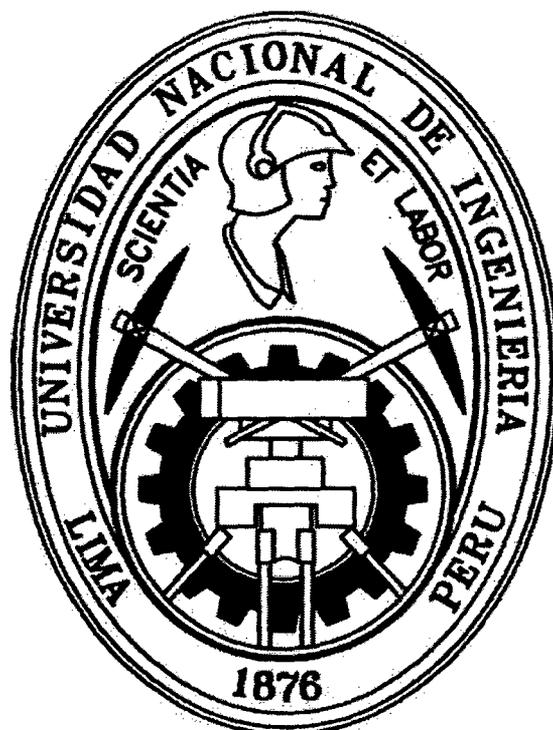


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



PROPUESTA DE MEJORA DE PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN
PARA UNA FÁBRICA DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

RICHARD THOMAS BUITRÓN EUSEBIO
JAIME ANTONIO TOSHIKAZU HIGA CHINEN

LIMA - PERÚ

2012

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

DEDICATORIA

A mi madre por haber superado todas las adversidades para brindarme mi educación y ser el pilar fundamental en todo lo que soy.

A mi padre, por brindarme sus enseñanzas y ejemplo los últimos trece años de su vida

A la familia Eusebio - Balcázar y a la familia Herrera – Buitrón que me brindaron todo su apoyo y soporte en mi estadía en Lima, en especial a mi tío Florencio, gran ejemplo de vida y modelo a seguir

RICHARD BUITRÓN

A mis padres, mi familia y amigos, quienes me dieron su apoyo y fuerza moral durante mi vida universitaria

A mis profesores, quienes no sólo me nutrieron de conocimiento, sino también de valores y ética

A mis compañeros, de quienes aprendí que con el trabajo en equipo se puede

llegar muy lejos

A todos ellos:

!!!Mil gracias!!!

JAIME HIGA

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. María Eguzquiza Figueroa que nos brindo su asesoría en el curso de Tesis I y además nos ayudó en la búsqueda de la empresa para el desarrollo de la Tesis.

A la Empresa KARTOSAC, en especial al Sr. Marco Medina, Gerente General de la empresa, por permitirnos realizar el estudio y brindarnos todas las facilidades de información. También al personal administrativo y operativo de la empresa por su apoyo y colaboración en nuestros requerimientos.

Al Mg. Waldo Rodríguez Franco por brindarnos toda su experticia y encaminar mediante sus enseñanzas el desarrollo del estudio.

Al Ing. Adolfo Valencia Napán por la asesoría brindada para la realización del estudio.

Y por último a todo el personal Docente y administrativo FIIS que de alguna u otra manera nos ha dado las facilidades para el desarrollo y presentación de esta tesis.

INDICE

DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.1. Generalidades de La Empresa.....	5
1.1.1. Descripción de La Empresa.....	5
1.1.2. Productos.....	5
1.1.2.1..Caja de Cartón Simple.....	6
1.1.2.2..Caja de Cartón Doble.....	6
1.1.2.3..Caja con Troquelados.....	6
1.1.2.4..Caja Doble con Troquelados.....	7
1.1.3. Descripción del Proceso de Fabricación.....	7
1.2. Planteamiento y definición del problema.....	16
1.2.1. Estudio de análisis FODA.....	16
1.2.1.1..Análisis Interno.....	16
1.2.1.2..Análisis Externos.....	17
1.2.2. Análisis Causa – Efecto.....	17
1.2.3. Formulación del problema.....	19
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Hipótesis.....	20

1.4.1. Hipótesis General.....	20
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	20
1.5. Justificación del problema.....	21
1.6. Alcance de la solución del problema.....	21
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.....	22
2.1. Antecedentes bibliográficos.....	22
2.2. Supuestos de la investigación.....	27
2.3. Marco teórico.....	29
2.3.1. Sistemas de producción.....	29
2.3.1.1. Definición.....	29
2.3.1.2. Tipos de sistema de producción.....	29
2.3.2. Programación de la producción.....	31
2.3.2.1. Estrategias para planear la producción.....	31
2.3.3. Inventarios.....	32
2.3.4. Análisis de Pareto.....	35
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.1. Tipo de Investigación a Desarrollar.....	36
3.2. Población y Muestra.....	37
3.3. Técnicas de Investigación.....	37
3.4. Análisis y Tratamiento de los Datos.....	38
CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	39
4.1. Cálculo del Precio.....	39
4.2. Elaboración de Criterios para la programación de modelos.....	43
4.2.1. Generación de acuerdo al principio de Pareto.....	43
4.2.2. Orden por Cantidad.....	44
4.2.3. Orden por Precio.....	44
4.2.4. Diferencia Orden por Cantidad vs Orden por Precio.....	44
4.2.5. Meses de aparición de clientes.....	45
4.3. Programación de producción mensual de cajas.....	49
4.3.1. Meses de adelanto.....	49

4.3.2. Nivelación al promedio mensual	49
4.4. Programación de producción mensual de planchas.....	58
4.4.1. Nivel de seguridad	58
4.4.2. Elaboración de Separadores.....	62
4.4.3. Criterio de residuo mínimo	66
4.5. Programación de Requerimiento de Compras de Material.....	70
4.5.1. Programación de Bobinas.....	70
4.5.2. Programación de Goma	73
4.5.3. Programación de Pintura	76
4.5.4. Programación de Zunchos.....	77
4.6. Programación de la carga mensual de trabajo.....	80
4.6.1. Características de la información basada en la “producción programada”.....	80
4.6.2. Personal operario óptimo para atender la demanda	81
4.6.3. Método óptimo de costeo del personal.	84
4.7. Presentación de resultados.....	88
CAPITULO V: ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO.....	89
5.1. Plan de inversión.....	89
5.2. Evaluación del flujo de caja empresa- propuesta.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
GLOSARIO DE TÉRMINOS	98
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS	104

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CAJA DE CARTÓN DISEÑO SIMPLE.....	6
FIGURA 2: CAJA DE CARTÓN DISEÑO TROQUELADO.....	7
FIGURA 3: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	8
FIGURA 4: SISTEMA DE RODILLOS PARA EL PROCESO DE CORRUGADO.....	10
FIGURA 5: LÍNEAS PARA CORTE Y AJUSTE DE DIMENSIONES.....	12
FIGURA 6: FORMA DE IMPRESIÓN DEL DISEÑO EN CAJAS.....	13
FIGURA 7: LÍNEAS DE CORTE Y HENDIDURAS	13
FIGURA 8: DISCOS PARA IMPRESORA/CORTADORA	14
FIGURA 9: PLANCHA TROQUELADA Y CAJA TROQUELADA.....	14
FIGURA 10: ARMADO TRANSVERSAL DE CAJA.....	15
FIGURA 11: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DE LA EMPRESA	18
FIGURA 12: GRÁFICO DE PARETO.....	35
FIGURA 13: NIVELES DE SERVICIO Y FACTORES.....	61
FIGURA 14: DISTRIBUCIÓN DE SEPARADORES	65
FIGURA 15: ELABORACIÓN DE SEPARADORES DE LONGITUD IGUAL AL ANCHO DE LA CAJA.....	65
FIGURA 16: FORMA DE SUJECIÓN CON zunchos	78

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DIMENSIONES DE UNA CAJA	41
TABLA 2: DIFERENCIA ENTRE ÓRDENES POR CANTIDAD Y POR PRECIO.....	45
TABLA 3: VALORES REFERENCIALES PARA LOS CRITERIOS.....	46
TABLA 4: DIFERENCIAS ABSOLUTAS Y VALIDACIÓN	47
TABLA 5: DEMANDA MENSUAL DE CAJAS SIMPLE	50
TABLA 6: DEMANDA MENSUAL DE CAJAS DE UN MODELO	51
TABLA 7: COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN ANTICIPADA EN BASE AL PROMEDIO MENSUAL POR MODELO Y EN CANTIDADES IGUALES PARA TODOS LOS MODELOS	52
TABLA 8: CANTIDAD TOTAL DE MODELOS A SER ANTICIPADOS	53
TABLA 9: CANTIDAD TOTAL DE MODELOS A ANTICIPAR MEDIANTE FACTORES	54
TABLA 10: ESQUEMA DE PRODUCCIÓN ANTICIPADA PARA DOS MESES.....	56
TABLA 11: PRODUCCIÓN NETA EN EL MES DE JULIO.	57
TABLA 12: ADELANTO PARA EL MES DE JULIO CUBIERTO HACE DOS MESES	57
TABLA 13: CANTIDAD DEL UN MODELO SOLICITADO POR UN CLIENTE IDENTIFICADO Y POR UN ESPORÁDICO	59
TABLA 14: TOTAL DE MODELOS PEDIDOS POR CLIENTES CONOCIDOS	60
TABLA 15: TOTAL DE MODELOS PEDIDOS POR CLIENTES ESPORÁDICOS.....	60

TABLA 16: CANTIDAD TOTAL DE PLANCHAS DE CADA MODELO A PRODUCIR	62
TABLA 17: CANTIDAD DE SEPARADORES NECESARIOS SEGÚN EL NÚMERO DE SEPARACIONES EN UNA CAJA	64
TABLA 18: TOTAL DE SEPARADORES PARA CAJAS CON 12 SEPARACIONES	64
TABLA 19: BOBINAS POSIBLES A UTILIZARSE PARA UNA DETERMINADA ORDEN.....	67
TABLA 20: SELECCIÓN DE BOBINAS QUE PUEDEN CUBRIR UN ANCHO DE PLANCHA ..	69
TABLA 21: SELECCIÓN DE LA BOBINA DE RESIDUO MÍNIMO	69
TABLA 22: CENTÍMETROS TOTALES DE BOBINA POR CADA ORDEN	71
TABLA 23: CANTIDAD DE ROLLOS DE BOBINA SIN CORRUGAR Y PARA CORRUGAR NECESARIAS PARA CADA ORDEN	72
TABLA 24: CALCULO DE CENTÍMETROS NECESARIOS DE BOBINA SIN CORRUGAR.....	72
TABLA 25: CALCULO DEL PESO DE BOBINA SIN CORRUGAR	72
TABLA 26: CALCULO DE CENTÍMETROS TOTALES NECESARIOS DE BOBINA PARA CORRUGAR	73
TABLA 27: CALCULO DEL PESO DE BOBINA PARA CORRUGAR	73
TABLA 28: COMPARACIÓN DE PRODUCCIONES MENSUALES ORIGINAL VS ALTERNATIVA	80
TABLA 29: PRODUCCIÓN PROMEDIO DIARIA ORIGINAL Y ALTERNATIVA (PPD).....	81
TABLA 30: RATIOS POR CADA PRODUCCIÓN EVALUADA	83
TABLA 31: PERSONAL AÑADIDO POR CADA PRODUCCIÓN EVALUADA.....	83
TABLA 32: PERSONAL MENSUAL REQUERIDO PARA LA PRODUCCIÓN ALTERNATIVA..	84

TABLA 33: CATEGORIZACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO	85
TABLA 34: MÉTODO DE COSTEO POR ESTRATEGIA CAZA.....	86
TABLA 35: MÉTODO DE COSTEO POR ESTRATEGIA DE HORAS EXTRAS	87
TABLA 36: DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN	90
TABLA 37: FLUJO DE CAJA (TRABAJO ACTUAL).....	91
TABLA 38: RESULTADOS DE VALORES ACTUALES NETOS DE CADA ALTERNATIVA.....	92
TABLA 39: FLUJO DE CAJA (MEJOR ALTERNATIVA)	93

INDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1: PESO DE PLANCHA SIMPLE	40
FÓRMULA 2: PRECIO DE UNA CAJA	40
FÓRMULA 3: CÁLCULO DEL ANCHO DE LA PLANCHA NECESARIA PARA UNA CAJA	41
FÓRMULA 4 CÁLCULO DEL LARGO DE LA PLANCHA NECESARIA PARA UNA CAJA.....	41
FÓRMULA 5: PORCENTAJE DE SEGURIDAD ADICIONAL DE PLANCHAS	61
FÓRMULA 6: SUPERFICIE TOTAL DE PEGADO	75
FÓRMULA 7: PESO DE GOMA A UTILIZAR	75
FÓRMULA 8: SUPERFICIE TOTAL DE IMPRESIÓN	76
FÓRMULA 9: PESO DE PINTURA A UTILIZAR.....	76
FÓRMULA 10: NÚMERO DE GRUPOS DE CAJA A ENZUNCHAR	77
FÓRMULA 11: LONGITUD DE UN ZUNCHO POR GRUPO	79
FÓRMULA 12: LONGITUD UTILIZADA DE ZUNCHO	79
FÓRMULA 13: RATIO DE REFERENCIA PARA CARGA DE TRABAJO EN UN MES.....	82

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

- Identificación de Clientes
- Criterios para la Programación
- Producción Anticipada
- Factores
- Criterio del Residuo Mínimo
- Análisis de Pareto
- Nivel de Seguridad
- Carga de Trabajo
- Ratio de Referencia
- Estrategia Caza
- Estrategia Fuerza de Trabajo Estable – Horarios Variables
- Estrategia de Nivelación al Promedio Mensual

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es la mejora de la programación de la producción de cajas de cartón corrugado. Este estudio fue desarrollado en la empresa fabricante de cajas "KARTON" S.A.C.

Actualmente la empresa no optimiza el uso de sus recursos, sobre todo materiales y humanos. Asimismo, los procesos de fabricación generan desperdicio innecesario. Esto es una consecuencia de no tener programas de producción óptimos, ya que con estos los recursos materiales, especialmente las bobinas de papel, son adquiridos en cantidades y características adecuadas y la carga de trabajo mejor administrada.

Para lograr el objetivo, se propuso reorganizar la producción por tipo de diseño de caja. Se usó el ordenamiento por criterios, como cantidad de cajas, precio de cajas y diferencia orden cantidad-precio, también se empleó el criterio basado en el análisis de Pareto. Se priorizó el adelanto de producción de los modelos de cajas utilizando factores propios del estudio, también se elaboró la programación de producción de planchas.

Utilizando el estudio de residuo mínimo se determinó la cantidad de la bobina adecuada para cada modelo, la cantidad de goma, pintura y zuncho empleado en la producción; además, se empleó la programación de producción para determinar la carga de trabajo óptima para dicha producción.

Finalmente, se obtuvieron varias alternativas de solución al momento de optimizar la producción, siendo la mejor la alternativa que emplea el criterio por diferencia orden cantidad-precio sin utilizar la distribución Pareto cuyo VAN es de S/. 59 376,47 con una inversión de S/. 6 700.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis propone una mejora de la programación de la producción para una fábrica de cajas de cartón corrugado.

El capítulo I describe la situación actual de La Empresa, donde también es presentado el problema principal a tratar en el presente estudio, asimismo se establecen los objetivos a alcanzar y las hipótesis a comprobar y se establecen los alcances.

El capítulo II presenta los antecedentes bibliográficos de la tesis, también los supuestos de la investigación y el marco teórico en el cual se soportan los conceptos trabajados en el estudio.

El capítulo III describe el tipo de investigación a desarrollar, la población en la cual se desarrolla el estudio, las técnicas de investigación que se emplearon y el análisis y tratamiento de datos que se siguieron en la tesis.

El capítulo IV explica el desarrollo de la propuesta desde el cálculo de precio y la elaboración de criterios para la programación hasta el desarrollo del programa de producción de cajas, planchas y la programación de requerimientos de recursos (bobinas, goma, pintura, zunchos y carga de trabajo).

El capítulo V desarrolla el análisis costo/beneficio donde se presenta el plan de inversión propuesto y la comparación entre la situación actual y a la que considera la alternativa propuesta.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Generalidades de La Empresa

1.1.1. Descripción de La Empresa

La Empresa a la cual se le realizará el estudio es la empresa "Karton S.A.C." (En adelante La Empresa), ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho. Esta empresa se dedica a la fabricación de cajas de cartón corrugado (en adelante cajas) y bobinas del mismo material. Asimismo la empresa tiene otra unidad de negocio en la comercialización de cajas usadas. La empresa atiende lotes grandes (más de 1000 cajas) como pequeños (menor a mil cajas).

1.1.2. Productos

Son clasificados según el diseño: Simples, Dobles, Troquelados y Doble Troquelados

1.1.2.1. Caja de Cartón Simple

Denominada caja simple. Esta caja obtiene la forma de un paralelepípedo. Es usada para el almacenaje y/o transporte de diferentes productos. Esta caja está hecha de una plancha que tiene 3 capas de cartón: 2 capas lisas y una corrugada. En la figura se puede observar un ejemplo de este tipo de caja armada.

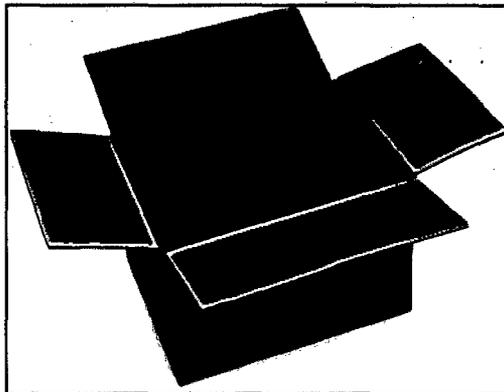


Figura 1: Caja de cartón diseño simple

1.1.2.2. Caja de Cartón Doble

Esta caja es elaborada con el cartón corrugado doble, es decir 3 capas lisas y 2 corrugadas. Es usada para productos de gran pesaje.

1.1.2.3. Caja con Troquelados

A diferencia de la caja simple, esta caja tiene agujeros especiales que cumplen una determinada función

(sujeción, agujeros especiales, etc.). Al proceso de generar agujeros se le conoce como troquelado. También poseen determinadas formas de contornos ergonómicos para su almacenaje y/o transporte. En la figura se puede observar un ejemplo de este tipo de caja.

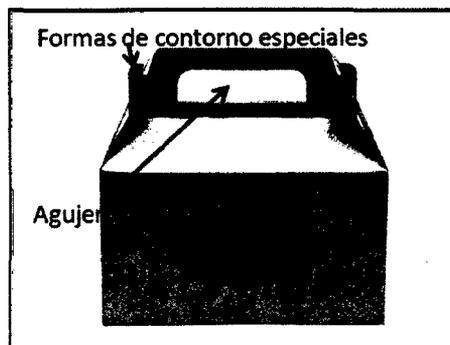


Figura 2: Caja de cartón diseño troquelado

1.1.2.4. Caja Doble con Troquelados

Es una caja de cartón corrugado doble a la cual se le ejecuta el proceso de troquelado.

1.1.3. Descripción del Proceso de Fabricación

El proceso de fabricación es realizado dentro de una única instalación. El proceso de fabricación para los diferentes tipos de cajas de cartón corrugado está expresado en la siguiente figura.

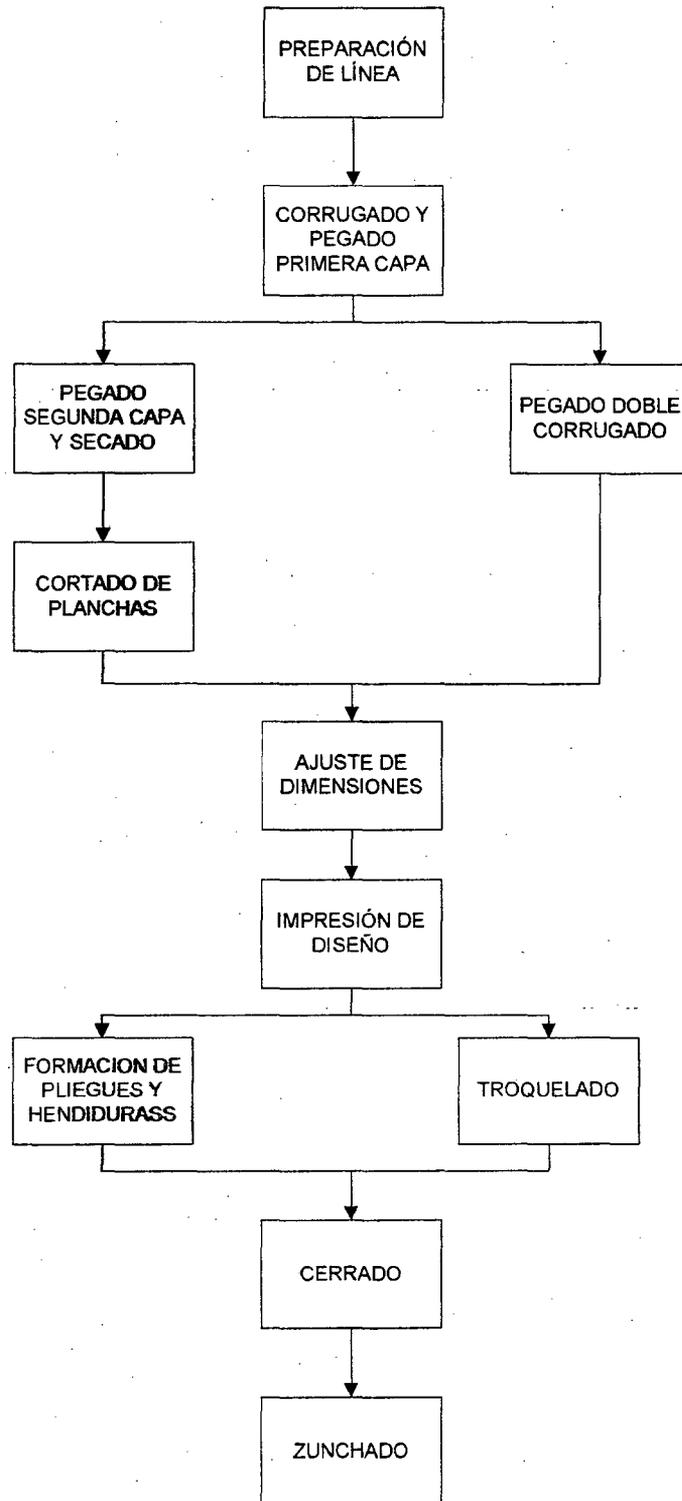


Figura 3: Diagrama de bloques del proceso de fabricación

Preparación de línea

El proceso de **fabricación** se inicia con la obtención de las fajas, las cuales se **obtienen** de las bobinas de cartón, preferentemente estas bobinas deben tener el mismo ancho. Esta operación se **lleva a cabo** en la máquina elaboradora de planchas. Las bobinas **son fijadas** en unos ejes (portabobinas en adelante) desde los cuales son desenrolladas, pasando por múltiples rodillos de la máquina que tienen por objetivo el templado del papel de las bobinas. Los primeros metros desenrollados se les conocen como "pelada", la cual es la superficie de la bobina expuesta al ambiente por lo cual se deteriora y no está en **óptimas** condiciones de uso; por lo que es eliminada pasando ésta por los múltiples rodillos hasta cierto punto en donde es **eliminada** completamente. Para el pegado de las capas se **aplica pegamento** mediante un rodillo, el cual recoge por contacto el **pegamento** de una canaleta a lo largo de todo el rodillo, cuyo contenido es previamente calibrado de acuerdo al ancho y **nivel necesario**.

Corrugado y pegado primera capa

Las bobinas **desenrolladas** constituyen las capas de la faja. Primero se trabaja con **dos** bobinas de las cuales, una será la capa corrugada y la **otra** la capa lisa. Luego del templado, el papel a corrugar **entra al sistema** corrugador, el cual genera el perfil de flauta en el **papel**, generando la capa corrugada. De inmediato, un rodillo **unta pegamento** en las crestas de la capa corrugada. Al salir del **juego** de rodillos corrugadores, la capa corrugada se **une con la primera** capa lisa, en donde se brinda calor a 110°C mediante **soplete** para un secado rápido. La faja

de una capa lisa ya preparada se lleva a la zona superior del sistema para ser trasladada hacia la siguiente etapa. Si en esta etapa se añadirá una segunda capa lisa, la faja seguirá con el recorrido hasta el final de la línea de transporte; caso contrario, la faja de una capa lisa es recuperada y posteriormente cortada en las dimensiones requeridas para el pegado del cartón de doble corrugado.

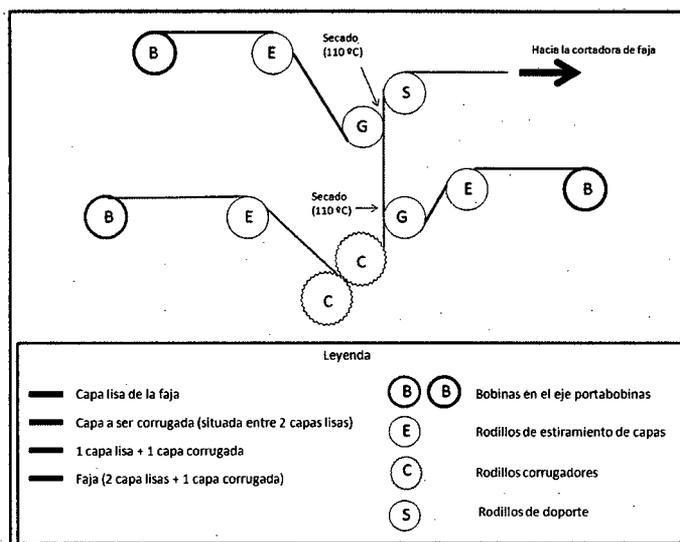


Figura 4: Sistema de rodillos para el proceso de corrugado

Pegado de la segunda capa y secado de faja

La faja de una capa lisa continúa su transporte hasta unirse con la segunda capa lisa, la cual tuvo un proceso similar al de la primera capa lisa. En este caso, la forma de pegado es similar al primer proceso de pegado. Después, la faja con dos capas lisas, entra al horno de secado en donde la faja es tratada a una temperatura de 120°C, haciendo un recorrido de 10 metros.

Cortado de planchas

Al obtener la faja de dos capas lisas, ésta pasa por una máquina cortadora, situada al final del horno de secado. Esta máquina corta la faja, formando las planchas. La longitud de las planchas las determina la velocidad de corte que tiene la máquina cortadora, la cual es controlada mediante un PLC. En caso la maquina esté en mantenimiento el proceso se realizará de forma manual por dos operarios. Después de obtener las planchas, éstas son almacenadas para su posterior uso.

Pegado para plancha de doble corrugado

Para la fabricación de las planchas de doble corrugado se requiere de una plancha de dos capas lisas y otra de una capa lisa de similares dimensiones. Para esto se trabaja con una maquina pegadora a través de la cual, la plancha de una capa lisa pasa y recibe el pegamento en las crestas de la capa corrugada y es pegada manualmente con la plancha de dos capas lisas verificando que toda la superficie esté completamente adherida, evitando así las bolsas de aire. Después las planchas son almacenadas en una zona donde puedan secarse sin inconvenientes.

Ajustes de dimensiones

Una vez obtenidas las planchas, éstas son llevadas a la máquina cortadora/marcadora. Esta máquina consta de tres discos cortadores y 4 discos marcadores que forman las hendiduras en las planchas. Los discos cortadores son

empleados para ajustar el ancho de plancha deseado y/o obtener planchas de ancho menor, los discos marcadores generan los pliegues en la plancha. Si la caja será troquelada, no se utilizarán los discos que forman pliegues. En la figura se observa el trabajo de esta máquina.

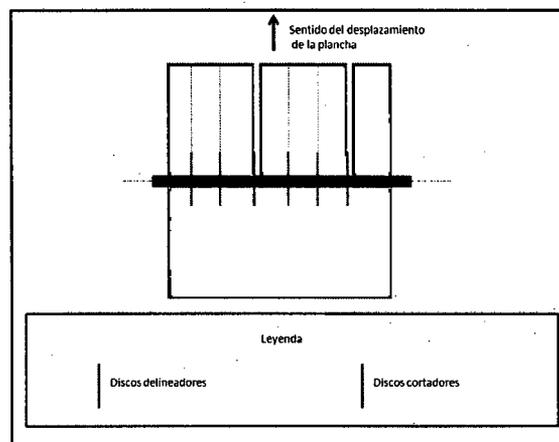


Figura 5: Líneas para corte y ajuste de dimensiones

Impresión del diseño

Una vez ajustadas sus dimensiones, las planchas son llevadas a la impresora. La impresión se realiza por medio de rodillos, en los cuales se colocan las placas de impresión, que tienen en su superficie el diseño a imprimir. En la siguiente figura se puede observar la impresión sobre la plancha.

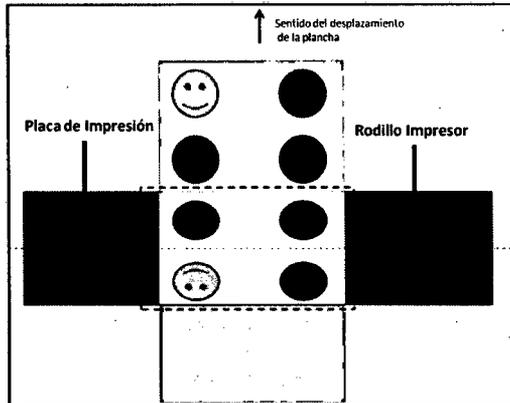


Figura 6: Forma de impresión del diseño en cajas

Formación de pliegues y hendiduras

Las planchas son llevadas a la máquina impresora. Si bien esta máquina cumple la función de imprimir los diseños en las planchas, también puede ser preparada para generar los pliegues transversales, así como las hendiduras para la formación de las tapas de la caja. Si la plancha debe ser troquelada pasará por otro proceso obviando este. En la figura se observa el trabajo de la impresora.

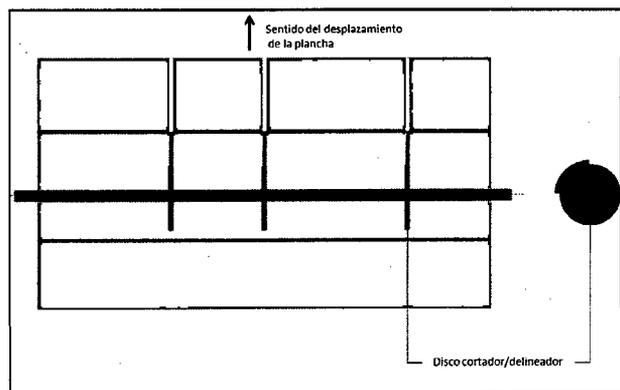


Figura 7: líneas de corte y hendiduras

En la siguiente figura, se observan las partes de los discos cortadores/marcadores de la impresora.

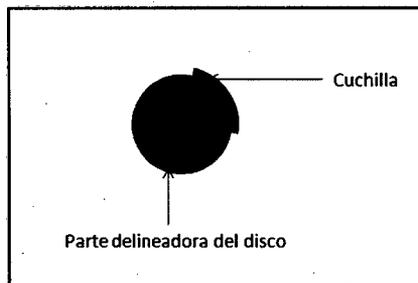


Figura 8: Discos para impresora/cortadora

Troquelado

Luego de la impresión, las planchas a troquelar son llevadas a la máquina troqueladora. En esta máquina se generan los pliegues, agujeros y formas de contornos especiales. Esta operación se realiza con ayuda de un troquel, el cual tiene grabado el diseño requerido, al final se obtiene una caja con una forma especial. En la figura se observa cómo queda la plancha luego de ser troquelada.

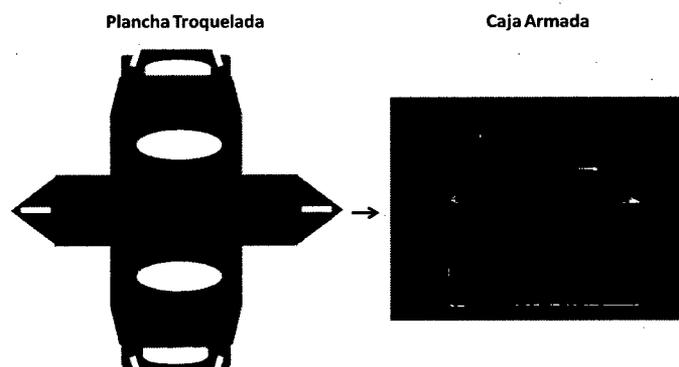


Figura 9: Plancha troquelada y caja troquelada terminada

Cerrado

Luego de haber obtenido las cajas, éstas son cerradas. Para el cerrado de las cajas, se utiliza pegamento (en caso sea un lote pequeño o la forma de la caja no permita el uso de la máquina cerradora); o en algunos casos, una máquina cerradora (en caso sean lotes grandes y la forma de la caja permita utilizar esta máquina). En la siguiente figura, se observa cómo queda la plancha luego de pegar los extremos.

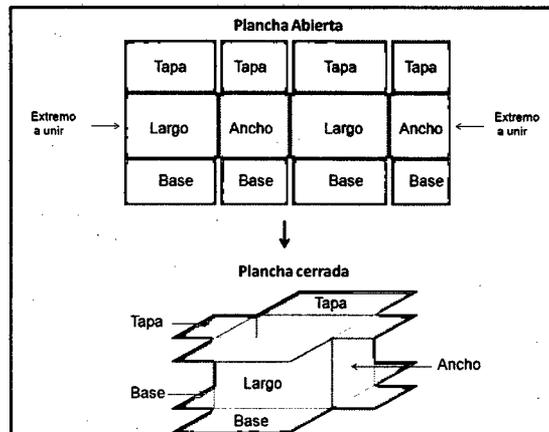


Figura 10: Armado transversal de caja

Zunchado

Las cajas cerradas no quedan en forma de paralelepípedo ya que todas las caras de la caja pueden quedar prácticamente (gracias a los pliegues) en un solo plano y en consecuencia, las cajas pueden ser zunchadas, es decir, apiladas y sujetadas con una cinta plástica en grupos de 25 unidades. Si las cajas son de gran tamaño, se utilizan 2 cintas.

1.2. Planteamiento y definición del problema

1.2.1. Estudio de análisis FODA

Es importante para realizar un adecuado diagnóstico tener claro los cuatro aspectos fundamentales que afectan a una empresa: sus fortalezas, sus debilidades, las oportunidades que se presentan y las amenazas que pueden afectarles. A continuación pasaremos a describir cada uno de estos aspectos.

1.2.1.1. Análisis Interno

Fortalezas

- Entrega oportuna al cliente.
- Capacidad de atender a las pymes en todas las escalas.
- Productos personalizables.
- Ambiente laboral agradable.
- Cartera de clientes consolidada.

Debilidad

- Baja capacidad financiera.
- Falta de implementación del sistema de calidad.
- Falta de optimización del proceso.
- Falta de una adecuada programación de producción y compras.

1.2.1.2. Análisis Externos

Oportunidades

- Grandes clientes con pedidos eventuales.
- Tratados internacionales que permiten la aparición de nuevas empresas exportadoras.
- El cartón corrugado no paga arancel en algunas situaciones.
- Nuevos programas sociales que apertura el gobierno.

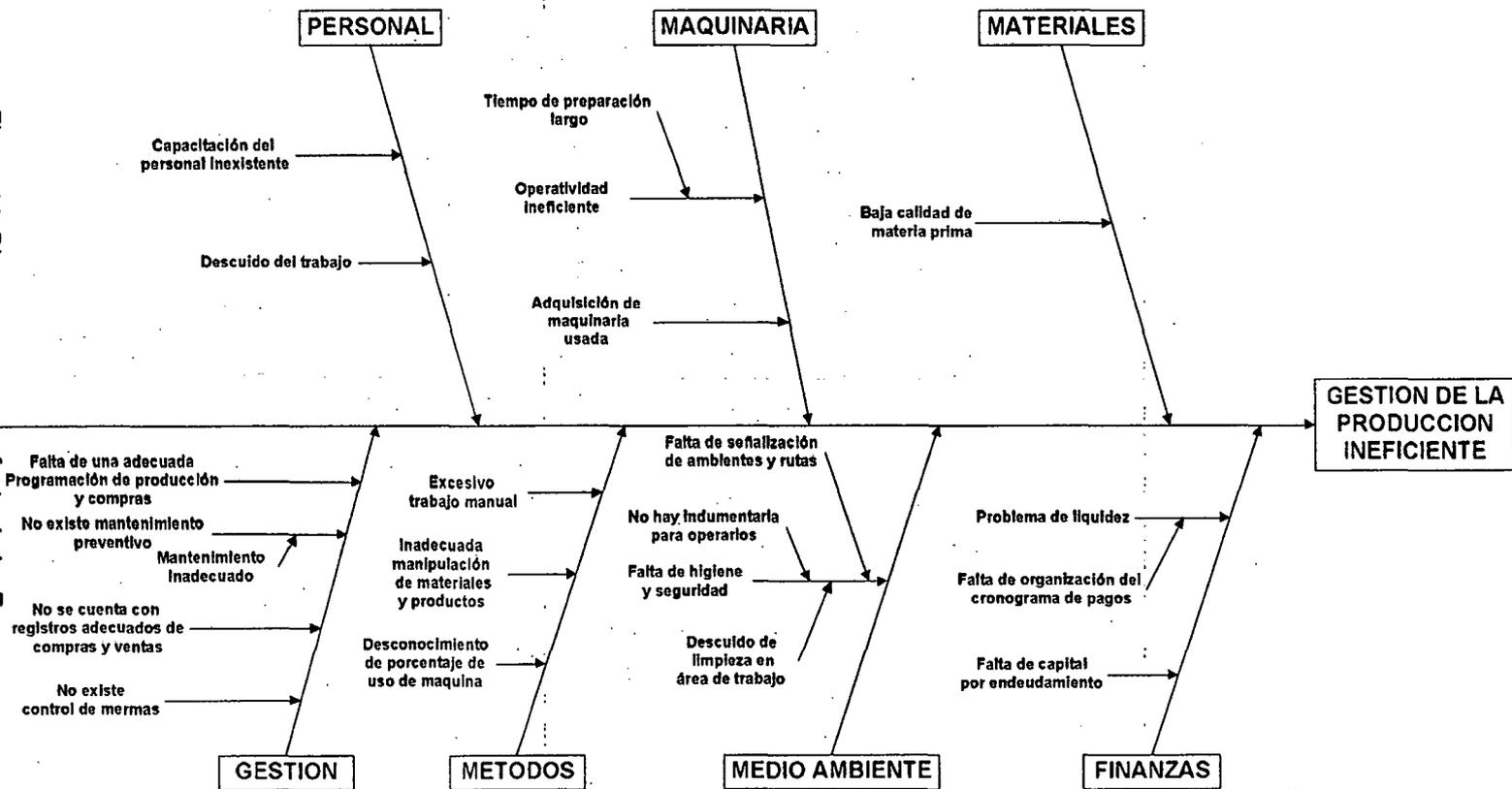
Amenazas

- La demanda de las cajas es muy variable.
- Competencia en gran crecimiento.
- Cambios en la normatividad que afecten a la regularidad de La Empresa.

1.2.2. Análisis Causa – Efecto

En la página siguiente se muestra el diagrama causa – efecto donde destacamos como problema principal la ineficiente gestión de la producción, para lo cual se muestran las deferentes posibles causas en cada una de las ramas.

Figura 11: Diagrama causa – efecto de La Empresa



De todas las causas presentadas, el presente estudio toma las sugerencias tanto del Gerente como de Ingenieros Industriales y el criterio de los tesisistas, se priorizó proponer una mejora en el programa de producción. De todos los problemas de una empresa que no cuenta con procesos ordenados, lo primero que debe mejorarse es la forma de programar la producción y las compras, porque si no se establece un control sobre los productos a fabricar (en qué momento fabricarlos), materias primas y mano de obra a utilizar, La Empresa carecerá de métodos que ayuden a ordenar los procesos productivos. Esta es una visión general de la forma en que debe operar La Empresa, pasando luego (este debe ser un tema tratado por tesisistas posteriores) a la estandarización de procesos

1.2.3. Formulación del problema

De acuerdo a los análisis presentados, se formula el problema:

¿Cómo mejorar la gestión de la producción mediante la programación de la producción en la Empresa "Karton S.A.C."?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer una nueva programación de la producción para mejorar la gestión de la producción y el rendimiento económico de La Empresa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Mejorar la programación de las materias primas a través de la nueva programación.
- Mejorar la programación del personal contratado (carga de trabajo)

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

“La mejora de la programación de la producción incrementa la efectividad de la gestión de la producción y el rendimiento económico de Ta Empresa.”

1.4.2. Hipótesis Específicas

- La mejora de la programación de la producción permite una efectiva gestión de las materias primas.
- La mejora de la programación del personal contratado (carga de trabajo) permite la asignación efectiva del recurso humano operativo.

1.5. Justificación del problema

La Empresa se encarga de fabricar un instrumento de embalaje muy útil para muchos sectores de la economía, que son las cajas de cartón. Como muchas empresas, el sistema de trabajo es informal en varios aspectos, lo que puede originar problemas, los cuales involucran el manejo de la materia prima, de la mano de obra, de la maquinaria, entre los elementos de producción más importantes. Es por eso que los tesisistas han encontrado una buena oportunidad de mejora para esta empresa, aplicando las herramientas de la Ingeniería Industrial.

1.6. Alcance de la solución del problema

El desarrollo de la propuesta de solución abarcará los siguientes puntos:

- El desarrollo de un programa de programación de requerimiento de materiales, determinado por la programación de la demanda de cajas, la programación de planchas con el criterio de mínimo residuo y la programación de compra de bobinas de papel, barriles de goma, baldes de pintura y rollos de zunchos. El programa abarca un periodo anual y será desarrollado mensualmente. El periodo de evaluación es el año 2010.
- El desarrollo de un programa de carga de trabajo mensual, formulado a partir de la evaluación de dos metodologías: horas extras y subcontratación.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes bibliográficos

Existen diversos proyectos orientados a la programación de la producción. Cabe resaltar que al hablar de programación de la producción se habla de programar requerimientos y carga de trabajo, además de la capacidad de producción de La Empresa. Estos proyectos han sido desarrollados utilizando diversas herramientas, según la realidad de cada empresa. Lo que se mostrará a continuación son las diversas herramientas que otros tesisistas han utilizado para generar una propuesta de programación de la producción.

Según la tesis de Mallque Heredia¹, desarrollada en una empresa metalmeccánica, ésta utilizó el Heijunka (producción nivelada) en la demanda de producción. Es decir, eliminó la variabilidad de la demanda de los productos y adapta la producción a la demanda.

¹ Víctor Hugo Mallque Heredia; Rediseño del PCP Lean Manufacturing en una Empresa Metalmeccánica [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2006

Además, utilizó una herramienta llamada **escategrama**, que consiste en un análisis para optimizar la producción en **productos rentables**.

Para ello, utilizó la **variabilidad del producto**, que es la desviación estándar de la demanda entre el promedio dentro de un periodo semestral. Cada producto, dependiendo de su **variabilidad** fue colocado dentro de un gráfico **variabilidad-utilidad**, el cual está dividido en cuatro cuadrantes, los cuales son:

1° cuadrante: Productos de alta variabilidad y baja utilidad

2° cuadrante: Productos de baja variabilidad y baja utilidad

3° cuadrante: Productos de baja variabilidad y alta utilidad

4° cuadrante: Productos de alta variabilidad y alta utilidad

Cada producto fue colocado en un cuadrante, dependiendo de su **variabilidad** y su **utilidad**.

Al haber realizado el análisis, Mallque decidió **trabajar con productos de baja variabilidad (2° y 3° cuadrante)**; es decir, **enfocó el control de la producción en estos productos**, mientras que los otros productos serán fabricados a pedido.

La siguiente tesis² fue elaborada en una **empresa de confecciones de medias y calcetines**. Para generar su **propuesta de producción**, los **tesistas** determinaron los **tiempos estándar de producción** para poder evaluar la **capacidad de producción** en un **mes determinado** que cubrirá la **demanda del mes siguiente**. La **determinación de tiempos**

² Holger Edgar Oviedo Cahuata; Diseño de un Sistema de **Planificación** y Control de la Producción Basado en un Análisis de Costos [Tesis **ingeniería industrial**], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2004

estándares de producción se realizó mediante la toma de tiempos con cronómetro y observaciones instantáneas. Además, evaluaron en base al costo de almacenamiento; el momento y la cantidad de prenda que se enviará a teñir (debido a la restricción de peso de ropa a teñir). Luego, efectuaron un cálculo basado en la capacidad de producción versus requerimientos, utilizando para ello el pronóstico de ventas vs las necesidades de producción. Debido a la baja producción en algunos meses, hicieron una evaluación de costos entre el cambio de producto a otro contra el costo del almacén.

Con lo anterior, obtuvieron los costos de cada mes, comparando ambas alternativas (cambio vs almacenamiento). En cada mes, se evaluó cuántas cantidades de un determinado producto serán producidas, cuántas dejarán de producirse por otras y cuántas serán convenientes almacenar.

En algunos meses, cuyo déficit de producción no ha sido cubierto, los tesisistas utilizaron la programación lineal, involucrando variables como: Cantidad de prendas de un determinado producto a almacenar, número de turnos a trabajar en un mes determinado y tiempo extra en un mes determinado. Utilizaron el costo generado por las variables mencionadas como función objetivo a minimizar, considerando además restricciones como: tiempo extra máximo por día, turnos de trabajo (máximo y mínimo) y capacidad en la máquina de tejido.

En la tesis desarrollada por Novoa y de la Rosa³ desarrollada en una fábrica de pinturas los tesisistas realizaron un análisis de las cargas de

³ Pedro de la Rosa Ambrossiani, Antonio Novoa Tello; Planeamiento de la Producción en una Fábrica de Pinturas [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1968

trabajo en cada sección (molienda, dilución), en base a las ventas pronosticadas en un año. Esto ha sido un planeamiento preliminar, ya que estuvo sujeto a variaciones debido a diversos factores como la urgencia de ventas, pedidos especiales o reprocesos. Una vez obtenidas las cargas de trabajo (medida en batch de pintura), se generó la programación semanal, con ayuda de 2 tableros (que llama pizarras A y B). Con la información de ambas pizarras (A y B), generaron el programa de producción de cada sección de trabajo. Para ello, utilizaron el índice "Meses de Stock", con lo cual se priorizó la fabricación de productos cuya demanda es cubierta en un corto plazo. Al generar el planeamiento de producción, se tuvo en cuenta que también existen pedidos periódicos, los cuales son tabulados en la pizarra B con una periodicidad fija.

Con la cantidad de productos a fabricar, se calcularon las cantidades de compra de cada materia prima, previa consolidación de cantidades de cada material (ya que un material puede ser utilizado para más de un producto). Se trabajó (para cada producto) con la cantidad promedio de materia prima, según las ventas de cada mes.

La tesis de Condori⁴ desarrolló un sistema de planificación de producción en una empresa de perfumes. Para ello, elaboró un pronóstico para cada producto de la empresa, siendo éste mejor que el método de pronóstico actual de la empresa. También evaluó la capacidad de los recursos críticos. En este caso, determinó que existe capacidad sobrante en algunos recursos.

Luego de haber determinado las necesidades de horas y las horas disponibles en los recursos críticos, se elaboró el plan de recursos

⁴ Sandra Antonia Condori Condori; Propuesta de un Sistema de Planificación de la Producción en una Empresa dedicada a la Fabricación de Perfumes [Tesis ingeniería industrial], Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2007

críticos y el plan agregado de producción. Para ello, se desarrolló el plan de necesidad de producción y los días productivos de cada mes. La tesista determinó que la Estrategia Caza genera el menor costo. La Estrategia Caza se enfoca en ajustarse a la demanda, para lo cual hace uso de diversas vías, tales como contrataciones, despidos, horas extras, etc. También intentó conseguir flexibilidad en los cambios de demanda y mantener un bajo nivel de inventarios. Determinó el lote óptimo de producción para cada producto, el plan aproximado de la capacidad y el plan de materiales, aplicando MRP I para cada producto. Por último, se desarrolló el plan detallado de capacidad, el cual refleja las horas estándar disponibles al día para cada centro de trabajo.

Según Allemant y Manchego⁵, quienes desarrollaron su tesis en una planta convertidora de papel, se determinó tiempos estándares de los procesos (corte, guillotinado, empaquetado, selección, embolsado) utilizando el cronometraje. Luego, realizaron el pronóstico de la demanda, planificación de la producción y requerimiento y control de existencias. Se determinó la capacidad instalada de cada operación, prorrateando las capacidades de cada operación. Una vez halladas las capacidades cada operación, realizaron un pronóstico de demanda. También realiza un balance de línea para determinar el número de puesto por sección y el número de operarios por puestos y el total de operarios necesarios por turno. Teniendo la demanda y el número de operarios necesarios, se determinan las cantidades de materia prima necesaria.

⁵ Javier Reynaldo Allemant Muñoz, Edward Emilio Manchego Llerena; Sistema de Planeamiento y Control de la Producción en una Planta Convertidora de Papel [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1995

Según el informe de suficiencia de Andrade Sánchez,⁶ desarrollado en una empresa farmacéutica, se clasificó las materias primas mediante el ABC, donde las materias de clase A están sujetas a mayor control (alta frecuencia)

Analizó la cantidad de lotes estándar a fabricar. Además utilizó el ABC para identificar qué productos consumen la mayor cantidad de Horas-Máquina en un periodo de estudio. Este análisis lo realizó en cada centro de trabajo.

2.2. Supuestos de la investigación

Para realizar el presente estudio, se tomarán los siguientes supuestos:

- La diferencia de tiempos de fabricación entre tamaños diferentes de cajas es despreciable.
- No se considera el lead time al momento de ordenar materiales.
- Los gastos de mantener inventario se consideran fijos cada mes.
- Los costos indirectos de fabricación representan un porcentaje del costo primo de producción.

⁶ Víctor Arthur Andrade Sánchez; Planeamiento de la Producción y Mejora del Nivel de Inventario mediante una Gestión de Abastecimiento en una Empresa Farmacéutica con ERP [Informe de Suficiencia Ingeniería Industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2009

- Al no tener registros de consumo de materia prima, se considera que a mayor compra de determinado material, mayor será el uso de éste en determinadas órdenes de producción.
- Como consecuencia del punto anterior, se considera que el gramaje de una caja de cartón de una orden de producción específica está determinado por el material utilizado.
- Se considera un sistema de producción cerrado, esto implica un inventario inicial nulo de materias primas, asimismo el siguiente periodo (año 2011) no será tomado en cuenta.
- La Empresa también puede comprar residuos de bobina de cartón. Cuando se habla de residuos de bobina de cartón, se habla de cantidades de bobina que no posee la longitud estándar de compra. Por ejemplo, una bobina de determinado gramaje, se compra con una longitud estándar, con un margen de +/- 10 %. Para el estudio, se considera una longitud intermedia de compra del 25% de la longitud estándar de la bobina requerida.
- El pronóstico de la demanda no es relevante para el estudio debido a que éste sólo se centra en un programa de producción, el cual optimizará los recursos cualesquiera que sean los datos de demanda.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Sistemas de producción

2.3.1.1. Definición

Un sistema de producción es un sistema que tiene como entradas los recursos del sistema⁷ y pedidos requeridos por los clientes, así como el proceso dentro de La Empresa para transformar los materiales y obtener un producto terminado para la entrega de los mismos a los clientes o consumidores, teniendo en cuenta un control adecuado del mismo.

2.3.1.2. Tipos de sistema de producción

- Sistema Make to Stock (MTS)

El sistema MTS (Make to Stock) es aquel en el que la producción se realiza sin seguir la demanda actual, pues cumple un determinado programa de producción. Este sistema de trabajo consiste en generar existencias de productos. Esto permite una entrega rápida a los clientes.

En este tipo de sistema:

- La producción es equilibrada y sin interrupciones, con el objetivo de cumplir un programa determinado.

⁷ Materia prima, suministros, cantidad pedida de cada producto, entre otros

- Hay una alta computarización para el manejo de procedimientos complejos.
- Los trabajadores son especializados.
- Existen máquinas especializadas.
- Hay herramientas de uso general.
- Los proveedores son diversos para evitar la interrupción de entregas, las cuales son en grandes cantidades pero poco frecuentes.
- Se evitan las horas muertas.
- Se detectan defectos en la fabricación.
- Planificación extensa por el departamento de ingeniería, para prevenir problemas.
- Existe un departamento de calidad.

- Sistema Make to Order (MTO)

Al contrario del sistema MTS, en este sistema la producción se ajusta a la demanda, por lo que las existencias de productos son mínimas o nulas.

En este tipo de sistema:

- La producción es simple y flexible que responde con rapidez a las variaciones de demanda.
- Los registros son mínimos.
- Los trabajadores poseen habilidades múltiples.
- Existen máquinas de uso general.
- Los centros de trabajo son cercanos unos a otros.
- Un operario es responsable de varias máquinas.

- El número de proveedores es limitado y la entrega de materiales es frecuente y en cantidades pequeñas.
- Los problemas se corrigen al momento que suceden y es un trabajo conjunto de los operarios, administrativos y el personal de ingeniería.
- Cada operario es responsable de la calidad.

2.3.2. Programación de la producción

La programación de la producción es elaborada a partir de un proceso de planeamiento de la producción, el cual determina un contexto y una serie de valores determinantes para el diseño de la programación. Esta programación puede ser mensual, semanal o diaria, dependiendo del alcance de los factores externos e internos de la planeación. Por ejemplo como factores externos se encuentra la demanda del mercado, el comportamiento de los clientes, la situación económica del mercado entre otros. Como factores internos se encuentran la capacidad de carga de trabajo, el nivel de los inventarios, la capacidad de producción de la planta, las actividades requeridas para un producto, la disponibilidad de materias primas entre otros.

2.3.2.1. Estrategias para planear la producción

Existen tres estrategias básicas para planear la producción:

- *Estrategia Caza (Chase)*: Consiste en conciliar la producción con la demanda de pedidos contratando y despidiendo empleados de acuerdo a la variación de la demanda.
- *Fuerza de Trabajo Estable – Horarios Variables*: Consiste en diversificar la producción variando la cantidad de horas laboradas mediante horarios de trabajos flexibles u horas extras.
- *Estrategia de Nivelación*: Mantener una fuerza estable de trabajo y laborando a un ritmo constante de producción. Los faltantes y los excedentes son absorbidos por los niveles fluctuantes de los inventarios a través del adelanto de la producción.

2.3.3. Inventarios

El inventario⁸ está formado por los diferentes tipos de recursos que forman parte dentro de los procesos de la empresa. Puede ser desde una botella que contiene lubricante para motor o agua mineral, hasta kits completos de diferentes piezas, armazones de acero o vehículos de transporte. Entre las razones para constituir y mantener un inventario se cuentan:

- *Capacidad de predicción*: Con el fin de planear la capacidad y establecer un cronograma de producción, es necesario controlar cuánta materia prima, cuántas piezas y cuántos

⁸ Extraído de Max Muller, Fundamento de Administración de Inventario, Grupo Norma, Bogotá, Colombia, 2004, Págs. 3-4

subensamblajes se procesan en un momento dado. El inventario debe mantener el equilibrio entre lo que se necesita y lo que se procesa.

- *Fluctuaciones en la demanda:* Una reserva de inventario a la mano supone protección. No siempre se sabe cuánto va a necesitarse en un momento dado, pero aun así debe satisfacerse a tiempo la demanda de los clientes o de la producción. Si puede verse cómo actúan los clientes en la cadena de suministro, las sorpresas en las fluctuaciones de la demanda se mantienen al mínimo.
- *Inestabilidad del suministro:* El inventario protege de la falta de confiabilidad de los proveedores o cuando escasea un artículo y es difícil asegurar una provisión constante. En lo posible, los proveedores de baja confiabilidad deben rehabilitarse a través de diálogo, o de lo contrario deberán remplazarse. La rehabilitación se puede lograr por medio de pedidos de compra maestros, con tiempos preestablecidos de suministro de productos, sanciones en precio o plazos de pago por incumplimiento, una mejor comunicación verbal y electrónica entre las partes, etc. El efecto de ello será una reducción de las necesidades de inventario a mano.
- *Protección de precios:* La compra acertada e inventario en los momentos adecuados ayuda a evitar el impacto de la inflación de costos. Obsérvese que contratar para asegurar el precio no exige necesariamente recibir la mercancía en el momento de la compra. Muchos proveedores prefieren hacer envíos periódicos en lugar de despachar de una vez el suministro completo para un año, de una unidad particular

de existencias (nota: en inglés se emplea el acrónimo SKU, formado de las palabras stockkeeping unit, como término común en el mundo de los inventarios). Por lo general se aplica a un identificador numérico o alfanumérico de un artículo específico. En términos simples se conoce como unidad de existencias.

- *Descuentos por cantidad:* Con frecuencia se ofrecen descuentos cuando se compra en cantidades grandes en lugar de pequeñas.
- *Menores costos de pedido:* Si se compra una cantidad mayor de un artículo, pero con menor frecuencia, los costos de pedido son menores que si se compra en pequeñas cantidades una y otra vez (sin embargo, los costos de mantener un artículo por un periodo de tiempo mayor serán más altos). Con el fin de controlar los costos de pedido y asegurar precios favorables, muchas organizaciones expiden órdenes de compra globales acopladas con fechas periódicas de salida y recepción de las unidades de existencias pedidas.

Los inventarios tienen diferentes divisiones dependiendo del objetivo a tratar, para el estudio la clasificación se realizará por el tipo de artículo del inventario:

- Inventario de materias primas
- Inventario de productos en proceso
- Inventario de productos terminados

2.3.4. Análisis de Pareto

El Análisis de Pareto⁹ se basa en el principio del mismo nombre el cual dice: "Lo poco es vital y lo mucho es trivial". También es conocido como la regla del 80 - 20 (o el 70 - 30); la cual se puede utilizar al analizar inventarios, artículos, causas, etc. Poniendo un ejemplo, en el caso de inventarios se puede decir: "El 20% de los artículos concentra el 80% del valor económico"

Una herramienta importante en el Análisis de Pareto, es el diagrama de Pareto. Este consiste en un diagrama de barras que ilustra la frecuencia de ocurrencias o el costo de un conjunto de artículos. Según las frecuencias, los artículos se ordenan en forma descendente, de izquierda a derecha. Este gráfico ayudará a identificar a aquellos artículos a los cuales orientar gran parte de los esfuerzos.

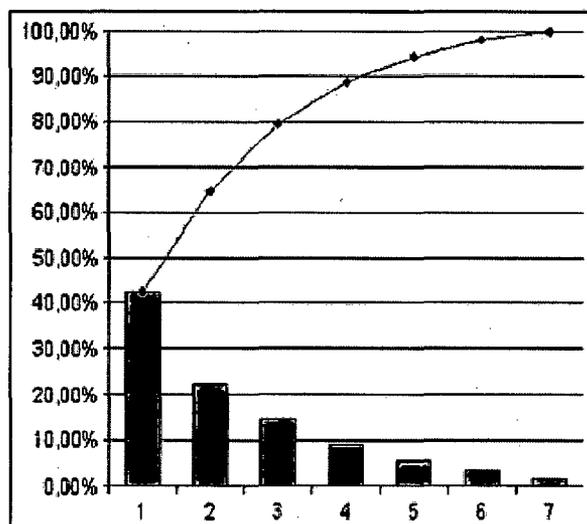


Figura 12: Ejemplo de un gráfico de Pareto

⁹ Extraído de Hamid Noori, Russel Radford; Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible y Rápida, Mc GrawHill, Bogotá, Colombia, Págs. 322 - 324

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación a Desarrollar

Se realiza una investigación aplicada¹⁰, la cual tiene por objeto específico satisfacer necesidades relativas al bienestar de la sociedad. En ese sentido, su función se orienta a la búsqueda de formulas que permiten aplicar los conocimientos científicos en la solución de problemas de producción de bienes y servicios.

La investigación aplicada no contribuye generalmente al cuerpo organizado de conocimiento científico, pero puede realizar su aporte en determinadas ocasiones.

En una etapa inicial se realiza una investigación exploratoria, luego una investigación descriptiva con la cual se define el contexto de La

¹⁰ Extraído de Frida Gisels Ortiz Uribe, María del pilar García. Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas, LIMUSA, México, 2009. Pág. 38

Empresa y se finaliza con una investigación analítica y explicativa enfocado en la hipótesis causal propuesta.

3.2. Población y Muestra

Se selecciona la demanda de cajas de cartón corrugado en un periodo anual, a partir de ello se tomará la demanda de los modelos representativos obtenidos que corresponden a los clientes identificados. Estos clientes son aquellos de los cuales se tiene registrado su nombre.

3.3. Técnicas de Investigación

Se emplearon diversas técnicas de investigación, a continuación las principales:

- **La Observación:** Es el método fundamental de obtención de datos de una realidad. Consiste en obtener información mediante la percepción intencionada y selectiva, ilustrada e interpretativa de un objeto o de un fenómeno determinado registrando los hechos y cambios trascendentales para la investigación.

- **Cuestionarios:** Consiste en un conjunto de preguntas con el objetivo de la recopilación de datos para confirmar o rechazar una hipótesis.
- **Análisis de datos:** Para lo cual se utiliza formularios, gráficas, comparaciones entre situaciones entre otros. Estos se aplican dependiendo de la complejidad y el interés de la información para el estudio.

3.4. Análisis y Tratamiento de los Datos

Los datos serán canalizados a través de hojas de cálculo los cuales tendrán como resultado las diferentes programaciones expresadas en tablas para cada una de las alternativas, los resultados de cada una de las tablas se evaluarán mediante sus flujos de caja y el Valor Neto Actual (VAN).

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Para desarrollar la propuesta de mejora¹¹, se trabajará solamente con modelos solicitados por clientes identificados.

4.1. Cálculo del Precio

El primer paso a dar para el desarrollo de la propuesta de mejora, es realizar el cálculo del precio, ya que sin él no será posible priorizar el adelanto de producción de los modelos que generan mayores beneficios para La Empresa.

El precio está en función al peso de una plancha producida, de la cual se obtiene la caja. El peso varía de acuerdo a las dimensiones y al diseño de la caja. Por ejemplo, una caja simple se elabora a partir de una plancha de 3 capas de cartón (dos capas lisas y una capa corrugada). Tener en cuenta que la capa corrugada posee una longitud mayor a la de las capas lisas, debido a las ondas generadas en su superficie (44% de longitud adicional). El peso de la plancha

¹¹ Mapa mental de la propuesta de mejora se presenta en el Anexo I

será la suma de los pesos de las capas de cartón, más un pequeño porcentaje que incluye la goma (0.07 Kg). Entonces, el peso de la plancha es:

$$\text{Peso de Plancha (Kg)} = \frac{(3.44 * \text{Area de Plancha (m}^2))}{1000} + 0.07$$

Fórmula 1: Peso de plancha simple

El número que multiplica al Área de la Plancha, indica la cantidad de capas que se están utilizando para elaborar la plancha (2 capas lisas y 1.44 capas corrugadas)

Al obtener el peso de la caja, éste se multiplica por un factor (establecido por La Empresa), con lo cual se obtiene el precio de una caja. Este factor tiene un valor de 3.2 soles por kilo de caja. Entonces, el precio de la caja se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Precio de Caja (soles)} = \text{Peso de Plancha (Kg)} \times 3.2 \left(\frac{\text{soles}}{\text{Kg}} \right)$$

Fórmula 2: Precio de una Caja

A continuación, se muestra el ejemplo:

Se solicita la elaboración de una caja simple, cuyas dimensiones son las siguientes:

Dimensiones (Caja)	Medidas (cm)
Ancho	30
Alto	20
Largo	40

Tabla 1: Ejemplo de Dimensiones de una caja

La caja debe ser elaborada con cartones cuyo gramaje sea de 127 g/m²

Se determina el área de la plancha necesaria con las siguientes fórmulas:

$$\text{Anchode Plancha}(cm) = \text{Anchode Caja} + \text{Altode Caja} + 4cm$$

Fórmula 3: Cálculo del ancho de la plancha necesaria para una caja

$$\text{Largode Plancha}(cm) = (\text{Anchode Caja} + \text{Largode Caja}) * 2 + 8cm$$

Fórmula 4 Cálculo del largo de la plancha necesaria para una caja

Al utilizar las fórmulas, se tiene:

Ancho de Plancha = 54 cm

Largo de Plancha = 148 cm

Entonces, el área de la plancha necesaria es de:

$$54 \times 148 \text{ cm}^2 = 7992 \text{ cm}^2 = 0.7992 \text{ m}^2$$

Por tratarse de una caja simple, la plancha tendrá 3 capas de cartón (dos capas lisas y una capa corrugada). Entonces, se empleará la Fórmula 1

$$\text{Peso de Plancha (Kg)} = \frac{(3.44 * 0.7992)}{1000} + 0.07$$

El peso de la plancha es de 0.073 Kg.

Para obtener el precio, se multiplica el peso de la plancha por el factor establecido por La Empresa, utilizando la Fórmula 2

$$\text{Precio de Caja (soles)} = 0.073 \text{ (Kg)} \times 3.2 \left(\frac{\text{soles}}{\text{Kg}} \right)$$

El precio obtenido es de 0.23 soles

A este precio se le denomina precio unitario base ya que puede aumentar según requerimientos posteriores, tales como:

- Impresión: Una impresión en la caja (cualquiera que sea el área de impresión sobre la caja) aumenta en 0.1 soles el precio unitario base.
- Troquelado: El proceso de troquelar una caja, aumenta en 0.2 el precio unitario base.

- Separadores: Los separadores están elaborados a base cartón. Sirven para separar (valga la redundancia) botellas u otro tipo de producto frágil. Una caja con separadores aumenta en 0.3 soles su precio unitario base.

4.2. Elaboración de Criterios para la programación de modelos

El objetivo de la propuesta de programación es la de nivelar la producción mensual. Es decir, eliminar horas extras por alta demanda y aprovechar las temporadas de baja demanda, para evitar tiempos muertos de producción. Esto será posible siempre y cuando el beneficio económico sea el óptimo posible¹²

Esto quiere decir que se podrá realizar adelantos de producción no mayores a dos meses, siempre y cuando la carga laboral promedio (medida como unidades de caja a producir al mes) lo permita¹³.

Entonces, el siguiente paso es seleccionar aquellos modelos que puedan ser producidos con anticipación. Para ello, se elaborarán criterios que permitan escoger con mayor facilidad aquellos modelos.

4.2.1. Generación de acuerdo al principio de Pareto

El Análisis de Pareto ayudará a encontrar a aquellos modelos cuyos ingresos conjuntamente concentren el 80% (en caso los

¹² Para mayor referencia, véase Capítulo 5.

¹³ En la sección 4.3 se detallará cómo funciona la programación propuesta.

modelos representen el 20% del total) o el 70% (en caso los modelos representen el 30% del total) de los ingresos totales. Este análisis es una alternativa que permitirá orientar los valores de los criterios de selección de modelos al tener una relación de 80-20 o 70-30.

4.2.2. Orden por Cantidad

Este criterio se elabora a partir de las cantidades de cada modelo producidas durante el año. El método de ordenar los modelos por cantidad es simple ya que el primer lugar lo ocupará aquel modelo que registre la mayor cantidad demandada durante el año.

4.2.3. Orden por Precio

Análogamente al ordenamiento por cantidad, se establece el ordenamiento de modelos por el monto generado en ventas de cada modelo. El primer lugar lo ocupará aquel modelo que haya generado el mayor ingreso anual.

4.2.4. Diferencia Orden por Cantidad vs Orden por Precio

Un producto que se ubique dentro de los primeros lugares por cantidad no necesariamente ocupará los primeros lugares con respecto al precio. Esta situación obliga a establecer el criterio de diferencias entre orden por cantidad y orden por precio. Esta diferencia consiste en hallar la diferencia absoluta entre ambos lugares ocupados en los respectivos criterios. Por ejemplo:

Se tiene el modelo de caja simple cuyas dimensiones son:

-Ancho: 20 cm

-Alto: 30 cm

-Largo: 40 cm

-Gramaje: 127 g/m²

Modelo	Orden Cantidad	Orden Precio	Diferencia (OC - O)
20x30x40-127	4	54	50

Tabla 2: Diferencia entre órdenes por Cantidad y por Precio

La última columna refleja la diferencia entre el orden por cantidad y el orden por precio.

4.2.5. Meses de aparición de clientes

Otro criterio importante es la frecuencia de atención al cliente. Si bien un cliente no solicita un mismo modelo todos los meses, sí puede realizar pedidos de diferentes modelos durante todo el año. Entonces, también se deberán priorizar (es decir, producir con anticipación) aquellos modelos solicitados por clientes permanentes de La Empresa. Esto no quiere decir que un modelo sea solicitado varios meses al año (no sucede de ese modo, ya que como máximo un modelo es pedido 2 meses al año). Por ejemplo, si hay un cliente que pide modelos diferentes durante varios meses al año, es muy probable que los modelos solicitados por él tenga mayor prioridad para ser producidos con anticipación. Cada modelo solicitado puede aparecer una vez al año, pero por tratarse de un cliente

frecuente (por ejemplo, solicita modelos casi todo el año), se adelantará la producción de los modelos solicitados por él.

Establecidos los criterios para la programación de pedidos, cada modelo deberá cumplir con cada uno de ellos. Es necesario también establecer valores referenciales para cada uno de los criterios, para saber cuántos modelos serán producidos con anticipación. A continuación, se muestra el ejemplo para los diseños simples:

Criterio	Valor Referencial
1. Posición Máxima Orden por Cantidad	200
2. Posición Máxima Orden por Precio	150
3. Diferencia Absoluta O. Cantidad – O. Precio	110
4. Meses Frecuencia del Cliente	1
5. Cantidad de Modelos a adelantar	173
6. Total Modelos Simples	545
7. % de modelos	31%
8. % Ingreso Pareto	67%

Tabla 3: Ejemplo de valores referenciales para los criterios

A continuación, se explicarán cada uno de los valores referenciales:

1. Posición Máxima Orden por Cantidad: El valor referencial de 200 indica que aquellos modelos que ocupen una posición por cantidad no mayor a 200 pueden ser producidos con anticipación.

2. Posición Máxima Orden por Precio: El valor referencial de 150 indica que aquellos modelos que ocupen una posición por precio no mayor a 150 pueden ser producidos con anticipación.

3. Diferencia O. Cantidad – O. Precio: El valor referencial de 110 indica que las posiciones del modelo no deben diferir en un valor mayor a 110. Por ejemplo, se tienen los siguientes modelos:

Modelo	O. Cantidad	O. Precio	Diferencia Absoluta	Anticipación
20x40x50-127	20	90	70	Sí (70<110)
30x10x60-135	10	130	120	No(120>110)
25x15x30-140	25	150	130	No(130>110)

Tabla 4: Validación de diferencias absolutas de modelos para determinar anticipación por modelo

4. Meses Frecuencia del Cliente: Un valor referencial de 1 indica que como mínimo el cliente debe solicitar algún modelo por lo menos una vez al año.

5. Cantidad de Modelos a adelantar: Es la cantidad de modelos que cumplen las siguientes condiciones en forma simultánea. Para el ejemplo:

- Orden por Precio ≤ 150
- Orden por Cantidad ≤ 200
- Diferencia Absoluta O. Cantidad – O. Precio ≤ 110
- Meses de Frecuencia del Cliente ≥ 1

En la Tabla 3 se muestra que la cantidad de modelos a adelantar es de 173 modelos.

6. Total de Modelos Simples: El valor referencial de 545 indica la cantidad total de modelos simples (se recuerda que sólo se trabaja con modelos solicitados por clientes identificados).
7. Porcentaje de modelos: Es el porcentaje de modelos a adelantar con respecto al total de modelos simples:

En el ejemplo: $(173/545) \times 100\% = 31\%$

8. Porcentaje Ingreso Pareto: El valor referencial de 67% indica que el ingreso acumulado generado por los modelos a adelantar constituyen el 67% del ingreso total generado por todos los modelos simples.

Como se aprecia en el ejemplo, los modelos a adelantar (que representan el 31% del total de modelos) generan el 67% de los precios. Esto se aproxima a la relación 70-30 de Pareto. También existe la posibilidad de habilitar todos los modelos para que sean adelantados, empleando un cuadro de validación¹⁴. Cabe resaltar que esta distribución es sólo una alternativa, no necesariamente va a generar el mayor beneficio.

¹⁴ Para mayor referencia, véase Anexo II

Continuando con el ejemplo, se tienen 173 modelos a producir con anticipación. El siguiente paso será ver cómo y cuándo serán producidos.

La fabricación de estos modelos puede ser priorizada en base al orden por cantidad, al orden por precio o a la diferencia absoluta entre el orden por precio y el orden por cantidad.

4.3. Programación de producción mensual de cajas

En este apartado, se explicará el método a seguir para producir con anticipación los modelos que cumplieron con los criterios anteriores.

4.3.1. Meses de adelanto

Como se ha mencionado anteriormente, se adoptará la política de adelanto no mayor a dos meses.

4.3.2. Nivelación al promedio mensual

Para nivelar la producción mensual, se determina el promedio mensual para cada diseño de caja (caja simple, caja doble, caja troquelada, caja doble con troquelado). Este cálculo consolida la demanda de todos los modelos de cada tipo de diseño. Por ejemplo, se tiene la demanda mensual de modelos de diseño simple:

Mes	Demanda
Enero	54455
Febrero	34675
Marzo	37715
Abril	22195
Mayo	34818
Junio	21239
Julio	28139
Agosto	28170
Septiembre	26305
Octubre	34183
Noviembre	67952
Diciembre	42200
Promedio Mensual	36004

Tabla 5: Demanda mensual de cajas de diseño simple.

Las cifras mostradas incluyen las demandas de todos los modelos de caja simple.

Calculado el promedio mensual, ya se tiene un valor referencial con el cual se nivelará la producción mensual.

La tabla 5 muestra algunos meses en los cuales la demanda es mayor a la producción mensual, lo que genera horas extra de trabajo, y los meses cuya demanda es inferior al promedio mensual, en los cuales se generan horas muertas.

Una de las alternativas que brinda esta programación propuesta es disminuir horas muertas pero sin incurrir en horas extras. No necesariamente adelantar la mayor cantidad posible de producción puede generar mejores beneficios, puesto que al adelantar se estarían consumiendo mayores cantidades de materia prima, cuyo costo en ocasiones no es compensado por el ahorro de horas hombre. En consecuencia, pueden existir

meses en los cuales, teniendo un periodo de baja actividad y el siguiente periodo alta actividad, no es recomendable adelantar.

Para establecer en qué cantidades se producirán anticipadamente los modelos, un primer paso es calcular los promedios mensuales de cada modelo. Por ejemplo:

Se tiene el modelo: 20x40x50-127, cuya demanda mensual es:

Mes	Demanda
Enero	1200
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	1300
Julio	0
Agosto	4000
Septiembre	540
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	3500
Promedio Mensual	879

Tabla 6: Demanda mensual de cajas de modelo 20x40x50-127

El promedio mensual para este modelo es de 879 cajas mensuales. Lo anterior no quiere decir que todos los meses se deban fabricarse los modelos en esas cantidades. Tener en cuenta que sólo se anticipará la producción como máximo dos meses. Estos valores son los que se tomarán en cuenta al momento de anticipar la producción, siempre y cuando la

cantidad de horas muertas¹⁵ en un mes lo permita. De existir horas muertas, se anticipa la producción un mes. De subsistir aún horas muertas, se anticipará la producción para 2 meses.

No se establece una cantidad de producción adelantada igual en todos los modelos porque al establecer cantidades de producción iguales ya no tendría ningún sentido el haber elaborado criterios de priorización. Por ejemplo:

Modelo	Producción anticipada en base al promedio mensual	Producción anticipada en cantidades iguales
24x27x35-127	3400	500
28x25x40-135	789	500
30x20x50-140	554	500
40x21x60-115	321	500

Tabla 7: Comparación de producción anticipada en base al promedio mensual por modelo y en cantidades iguales para todos los modelos

La Tabla 7 muestra los dos criterios de producción adelantada. Suponiendo que por criterios de programación¹⁶, el modelo 24x27x35-127 ha ocupado el primer lugar de orden por precio, quiere decir que los esfuerzos deberán dirigirse con prioridad a fabricar ese modelo, ya que su venta es una fuerte entrada de ingresos. En cambio, si todos los modelos deben producirse en iguales cantidades, se estaría restando importancia a varios modelos que ya han sido priorizados, pues los esfuerzos

¹⁵ Las horas tanto extra como muertas se expresan en unidades de producción (cajas). Esto se apoya en el supuesto que la diferencia ente tiempos de fabricación de modelos del mismo diseño es despreciable.

¹⁶ Para mayor referencia, véase 1.2. Elaboración de Criterios para la programación de modelos

deberán dirigirse por igual a todos los modelos, sean o no unos más importantes que otros.

Como se dijo anteriormente, no necesariamente el hecho de adelantar la mayor cantidad posible de producción traerá el beneficio óptimo. De todas formas, se explicará el caso de un adelanto total, es decir, tratar de que en un determinado mes, se trate de eliminar la mayor cantidad posible de horas muertas.

Este ejemplo es de gran ayuda para entender el programa de producción propuesto.

Establecidas las cantidades promedio mensuales de cada modelo a producir anticipadamente, es necesario asegurar que las horas muertas queden cubiertas en la medida de lo posible. ¿Qué pasaría si aun pudiendo adelantar todos los modelos en cantidades iguales al promedio respectivo mensual, sigue quedando horas muertas?

Por ejemplo, se muestran los siguientes modelos a producir anticipadamente, con sus respectivas cantidades mensuales:

Modelo	Producción anticipada en base al promedio mensual
24x27x35-127	3400
28x25x40-135	789
30x20x50-140	554
40x21x60-115	321
Total	5064

Tabla 8: Cantidad total de modelos que serán producidos anticipadamente

Si sólo se toma en cuenta la cantidad promedio de cada modelo, se podrían producir 5064 cajas en total. ¿Pero qué pasaría si las horas muertas totales permiten producir 20000 cajas?

Se tendrá aún tiempo sobrante para elaborar 14936 cajas:

$$20000 - 5064 = 14936$$

No se están aprovechando en su totalidad las horas muertas. Entonces, para cubrir la mayor cantidad de horas muertas se optó por trabajar múltiplos de promedios. Entonces, si por ejemplo, a todas las cantidades se les multiplica por un número se tendrá:

Modelo	Producción anticipada	Producción anticipada (x2)	Producción anticipada (x3)	Producción anticipada (x3.5)	Producción anticipada (x3.9)	Producción anticipada (x4)
24x27x35-127	3400	6800	10200	11900	13260	13600
28x25x40-135	789	1578	2367	2761	3077	3156
30x20x50-140	554	1108	1662	1939	2160	2216
40x21x60-115	321	642	963	1123	1251	1284
Total	5064	10128	15192	17723	19748	20256

Tabla 9: Cantidad total de modelos que serán producidos anticipadamente por factores

Como se puede observar, las cantidades promedios han sido multiplicadas cada vez por un número que sucesivamente va en aumento. A estos números se les llamarán factores. Los

factores ayudarán a que la producción anticipada pueda cubrir las horas muertas, cuidando que no se utilicen horas extra. En el cuadro se aprecia que si se aplica un factor igual a 4, se tendrá una producción anticipada de 20256, con lo que se habría superado el número permitido de producción dado el tiempo muerto. Según esta lógica de producción, si se utiliza el factor 4, no se produciría anticipadamente el modelo 40x21x60-115, pues los modelos mostrados están priorizados (ya sea por orden por cantidad u orden por precio), con lo que solamente se producirán:

$$13600 + 3156 + 2216 = 18972 \text{ cajas}$$

Entonces, se tendría un tiempo muerto que permitiría fabricar 1028 cajas.

En cambio, si se considera un factor de 3.9, se producirían un total de 19748 cajas, con lo que sólo se tendría un tiempo sobrante para fabricar:

$$20000 - 19748 = 252 \text{ cajas}$$

En este caso, conviene utilizar el factor 3.9 ya que genera la menor cantidad de cajas sobrantes a producir anticipadamente. En consecuencia, menos horas muertas generadas.

Pero el tiempo muerto puede ser aun mayor, tanto así que, inclusive utilizando factores muy altos, se haya anticipado en su totalidad la producción de un mes. Cabe señalar que no

habrá sobreproducción, en consecuencia los factores influirán en la producción anticipada de modelos hasta cierto punto, tanto como lo permita la demanda. Entonces, con el tiempo muerto sobrante se procede a anticipar la producción a dos meses. Por ejemplo:

Modelo	Producción anticipada para el próximo mes (x3.9)	Producción anticipada a dos meses (x2)
24x27x35-127	13260	0
23x30x70-160	0	2344
28x25x40-135	3077	0
31x21x50-127	0	2136
22x32x47-135	0	1568
30x20x50-140	2160	4908
40x21x60-115	1251	190
27x13x43-127	0	3000
33x34x35-140	0	3244
Total	19748	17390
Producción permitida por tiempo muerto	40000	20252
Sobrante	$40000 - 19748 = 20252$	$20252 - 17390 = 2862$

Tabla 10: Esquema de producción anticipada para dos meses, utilizando factores

Durante un mes se tiene una producción permitida de 40000 cajas. Al haber producido en su totalidad el adelanto al próximo mes, quedarán 20252 cajas por producir. Entonces, se procede al anticipo de producción a dos meses (multiplicando las cantidades promedio por un factor que disminuya en lo posible la cantidad de cajas sobrantes por producir). Las cajas sobrantes reflejan las horas muertas generadas. En el ejemplo, utilizando un factor igual a 2 para el anticipo a dos meses, quedarían 2862 sobrantes por producir.

Se aclara que sólo habrá inventarios por el almacenamiento de cajas producidas por adelantado. No habrá sobreproducción. Por ejemplo, si para el mes de Julio, se tiene una demanda establecida, la producción correspondiente a Julio podrá ser menor o igual a la demanda. Observando la Tabla 11:

Modelo	Adelanto proveniente de Mayo	Adelanto proveniente de Junio	Demanda en Julio	Producción en Julio
23x16x34-135	2000	4000	7000	$7000 - 4000 - 2000 = 1000$

Tabla 11: Producción neta en el mes de Julio, luego de haber restado los adelantos de los meses de Mayo y Junio.

Si bien en Julio se puede adelantar la posible demanda del modelo en Agosto y Septiembre, el cálculo de la última columna no considera el adelanto hacia meses posteriores, ya que este análisis corresponde al mes de Agosto.

Como se mencionó anteriormente, los factores influirán en las cantidades de producción anticipada hasta cierto punto. Por ejemplo, si se considera la demanda en Julio y los adelantos provenientes de Mayo y Junio:

Modelo	Producción anticipada proveniente de Mayo	Producción anticipada proveniente de Junio	Demanda en Julio
30x20x50-140	1800	0	1800
40x21x60-115	4000	0	4000
27x13x43-127	2500	0	2500
33x34x35-140	3600	0	3600

Tabla 12: El adelanto para el mes de Julio es cubierto totalmente en Mayo, por lo que en Junio no se adelantará nada para Julio

La producción anticipada de mayo ha cubierto en su totalidad la demanda de estos modelos en Julio y este es el punto en el cual los factores ya no harán crecer más las cantidades anticipadas, de modo que ya no será posible un anticipo de producción de Junio hacia Julio.

También se puede evitar adelantos de producción para el próximo mes pero sí adelantar producción a dos meses.

Lo anterior refleja un adelanto total, lo cual no será necesariamente adecuado en todos los meses. Entonces, existen también los adelantos parciales, aquellos que, siguiendo la misma lógica de adelanto, serán los que optimicen el beneficio económico de la propuesta.

Definido el algoritmo de producción¹⁷, se determinarán las cantidades de los recursos materiales y horas hombre necesarias

4.4. Programación de producción mensual de planchas

4.4.1. Nivel de seguridad

Establecidas las cantidades de cajas a producir, se podrán calcular las cantidades de planchas necesarias para producir dichos modelos. Pero se debe tener un porcentaje de planchas adicional a la cantidad de cajas a producir. Esto se debe a que, si bien se está trabajando con modelos que han sido solicitados por clientes identificados, también se deberán cubrir eventuales aumentos de demanda. En consecuencia, se deberá generar

¹⁷El algoritmo está elaborado en un archivo Excel. Para mayor referencia, véase Anexo III

un stock de seguridad de planchas. A diferencia de las cajas producidas, en el caso de planchas sí se requiere generar stocks de seguridad, ya que una plancha es un producto intermedio y puede servir para producir no necesariamente uno sino cualquier modelo.

¿Cómo cubrir un eventual aumento de demanda?

Se dijo anteriormente que sólo se trabajará con modelos solicitados por clientes identificados. Pero aquellos modelos también han sido solicitados por clientes esporádicos. Por ejemplo:

El modelo 26x18x36-140 ha sido solicitado por:

Cliente	Cantidad
Textil Vianny	1800
Cliente esporádico	2000

Tabla 13: Cantidad del modelo 26x18x36-140, solicitado por un cliente identificado y por un esporádico

Como se aprecia en la Tabla 13, es probable que un cliente esporádico haya pedido una mayor cantidad de cajas que un cliente conocido. Este cliente no fue considerado al momento de establecer los criterios de programación dado a que no garantiza que vuelva a solicitar este u otro modelo, es decir, que se convierta en un cliente permanente de La Empresa. En otras palabras, no vale la pena arriesgar y orientar la producción hacia un cliente del cual no se tiene la seguridad de que vuelva a ser atendido. Pero sí es posible generar un stock adicional para cubrir este tipo de eventualidades. Entonces,

para hallar el stock de seguridad, se procede de la siguiente forma:

1. Determinados aquellos modelos a producir por adelantado, se verifica si estos modelos también han sido solicitados por clientes esporádicos. Por ejemplo:

Modelo	Cantidad	Cliente
21x16x30-127	18000	Textil Vianny
32x21x50-140	300	Grupo Montalto
34x25x55-160	2000	Transformaciones Químicas
22x14x31	100	Master Gel
Total	20400	

Tabla 14: Total de modelos pedidos por clientes conocidos

Algunos de estos modelos pudieron haber sido solicitados por clientes esporádicos como se muestra en la siguiente tabla.

Modelo	Cantidad	Cliente
21x16x30-127	200	Esporádico
32x21x50-140	100	Esporádico
Total	300	

Tabla 15: Total de modelos pedidos por clientes esporádicos

2. Entonces se determina el porcentaje de seguridad, calculado como el cociente de la cantidad total de cajas solicitadas por clientes esporádicos y la cantidad total de cajas solicitadas por clientes conocidos:

$$\% \text{ de seguridad} = \left(\frac{\text{Cajas Pedidas por Clientes Esporádicos}}{\text{Cajas Pedidas por Clientes Conocidos}} \right) \times 100\%$$

Fórmula 5: Porcentaje de seguridad adicional de planchas

Entonces, al aplicar la Fórmula 5 se obtiene que el porcentaje de seguridad es de 1.4%

Este valor será utilizado para incrementar el número de planchas para cada modelo. Luego de calcular el porcentaje de seguridad, es necesario mantener un nivel de servicio alto, por lo que este porcentaje debe ser un poco más elevado. Para ello, se utiliza la tabla de nivel de servicio:

N.S.	Z
85.00 %	Z1 = 1.039
90.00 %	Z2 = 1.300
95.00 %	Z3 = 1.650
97.00 %	Z4 = 1.900
99.00 %	Z5 = 2.370

Figura 13: Niveles de servicio con sus respectivos factores

Si se toma Z = 1.65, entonces:

$$\% \text{ seguridad} = 1.65 \times 1.4\% = 2.31\%$$

Este porcentaje servirá para incrementar la producción de planchas con respecto a la producción de cajas. Por ejemplo:

Modelo	Cantidad	Cantidad de planchas a producir (redondeo al mayor)
21x16x30-127	18000	$18000 \times (1 + 2.31\%) = 18416$
32x21x50-140	300	$300 \times (1 + 2.31\%) = 307$
34x25x55-160	2000	$2000 \times (1 + 2.31\%) = 2047$
22x14x31	100	$100 \times (1 + 2.31\%) = 103$

Tabla 16: Cantidad total de planchas de cada modelo a producir

Esta programación de planchas se elabora de manera mensual¹⁸.

4.4.2. Elaboración de Separadores

Existen pedidos en los cuales no sólo basta producir las cajas, sino también los separadores, que son trozos de cartón que sirven para proteger material frágil, por ejemplo botellas, focos, celulares, etc.

Para la elaboración de separadores, se identifican los modelos a los cuales se les incluye un juego de separadores. Los separadores no forman parte de una caja, sino que se elaboran en un proceso aparte.

¹⁸ Para mayor referencia, véase Anexo IV

La altura de cada separador depende de las especificaciones del cliente:

- 15 cm de altura para cualquier separador
- Altura igual al alto de la caja

Para un modelo de caja existirán separadores con diferente longitud de base ya que los separadores son colocados en forma transversal.

Estos separadores son elaborados a base de los residuos generados al momento de cortar las planchas para obtener el ancho de la plancha necesaria. Este procedimiento no garantiza obtener la altura promedio de 15 cm para los separadores, tal es así que se propone elaborar los separadores a partir de las planchas que se elaboran de la línea de plancha. Con este procedimiento se tendrá el alto adecuado de los separadores. Para elaborar dichas planchas se utilizará la misma bobina con la cual se elaboraron las cajas que han requerido incluir separadores.

Si se toma como ejemplo una orden de cajas que requiere una bobina de gramaje 135 g/m^2 y un ancho ideal de 115 cm entonces, los separadores se elaborarán con esta bobina. Dentro de una misma orden, hay separadores que tienen una longitud igual al largo de la caja; y otros una longitud igual al ancho de la caja. Además, el alto de los separadores puede variar de acuerdo al pedido, puesto que la altura estándar de un separador (cualquiera que sea su longitud) es de 15 cm;

mientras que algunos pedidos exigen que los separadores tengan una altura igual al alto de la caja. La cantidad de separadores depende de cuántas separaciones habrá en cada caja. De esta forma, se tiene que:

Cantidad de Separaciones	Cantidad de Separadores (longitud igual al largo de la caja)	Cantidad de Separadores (longitud igual al ancho de la caja)
4	1	1
6	1	2
8	1	3
12	2	3
27	2	8
36	5	5

Tabla 17: Cantidad de separadores necesarios según el número de separaciones en una caja

Por ejemplo, si se tiene una orden de 500 cajas que necesitan 12 separaciones, entonces la cantidad necesaria de separadores es:

Cantidad de Cajas	Cantidad de Separadores (longitud igual al largo de la caja)	Cantidad de Separadores (longitud igual al ancho de la caja)
500	$500 \times 2 = 1000$	$500 \times 3 = 1500$

Tabla 18: Cantidad total de separadores de una orden de cajas que necesitan 12 separaciones

Obtenidas las cantidades necesarias de separadores, la elaboración de separadores se explica en la siguiente

ilustración, en la cual se toma como ejemplo una bobina de un ancho de 115 cm y de ésta se obtendrán separadores de 15 cm de alto con 19 cm de largo:

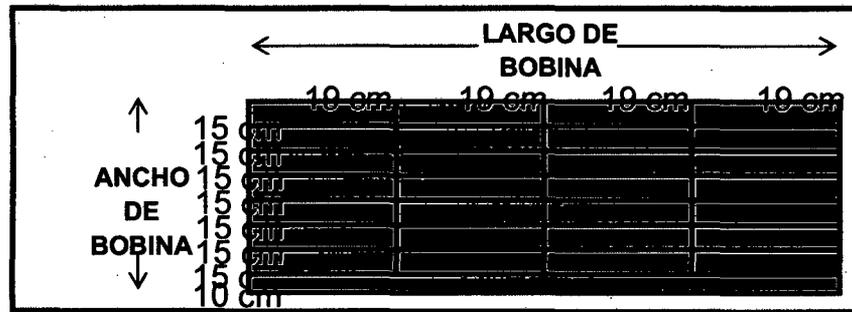


Figura 14: Distribución de separadores a ser elaborados

En la Figura 14, las alturas de los separadores (15 cm) están contenidas dentro del ancho de la bobina dejando un residuo de 10cm, mientras las longitudes de los separadores están contenidas dentro del largo de la bobina. En este caso, se elaboran aquellos cuya longitud es igual al largo de la caja

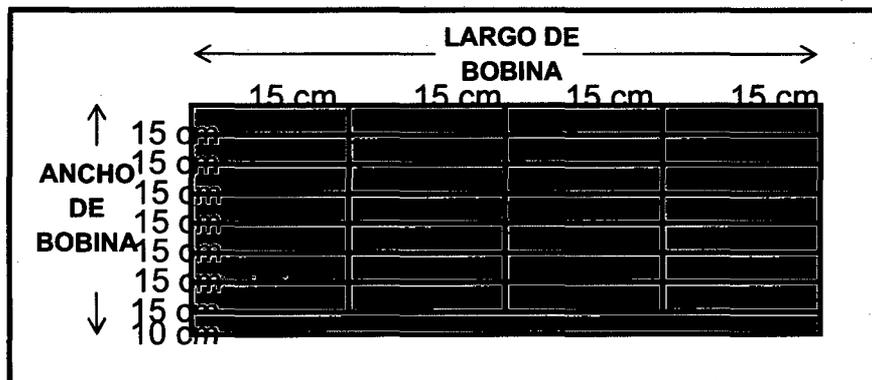


Figura 15: Elaboración de separadores cuya longitud es igual al ancho de la caja

Ojo, no confundir estas planchas con la plancha necesaria para una caja, ya que las últimas se obtienen a partir de las primeras al momento de pasar por la segunda cortadora, aquella que además de cortar genera los pliegues a lo largo de la plancha.

La cantidad de bobinas necesarias se determinan conociendo el largo total necesario de una bobina para elaborar los separadores, tanto en capas sin corrugar como en capas para corrugar.

4.4.3. Criterio de residuo mínimo

Al momento de fabricar una caja las planchas por lo general generan un residuo, cuando aquellas pasan por la cortadora que hace los pliegues horizontales de la caja. Lo que se busca dentro de la propuesta de mejora, es reducir la cantidad de residuo. Si bien el residuo se vende, hay que tener en cuenta que un kilo de residuo cuesta menos que un kilo de caja. Mientras el kilo de residuo se vende a 50 céntimos, el kilo de caja se vende a 3.2 soles¹⁹. Además, si bien La Empresa con el trabajo actual puede vender más residuo de lo que la presente propuesta, este residuo pudo ser aprovechado para elaborar más cajas con la misma cantidad de bobina y así evitar comprar bobinas de más.

Para evitar la generación de gran cantidad de residuo, se utilizará la información de todas las bobinas que se compran. Las bobinas tienen como principales características las siguientes:

¹⁹ Para mayor referencia, véase 1.1 Cálculo de datos críticos

- Gramaje
- Ancho
- Peso

Se sabe que las cajas no son elaboradas con cualquier bobina, ya que las exigencias dicen que cada caja debe ser elaborada con un cierto gramaje de bobina. Teniendo en cuenta esta restricción, lo que queda por hacer es analizar cada modelo y comparar el ancho de la plancha a utilizar con cada ancho de bobina cuyo gramaje sea utilizable al momento de fabricar la caja. Por ejemplo, si se tiene el siguiente modelo:

Caja simple 21x17x30-170

Como el gramaje exigido es 170 g/m^2 , hay que verificar qué bobinas tienen ese gramaje. Según el historial de compras de La Empresa, se tienen las siguientes bobinas:

Gramaje	Ancho
170	110
170	120
170	140
170	164

Tabla 19: Bobinas posibles a utilizarse para fabricar una orden de cajas cuyo gramaje debe ser de 170 g/m^2

De estas bobinas, se escogerá una para ser utilizada en la fabricación del modelo. El criterio de selección es el siguiente:

1. Se determina el ancho de la plancha necesaria para elaborar la caja:

Para el modelo 21x17x30-170, el ancho será:

-Ancho de caja: 21 cm

-Alto de caja: 17 cm

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{-Ancho de Plancha (cm)} &= \text{Ancho de Caja} + \text{Alto de Caja} + 4 \\ &= 21 + 17 + 4 = 42 \end{aligned}$$

El ancho de la plancha para elaborar la caja es de 42 cm. Los cuatro centímetros adicionales constituyen el margen adicional cuando la plancha pasa por la cortadora que genera los pliegues horizontales. En realidad, el ancho útil de la caja es de 38 cm (Ancho de Caja + Alto de Caja).

2. Se verifica si el ancho de las bobinas disminuido en 4 cm es mayor que el ancho útil de la plancha. Por ejemplo:

Para el modelo 120x17x140-170

-Ancho de caja: 135 cm

-Alto de caja: 17 cm

Entonces:

$$\begin{aligned}\text{Ancho de Plancha (cm)} &= \text{Ancho de Caja} + \text{Alto de Caja} + 4 \\ &= 120 + 17 + 4 = 141\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ancho Útil de Plancha (cm)} &= \text{Ancho de Plancha} - 4 = 141 - \\ &4 = 137\end{aligned}$$

Ancho de Bobina	Ancho de Bobina (descontando 4cm)	Ancho útil de plancha	Observación
110	$110 - 4 = 106$	137	Descartado
120	$120 - 4 = 116$	137	Descartado
145	$145 - 4 = 141$	137	Aceptado
164	$164 - 4 = 160$	137	Aceptado

Tabla 20: Selección de bobinas que pueden cubrir un ancho de plancha

Una vez identificados las bobinas cuyos anchos permitan producir como mínimo una plancha, se deberá determinar qué ancho de bobina genera el menor residuo. Entonces, como ejemplo se tiene:

Ancho de Bobina	Ancho de Bobina (descontando 4cm)	Ancho útil de plancha	Planchas a fabricar	Residuo (cm)
145	$145 - 4 = 141$	137	1	4
164	$164 - 4 = 160$	137	1	23

Tabla 21: Selección de la bobina que genera el residuo mínimo para un modelo

Dado que el menor residuo es generado por la bobina cuyo ancho es de 141 centímetros (sólo 4 cm en comparación con los 23 cm de la bobina de ancho 164 cm), se utilizará ésta para la fabricación de este modelo. Todo modelo de todo diseño debe ser analizado de esta forma²⁰ porque con todo ello se sabrá cuántos kilos de bobina deberán adquirirse²¹

4.5. Programación de Requerimiento de Compras de Material

4.5.1. Programación de Bobinas

En la sección 4.4.3, se determinó el ancho de bobina ideal para cada uno de los modelos de cajas. El siguiente paso es determinar cuántos kilos de bobina se deberá adquirir. Para determinar la cantidad de kilos de bobina necesarios, es importante tener información sobre el largo de la bobina a adquirir. Con la longitud, el ancho y el gramaje de la bobina, será posible determinar la cantidad de bobina necesaria. Por especificaciones técnicas, son conocidos el ancho y el gramaje de cada bobina. Entonces, sólo queda determinar el largo de la bobina. Para determinar el largo, se utiliza la información de las cantidades de todos los modelos que serán fabricados por las respectivas bobinas. Como es posible determinar el largo de plancha para cada modelo, con el dato de la cantidad de cajas es posible determinar el largo necesario que debe tener la bobina. Por ejemplo:

²⁰ Para mayor referencia, véase Anexo V

²¹ Para mayor referencia, véase 4.5 Programación de Requerimiento de Compras de Material

Se tiene la bobina 127x110, que será empleada para la fabricación de las siguientes órdenes de cajas:

- Diseño Simple, modelo 24x23x27-127 (O1)
- Diseño Simple, modelo 35x24x40-127 (O2)
- Diseño Doble, modelo 35x30x45-127 (O3)

Entonces, para un determinado mes, la demanda de estas cajas es:

Orden	Cantidad (unión)	Largo de Plancha (cm)	Largo Total (cm)
O1	2500	110	275000
O2	3000	158	474000
O3	2000	168	336000

Tabla 22: Cantidad de centímetros totales necesarios de bobina por cada orden

La Tabla 23 muestra más de un tipo de diseño de caja (simple y doble), por lo que se deberá determinar la cantidad de bobinas (se está hablando de unidades de bobinas). Se debe tener en cuenta que el material de la bobina sin corrugar (la que constituirá la capa lisa) es distinto al de la bobina para corrugar. Es por esa razón que se diferencian las bobinas para corrugar. Por ejemplo:

Orden	Cantidad de Bobina sin Corrugar	Cantidad de Bobina para Corrugar
O1 (simple)	2	1
O2 (simple)	2	1
O3 (doble)	3	2

Tabla 23: Cantidad de rollos de bobina sin corrugar y para corrugar necesarias para cada orden

Teniendo las longitudes y las cantidades de bobina necesarias para cada orden, se podrá calcular la longitud total:

a) Bobina sin Corrugar:

Orden	Largo Total (cm)	Cantidad de Bobina sin Corrugar	Largo a Comprar (cm)
O1 (simple)	275000	2	550000
O2 (simple)	474000	2	948000
O3 (doble)	336000	3	100800
Total Largo a Comprar			1598800

Tabla 24: Calculo del total de centímetros necesarios de bobina sin corrugar

Entonces, se determina la cantidad de kilos de bobina sin corrugar necesarios:

Longitud de Bobina a Comprar (cm)	Ancho (cm)	Gramaje (g/m ²)	Peso (kg)
1421000	110	127	1985,137

Tabla 25: Calculo del peso (en kilos) de bobina sin corrugar

b) Bobina para Corrugar:

Orden	Largo Total (cm)	Cantidad de Bobina para Corrugar	Largo a Comprar (cm)
O1 (simple)	275000	1	275000
O2 (simple)	474000	1	474000
O3 (doble)	336000	2	672000
Total Largo a Comprar			1421000

Tabla 26: Calculo del total de centímetros necesarios de bobina para corrugar

Entonces, se determina la cantidad de kilos de bobina sin corrugar necesarios:

Total Largo a Comprar (cm)	Ancho (cm)	Gramaje (g/m ²)	Peso (kg)
1421000	110	127	1985,137

Tabla 27: Calculo del peso (en kilos) de bobina para corrugar

Cabe resaltar que en algunos meses, quedarán residuos de bobina que pueden ser utilizados en períodos posteriores²².

4.5.2. Programación de Goma

Para hallar la cantidad de goma necesaria por mes²³, se determina la superficie total de pegado al momento de elaborar las planchas. Por ejemplo:

²² La cantidad de bobina puede aumentar si se consideran separadores. Para mayor referencia, véase Anexos VI y XIII, también 1.4.2. Elaboración de Separadores

²³ Véase Anexos VII y VIII

-Diseño Simple, modelo 24x23x27-127 (O1); 5000 unidades

Suponiendo que estas cajas se harán con bobinas de 110 cm de ancho y de un gramaje de 127 g/m², obteniendo previamente el ancho ideal de bobina. Por otro lado, el largo de la plancha necesaria para elaborar cada caja es:

$$\text{Largo de Plancha (cm)} = 2 \cdot (24 \text{ cm} + 27 \text{ cm}) + 8 \text{ cm} = 110 \text{ cm}$$

Cada plancha tiene una medida de 110 cm de largo. Entonces, el largo de bobina a utilizar es:

$$\text{Largo de Bobina} = 110 \text{ cm} \times 5000 \text{ unidades} = 550000 \text{ cm} = 5500 \text{ m}$$

Área a utilizar de bobina:

El área se calcula en m²:

$$\text{Ancho de Bobina} = 110 \text{ cm} = 1,1 \text{ m}$$

$$\text{Largo de Bobina} = 5500 \text{ m}$$

Entonces:

$$\text{Área de Bobina (m}^2\text{)} = 5500 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} = 6050 \text{ m}^2$$

Por tratarse de una caja de diseño simple, se requieren 2 capas lisas y una capa corrugada, lo que quiere decir que son 2 superficies de pegado:

Capa Lisa – Capa Corrugada

Capa Corrugada – Capa Lisa

Entonces, la superficie total de pegado es:

$$\text{Superficie Total de Pegado (m}^2\text{)} = 2 * \text{Área de Bobina (m}^2\text{)}$$

Fórmula 6: Superficie Total de Pegado

Para 5000 unidades de plancha:

$$\text{Superficie total de pegado (m}^2\text{)} = 2 \times \text{Área de Bobina} = 2 \times 6050 \text{ m}^2 = 12100 \text{ m}^2$$

El uso de kilos de goma por m² es aproximadamente de 0.0203 Kg/m². Entonces, la cantidad de goma (en Kg) a utilizar es:

$$\text{Kg de Goma a Utilizar} = \text{Superficie Total de Pegado (m}^2\text{)} * 0.0203 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

Fórmula 7: Peso de Goma a Utilizar

Para 5000 unidades de plancha:

$$\text{Kg de goma a utilizar} = 12100 \text{ m}^2 \times 0.0203 \text{ Kg/m}^2 = 246.03 \text{ Kg}$$

4.5.3. Programación de Pintura

Para determinar la cantidad de pintura a utilizar²⁴, se deben identificar aquellos modelos que requieren llevar impresión. Para obtener la cantidad de pintura necesaria, se calcula el área de impresión. Esta área de impresión, sea cual sea el tipo de impresión, se asume como si toda la superficie de la plancha va a ser impresa. Para ello, se utiliza la fórmula:

$$\text{Superficie Total de Impresión (m}^2\text{)} = \# \text{Cajas} * \text{Área de Plancha (m}^2\text{)}$$

Fórmula 8: Superficie Total de Impresión²⁵

Para 4000 cajas cuya superficie de plancha necesaria es de 1.35 m², se tendrá:

$$\text{Superficie Total de Impresión (m}^2\text{)} = 4000 \text{ cajas} * 1.35 \text{ m}^2 = 5400 \text{ m}^2$$

Para un metro cuadrado se utiliza aproximadamente 0,0051 Kg de pintura. Entonces:

$$\text{Kg de Pintura a Utilizar} = \text{Superficie Total de Impresión (m}^2\text{)} * 0.0051 (\text{Kg / m}^2\text{)}$$

Fórmula 9: Peso de pintura a utilizar

²⁴ Véase Anexo XII

²⁵ En esta fórmula, el área de plancha es el área que resulta luego de haber pasado la plancha por la cortadora, es decir, luego de eliminar los 4 cm de refilado

Para 4000 cajas:

$$\text{Kg de Pintura Necesarios} = 5400 \text{ m}^2 \times 0,0051 \text{ Kg/m}^2 = 27,54 \text{ Kg}$$

4.5.4. Programación de Zunchos

Al terminar la elaboración de cajas, estas son agrupadas en grupos de 25 (diseño simple) o de 15 (diseño doble). Además, si el largo de la plancha utilizada para elaborar la caja es mayor a 2.1 metros, se utiliza dos zunchos por cada grupo de caja. Menor a esta longitud, sólo es necesario utilizar un zuncho.

Para determinar la cantidad de metros de zuncho utilizado²⁶, es necesario conocer el espesor de cada plancha, el ancho de la plancha y el largo de la plancha utilizada. Por ejemplo:

-Diseño Simple, modelo 24x23x27-127 (O1); 5000 unidades

Por tratarse de un diseño simple, las cajas serán juntadas en grupos de 25 unidades. Entonces:

$$\# \text{ grupos} = \frac{\text{Total Unidades}}{25}$$

Fórmula 10: Número de grupos de caja a enzunchar

²⁶ Véase Anexos IX y X

Para 5000 cajas:

$$\# \text{ grupos} = \frac{\text{Total Unidades}}{25} = \frac{5000}{25} = 200$$

Se tendrán 200 grupos de cajas.

Luego, se determina el ancho de la plancha utilizada, con el objeto de determinar cuántos zunchos se utilizarán:

$$\text{Ancho de Plancha (cm)} = 2 \cdot (24 + 27) + 8 = 110 \text{ cm}$$

Por ser una longitud menor a 2.1 m, sólo se requiere un zuncho. La forma de juntar las cajas por medio de zunchos se muestra en la siguiente figura:



Figura 16: Disposición de los zunchos al momento de sujetar un grupo de planchas

El zuncho agrupa las cajas en forma paralela al ancho de la plancha utilizada. Entonces, la longitud el zuncho abarca dos veces el ancho de la plancha utilizada más dos veces la suma de los espesores de las cajas. Al ser 1cm aproximadamente de espesor de cada caja, la suma de espesores resulta de 25 cm. Por otro lado, el ancho de la plancha utilizada es:

$$\text{Ancho de Plancha (cm)} = 24 + 23 + 4 = 51$$

La longitud del zuncho será:

$$\text{Longitud Zuncho (cm)} = 2 * \text{Suma Espesores de Plancha} + 2 * \text{Ancho de Plancha}$$

Fórmula 11: Longitud de un zuncho por grupo

Para un grupo de 25 cajas:

$$\text{Longitud del Zuncho (cm)} = 2 \times 25 \times 1 + 2 \times 51 = 152$$

Finalmente, se calcula la longitud utilizada de zuncho por todos los grupos:

$$\text{Longitud Utilizada (cm)} = \# \text{ Grupos} * \text{Longitud del Zuncho (cm)}$$

Fórmula 12: Longitud Utilizada de Zuncho

En total, al ser 200 grupos de cajas, la longitud utilizada del zuncho es:

$$\text{Longitud Utilizada (cm)} = 200 \text{ grupos} \times 152 \text{ cm} = 30400 \text{ cm}$$

4.6. Programación de la carga mensual de trabajo

4.6.1. Características de la información basada en la "producción programada"

La información con la cual se trabajará el análisis de la carga de trabajo en el periodo se presentará en la siguiente tabla.

Producción Mensual Original	Producción Mensual Alternativa
68873	69178
48380	50702
43109	47038
37026	40262
56530	51443
30055	33855
34809	47184
39991	45577
29303	40026
37953	32539
72776	50422
48130	38630

Tabla 28: Comparación de producciones mensuales original vs alternativa²⁷

²⁷ Para explicar la programación de carga mensual de trabajo, se empleará la demanda nivelada al promedio, es decir usando el adelanto total

4.6.2. Personal operativo óptimo para atender la demanda

Para establecer la cantidad de personal idónea con el objeto de lograr atender la demanda se debe considerar la información inicial y realizar una adaptación para un mejor análisis.

La adaptación consiste en no trabajar con una demanda mensual, sino con una demanda diaria. Como la demanda promedio diaria es igual para todos los días de un mes, esta demanda promedio diaria es presentada en los siguientes cuadros tanto para la producción mensual original como para la producción mensual alternativa.

Mes	Días	Producción original (1)	Producción promedio diaria (1)	Promedio alternativa (2)	Producción promedio diaria (2)
1	18	69178	3843	68873	3826
2	20	50702	2535	48380	2419
3	20	47038	2352	43109	2155
4	20	40262	2013	37026	1851
5	23	51443	2237	56530	2458
6	20	33855	1693	30055	1503
7	23	47184	2051	34809	1513
8	24	45577	1899	39991	1666
9	20	40026	2001	29303	1465
10	22	32539	1479	37953	1725
11	20	50422	2521	72776	3639
12	17	38630	2272	48130	2831

Tabla 29: Producción promedio diaria original y alternativa (PPD)

Para el cálculo a realizar se requiere un ratio de referencia propia para el análisis, este ratio para un mes *i* es el siguiente.

$$\text{Ratio de referencia} = \left(\frac{PPD_i}{\text{promedioPPD}} - 1 \right) \times 10$$

Fórmula 13: Ratio de referencia para carga de trabajo en un mes

Dependiendo del valor del ratio se cumplen las siguientes reglas:

- Si el ratio es menor a cero no se considerará ningún personal adicional en el mes.
- Si el ratio es mayor a 0 se añadirán tanto personal como la parte entera indique
- Si la parte decimal es mayor o igual a 5 se añadirá un personal adicional, sino no será considerada

En la producción promedio diaria, el promedio del PPD para el original es 2252 y para la alternativa es 2241.

La siguiente tabla presenta los ratios de análisis por cada producción evaluada:

Mes	Ratio PPD original	Ratio PPD alternativo
1	7.0	7.1
2	0.7	1.3
3	-0.4	0.5
4	-1.8	-1.0
5	0.9	0.0
6	-3.3	-2.4
7	-3.3	-0.8
8	-2.6	-1.5
9	-3.5	-1.1
10	-2.3	-3.4
11	6.1	1.2
12	2.6	0.1

Tabla 30: Ratios por cada producción evaluada

Con el ratio se obtiene el personal idóneo para cada una de las demandas programadas:

Mes	Personal añadido original	Personal añadido alternativa
1	7	7
2	1	1
3	0	1
4	0	0
5	1	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	6	1
12	3	0
TOTAL	18	10

Tabla 31: Personal añadido por cada producción evaluada

Como se puede apreciar, en la producción alternativa se logra reducir el personal adicional requerido para el periodo anual.

Por lo tanto el personal requerido por mes es el que se presenta en la siguiente tabla.

Mes	Personal
1	24
2	18
3	18
4	17
5	17
6	17
7	17
8	17
9	17
10	17
11	18
12	17

Tabla 32: Personal mensual requerido para la producción alternativa

4.6.3. Método óptimo de costeo del personal.

De acuerdo al personal presentado en la tabla anterior, éste será distribuido de la siguiente manera:

- Primera categoría: Personal de apoyo a los operarios, reciben un sueldo de 600 mensual. De cada tres operarios por adicionar a la producción uno será para esta categoría.
- Segunda categoría: Personal con poca experiencia que rota entre las actividades, reciben un sueldo de 720 mensual. De cada tres operarios por adicionar a la producción dos será para esta categoría.
- Tercera categoría: Personal con experiencia que desempeñan actividades fijas, reciben un sueldo de 880 mensual.
- Cuarta categoría: Maestros operarios de amplia experiencia, reciben un sueldo de 980 mensual.

- Quinta categoría: Líderes de equipo con amplia experiencia, cumple funciones de supervisor de la línea y operario en una actividad, reciben un sueldo de 1080 mensual.

La categorización se presenta en la siguiente tabla:

Mes	Personal	Cantidad de trabajadores por categoría				
		1	2	3	4	5
1	24	8	9	4	2	1
2	18	6	5	4	2	1
3	18	6	5	4	2	1
4	17	6	4	4	2	1
5	17	6	4	4	2	1
6	17	6	4	4	2	1
7	17	6	4	4	2	1
8	17	6	4	4	2	1
9	17	6	4	4	2	1
10	17	6	4	4	2	1
11	18	6	5	4	2	1
12	17	6	4	4	2	1

Tabla 33: Categorización del personal operativo

Después de haber encontrado la cantidad de personal requerido en el año, se buscará con los métodos de programación de carga de trabajo por estrategia caza y por horas extras la mejor alternativa de costeo para la carga de trabajo de la producción alternativa

Tabla 34: Método de costo por estrategia caza

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Producción	69178	50702	47038	40262	51443	33855	47184	45577	40026	32539	50422	38630
Personal	24	18	18	17	17	17	17	17	17	17	18	17
Contratados	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Despedidos	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Costo Sueldos	17840	13760	13760	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13760	13040
Costo Contratados	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
Costo Despedidos	0	900	0	150	0	0	0	0	0	0	0	150
Costo total	18540	14660	13760	13190	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13860	13190
											TOTAL	165440

Tabla 35: Método de costo por estrategia de horas extras

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Días	18	20	20	20	23	20	23	24	20	22	20	17
Horas x personal	192	144	144	136	136	136	136	136	136	136	144	136
Horas Totales	3456	2880	2880	2720	3128	2720	3128	3264	2720	2992	2880	2312
Horas Promedio	2448	2720	2720	2720	3128	2720	3128	3264	2720	2992	2720	2312
Diferencia	1008	160	160	0	0	0	0	0	0	0	160	0
Costo sueldo	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040
Costo hora extra	6048	960	960	0	0	0	0	0	0	0	960	0
Costo total	19088	14000	14000	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	14000	13040
											TOTAL	165408

Según las tablas anteriores, se selecciona el método de costeo por estrategia de horas extras para la carga de trabajo.

4.7. Presentación de resultados

De acuerdo a la propuesta presentada, se han realizado diversas alternativas de solución utilizando los diferentes criterios y herramientas empleadas en el estudio:

- Alternativa 1: Priorización de la producción por orden de precio y sin emplear la distribución de Pareto.

- Alternativa 2: Priorización de la producción por orden de precio y empleando la distribución de Pareto.

- Alternativa 3: Priorización de la producción por orden de cantidad y sin emplear la distribución de Pareto.

- Alternativa 4: Priorización de la producción por orden de cantidad y empleando la distribución de Pareto.

- Alternativa 5: Priorización de la producción por diferencia precio-cantidad y sin emplear la distribución de Pareto

- Alternativa 6: Priorización de la producción por diferencia precio-cantidad y empleando la distribución de Pareto

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO

5.1. Plan de inversión

Para poder desarrollar la propuesta es necesaria la adquisición de los siguientes recursos:

- Una PC puesto que el programa propuesto será trabajado en Excel y además la planta no cuenta con un equipo de cómputo adecuado para ello.

Requerimientos mínimos:

- Procesador: 2.8 GHz
- Memoria RAM: 3 MB
- Acceso a internet vía LAN o WIFI
- Conexión de Internet, para una mayor interacción Empresa- Proveedores, a la vez que se buscan nuevas fuentes de materia prima.
- Una impresora, necesaria para poder obtener reportes y lista de órdenes de producción mensual.

- La toma de decisión de contratar personal adicional o uno propio de la empresa, el periodo de capacitación es de 3 meses.
- Se toma la decisión de contratar una nueva persona, ya que dentro del personal operativo no se cuenta con estudios sobre herramientas informáticas.
- La capacitación será otorgada por los tesisistas del presente proyecto.
- Además se comprarán útiles de oficina para el registro.

El total de la inversión necesaria para la implementación de la propuesta es la siguiente:

Descripción	Costo (S/.)
PC	2200
Conexión a INTERNET	200
Impresora	300
Útiles de oficina	300
Capacitación	700
Capacitador	3000

Tabla 36: Descripción de la inversión

El total de la inversión es de S/. 6700

5.2. Evaluación del flujo de caja empresa- propuesta

En la siguiente tabla se presenta el flujo de caja de La Empresa. Como se aprecia La Empresa no muestra beneficios económicos, consecuencia de un empleo innecesario de recursos. La tasa para evaluar el proyecto es 12% efectiva anual que equivale a 1.01% mensual.

Tabla 37: Flujo de caja trabajo actual

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		7380,08	5080,27	4639,45	5955,38	9746,51	4150,88	4001,56	3775,14	2011,55	4216,00	7715,53	4256,61
Total Ingresos		130932,58	104818,86	91589,65	111913,37	183265,67	77982,32	72446,39	84352,15	42354,64	94292,80	150674,89	103187,25
EGRESOS													
Bobina	89123,71	59283,19	58499,05	68988,27	54291,03	44250,10	47750,29	28291,63	22528,54	66083,38	52391,75	35819,45	0,00
Goma	3528	3024	2520	3528	5544	2520	2184	2184	1176	2520	4368	2520	0
Pintura	547,68	0	273,84	0	273,84	0	0	273,84	0	0	1643,04	0	0
Zunchos	175	140	105	140	210	70	105	105	70	105	210	105	0
Mano de Obra		19088	14000	13040	13040	14144	13040	13040	13040	13040	13040	18800	15488
Indirectos		15327,60	11316,65	10495,34	11706,59	17182,48	9525,47	9249,38	9741,39	6893,73	11404,59	17446,87	11161,08
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		16806,18	14186,29	11285,23	15807,72	30094,75	8463,86	7162,00	10094,12	1196,82	10914,15	19973,82	13899,05
Total Egresos	93374,39	122161,37	109393,23	115969,24	109365,58	116753,73	89561,02	68798,25	65142,45	98331,34	102463,93	103157,54	49040,53
FLUJO DE CAJA	-93374,39	8771,22	-4574,37	-24379,60	2547,79	66511,93	-11578,71	3648,14	19209,70	-55976,69	-8171,13	47517,36	54146,72
VAN		S/. -4.891,00											

A continuación, se presenta los resultados de los Valores Actuales Netos (VAN) de cada una de las alternativas presentadas en el punto 4.7:

Alternativa	Distribución	Pareto	VAN
1	Precio	No	S/. 56910,00
2	Precio	Si	S/. 57816,90
3	Cantidad	No	S/. 57215,44
4	Cantidad	Si	S/. 57448,87
5	Diferencia	No	S/. 59376,47
6	Diferencia	Si	S/. 58189,36

Tabla 38: Resultados de Valores Actuales Netos de cada alternativa.

Presentando el flujo de caja de la mejor alternativa de solución (alternativa 5), se podrán apreciar las diferencias entre ambos escenarios: Actual y con la propuesta desarrollada. Se puede observar que la propuesta utilizando la mejor alternativa de solución genera mejores beneficios económicos.

Tabla 39: flujo de caja mejor alternativa

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		1351,96	1406,56	1069,10	954,09	1119,85	829,11	641,12	1225,29	1144,86	2004,32	2505,31	1268,54
Total Ingresos		124904,47	101145,15	88019,30	106912,09	174639,02	74660,55	69085,95	81802,30	41487,95	92081,11	145464,67	100199,19
INVERSION	6700												
EGRESOS													
Bobina	71502,18	48829,69	53757,77	73184,57	43134,25	31355,73	43099,11	41314,61	44271,15	65810,18	28734,09	0,00	0
Goma	3024	2688	2520	2856	3864	2184	1680	2016	1512	2184	3360	1848	0
Pintura	547,68	0	273,84	0	273,84	0	0	273,84	0	273,84	1369,2	0	0
Zunchos	175	140	105	175	175	105	70	105	105	105	175	105	0
Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13040	13040	13040	13040	13040	13040	15680	14610
Indirectos		24917,68	20695,02	19667,07	20238,62	27156,27	15650,91	14063,70	16901,63	14235,30	19236,97	25904,93	16292,88
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		2530,64	892,30	0,00	3215,70	14540,84	0,00	0,00	20,85	0,00	68,55	7415,27	6331,30
Total Egresos	75248,86	106838,41	101996,33	117665,04	92433,81	96874,23	82032,42	79305,55	84343,03	104140,71	74476,22	59445,60	45726,57
FLUJOS DE CAJA	-81948,86	18066,07	-851,18	-29645,75	14478,27	77764,79	-7371,86	-10219,60	-2540,74	-62652,76	17604,90	86019,07	54472,61
VAN		S/. 59.376,47											

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Con respecto a la hipótesis general se concluye que es verdadera. Existe una mejora de la programación de la producción como lo demuestra el mejor uso de los recursos y los mejores resultados económicos con la propuesta empleada. Por lo explicado anteriormente, las hipótesis específicas también son verdaderas.
2. Dado el contexto en el que se desenvuelve La Empresa, es decir, no cuenta con información digitalizada ni con procesos estandarizados; no se puede generar una programación de producción más detallada y tampoco profundizar el estudio realizado.
3. La Empresa utiliza bobinas que en realidad no debería adquirir, tal y como quedó demostrado en el análisis de residuos mínimos, ya que en vez de comprar una variedad de bobinas con diferentes anchos y el mismo gramaje se puede realizar la compra de un tipo de bobina con el ancho óptimo. Por ende, no tiene importancia la necesidad de bobina que se requiera para producir ciertas órdenes de producción si se puede

optimizar en un solo tipo. Por ejemplo, si se tiene un total de 20 órdenes cuyo largo de bobina necesario es de 20000 cm, los proveedores no venderán bobinas con ese largo, sino con el largo estándar de bobina. Entonces, si las 20 órdenes se pueden producir con un mismo tipo de bobina, ya no es necesario comprar otras.

4. La Empresa desconoce la capacidad de su fuerza laboral al no saber identificar y cuantificar su carga útil y carga ociosa. Con la propuesta se logra un acercamiento parcial al objetivo buscado, porque a pesar de lograr determinar los meses con tiempos ociosos y tiempos de alta demanda, no necesariamente se llegará al resultado ideal.
5. El uso íntegro de las técnicas y/o herramientas no garantiza que se llegará al beneficio óptimo. Esto queda demostrado con el empleo del nivel promedio de producción, al no poder nivelar totalmente la producción a los promedios mensuales con el objetivo de cuidar el valor actual neto de la propuesta.
6. Existen diferentes métodos para filtrar la información además del Análisis de Pareto. Los tres criterios utilizados para filtrar modelos a ser producidos con anticipación han contribuido a tener una proximidad con la distribución de Pareto. Además, el estudio se realizó priorizando el adelanto de producción de modelo en base a los criterios antes mencionados. Priorizando por cada criterio se obtuvieron diferentes resultados, los cuales pueden variar dependiendo del período de análisis y de las empresas en las cuales se utilice esta propuesta.

7. El ratio seleccionado para el análisis de la carga de trabajo no es único. Existen diferentes métodos para elaborar el ratio presentado para la programación de carga de trabajo, los cuales no fueron incluidos debido a la falta de información y el contexto en el que se desarrolla el estudio.

RECOMENDACIONES:

1. La Empresa debe estandarizar sus procesos, ya que sin ellos no se puede tener una programación más detallada de producción. Un primer paso es que La Empresa debe organizar sus formas de trabajo, es decir reducir la variabilidad de sus procesos en base a la variabilidad de sus productos. Posteriormente, se puede realizar un estudio de tiempos.
2. La Empresa debería utilizar el criterio de residuo mínimo, puesto que está adquiriendo bobinas de cartón que no poseen el ancho óptimo para ningún modelo. Se debe implementar un sistema logístico que optimice el uso de los recursos materiales.
3. Se recomienda realizar un estudio de capacidad de los recursos de la planta, es decir, equipos, fuerza laboral, tamaño de planta y otros.
4. El estudio se ha realizado trabajando con un sistema cerrado, en un periodo de un año. Sin embargo, la propuesta en un futuro deberá ser adaptada para trabajar en un sistema abierto, es decir con periodos anuales continuos. Al tener estos periodos continuos, se pueden llegar a

desarrollar pronósticos de demanda, escogiendo la técnica más adecuada.

5. Existe una posibilidad de que esta propuesta pueda ser adaptable a través de un software y adecuada a empresas de otros rubros. Lo anterior es posible si se analizan la diversidad de productos y de recursos empleados en otros rubros.
6. Mediante la organización de los métodos de trabajo y el empleo de un estudio de tiempos se puede generar un balance de línea, el cual será útil al momento de determinar indicadores de control para la línea de producción.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bobina de Cartón:	Es la materia prima de las cajas. Son rollos de papel craft de aproximadamente 1 TN que serán procesados en la línea de planchas.
Caja simple:	Es aquella caja obtenida mediante el proceso de formado de hendidura y cortado transversal, con el objetivo de formar una estructura paralelepípedo contornos o agujeros especiales.
Caja con troquelados:	Es aquella caja obtenida mediante un proceso de troquelado, con el objetivo de generar agujeros y/o contornos especiales.
Capa lisa:	Es aquella superficie del cartón que no es corrugada.
Capa corrugada:	Es aquella superficie del cartón que es corrugada en forma de ondas, generalmente tiene mayor gramaje que la capa lisa
Carga de trabajo:	Cantidad de trabajo del personal que es asignado a una parte o elemento del sistema de producción para el normal desarrollo de las operaciones.

Cartón Corrugado:	Es aquel cartón al cual se le generan ondas en la superficie.
Cliente esporádico:	Es aquel cliente que no es muy frecuente para La Empresa. No entran en el análisis de adelanto de producción.
Cliente identificado:	Es aquel cliente que es frecuente para La Empresa. Seleccionados para el análisis de adelanto de producción.
Criterios:	Son aquellas condiciones que deberá cumplir una orden para poder ser producida con anticipación.
Factores:	Son valores numéricos utilizados en la programación de la producción de cajas que determinan las cantidades de cada modelo que será producido anticipadamente. Estos valores multiplican las cantidades promedio de los modelos a fabricar anticipadamente
Gramaje:	Es el peso de un metro cuadrado de cartón cuya unidad de medida es gr/cm^2 .
Línea de acabados:	Es el sistema de producción de las cajas, donde ingresan las planchas para ser transformadas en cajas.
Línea de planchas:	Es el sistema de producción de las planchas, con las que se elaboran los distintos diseños de caja.

- Nivel de seguridad:** Es la cantidad de planchas que deben fabricarse con el objetivo de enfrentar aumentos de demanda.
- Priorización:** Es el proceso de otorgar prioridades a aquellos modelos que mediante criterios establecidos, serán producidos anticipadamente.
- Productos Personalizados:** Son aquellos productos que se fabrican a necesidad del cliente y no siguen características estándares.
- Ratio de referencia:** Es el coeficiente o razón empleada para comparar entre diferentes producciones de acuerdo a criterios específicos para determinar la relación entre ellos.
- Sistema corrugador:** Es aquel sistema conformado por rodillos cuyo objetivo es generar las ondas al papel craft para formar la capa corrugada
- Troquel:** Es el molde que sirve para generar contornos especiales y agujeros en las planchas.
- Zuncho:** Es la cinta plástica cuya función es la de sujetar un grupo de cajas que serán vendidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Víctor Hugo Mallque Heredia; Rediseño del PCP Lean Manufacturing en una Empresa Metalmeccánica [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2006
- Holger Edgar Oviedo Cahuata; Diseño de un Sistema de Planificación y Control de la Producción Basado en un Análisis de Costos [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2004
- Pedro de la Rosa Ambrossiani, Antonio Novoa Tello; Planeamiento de la Producción en una Fábrica de Pinturas [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1968
- Sandra Antonia Condori Condori; Propuesta de un Sistema de Planificación de la Producción en una Empresa dedicada a la Fabricación de Perfumes [Tesis ingeniería industrial], Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2007

- Javier Reynaldo Allemant Muñoz, Edward Emilio Manchego Llerena; Sistema de Planeamiento y Control de la Producción en una Planta Convertidora de Papel [Tesis ingeniería industrial], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1995

- Víctor Arthur Andrade Sánchez; Planeamiento de la Producción y Mejora del Nivel de Inventario mediante una Gestión de Abastecimiento en una Empresa Farmacéutica con ERP [Informe de Suficiencia], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2009

- James L. Riggs, Sistema de Producción, Planeación, Análisis y Control, Limusa S.A., 3ª Edición, México, 1998

- Richard B. Chase, Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano; Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva, Mc GrawHill, 10ª Edición, México, 2005

- Hamid Noori, Russel Radford; Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible y Rápida, Mc GrawHill, Bogotá, Colombia, 2006.

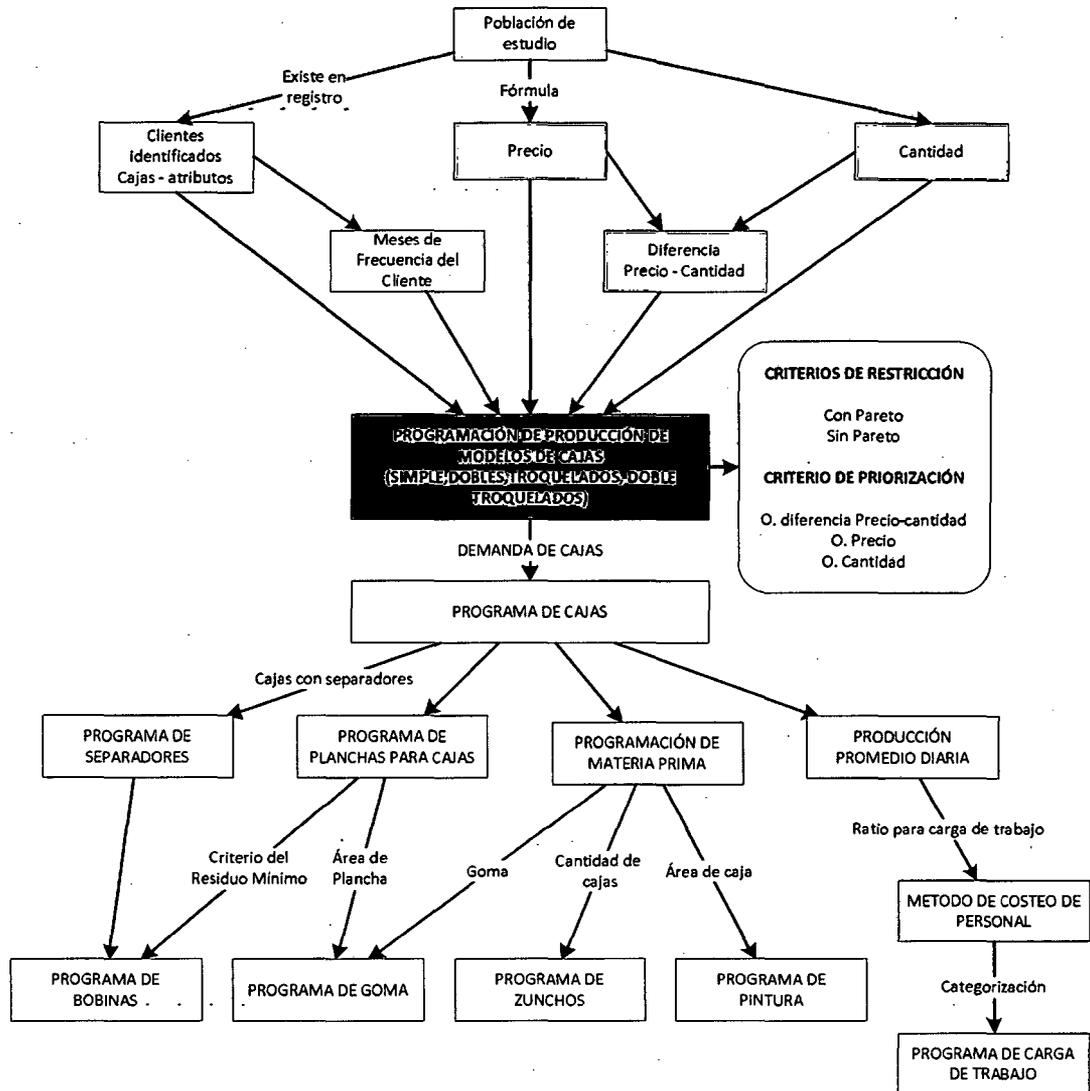
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, Metodología de la investigación, Mc GrawHill, México D.F, México, 2006

- Frida Gisels Ortiz Uribe, María del pilar García. Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas, LIMUSA, México, 2009.
- Max Muller; Fundamento de Administración de Inventario, Grupo Norma, Bogotá, Colombia, 2004
- Hugo Miranda, Sistema de Producción [artículo] <http://adminoperaciones.blogspot.com/2008/04/sistemas-de-produccion.html>, [consulta: 20-09-2011]
- Lean Manufacturing Japan, Push-Pull Manufacturing, <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/push-pull-manufacturing.html>, [consulta: 02-06-2011]
- Investigación de operaciones, problemas de inventarios, [http://www.investigacionoperaciones.com/Problemas%20inventario archivos/Inventarios.pdf](http://www.investigacionoperaciones.com/Problemas%20inventario%20archivos/Inventarios.pdf), [consulta: 20-09-2011]

ANEXOS

ANEXO I

MAPA MENTAL DE LA PROPUESTA DE MEJORA



- Programas presentados en el Capítulo IV.
- Criterios de Priorización para la Programación.
- Programación de modelos de cajas que centraliza los diferentes programas por cada modelo de cajas.

ANEXO II

CUADRO DE VALIDACIÓN DE MODELOS SIMPLES PARA PRODUCCIÓN ANTICIPADA

	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1									Dif. Ranking		352
2									Max Dif.		356
3									Topo O. Precio		545
4									Topo O. Cantidad		545
5									Cuentas		1
6									# tipo planchas		544
7											
8											
9	Precio Unit. Base (\$/)	Costo Adicional Unitario por Impresión	Costo Adicional Unitario por Separadores	Precio Unit. Total (\$/)	Precio Total Base	Precio Total	Orden x Cantidad	Orden x Precio	Diferencia entre Orden por Cantidad y Orden por Precio	Promedio Mensual por modelo	Validación para producción anticipada
10	3,25	0	0	3,25	1622,65	1622,65	200	130	70	42	Si
11	3,66	0	0	3,66	1831,82	1831,82	201	110	91	42	Si
12	5,10	0	0	5,10	5863,57	5863,57	87	7	80	96	Si
13	0,90	0	0	0,90	99,26	99,26	501	535	34	10	Si
14	0,90	0	0	0,90	99,49	99,49	502	534	32	10	Si
15	0,34	0	0	0,34	171,21	171,21	202	503	301	42	Si
16	0,80	0	0	0,80	399,79	399,79	203	375	172	42	Si
17	4,14	0	0	4,14	82,77	82,77	543	537	6	2	Si
18	4,50	0	0	4,50	157,63	157,63	539	511	28	3	Si
19	0,15	0	0	0,15	76,75	76,75	204	538	334	42	Si
20	0,21	0	0	0,21	21,25	21,25	505	545	40	9	Si
21	0,57	0	0	0,57	171,55	171,55	318	502	184	25	Si
22	1,10	0	0	1,10	328,79	328,79	319	410	91	25	Si
23	0,65	0	0	0,65	653,10	653,10	94	296	202	84	Si
24	0,89	0	0	0,89	1055,85	1055,85	81	196	115	100	Si
25	0,43	0	0	0,43	130,48	130,48	320	524	204	25	Si
26	0,34	0	0	0,34	687,84	687,84	35	289	254	167	Si

Figura: Cuadro Excel para validación de modelos simples a adelantar

A continuación, se explicará la información del cuadro mostrado:

a) Celdas de Cabecera:

-Celda S9: Precio Unit. Base: Indica el precio unitario de cada orden, sin incluir impresión y separadores.

-Celda T9: Costo Adicional Unitario por Impresión

-Celda U9: Costo Adicional Unitario por Separadores: Es el costo adicional de cada caja por incluir los separadores

-Celda V9: Precio Unit. Total (\$/): Es el precio unitario luego de incluir impresión y/o separadores

-Celda W9: Precio Total Base: Es el precio total de una orden sin incluir el costo adicional por impresión y separadores

-Celda X9: Precio Total: Es el precio total de una orden luego de incluir el costo adicional por impresión y separadores

- Celda Y9: Orden x Cantidad: Es el lugar (dentro del ranking) que ocupa un modelo con respecto a la cantidad pedida en el año
- Celda Z9: Orden x Precio (Orden x Ingreso): Es el lugar (dentro del ranking) que ocupa un modelo con respecto al precio base total (ingreso base total) anual generado
- Celda AA9: Diferencia entre Orden por Cantidad y Orden por Precio: Es la diferencia absoluta entre el orden por cantidad (celda Y9) y el orden por precio (celda Z9)
- Celda AB9: Promedio Mensual por Modelo: Es el promedio mensual de las cantidades de un modelo
- Celda AC9: Validación para producción anticipada: Esta celda valida en base a los criterios de anticipación (capítulo 4, elaboración de criterios) qué modelos serán producidos con anticipación

b) Celdas Superiores:

- Celda AA1: Dif. Ranking: Es el valor de referencia permisible para la diferencia entre orden por cantidad y de orden por precio (ingreso)
- Celda AA2: Max. Dif.: Es el valor máximo de la diferencia entre orden por cantidad y de orden por precio (ingreso) existente
- Celda AA3: Tope O. Precio: Es el valor de referencia permisible para el orden por precio (ingreso)
- Celda AA4: Tope O. Cantidad: Es el valor de referencia permisible para el orden por cantidad
- Celda AA5: Clientes: Es el valor de referencia permisible para poder filtrar clientes con respecto a la cantidad de meses que acuden a La Empresa a ser atendidos
- Celda AA6: # tipo de planchas: Es el total de modelos a adelantar

ANEXO III

CUADRO DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MENSUAL DE CAJAS

1	E	F	G	AL	AM	AO	AR	AU	AV	AW	AX	AY
2						Factor	Factor					Factor
3						2	5					
4												
540	135	DON PONCE	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
541	120	DON PONCE	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
542	135	SEGUNDO	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0
543	127	WALTER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
544	140	WALTER	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
545	150	WALTER	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
546	150	WALTER NIQUE	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
547	100	WALTER	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
548	135	NIQUE	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
549	140	LUIS VASQUEZ	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
550												
551												
552		Producción del Mes de Abril		22195					34818			
553		Producción del Mes de Mayo		36004					36004			
554		Diferencia		13809					1185			
555		Adelanto del Mes de Mayo		0					6008			
556		Producción del Mes de Junio		0					0			
557		Producción del Mes de Julio		22195					28810			
558		Producción del Mes de Agosto		13809					7194			
559		Adelanto del Mes de Agosto		6008					0			
560		Producción del Mes de Septiembre		7740					0			
561		Producción del Mes de Octubre		35943					28810			
562		Diferencia		61					7194			
563												

Figura: Programa de Producción Mensual de Cajas

A continuación, se explicará la información del cuadro mostrado:

a) Celdas de Cabecera:

-Celda AL4: 4

Indica la demanda del mes de Abril

-Celda AM4: Prod 4

Es la producción en el mes de Abril (descontados los anticipos provenientes de Febrero y Marzo), pero sin contar los posibles adelantos hacia mayo y junio.

-Celda AN4: Stock Final 4

Muestra las cantidades de cajas de cada modelo que quedan en almacén. Estas cantidades solamente reflejan las cantidades de cajas producidas por adelantado

-Celda AO5: P5

Es la producción adelantada hacia Mayo, hecha en el mes de Abril.

-Celda AR: P6

Es la producción adelantada hacia Junio, hecha en el mes de Abril.

-Celda AU: Ad Total 5

Es la suma de las producciones anticipadas de Marzo y Abril hacia Mayo.

b) Celdas Superiores:

-Celda AO2: Factor

Muestra el factor que se aplicará a las cantidades promedio de los modelos a producir por adelantado para el próximo mes.

-Celda AR2: Factor

Muestra el factor que se aplicará a las cantidades promedio de los modelos a producir por adelantado para dos meses.

c) Celdas inferiores:

-Celda G552: Producción Total Mensual

Muestra las demandas de cada mes

-Celda G553: Promedio Producción

Muestra el promedio mensual del total de cajas de un tipo de diseño

-Celda G554: Diferencia

Muestra la diferencia entre la producción total mensual y la producción promedio mensual. Este valor es calculado cuando no se ha hecho ningún adelanto y será comparado con un nuevo valor una vez hechos los adelantos posibles. Por ejemplo, en la celda AL554 muestra una diferencia de 13809 cajas sobrantes por producir, lo que indica una gran cantidad de tiempo muerto.

-Celda G555: Adelanto mes anterior

Muestra las cantidades producidas por adelantado hace un mes. En el cuadro, si se trata del mes de Abril, entonces se trata de la producción adelantada proveniente de Marzo.

-Celda G556: Adelanto hace 2 meses

Muestra las cantidades producidas por adelantado hace dos meses. En el cuadro, si se trata del mes de Abril, entonces se trata de la producción adelantada proveniente de Febrero.

-Celda G557: Producción Neta Mensual

Muestra la cantidad real a producir en el mes. Es decir, si hay adelantos provenientes de los dos meses anteriores, entonces la cantidad a producir en el mes actual será inferior, ya que se debe descontar de la demanda los adelantos.

-Celda G558: Diferencia

Muestra la diferencia entre la cantidad promedio mensual y la producción neta mensual. Si esta diferencia resulta positiva, entonces se podrá producir modelos con anticipación. En cuadro, esta diferencia resultó ser de 13809 cajas sobrantes por producir.

-Celda G559: Adelanto a dos meses

Es la cantidad de cajas que se pueden producir por adelantado para el próximo mes. En el cuadro, si el mes actual es Abril, entonces, para el mes de Mayo se podrán producir 6008 cajas por adelantado.

-Celda G560: Adelanto a dos meses

Es la cantidad de cajas que se pueden producir por adelantado para dos meses. En el cuadro, si el mes actual es Abril, entonces, para el mes de Junio se podrán producir 7740 cajas por adelantado.

-Celda G561: Producción Final

Es la cantidad de cajas que se producen finalmente en el mes, es decir, para cubrir la demanda del mes actual (descontando los adelantos de hace dos y un mes) más los posibles adelantos hacia los próximos dos meses.

-Celda G562: Diferencia Nueva

Es la diferencia entre la producción final (celda G561) y el promedio mensual (celda G553). Esta diferencia resulta luego de realizar los anticipos de producción posibles. En el cuadro, esta diferencia es igual 61 cajas sobrantes por producir. Comparando con la diferencia antigua (celda G554), la cual tiene un valor de 13809, es mucho menor. Eso quiere decir que se han de aprovechar mejor las horas muertas.

ANEXO IV

CUADRO DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MENSUAL DE PLANCHAS

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2		% Seguridad										
3		Factor Z										
4		F. Seg										
5												
6												
7	14%	1,5	ANA MARIA		88	176			SI	0	0	0
8	14%	1,5	ANA MARIA		93,5	187			SI	0	0	0
9	14%	1,5	ANA MARIA		153,5	215			SI	0	0	0
10	14%	1,5	LUIS TRAVERSO		71	72			SI	0	0	0
11	14%	1,5	LUIS TRAVERSO		61	94			SI	0	0	0
12	14%	1,5	MARIO HUALLANCA		41,5	44			SI	0	0	0
13	14%	1,5	MARIO HUALLANCA		82	52			SI	0	0	0
14	14%	1,5	WALTER		105	243			SI	24	0	0
15	14%	1,5	WALTER		105	243			SI	0	42	0
16	14%	1,5	LUIS VASQUEZ		19,5	49,2			SI	0	0	605
17	14%	1,5	DAVID SALAS		21,5	56			SI	0	0	0
18	14%	1,5	PAITA		48	55,4			SI	0	0	0
19	14%	1,5	PRITO		48	102			SI	0	0	0
20	14%	1,5	YATACO		29	148			SI	0	0	0
21	14%	1,5	YATACO		34	148			SI	0	0	1452
22	14%	1,5	DAVID SALAS		44	56			SI	0	363	0
23	14%	1,5	ENLACE CORREOS		22	118			SI	0	2419	0
24	14%	1,5	CESAR SULCA		50,5	56			SI	0	0	0
25	14%	1,5	DAVID		44	60			SI	0	0	0
26	14%	1,5	DAVID ATP		44	50			SI	0	0	0
27	14%	1,5	DAVID ATENCIO?		44	50			SI	0	0	0

Figura: Programación de Producción de Planchas

A continuación, se explicará la información del cuadro mostrado:

a) Celdas de Cabecera:

-Celda H6: % seguridad: Es el porcentaje adicional de planchas a producir (la obtención de este porcentaje se explica en el capítulo 4, nivel de seguridad). Este valor deberá ser multiplicado por un factor de nivel de servicio (factor Z) para obtener el porcentaje final de incremento de producción de planchas (factor de seguridad)

-Celda I6: Factor Z: Es el factor relacionado a un determinado nivel de servicio

-Celda K6: Ancho de Plancha: Es el ancho de la plancha que se va a utilizar para elaborar las cajas

-Celda L6: Largo de Plancha: Es el largo de la plancha que se va a utilizar para elaborar las cajas

-Celda M6: Impresión: Esta celda registra si el modelo requiere impresión o no

-Celda N6: Separadores: Esta celda registra si el modelo requiere separadores o no

-Celda O6: Validación de anticipo de producción: Esta celda valida si se va a adelantar la producción de las planchas como consecuencia de los adelantos de producción respectivos de modelos

-Celda P6, Q6, R6,... (1, 2, 3,.....): Son los meses del año en los que se van a producir planchas de ciertos modelos

b) Celdas Superiores:

-Celda H4: F. Seg (Factor de Seguridad): Es el valor del porcentaje de seguridad luego de multiplicar el % de seguridad por el factor Z. Este valor es el que se utilizará para incrementar la producción de planchas

ANEXO V

CUADRO PARA OBTENCIÓN DE RESIDUOS MÍNIMOS PARA CADA MODELO

		D	E	F				G	H	I	J	DG	DH	DI	DJ	DM	DN	DO							
		Gramaje (g/m ²)				Ancho (cm)																			
		100				95				100				99				150				155			
		91				95				146				151											
Ancho de Plancha	Largo de Plancha					Residuo Mínimo	Bobina Óptima	Ancho Óptimo de Bobina	Gramaje	1L	1C	2L													
41	27,5	108					9 190x123	123	190	0,00	0,00	0,00													
42	40	108					38 175x162	162	175	0,00	0,00	0,00													
43	39,5	140					0,5 140x123	123	140	0,00	0,00	0,00													
44	32	200					0 140x100	100	140	0,00	0,00	16128,31													
45	33	200					1 125x104	104	125	0,00	0,00	0,00													
46	52	86					5 125x113	113	125	0,00	0,00	0,00													
47	30,5	76					8 183x134	134	183	45965,69	33095,29	0,00													
48	28	85					4 140x120	120	140	0,00	0,00	0,00													
49	53	88					1 140x105	105	140	0,00	0,00	0,00													
50	42,5	102					8 135x97	97	135	0,00	0,00	0,00													
51	34	106					3 150x143	143	150	0,00	0,00	0,00													
52	56	121				35	39	34	39	34	100x150	150	100	0,00	0,00	0,00									
53	47,5	74					16 183x115	115	183	0,00	0,00	0,00													
54	45	76					11 120x150	150	120	0,00	0,00	0,00													
55	45	76					6 140x100	100	140	0,00	0,00	16087,99													
56	45	76					0 150x139	139	150	0,00	0,00	0,00													
57	45	76					1 170x140	140	170	0,00	0,00	0,00													
58	45	76					2,5 183x141,5	141,5	183	38772,55	26476,24	0,00													
59	75	76					10 170x164	164	170	0,00	0,00	0,00													
60	75	68					2 183x144	144	183	0,00	0,00	0,00													

Figura: Obtención de los residuos mínimos para cada modelo

A continuación, se explicará la información del cuadro mostrado:

a) Celdas de Cabecera:

- Celda D7: Ancho de Plancha: Es el ancho de la plancha que se va a utilizar para elaborar las cajas
- Celda E7: Largo de Plancha: Es el largo de la plancha que se va a utilizar para elaborar las cajas
- Celda DG7: Residuo Mínimo: Es el residuo mínimo obtenido (el proceso se explica en el capítulo 4, criterio de residuo mínimo)
- Celda DH7: Bobina Óptima: Es la bobina que genera el menor residuo para un determinado modelo
- Celda DI7: Ancho Óptimo de Bobina: Es el ancho de la bobina que genera el menor residuo para un determinado modelo

-Celda DJ7: Gramaje: Es el gramaje de la bobina que genera el menor residuo para un determinado modelo

-Celda DM7: 1L: Muestra las necesidades de bobina sin corrugar (medida en centímetros) para el mes de Enero

-Celda DN7: 1C: Muestra las necesidades de bobina para corrugar (medida en centímetros) para el mes de Enero

-Celda DO7: 2L: Muestra las necesidades de bobina sin corrugar (medida en centímetros) para el mes de Febrero

-Celda DP7: 2C: Muestra las necesidades de bobina para corrugar (medida en centímetros) para el mes de Febrero. La fila 4 muestra los gramajes de las bobinas a ser evaluadas

Celda F5: Ancho (cm): La fila 5 muestra los anchos de las bobinas a ser evaluadas

Nota: Cada gramaje de bobina agrupa ciertos anchos, es decir, no todos los gramajes comparten todos los anchos

ANEXO VI

CUADRO PARA OBTENCIÓN DE RESIDUOS MÍNIMOS PARA CADA MODELO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		
									2a				3a													
	Bobina	Gramaje	Ancho	Min	Max	Prom	% Min	% Max	Suma bob	Compra (cm)	Residuo	Peso (Kg)	Suma de bob	Compra (cm)	Residuo	Peso (Kg)	Suma de bob	Compra (cm)	Residuo	Peso (Kg)	Suma de bob	Compra (cm)	Residuo	Peso (Kg)		
85	183x141.5	183	141.5	709417.058	709417.058	709417.058	0.0%	0.0%	0	0	509345.358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33902.6403	0	
86	183x165	183	165	717116.52	717116.52	717116.52	0.0%	0.0%	0	0	308972.822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325298.57	0
87	186x162	186	162	644539.028	644539.028	644539.028	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	190x123	190	123	278134.36	278134.36	278134.36	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	190x164	190	164	362729.996	362729.996	362729.996	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	115x135	151	135	489575.668	489575.668	489575.668	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	152x135	152	135	244639.376	244639.376	244639.376	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	154x135	154	135	415103.415	415103.415	415103.415	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	155x135	155	135	351254.48	351254.48	351254.48	0.0%	0.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94																										
95																										
96																										
97																										
98				Soles/Kg L			1.46																			
99				Soles/Kg C			1.56																			
100																										
101																										
102																										
103																										
104																										
105																										
106																										
107																										

Figura: Obtención de las compras mensuales de bobinas sin corrugar y para corrugar

a) Celdas de Cabecera:

- Celda A4: Bobina: Se determinan las necesidades de cada bobina
- Celda B4: Gramaje: Es el gramaje de cada bobina
- Celda C4: Ancho: Es el ancho de cada bobina
- Celda D4: Min: Es la longitud mínima de compra de cada bobina (por unidad)
- Celda E4: Max: Es la longitud máxima de compra de cada bobina (por unidad)
- Celda F4: Prom: Es el promedio entre las longitudes mínimas y máximas de compra de bobina
- Celda G4: % Min: Es el porcentaje que del promedio (Celda F4) representa la diferencia entre el promedio y la longitud mínima de compra
- Celda H4: % Max: Es el porcentaje que del promedio (Celda F4) representa la diferencia entre el promedio y la longitud máxima de compra

Cabecera 2L:

-Celda Q4: Suma de 2L: Es la necesidad de centímetros de bobina sin corrugar del mes de Febrero

-Celda R4: Compra de L (cm): Es la cantidad de centímetros de bobina sin corrugar a comprar para el mes de Febrero

-Celda S4: Residuo de L (cm): Es la cantidad de centímetros de bobina sin corrugar sobrante en el mes de Febrero

-Celda T4: Peso de L (Kg): Es el peso de bobina sin corrugar a comprar en el mes de Febrero

Cabecera 2C:

-Celda U4: Suma de 2C: Es la necesidad de centímetros de bobina para corrugar del mes de Febrero

-Celda V4: Compra de C (cm): Es la cantidad de centímetros de bobina para corrugar a comprar para el mes de Febrero

-Celda W4: Residuo de C (cm): Es la cantidad de centímetros de bobina para corrugar sobrante en el mes de Febrero

-Celda X4: Peso de C (Kg): Es el peso de bobina para corrugar a comprar en el mes de Febrero

b) Celdas Inferiores:

-Celda D98: Soles/Kg (L): Es el costo de un Kg de bobina sin corrugar

-Celda D99: Soles/Kg (C): Es el costo de un Kg de bobina para corrugar

-Celda H98: Líner: Muestra las cantidades (en centímetros) de bobina sin corrugar a comprar cada mes

-Celda H99: Corrugado: Muestra las cantidades (en centímetros) de bobina para corrugar a comprar cada mes

-Celda H104: Líner: Muestra el costo (en soles) de bobina sin corrugar a comprar cada mes

-Celda H104: Corrugado: Muestra el costo (en soles) de bobina para corrugar a comprar cada mes

-Celda H107: Total: Muestra el costo total (en soles) de bobina

Fila 776: Muestra las áreas totales mensuales de pegado. Es la suma del área de pegado de planchas y de separadores.

Fila 778: Muestra los kilos de goma necesarios para cada mes

Fila 779: Muestra la cantidad de cilindros de goma a comprar

Fila 780: Muestra los kilos de goma a comprar

Fila 781: Muestra los kilos de goma que se tiene para cubrir necesidades (kilos comprados más kilos sobrantes de meses pasados)

-Celda G782: Muestra los kilos de goma sobrantes luego de la producción de un determinado mes

-Celda B784: Costos Cilindro: Muestra el costo por cada cilindro, tanto en dólares como en soles

-Celda G786: Total: El es costo total mensual resultante de las necesidades de compra de goma.

ANEXO VIII

CUADRO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE GOMA NECESARIA PARA LOS SEPARADORES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4	Ancho Bobina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169,4448
29	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107,1904
30	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	328,248
31	129	170,667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	120	0	0	0	0	160,4736	0	0	0	0	0	0	0
33	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,874
34	97	0	0	0	0	0	0	266,4396	0	0	0	0	0
35	150	0	0	0	0	0	0	0	83,16	0	0	0	0
36	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1248,48
37	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	543,456
38	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	730,08
39	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	543,456
40	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120,1392
41	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250,6248
42	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256,4304
43	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66,64
44	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	667,784
45	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333,9552
46													
47	Total	623,787	1290,808	0	0	388,69024	634,7656	1243,42816	772,464	0	0	4275,9964	1918,8924

Figura: Goma necesaria para los separadores

a) Celdas de Cabecera:

-Celda A4: Ancho Bobina: Es el ancho de la bobina utilizada para fabricar cada separador

-Celdas B4, C4, D4, E4,...: (1, 2, 3, 4,...): Muestra el área mensual de pegado para separadores de cada modelo

b) Celdas Inferiores:

Celdas A47: Total: Muestra las áreas totales de pegado mensual para separadores

ANEXO IX

CUADRO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE ZUNCHOS POR METRO

1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2														
3	Diseño	Ancho Plancha	Largo Plancha	Zunchos Necesarios	1	metros	2	metros	3	metros	4	metros	5	metros
754	T	80	256	2	1000	165	0	0	0	0	0	0	0	0
755	T	81	268	2	0	0	1000	166	0	0	0	0	0	0
756	T	83	270	2	0	0	1000	166	0	0	0	0	0	0
757	T	84	508	2	0	0	0	0	0	0	0	0	850	146
758	T	84	508	2	0	0	0	0	0	0	800	138	0	0
759	T	84	528	2	0	0	0	0	0	0	0	0	200	37
760	T	89	388	2	0	0	0	0	0	0	0	0	700	127
761	T	89	418	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
762	T	90	452	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
763	T	97	394	2	0	0	850	164	0	0	0	0	0	0
764	T	104	390	2	0	0	0	0	0	0	0	0	850	174
765	T	104	392	2	0	0	0	0	0	0	0	0	850	174
766	T	104	428	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
767	T	104	464	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
768	T	104	524	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	304
769	T	108	526	2	0	0	0	0	1000	211	0	0	0	0
770	T	112	554	2	500	111	0	0	0	0	0	0	0	0
771	T	147	650	2	0	0	0	0	345	94	0	0	0	0
772	DT	62	160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
773	DT	91	230	2	0	0	0	0	336	100	0	0	0	0

Figura: Determinación de cantidad de metros de zuncho necesarios para sujetar grupos de cajas

a) Celdas de Cabecera:

- Celda B3: Diseño: Es el diseño de cada modelo (Simple (S), Doble (D), Troquelado (T), Doble Troquelado (DT))
- Celda C3: Ancho Plancha: Es el ancho de la plancha necesaria para fabricar un determinado modelo
- Celda D3: Largo Plancha: Es el ancho de la plancha necesaria para fabricar un determinado modelo
- Celda E3: Zunchos Necesarios: Es la cantidad de zunchos necesarios para sujetar un grupo de cajas
- Celda F3: 1: Es la cantidad demanda de cajas de cada modelo en el mes de Enero
- Celda G3: Metros: Es la longitud de zuncho utilizado para sujetar los grupos de cajas de un modelo

ANEXO X

CUADRO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE ZUNCHOS POR METRO PARA SUJETAR SEPARADORES

S. Largo												S. Ancho						
	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7		
34	0	0	0	4,0204	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
35	0	0	0	0	0	0	92,141	0		0	0	0	0	0	0	0		
36	0	0	0	0	0	0	40,065	0		0	0	0	0	0	0	0		
37	0	0	0	0	0	0	0	53,766344		0	0	0	0	0	0	0		
38	0	0	0	0	0	0	40,065	0		0	0	0	0	0	0	0		
39	0	0	0	0	0	0	8,035	0		0	0	0	0	0	0	0		
40	0	0	0	0	0	0	0	17,922115		0	0	0	0	0	0	0		
41	0	0	0	0	0	0	0	17,922115		0	0	0	0	0	0	0		
42	0	0	0	0	0	0	4,009	0		0	0	0	0	0	0	0		
43	0	0	0	0	0	0	40,065	0		0	0	0	0	0	0	0		
44	0	0	0	0	0	0	20,033	0		0	0	0	0	0	0	0		
45																		
46	32,0794	52,1126	128,207	84,1434	0	0	348,564	159,50952		102,162	216,333	0	0	48,11116	80,1674	242,378		
47																		
48																		
49	Total 7. Sep	170,273	360,558	0	0	80,19056	132,28	370,585	208,3468	0	871,389	403,25808						

Figura: Determinación de cantidad de metros de zuncho necesarios para sujetar separadores

La fila 49 muestra las cantidades mensuales de zunchos necesarios para sujetar los separadores

ANEXO XI

CUADRO PARA DETERMINAR EL COSTO MENSUAL DE ZUNCHO

D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18
5197,374	4289,358	3486,3	4816,112	6827,406	3349,838	2980,156	3281,74	1979,114	3335,638	6275,306	3780,3575		
170,273	360,558	0	0	80,19056	132,28	370,585	208,3468	0	0	871,389	403,258081		
Total	5367,647	4649,916	3486,3	4816,112	6907,59656	3482,118	3350,741	3490,0868	1979,114	3335,638	7146,695	4183,61558	

Figura: Cuadro de necesidades totales de metros de zuncho

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1													
2													
3													
4													
5	Total Metros Necesarios	5368	4650	3486	4816	6908	3482	3351	3490	1979	3336	7147	4184
6	Rollos a comprar	5	4	3	4	6	2	3	3	2	3	6	3
7	Compra (m)	6000	4800	3600	4800	7200	2400	3600	3600	2400	3600	7200	3600
8	Metros disponibles		5432	4382	5696	8080	3572	3690	3940	2849	4470	8335	4788
9	Residuo (m)	632	782	896	880	1172	90	340	449	870	1135	1188	604
10													
11													
12	Total	175	140	105	140	210	70	105	105	70	105	210	105
13	Costo por Rollo (soles)	33											

Figura: Cuadro de costos totales de zuncho

- Celda D5: Total Metros Necesarios: Muestra la cantidad de metros necesarios de zunchos
- Celda D6: Rollos a comprar: Muestra la cantidad de rollos de zunchos a comprar
- Celda D7: Compra (m): Muestra la cantidad de metros de zunchos a comprar
- Celda D8: Metros disponibles: Son los metros de los que se dispone de zunchos (metros comprados más metros sobrantes de meses pasados)
- Celda D9: Residuo (m): Son los metros sobrantes de zunchos de cada mes
- Celda D14: Costo por Rollo (soles): Es el costo en soles de cada rollo
- Celda D12: Total: Muestra el costo mensual de metros de zuncho

ANEXO XII

CUADRO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD NECESARIA DE PINTURA

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	DISEÑO	ANCHO	ALTO	LARGO	Gramaje	Código	1	2	3	4	5	6
54	S	41	21	61	190	412161190ANGELICA	0	0	0	0	0	0
55	S	42	22,5	64	166	4222,564186EL MOLINO	0	0	0	0	0	0
56	S	42,4	23	63,7	125	42,42363,7125BARLETTA	0	0	0	0	0	0
57	S	42,4	23	63,7	190	42,42363,7190BARLETTA	0	0	0	0	0	0
58	S	48	30	53	161	483053161LIUAN SORIANO	1638	0	0	0	0	0
59	D	20,5	12,7	34,5	140	20,512,734,5140FFEIUCY SAC	0	0	0	0	0	195,88
60	D	30	21	45	150	302145150UNITRON	0	805,8	0	0	0	0
61	D	40	32	58	125	403258125AZUL F.	0	0	0	146,88	0	0
62	T	143	0	178	183	1430178183LUIS VASQUEZ	0	0	3206,775	0	0	0
63												
64						Area pintura (m2)	4087,02	3115,55	3206,775	614,28	926,65	2800,8
65												
66						Kg a utilizar	20,9702142	15,9856695	16,4537886	3,15182778	4,75457644	14,37070921
67						Galones a comprar	2	0	1	0	1	0
68						Compra por Kg	40	0	20	0	20	0
69						Kilos Disponibles	19	23	7	23	19	19
70						Residuo	19	3	7	3	19	4
71						Costo por Kg:						
72						4,89 \$/kg						
73						2,81 \$/S						
74						Costo (soles)						
						Total	547,68	0	273,84	0	273,84	0

Figura: Determinación de las cantidades necesarias de pintura

a) Celdas de Cabecera:

- Celda B5: Diseño: Es el diseño de cada modelo (Simple (S), Doble (D), Troquelado (T), Doble Troquelado (DT))
- Celda C5: Ancho: Es el ancho de la caja
- Celda D5: Alto: Es el alto de la caja
- Celda E5: Largo: Es el largo de la caja
- Celda F5: Gramaje: Es el gramaje de la bobina a utilizar para cada modelo
- Celda G5: Código: Muestra los códigos de cada modelo
- Celdas H5, I5, J5,... (1, 2, 3,...): Estas celdas muestran el área total en donde se imprimirá. Estas áreas se muestran mensualmente.

Fila 64: Muestra las áreas totales mensuales de impresión.

Fila 66: Muestra los kilos de pintura necesarios para cada mes

Fila 67: Muestra la cantidad de galones de pintura a comprar

Fila 68: Muestra los kilos de pintura a comprar

Fila 69: Muestra los kilos de pintura que se tiene para cubrir necesidades (kilos comprados más kilos sobrantes de meses pasados)

Fila 70: Muestra los kilos de pintura sobrantes luego de la producción de un determinado mes

Celda B71: Muestra el costo por kilos de pintura en dólares. Este costo es transformado en soles

Fila 74: El es costo total mensual resultante de las necesidades de compra de pintura

ANEXO XIII

CUADRO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEPARADORES

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Código	ANCHO	CARGO	ALTO	Gramaje	Tipo de Sep.	Unid./Sep.	Altura Sep (m)	Ancho Ideal	Filas por Bobina
5 1521,519135ACAVILLE	15	19	21,5	135	S	12	0,15	115	7
6 1512,595190SANTIAGO	15	35	12,5	190	S	12	0,15	123	8
7 152535175SANTIAGO	15	35	25	175	S	12	0,15	162	10
8 1626,531135ACAVILLE	16	31	26,5	135	S	12	0,15	97	6
9 1719,523125JAVIER M.	17	23	19,5	125	S	6	0,15	115	7
10 1719,525100JAVIER M.	17	25	19,5	100	S	12	0,15	150	10
11 173426125VIÑA DE LOS CAMPOS	17	26	34	125	S	6	0,15	158	10
12 183126140MELBOX	18	26	31	140	SA	6	0,31	105	3
13 18,522,824164VIVANDA	18,5	24	22,8	164	S	12	0,15	170	11
14 211727140LICOR DE LAS ARENAS	21	27	17	140	S	12	0,15	120	8
15 21,421,428,7140MELBOX	21,4	28,7	21,4	140	SA	12	0,214	134	6
16 22,42729,5125CESAR SULCA	22,4	29,5	27	125	S	12	0,15	104	6
17 22,432,529,5140CESAR SULCA	22,4	29,5	32,5	140	S	27	0,15	115	7
18 22,529,528,8164VIVANDA	22,5	28,8	29,5	164	S	12	0,15	170	11
19 2329,731120GENARO MURGA	23	31	29,7	120	S	12	0,15	110	7
20 233132140JIMMY	23	32	31	140	SA	12	0,31	115	3
21 23,51931140LICOR DE LAS ARENAS	23,5	31	19	140	S	12	0,15	134	8
22 23,531,531,5170ÑIQUE	23,5	31,5	31,5	170	S	12	0,15	120	8
23 23,5192112SABOGAL	23,5	32	31	112	S	12	0,15	162	10
24 243032170ESTEBAN	24	32	30	170	S	12	0,15	120	8
25 2431,232183CESAR SULCA	24	32	31,2	183	S	12	0,15	115	7
26 25,530,239,5112VINOS EL ZARCO	25,5	33,5	30,2	112	S	12	0,15	162	10

Figura: Producción de separadores

a) Celdas de Cabecera:

- Celda A4: Código: Muestra los códigos de cada modelo
- Celda B4: Ancho: Es el ancho de la caja
- Celda C4: Alto: Es el alto de la caja
- Celda D4: Largo: Es el largo de la caja
- Celda E4: Gramaje: Es el gramaje de la bobina a utilizar para cada modelo
- Celda F4: Tipo de Sep.: Muestra si los separadores requieren la altura normal (S) o la altura de toda la caja (SA)
- Celda G4: Unid.: Son las unidades de separación de cada modelo
- Celda H4: Altura Sep (m): Es la altura de los separadores en metros
- Celda I4: Ancho Ideal: Es el ancho de la bobina a utilizar, medida en centímetros
- Celda J4: Filas por Bobina: Es la cantidad de filas que se utilizarán en la bobina para fabricar los separadores (proceso explicado en el capítulo 4, Elaboración de Separadores)

ANEXO XIV

CUADRO PARA DETERMINAR INGRESO POR VENTA DE RESIDUO

3																
4	Diseño	Residuo Mínimo (cm)	Ancho Planch	Ancho Idé	Largo Planch	Gramaje	1	2	3	4	5	6	7			
762	T	11	85	100	418	140	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
763	T	5	86	95	452	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
764	T	13	93	110	394	120	0,00	208,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
765	T	6	100	110	390	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,20	0,00			-0,00
766	T	6	100	110	392	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,68	0,00			0,00
767	T	6	100	110	428	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
768	T	19	100	123	464	190	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
769	T	6	100	110	524	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,71	0,00			0,00
770	T	2	104	110	526	140	0,00	0,00	58,74	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
771	T	7,4	108	119,4	554	161	131,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
772	T	18	143	165	450	183	0,00	0,00	294,62	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
773	DT	6	56	126	160	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
774	DT	24	87	115	230	183	0,00	0,00	199,58	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
775																
776																
777							Xg residuo	2333,35	2327,97	1877,66	1778,63	2144,39	1394,70			1149,12
778							Kg residuo Sep	12,88659432	18,5349342	0	0	6,19379808	7,42948598			20,142245
779																
780								0,5								
781																
782							Total (s./)	1173,12	1173,25	938,83	889,32	1075,29	701,06			584,63

Figura: Determinación de ingresos por venta de residuos

a) Celdas de Cabecera:

-Celda B4: Diseño: Es el diseño de cada modelo (Simple (S), Doble (D), Troquelado (T), Doble Troquelado (DT))

-Celda C4: Residuo Mínimo (cm): Es el espacio (en cm) de residuo mínimo calculado para cada modelo

-Celda D4: Ancho Plancha: Es el ancho de la plancha necesaria para fabricar un determinado modelo

-Celda E4: Ancho Ideal: Es el ancho de la bobina ideal, la cual genera el residuo mínimo

-Celda F4: Largo Plancha: Es el ancho de la plancha necesaria para fabricar un determinado modelo

-Celda G4: Gramaje: Es el gramaje de la bobina ideal

-Celdas H4, I4, J4,... (1, 2, 3,...): Muestran las áreas mensuales de los residuos generados

b) Celdas Inferiores:

-Celda G777: Kg residuo: Muestra los kilos mensuales de residuo generados por las planchas

-Celda G778: Kg residuo Sep.: Muestra los kilos mensuales de residuo generados por las planchas para elaborar los separadores

-Celdas G782: Total (S/.): Muestra los ingresos generados por la venta de kilos de residuo

ANEXO XV

CUADRO PARA DETERMINAR LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA FABRICACION DE SEPARADORES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2	Ancho de bobina	Gramaje	1L	2L	3L	1C	2C	3C	1L	2L	3L	1C	2C	3C
27	10,93333333	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	8	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	8,6	150	1,90275	1,36998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	4,285714286	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,08621257	0,78207305	0
31	11,33333333	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	6,466666667	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	4,411764706	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	8	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	8	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	8	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	8	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	10,8	186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	8,2	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	8,2	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	11,33333333	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	6,666666667	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	8,6	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44														
45	TOTAL		7,492206	5,9948832	10,7761245	7,75820966	0	0	0	0	3,60104539	2,59275268	4,31946859	3,11001739
46														
47														

Figura: Determinación de residuos generados por la fabricación de separadores

a) Celdas de Cabecera:

- Celda A2: Ancho residuo: Es el residuo (en centímetros) generado por utilizar un ancho de bobina para elaborar separadores. La bobina utilizada es la misma que se utiliza para fabricar la caja respectiva
- Celda B2: Gramaje: Es el gramaje de la bobina utilizada
- Celdas C2, E2, G2,... (1L, 2L, 3L,...): Muestra las áreas utilizadas de bobina sin corrugar
- Celdas D2, F2, H2,... (1C, 2C, 3C,...): Muestra las áreas utilizadas de bobina para corrugar

La fila 45 muestra las áreas totales mensuales de bobinas utilizadas, tanto para bobinas sin corrugar como bobinas para corrugar

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		1375,36	1477,55	927,27	889,90	1221,89	838,72	640,42	1256,45	494,31	2324,44	2715,30	1354,30
Total Ingresos		124927,87	101216,14	87877,46	106847,89	174741,05	74670,16	69085,25	81833,46	40837,40	92401,23	145674,67	100284,94
INVERSION	6700												
EGRESOS													
Bobina	72511,28	38643,14	50526,47	86346,81	40144,03	34267,34	48009,21	22852,10	45732,56	73916,14	37393,66	0,00	0
Goma	3024	2688	2184	2688	4368	2184	1680	2016	1008	2016	3696	2184	0
Pintura	547,68	0	273,84	0	273,84	0	0	273,84	0	0	1369,2	273,84	0
Zunchos	175	140	105	140	210	105	70	105	70	105	210	105	0
Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13960	13290	13040	13040	13040	13040	18320	15360
Indirectos		25030,89	20792,15	17367,08	19179,38	30499,82	15807,03	14040,56	17248,19	10155,51	19383,14	29356,06	17425,41
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		2390,49	787,33	1238,32	4573,46	10224,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2991,80	4884,73
Total Egresos	76257,96	96624,92	98421,19	129562,61	90281,11	99733,39	87348,64	60819,91	85591,14	107725,05	83584,40	61723,10	46162,54
FLUJOS DE CAJA	-82957,96	28302,95	2794,95	-41685,15	16566,79	75007,66	-12678,48	8265,35	-3757,68	-66887,65	8816,83	83951,57	54122,40
VAN	S/. 56.910,00												

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 1

ANEXO XVI

ANEXO XVII
FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS													
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		1385,12	1342,58	1018,61	1303,22	1120,95	505,08	635,71	1295,97	316,50	2353,70	2794,87	1353,05
Total Ingresos		124937,63	101081,17	87968,80	107261,21	174640,11	74336,52	69080,55	81872,98	40659,59	92430,49	145754,24	100283,69
INVERSION	6700												
EGRESOS													
Bobina	72884,75	51502,41	65645,20	78183,45	30290,33	32303,34	37385,42	15382,68	48848,77	80314,94	36519,96	0,00	0
Goma	3024	2688	2184	3360	4032	1680	1848	2016	672	2016	4032	2016	0
Pintura	547,68	0	273,84	273,84	0	0	0	273,84	0	0	1369,2	273,84	0
Zunchos	175	140	105	175	175	105	105	105	35	105	210	105	0
Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13960	13290	13040	13040	13040	13040	19240	15610
Indirectos		25101,31	20140,46	18659,99	22642,10	28206,72	14074,33	14561,97	16259,00	8769,01	19136,85	31374,44	16836,25
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		2301,87	1594,03	0,00	195,92	13175,57	1456,60	0,00	877,47	0,00	303,53	391,78	5650,26
Total Egresos	76631,43	109465,98	113694,93	122434,69	78867,75	97923,03	76651,76	53871,89	88224,64	112737,35	83103,93	61893,46	46588,91
FLUJOS DE CAJA	-83331,43	15471,65	-12613,76	-34465,88	28393,46	76717,08	-2315,23	15208,66	-6351,67	-72077,77	9326,56	83860,78	53694,78
VAN	S/. 57.816,90												

3														
4	INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Cajas	123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642	
6	Residuos	1373,43	1427,88	981,45	953,29	1149,38	845,25	1270,82	891,44	476,05	2116,32	2848,43	1191,88	
7														
8	Total Ingresos	124925,94	101166,47	87931,65	106911,28	174668,55	74676,69	69715,65	81468,45	40819,14	92193,12	145807,79	100122,52	
9														
10	INVERSION	6700												
11	EGRESOS													
12	Bobina	69649,50	46486,32	52708,51	76364,82	44010,91	42228,86	43137,07	20401,36	45720,39	75235,06	32429,38	0,00	0
13	Goma	3024	2688	2352	2688	4200	2184	2016	2016	840	2184	3864	1680	0
14	Pintura	547,68	0	273,84	0	273,84	0	0	273,84	0	273,84	1095,36	273,84	0
15	Zunchos	175	140	105	140	210	105	105	105	70	105	210	70	0
16	Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13960	13290	13040	13040	13040	13040	17400	15110
17	Indirectos	25021,47	20769,44	18449,62	19882,83	28505,68	16047,63	16847,08	16885,55	9198,02	19357,94	29446,38	15627,61	
18	G. Adm.	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	
19	G. Ventas	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	
20	Imp. Renta	2402,15	801,95	0,00	3677,99	12795,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2914,32	7173,15	
21	Total Egresos	73396,18	104470,34	100763,14	119424,83	93787,96	108271,40	83088,09	61175,68	85048,34	108528,31	78489,08	60276,94	46403,15
22														
23	FLUJOS DE CAJA	-80096,18	20455,60	403,33	-31493,18	13123,32	66397,15	-8411,40	8539,97	-3579,89	-67709,17	13704,04	85530,85	53719,37
24														
25														
26	VAN	S/. 57.215,44												

ANEXO XVIII
FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 3

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		1362,22	1378,77	991,36	1288,38	1149,75	497,14	635,71	1278,31	342,10	2350,10	2799,38	1352,30
Total Ingresos		124914,72	101117,36	87941,56	107246,37	174668,91	74328,58	69080,55	81855,32	40685,19	92426,89	145758,74	100282,94
INVERSION	6700												
EGRESOS													
Bobina	72883,96	50221,97	65003,84	78091,18	31056,85	33038,82	39868,00	16497,82	48848,77	79182,90	35359,71	0,00	0
Goma	3024	2688	2184	3192	4200	1680	1680	2016	840	2016	4032	2016	0
Pintura	547,68	0	273,84	273,84	0	0	0	273,84	0	0	1369,2	273,84	0
Zunchos	175	140	105	175	175	105	70	105	70	105	210	105	0
Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13960	13290	13040	13040	13040	13040	19240	15610
Indirectos		24885,04	20399,70	18333,32	22345,87	28786,67	13643,63	14152,93	16648,60	9219,12	19215,06	31420,92	16733,94
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		2576,14	1267,88	1,43	576,56	12430,28	2014,13	0,00	365,70	0,00	200,76	332,70	5783,04
Total Egresos	76630,64	108243,55	112986,66	121849,17	79886,67	98493,17	79058,17	54577,99	88305,47	112055,43	81919,14	61880,86	46619,38
FLUJOS DE CAJA	-83330,64	16671,17	-11869,30	-33907,61	27359,69	76175,74	-4729,59	14502,56	-6450,15	-71370,24	10507,75	83877,88	53663,56
VAN		S/. 57.448,87											

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 4

ANEXO XIX

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cajas		123552,508	99738,5924	86950,196	105957,9905	173519,162	73831,4409	68444,8334	80577,0106	40343,0892	90076,7918	142959,365	98930,642
Residuos		1364,59	1426,96	1008,51	1029,17	1347,70	497,14	749,07	1247,84	256,34	2357,93	2809,09	1333,37
Total Ingresos		124917,10	101165,56	87958,71	106987,16	174866,86	74328,58	69193,90	81824,85	40599,43	92434,72	145768,46	100264,01
INVERSION	6700												
EGRESOS													
Bobina	73600,39	52115,84	54716,73	85088,34	29974,23	39136,33	39558,99	12617,75	49319,17	80763,12	31137,60	0,00	0
Goma	3024	2688	2352	3024	4200	1680	1848	2016	672	2184	4032	1848	0
Pintura	547,68	0	273,84	0	273,84	0	0	273,84	0	0	1643,04	0	0
Zunchos	175	140	105	175	175	105	105	105	35	105	210	105	0
Mano de Obra		19240	15260	13290	13040	13960	13290	13040	13040	13040	13040	19240	15610
Indirectos		24969,52	20714,67	18729,05	21506,48	28761,75	13643,63	15529,81	16351,96	8235,72	19443,24	31635,73	16312,13
G. Adm.		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
G. Ventas		4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2	4246,2
Imp. Renta		2467,03	872,87	0,00	1590,01	12522,06	2014,13	0,00	742,19	0,00	0,00	56,37	6325,71
Total Egresos	77347,07	110112,79	102787,51	128798,79	79251,96	104657,55	78952,16	52074,80	88652,72	112820,24	77998,28	61377,50	46740,24
FLUJOS DE CAJA	-84047,07	14804,31	-1621,96	-40840,08	27735,20	70209,31	-4623,58	17119,10	-6827,86	-72220,81	14436,44	84390,96	53523,77
VAN	S/. 58.189,36												

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 6

ANEXO XX