días tejido 24.26
Días teñido 26.26
Días acabado 2.43
Total días 28.69

Tabla 4.17

En las tablas anteriores se observa que podemos cumplir con el tiempo de procesamiento en el mes de enero mas no así en los meses de febrero y marzo donde tenemos un déficit de 4 días y de 3 días respectivamente, para solucionar este problema tenemos 2 alternativas, la primera es trabajar horas extras y la otra el adelantar la producción unos días, ya que esta ultima es la alternativa mas económica se opta por esta y en consecuencia se adelanta la producción de las maquinas M3 y M5 una semana, esto implica iniciar la producción en estas maquinas la ultima semana de diciembre, con esto resolvemos el problema y además tenemos mas holgura en los meses de Enero a Marzo.

Una vez efectuados estos ajustes ya no se tiene ninguna restricción de capacidad, y tenemos definida la programación mensual de la producción (Tabla 4.18).

COD ART	ARTICULO	TALLA	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
PC010	Calcetín Perlon Caballero	10	0	35	0	0	14	18	0	4	2	9	0	22
PC009	Calcetín Perlon Caballero	9	0	8	45	8	0	0	0	0	0	0	0	0
PC007	Calcetín Perlon Caballero	7	0	8	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PV010	Medias Puño Volteado Perlon	10	0	14	37	20	0	0	0	0	0	0	0	0
PV009	Medias Puño Volteado Perlon	9	0	8	43	23	0	0	0	0	0	0	0	0
PV007	Medias Puño Volteado Perlon	7	0	2	44	19	0	0	0	0	0	0	0	0
FL050	Medias Fútbol Licra	Adulto	21	39	82	132	122	106	80	115	128	128	0	62
FL025	Medias Fútbol Licra	Júnior	0	50	0	37	53	12	8	74	78	57	0	6
FD050	Medias Fútbol Dralon	Adulto	8	0	0	17	0	10	11	0	6	12	0	0
FD025	Medias Fútbol Dralon	Júnior	0	0	2	20	0	0	0	3	5	10	0	0
DC080	Calcetín Dralon Caballero	Unica	0	0	0	9	8	25	26	23	0	0	0	5
DV010	Medias Puño Volteado Dralon	10	0	41	121	27	13	19	0	6	6	7	0	0
DV009	Medias Puño Volteado Dralon	9	65	40	27	13	0	11	0	0	0	4	0	0
DV007	Medias Puño Volteado Dralon	7	0	13	95	21	0	0	0	0	0	0	0	0
DX080	Medias Dralon Señora Extra	Unica	2	2	1	14	56	27	14	25	0	3	0	4
CB080	Calceta con Brillo	Unica	0	0	0	19	0	33	0	0	0	22	0	0
CT050	Calceta	Grande	0	0	0	22	0	9	0	0	0	12	0	0
CT025	Calceta	Mediana	0	0	0	21	0	20	0	0	0	17	0	0
AD080	Medias Aeróbica Dralon	Unica	0	4	44	10	14	0	0	0	2	0	0	3
TA080	Medias Tenis Airun Larga	Unica	4	0	6	0	5	2	18	23	3	18	0	14
TA180	Medias Tenis Airun Tobillera	Unica	7	0	0	4	0	0	4	8	0	15	0	28
TE050	Medias Tenis Deportiva	Adulto	45	44	177	79	107	33	84	56	94	89	0	180
TE025	Medias Tenis Deportiva	Júnior	11	26	124	63	35	8	8	11	32	18	0	27
CL080	Medias Cubana Lineal	Unica	23	13	67	32	63	41	81	76	100	54	0	81

Tabla 4.18 Programación Mensual de la Producción

4.4 BALANCE DE BALANCES SIMPLE

El problema de determinar el número ideal de obreros a asignar en una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una maquina o instalación de producción. El caso mas elemental de equilibrado de líneas, y uno que se encuentra con frecuencia, es aquel en el que varios operarios, que ejecutan cada uno operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En tal circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá de la operación con mayor tiempo estándar, esta operación establece el ritmo o compás de trabajo. Cualquier ahorro en tiempo que se realice en esta línea implicara un ahorro significativo ya implica un ahorro de tiempo para toda la línea.

Solo en las situaciones menos usuales estaría una línea perfectamente equilibrada; esto es, los minutos estándares para realizar una operación serian idénticos para cada miembro del equipo. Se comprende también que a los operarios que tienen un tiempo de espera basado en la producción del operario mas lento, rara vez se les observara como realmente en espera. En vez de esto reducirán el "tiempo" de sus movimientos para utilizar el número de minutos estándares establecidos por la operación de mayor tiempo estándar.

El problema de la asignación de trabajo a la línea de producción puede ser también el de minimizar el número de estaciones de trabajo, dado el tiempo de ciclo deseado; o bien, dado el número de estaciones de trabajo,

asignar tareas o elementos de trabajo a las estaciones, dentro de las restricciones establecidas para minimizar el tiempo de ciclo.

Una estrategia que no debe ser soslayada al balancear una línea de ensamble es la compartición de elementos de trabajo. Por tanto, dos o más operarios cuyo ciclo de trabajo comprende algún tiempo de inactividad pueden compartir el trabajo de otra estación para el propósito de una línea más eficiente.

Todo lo expresado anteriormente está referido a un único producto que transita por una línea de producción, pero en nuestro caso tenemos varios productos que transitan en un mismo periodo por varias operaciones en una misma línea de producción, y como se vio anteriormente cada producto tiene un determinado tiempo estándar para cada operación, en este caso lo que debemos aplicar es un balance de balances simple.

El balance de balances simple se usa para calcular un tiempo estándar por operación para un nivel de producción determinado, de forma que se obtiene un tiempo estándar para cada estación de trabajo y se puede efectuar un balance de línea si es conveniente y calcular el número de operarios necesarios, tal como si se trabajara con una línea de producción normal.

Supongamos que tenemos 4 productos (A1, A2, A3 y A4) que transitan por las mismas operaciones en una línea de producción, en la tabla 4.19 tenemos las cantidades que debemos producir en un mes determinado, la producción diaria se calcula considerando 22 días laborables en el mes.

	Prod mes	Prod día	%
A1	6580	299	29.19
A2	5210	237	23.11
A3	3250	148	14.42
A4	7500	341	33.27
Total	22540	1025	100.00

Tabla 4.19

La línea de producción esta compuesta en total de 5 estaciones de trabajo (3 operaciones y 2 controles), en la tabla 4.20 se aprecia los tiempos estándares (en crin) por producto y para cada operación.

	A1	A2	A3	A4
O1	52	42	30	56
O2	33	50	24	61
C1	41	42	33	32
O3	50	36	45	50
C2	38	55	28	37

Tabla 4.20

Para hallar el tiempo estándar para una estación de trabajo se calcula de la siguiente forma:

$$T_{std} = TA1 \times \%A1 + TA2 \times \%A2 + TA3 \times \%A3 + TA4 \times \%A4$$

Por ejemplo, el tiempo estándar para la estación O1 será:

$$T_{std O1} = 52 \times 0.2919 + 42 \times 0.2311 + 30 \times 0.1442 + 56 \times 0.3327$$

$$T_{std O1} = 47.85 \text{ cmin}$$

Aplicando este cálculo a las demás estaciones de trabajo tenemos los tiempos estándar para la línea de producción en el mes de estudio (tabla 4.21).

A	T std
O1	47.85
O2	44.95
C1	37.08
O3	46.04
C2	40.15

Tabla 4.21

Una vez obtenido los tiempos estándar se procede a efectuar el balance de línea, y a partir de ahí se calcula el número de operarios necesarios por puesto, el número de operarios se calcula dividiendo el tiempo estándar del puesto entre la cadencia de trabajo. La cadencia de trabajo se calcula de la siguiente forma:

$$CAD_w = \frac{T_{dia}}{N}$$

Donde:

CAD w : Cadencia de trabajo

T día : Tiempo de trabajo por día (480 minutos)

N : Número de unidades a producir por día

Para el cálculo del número de operarios se usa la siguiente formula:

$$Num\ op\ X = \frac{T\ std\ X}{CAD\ w}$$

Donde:

Num op X : Número de operarios necesarios en la operación X

T std X : Tiempo estándar para la operación X

CAD w : Cadencia de trabajo

Estos cálculos deben efectuarse para cada mes, ya que dependen del nivel de producción que se tenga en la planta. En la tabla 4.22 se observan los tiempos estándar calculados para todos los meses así como la respectiva cadencia de trabajo de acuerdo al plan de producción que tenemos.

Debemos notar que en los cálculos no se considera la operación de tejido, esto es debido a que dentro de esta operación tenemos varias estaciones de trabajo (maquinas) de las que salen al mismo tiempo distintos productos, pero todos los productos pasan por las diferentes estaciones de trabajo o operaciones subsiguientes. Para el caso en que un producto no pase por una operación se le asigna un tiempo estándar de cero.

Operación	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	NOV
Volteado 1	1.18	0.61	1.06	0.75	1.10	0.53	1.40	1.00	1.19	1.00	1.88
Depilado	5.23	7.39	5.73	6.02	5.30	6.22	4.37	5.89	4.95	4.84	2.35
Remallado	1.82	1.98	1.91	1.87	1.81	1.81	1.71	1.80	1.68	1.80	1.73
Cortado	0.89	0.90	0.83	0.90	0.94	0.93	0.96	0.95	0.97	0.96	0.97
Volteado 2	1.67	1.70	1.63	1.64	1.60	1.69	1.53	1.56	1.52	1.58	1.47
Planchado	4.58	4.55	4.35	4.60	4.82	4.66	4.74	4.89	4.95	4.73	4.51
Clasificado	0.73	1.41	1.04	1.66	1.06	2.06	0.81	1.13	1.00	1.55	0.55
Etiquetado	3.30	3.52	3.32	3.27	2.39	2.87	2.27	2.41	2.32	2.66	2.11
Estampado	0.66	1.05	0.79	0.84	0.76	0.98	0.54	0.82	0.66	0.71	0.32
Embolsado	3.15	2.83	3.02	2.99	3.11	3.23	3.27	3.12	3.17	3.08	3.14
Empaque	0.81	0.77	0.75	0.89	1.08	1.03	1.24	1.22	1.19	1.22	1.33
TPO TOTAL	24.02	26.71	24.42	25.43	23.97	26.01	22.84	24.78	23.60	24.15	20.36

Cad trabajo 67.10 35.97 13.01 20.46 25.47 33.37 37.37 29.43 27.37 26.27 28.89

Tabla 4.22 Balance de Balance Simple - Tiempos estándar promedio

Para el área de tejido se asignara un trabajador permanente el cual se encargara del funcionamiento de las maquinas del área, además se le encarga la operación de volteado 1, esto considerando que las maquinas poseen alarmas que hacen que hacen que las maquinas dejen de funcionar ante cualquier falla, la función del operario de tejido es la de minimizar el tiempo de paralización.

Esto nos deja el cálculo del número de operarios necesarios para el resto de las operaciones, previamente realizamos un balance de línea, de la siguiente forma tomando como base el mes de febrero (Figura 4.3).

Una vez hecho ello se obtiene los nuevos tiempos estándar para la línea, como se aprecia en la tabla 4.23, a continuación se procede a calcular el número de operarios que serán necesarios en cada puesto (tabla 4.24), se observa que el número es pequeño (menos de 0.5 en la mayoría de casos), esta situación da lugar a que usemos operarios volantes entre los puestos en vez de operarios fijos en cada uno de ellos, con esto tenemos que un operario estará rotando entre los puestos de trabajo que se le asignen, por ejemplo si en los cálculos tenemos que necesitamos en un puesto de trabajo 0.5 operarios y en otro 0.4 operarios, se puede usar un solo operario que rotara entre los 2 puestos.

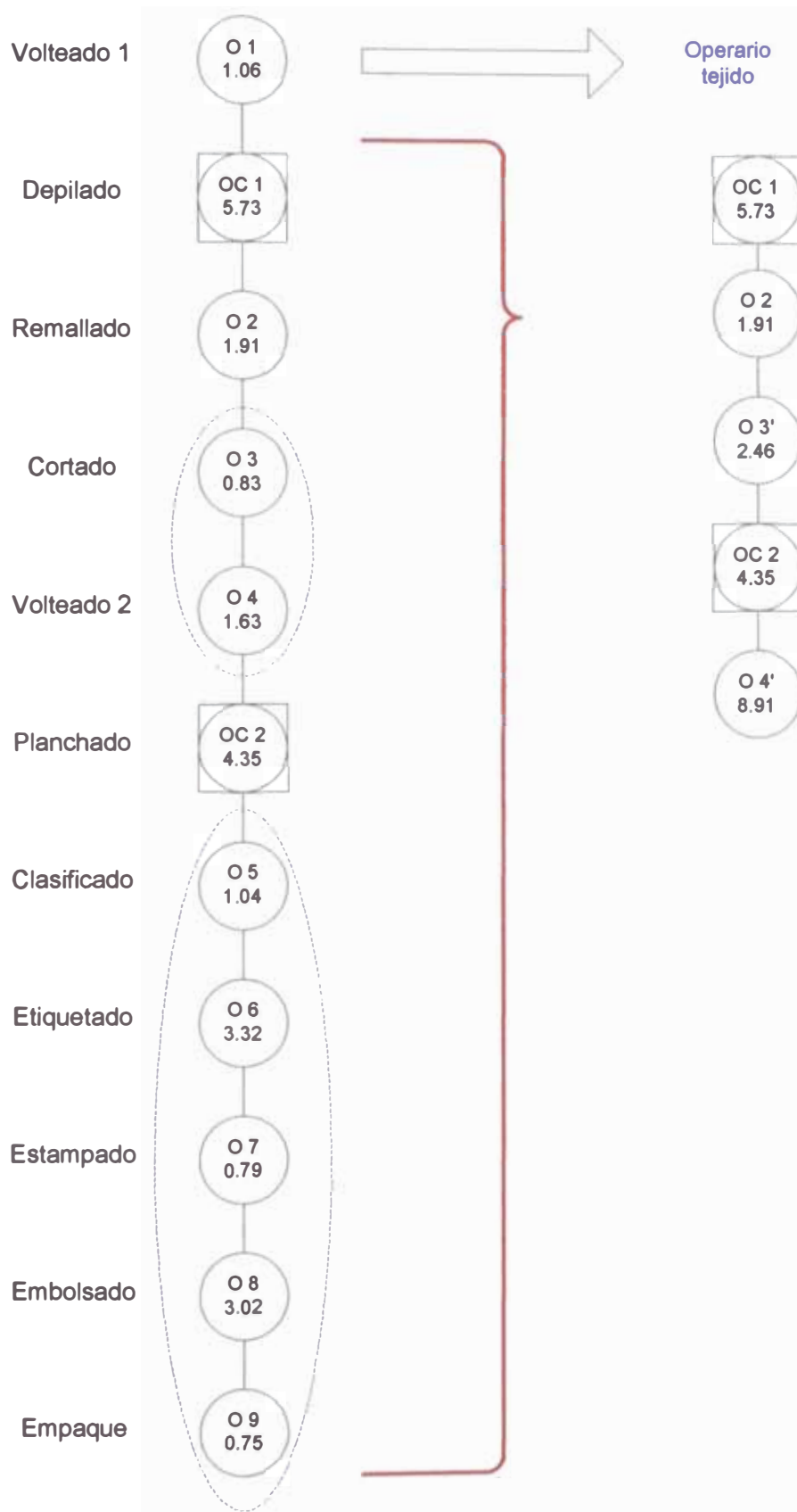


Figura 4.3 Balance de Línea

En la figura 4.4 tenemos la configuración final de los puestos de trabajo, rotamos 2 personas en la línea, una en las operaciones OC1, O1, O2' y la otra que estará a cargo de las operaciones OC2 y O3', de manera que tenemos en cada grupo una operación de control. En conclusión, para cumplir con el plan de producción establecido necesitamos contratar 3 operarios, un operario en el área de tejido y 2 operarios que estarán a cargo de las otras operaciones rotando en los puestos, además se necesitara de 1 operario adicional para trabajar un segundo turno en el área de tejido en el mes de febrero.

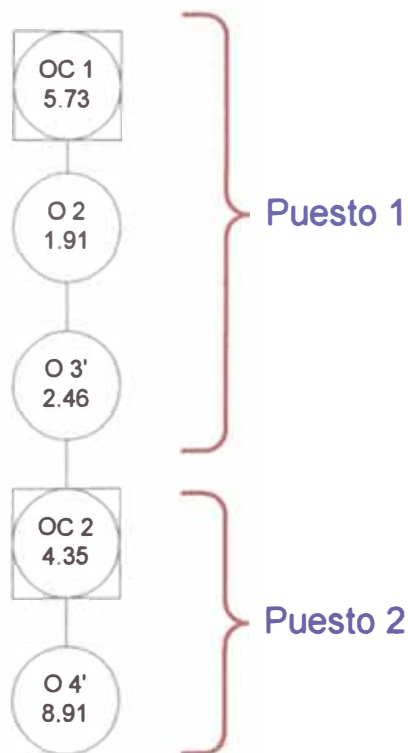


Figura 4.4 Puestos de trabajo

4.5 CONTROL DE LA PRODUCCION

El control de la producción cierra el ciclo del proceso del sistema de planeamiento de la producción. El control de la producción integra las actividades de los llamados factores de producción de una instalación de fabricación, como los trabajadores, las maquinas y el equipo para el manejo de materiales. El control de la producción facilita la ejecución eficiente del plan maestro de producción, el control de las prioridades de procesamiento, la mejora de la eficiencia operativa mediante la programación adecuada de trabajadores y maquinas y el mantenimiento de cantidades mínimas de trabajos en proceso y de inventarios de productos terminados, y por ultimo debe conducir a un mejor servicio a los clientes.

El tipo de control de la producción que resulta efectivo en una planta puede no ser efectivo en otra. Los factores básicos que hacen que un sistema de control sea mas conveniente que otro, incluyen el tamaño de la compañía, la cantidad de detalles requeridos para el control, la naturaleza del proceso de producción, la naturaleza de los artículos que se producen, y los tipos de mercados en los cuales la empresa suministra sus productos. Puesto que existe tanta variabilidad, se han desarrollado varios tipos generales de sistemas para el control de la producción, los más comunes son el control de órdenes y el control del flujo.

El control de órdenes se usa por lo general en compañías con sistemas de producción intermitente, los llamados talleres de trabajo por lote. Los

pedidos llegan al taller en diferentes cantidades por diferentes productos. Los trabajos que se llevan a cabo pueden ser únicos y es probable que jamás se repitan. Las variaciones en las secuencias que siguen los trabajos en distintas maquinas, los requerimientos de tiempo de procesamiento, las prioridades y el gran número de operaciones que se efectúan hacen que la administración de talleres de este tipo plantee retos importantes. Debido a esto, la planeación y control de la producción deben basarse en órdenes individuales.

El control de flujo se utiliza en compañías con sistemas de producción continua. La especialización, el alto volumen, la división del trabajo y la eficiencia se integran al diseño de las líneas de ensamble. Por lo tanto, estas compañías requieren de personal capaz de realizar actividades repetitivas en forma sucesiva. En este tipo de sistema se traza la ruta y se hace la programación cuando se hace el arreglo de la planta. Esto es, la línea de producción que se establece esta equilibrada y en secuencia, antes de iniciar las operaciones de producción. Una vez diseñado el sistema de producción, el control de la producción controla el ritmo del flujo de trabajo del sistema y lo comprueba cuando sale del sistema.

En este caso, la empresa posee las características de un sistema de producción continua, por tanto el tipo de control a aplicar es el de control de flujo. A partir del plan de producción se emiten ordenes indicando el número de unidades a producir en el área de tejido, para posteriormente comprobar

el avance de la producción controlando el flujo de los productos en proceso, lo más importante en este caso es medir el flujo de salida del proceso actual y compararla con la meta que hemos establecido, cualquier desviación que se detecte de la meta retroalimenta al sistema y hace necesario efectuar ajustes en la programación tomando las acciones adecuadas.

A continuación se describen los formatos a utilizar para el lanzamiento de las órdenes de producción, así como para verificar el avance de la programación. Así tenemos:

Orden de Pedido: Formato que sirve para anotar los pedidos que realizan los clientes, se indica el código del artículo, descripción, talla, color y la cantidad, datos del cliente y la fecha de entrega del pedido.

Orden de Producción: Es el documento que inicia la fabricación de los productos, se indica el tipo de orden de producción (Tipo OP), esto es si es una orden generada de acuerdo a lo programado en el plan mensual, esto es una orden de inventario (OI), o si es una orden para cumplir con un pedido (OP) en cuyo caso se agregara el número de orden de pedido que le corresponde.

Orden de Tejido: Formato que indica los artículos y la cantidad requerida que se debe fabricar por maquina, por turno, la fecha, además que sirve para informar la cantidad producida en realidad.

Reporte de Producción 1: En este formato se especifican las cantidades programadas para trabajar en los puestos de depilado, remallado, cortado, y volteado 2; al termino del turno el operario indica la cantidad que se proceso durante su turno de trabajo.

Reporte de Producción 2: Formato que complementa el anterior, comprende el seguimiento de las operaciones de la sección de acabado, esto es las operaciones de planchado, clasificado, etiquetado, estampado, embolsado y empaque.

Reporte de Productos Terminados: Formato que cierra el ciclo de producción, al mismo tiempo cumple la función de un vale de ingreso de artículos terminados al almacén, con ello llevamos un control del inventario de productos terminados así como la fecha de término de la orden de producción.

Reporte de Artículos Defectuosos: En este documento se registra la cantidad de artículos defectuosos generados en el proceso productivo, así como el tipo de producto, esto es si es clasificado como de segunda (SEG), o de tercera (TER). Otro aspecto importante de este documento es el registro de información estadística para el control de calidad.

Vale de Salida de Material: La emisión de este documento autoriza la salida de material del almacén, en las cantidades requeridas para cumplir con la orden de producción.

Vale de Salida de Mercadería: En este formato se registra el despacho de los productos de acuerdo a la orden de pedido, asimismo se correlaciona con el número de documento (Nº doc), esto es el número de factura.

Kardex de Productos Terminados: Este control se llevara a cabo mediante el registro de movimientos en una tabla en diseñada en Microsoft Excel, para los datos de entrada se toma la información del reporte de productos terminados y para los de salida del vale de salida de mercadería. Permite controlar las existencias de productos terminados en almacén, y para su valorización se usa el precio promedio.

Kardex de Materia Prima e Insumos: Tiene las mismas características que el kardex de productos terminados, solo que para los datos de entrada se usan la factura o boleta respectiva, y para las descargas el vale de salida de material.

En el anexo 4 se presentan los formatos propuestos para el control del flujo de información en la planta.

CAPITULO V

EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA

5.1 EVALUACION ECONOMICA

Todo proyecto o mejora debe ir acompañado de una evaluación económica que permita a las personas interesadas tomar una decisión acerca de su conveniencia y los beneficios económicos que su aplicación brindara a la empresa. A continuación se detallan los ahorros que se generan por la aplicación del sistema de planificación y control propuesto, así como la inversión necesaria.

5.1.1 Ahorros

Con la implementación del sistema tenemos ahorros en mano de obra, por costos de arranque y almacenamiento y por valor del inventario en almacén. A continuación se detallan cada uno de estos aspectos mencionados.

A) Ahorro por mano de obra

Aplicando el sistema tenemos un ahorro de 6 000.00 Nuevos Soles por reducción de personal.

Sistema	Nro de operarios	Cto / operario	Total mes (S/.)	Total año (S/.)
Actual	4	500.00	2 000.00	24 000.00
Propuesto	3	500.00	1 500.00	18 000.00
			Total	6 000.00

Tabla 5.1

B) Ahorro por costos de arranque y almacenamiento

Los ahorros obtenidos por ajustes en los costos de arranque y el análisis de costos por almacenar productos en lugar de trabajar horas extras se aprecia en la tabla 5.2.

Tipo de ahorro	Ahorro (S/.)
Ahorro por cambios	109.48
Ahorro tiempo extra vs almacén	452.79
Total	562.27

Tabla 5.2

C) Costo de inventario valorizado promedio mensual

Con el sistema actual tenemos un promedio mensual de 29,631.49 Nuevos Soles en inventario, con la aplicación del sistema obtenemos un promedio mensual de 8,433.31 Nuevos Soles.

Sistema	Costo mes (S/.)	Costo anual (S/.)
Actual	29,631.49	355 577.91
Propuesto	8,433.31	101 199.72
Total		254 378.20

Tabla 5.3

En resumen, el ahorro total que se obtiene con la implementación del sistema es de 260,940.47 Nuevos Soles por año, tal como se aprecia en la tabla 5.4.

Detalle	Monto (S/.)
Ahorro A	6 000.00
Ahorro B	562.27
Ahorro C	254 378.20
Total ahorros	260 940.47

Tabla 5.4

5.1.2 Inversión

Para la implantación del sistema propuesto es necesario efectuar algunas inversiones necesarias, y otras para mejora como la compra de andamios para el almacenamiento de los productos terminados, esto facilitara el manejo de los productos, así como un mejor control de los mismos. Otros ítems son la papelería necesaria para el trabajo con los formatos y los honorarios por implementar el sistema. El monto y detalles de inversión se aprecia en la tabla 5.5.

Detalle	Monto (S/.)
Andamios	450.00
Honorarios	700.00
Papelería	90.00
Total inversión	1 240.00

Tabla 5.5

Como se aprecia el monto de inversión es superado en 259 700.47 Nuevos Soles por los ahorros que se obtienen al aplicar el sistema, lo cual justifica la implementación del sistema de planificación y control propuesto.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El balance de balance simple empleado, ha permitido incrementar la productividad de la línea en un 25%, optimizando los recursos que posee actualmente la empresa sin invertir en mano de obra o en maquinaria.

- Con la aplicación de este sistema se elimina el trabajo en horas extras, con un consiguiente ahorro en mano de obra, energía eléctrica y otros. Además permite reducir el nivel de inventario de productos terminados y en proceso.

- Se ha determinado que el cuello de botella es la operación de tejido, una disminución de los tiempos de procesamiento en esta operación repercutirá se un ahorro de los recursos de la empresa, así como también se incrementara la capacidad de producción de la fabrica.

- Actualmente debido a la baja demanda, la empresa no trabaja a toda su capacidad instalada, y se observa que tenemos una gran cantidad de tiempo maquina no utilizado en el área de tejido en los diferentes meses del año, además la cadencia de trabajo es en promedio 3 veces mayor que la cadencia de línea en procesamiento lo que significa que también tenemos tiempos inactivo en las demás áreas.
- El uso de los formatos de control y registro de la información permitirá realizar un seguimiento de los procesos y actuar como una retroalimentación del sistema para administrar las desviaciones que se presenten, optimizando la marcha del sistema
- La aplicación del plan de producción permitirá cubrir la demanda de los productos a tiempo, evitando perdida de ventas e insatisfacción por retrasos en la entrega de pedidos. además el registro de información relevante y un análisis de productividad continuo sumado a la aplicación de otras herramientas de gestión, permitirán incrementar a futuro la competitividad de la empresa.

6.2 RECOMENDACIONES

- Es conveniente el hacer un análisis de los productos de poca demanda para definir si es conveniente el sacarlos de línea o buscar estrategias para incrementar su demanda. además se debe hacer una renovación gradual de la maquinaria que posee la empresa reemplazando las maquinas tricotosas por nuevas computarizadas.
- Para una optimización de este plan es necesario complementarlo con otros sistemas tales como el mantenimiento y control de calidad, esto incidirá en una reducción del porcentaje de productos defectuosos así como un incremento de la eficiencia de las maquinas, sobre todo en el área de tejido que es el cuello de botella.
- Es conveniente el buscar la entrada de nuevos productos en línea, sobre todo aprovechando la versatilidad de las maquinas electrónicas, además se espera que el mercado para estos productos se incremente en los próximos años.
- Buscar mercados en el exterior para la colocación de los productos, en los EEUU y Europa en el periodo que corresponde a los meses de invierno en dichas zonas, con ello se tendrá una nivelación en la baja demanda de los productos que se presenta en los meses de octubre a febrero.

- Adicionalmente se deberían buscar nuevos clientes en el mercado interno, tales como distribuidores o establecimientos que manejen un capital de dinero importante, de esta manera se elevaría la demanda así como la cadencia de trabajo y tendríamos un mayor movimiento de efectivo.
- Se debería diseñar o adquirir un software para el control administrativo de la planta, así se tendrá un fácil acceso a la información sobre la gestión administrativa y de producción en la empresa , además a futuro se debería contratar a una persona que apoye en la gestión de producción y se encargue del control del sistema de producción.

BIBLIOGRAFIA

- “Planeamiento de la Producción y Control de Inventarios”. Narashiman, Sim; Mc Leavey, Dennis W., Billington, Peter. Segunda edición. 1996. Prentice Hall. México.
- “Control de la Producción y de Inventario”. Plossl, George W. Segunda edición. 1987. Prentice Hall. México
- "Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos" Niebel, Benjamín. 1996. Novena edición, Editorial Alfa Omega. México.
- “Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa: Una Década de Actividades del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo”. 2000. Banco Interamericano de Desarrollo. EE.UU.
- “PERU Compendio Estadístico 2002”. INEI. 2002. Perú
- “PERU Compendio Estadístico 2001”. INEI. 2001. Perú.
- Estadísticas Ministerio de la Producción. www.produce.gob.pe
- Estadísticas Superintendencia Nacional de Aduanas. www.aduanet.gob.pe