



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

**PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y MANEJO ÓPTIMO DE  
INVENTARIOS EN LA CORTADORA DE PAPEL DE UNA FÁBRICA  
DE PILA SECA**

**LUIS ALBERTO SOLOGAISTOA ROMERO**

Asesorado por Ing. Miriam Patricia Rubio de Akú

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y MANEJO ÓPTIMO DE  
INVENTARIOS EN LA CORTADORA DE PAPEL DE UNA FÁBRICA  
DE PILA SECA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS ALBERTO SOLOGAISTOA ROMERO**

ASESORADO POR INGA. MIRIAM PATRICIA RUBIO DE AKÚ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Zelada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Danilo Gonzáles Trejo
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Rossana Margarita Castillo Rodriguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y MANEJO ÓPTIMO DE INVENTARIOS EN LA CORTADORA DE PAPEL DE UNA FÁBRICA DE PILA SECA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha marzo 2006

Luis Alberto Sologaitoa Romero



Mis primos

Por ser como mis hermanos, en especial a mis dos ángeles del cielo Juan Pablo y Zulema por estar siempre en pensamientos, los extraño primitos.

Rosario Gudiel

Por ayudarme en todo momento y por estar a mi lado incondicionalmente. Te quiero mucho.

Mis amigos y compañeros

Por hacer de los años de la universidad la etapa mas extraordinaria de mi vida. En especial a Ana Franco. Gracias jóvenes.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

La Universidad de San Carlos de Guatemala      Por ser la casa de estudio que otorgó el privilegio de estudiar en sus instalaciones.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial      Por proporcionarme los conocimientos necesarios para ser un profesional de la rama.

Mi Asesora      Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú por brindarme su apoyo para realizar el presente estudio.









## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes Generales de la Empresa.....	1
1.1.1 Historia.....	1
1.1.2 Organigrama.....	2
1.1.3 Misión.....	2
1.1.4 Visión.....	3
1.2 Descripción del proceso de producción.....	3
1.2.1 Pila tamaño C y D. ....	4
1.2.1.1 Extrusión.....	4
1.2.1.2 Máquinas Básicas.....	4
1.2.1.3 Ensamble.....	6
1.2.1.4 Empaque. ....	6
1.2.2 Pila tamaño AA. ....	7
1.2.2.1 Extrusión.....	7
1.2.2.2 Máquinas Básicas AA.....	7
1.2.2.3 Ensamble en la línea AA.....	7
1.2.2.4 Empaque de la pila AA.....	8
1.3 Cortadora de Papel.....	8
1.3.1 Área de Trabajo.....	8

1.3.2	Maquinaria.....	9
1.3.3	Funciones del operador.....	10
1.3.3.1	Actividades relacionadas con el corte de bobinas.....	10
1.3.3.2	Actividades diarias no relacionadas con el corte.....	11
<b>2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>13</b>
2.1	Materia prima y producto a realizar en la cortadora.....	13
2.1.1	Bobinas de materia prima. ....	13
2.1.2	Calibre y Gramaje. ....	15
2.1.2.1	Roldana de Fondo.....	15
2.1.2.2	Roldana de Compresión.....	15
2.1.2.3	Roldana de Sello.....	15
2.1.2.4	Tubo.....	15
2.1.3	Especificaciones físicas del papel cortado.....	16
2.1.3.1	Roldana de Fondo.....	16
2.1.3.2	Roldana de Compresión.....	17
2.1.3.3	Roldana de Sello.....	17
2.1.3.4	Tubo.....	18
2.2	Almacenamiento en bodega de papel cortado.....	18
2.2.1	Manejo en bodega. ....	19
2.2.2	Entarimado. ....	19
2.2.3	Sistema de reporte diario de producción.....	20
2.3	Despacho actual. ....	20
2.3.1	Sistema actual de despacho. ....	20
2.3.2	Medio de transporte. ....	21
2.4	Control actual de inventarios.....	22
2.4.1	Inventario contable mensual. ....	22

<b>3. PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Requerimientos de papel cortado. ....	23
3.1.1 Usabilidad. ....	24
3.1.2 Requerimientos de papel .....	25
3.1.2.1 Línea de pila tamaño D.....	26
3.1.2.2 Línea de pila tamaño C.....	27
3.1.2.3 Línea de pila tamaño AA.....	28
3.1.3 Desperdicio aceptable. ....	29
3.1.3.1 Roldana de Fondo.....	29
3.1.3.2 Roldana de Compresión.....	30
3.1.3.3 Roldana de Sello.....	30
3.1.3.4 Tubo.....	30
3.1.4 Requerimiento de peso total de papel en bobina.....	31
3.2 Determinación de la capacidad de producción de la cortadora.....	33
3.2.1 Funciones del operador. ....	33
3.2.2 Tiempos estándar. ....	33
3.2.3 Disponibilidad de tiempo de trabajo.....	35
3.3 Programa de producción. ....	36
3.3.1 Programa de producción semanal.....	36
3.3.2 Formato.....	38
3.3.3 Análisis de asignación semanal por turno laborado..	39
3.4 Manejo óptimo de inventarios. ....	40
3.4.1 Reserva de papel cortado. ....	40
3.4.1.1 Incremento Eficiencia de Producción.....	41
3.4.1.2 Daño a Maquinaria.....	42
3.4.2 Sistema PEPS en la bodega de papel cortado.....	43

<b>4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>45</b>
4.1 Identificación de tarimas producidas. ....	45
4.1.1 Sistema de identificación. ....	45
4.1.2 Formato. ....	46
4.2 Reporte diario de papel cortado. ....	47
4.2.1 Variables a reportar diariamente. ....	48
4.2.2 Formato. ....	48
4.3 Programación semanal.....	49
4.3.1 Inventario semanal de papel cortado.....	49
4.3.2 Ajuste al programa de producción.....	49
4.4 Inventario mensual.....	50
4.4.1 Bobinas en proceso. ....	50
4.4.2 Papel cortado. ....	50
4.5 Almacenamiento en bodega de papel cortado.....	51
4.5.1 Bodega materia prima. ....	51
4.5.2 Bodega papel cortado. ....	52
4.5.2.1 Papel de Tubo.....	53
4.5.2.2 Papel de Roldana de Fondo.....	53
4.5.2.3 Papel de Roldana de Sello.....	53
4.5.2.4 Papel de Roldana de Compresión.....	53
4.6 Despacho .....	54
4.6.1 Requisición de materia prima. ....	54
4.6.2 Entrega de papel cortado. ....	54
<b>5. SEGUIMIENTO Y MEJORA.....</b>	<b>57</b>
5.1 Monitoreo de implementación. ....	57
5.1.1 Capacidad de producción de la cortadora de papel..	57
5.1.2 Reserva de papel cortado. ....	58
5.1.3 Existencia necesaria de papel cortado. ....	58

5.2	Modificaciones al Programa de Producción. ....	59
5.2.1	Eficiencia estándar. ....	59
5.2.2	Reserva de papel cortado. ....	59
5.3	Propuestas de mejora. ....	59
5.3.1	Ejes adicionales. ....	60
5.3.2	Funciones del operador. ....	60
5.3.3	Maquinaria adicional. ....	61
5.4	Programación de mantenimiento preventivo. ....	61
5.4.1	Reserva de papel cortado. ....	61
5.4.2	Selección del día. ....	62
5.4.3	Duración del mantenimiento. ....	62
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>67</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Organigrama de la Empresa.....	2
2	Variables de medida en una bobina. ....	14
3	Formato para identificación de tarimas de papel cortado.....	47
4	Formato para reporte de Producción en la cortadora de papel.....	48

### TABLAS

I	Descripción física de las bobinas. ....	14
II	Calibre y Gramaje para cortes producidos en la cortadora.....	16
III	Especificación de los rollos de roldana de fondo para los diferentes tamaños de pila.....	16
IV	Especificación de los rollos de roldana de compresión para los diferentes tamaños de pila.....	17
V	Especificación de los rollos de roldana de sello para los diferentes tamaños de pila.....	18
VI	Especificación de los rollos de roldana de sello para los diferentes tamaños de pila.....	18
VII	Datos Generales de las Líneas Principales de Producción.....	24
VIII	Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño AA. ....	25
IX	Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño C..	25
X	Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño D..	25

XI	Requerimiento Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño D	27
XII	Requerimiento Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño C	28
XIII	Requerimientos Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño AA.....	29
XIV	Desperdicio generado en el corte de bobinas. ....	30
XV	Peso semanal total en kilogramos requerido por planta.....	31
XVI	Peso semanal en Kilogramos de Papel en Bobina considerando un desperdicio permisible. ....	31
XVII	Numero Real de bobinas a cortar semanalmente en el departamento de papel cortado.....	32
XVIII	Numero de cortes por bobina. ....	34
XIX	Estudio de tiempos para el mes de Mayo 2,005 - Tiempos en minutos - . ....	34
XX	Tiempo Requerido de Trabajo en la Cortadora de Papel por cada tipo de Corte. ....	37
XXI	Programa Semanal de Producción para la Cortadora de Papel....	39
XXII	Producción y Porcentaje de Reserva.....	41
XXIII	Peso Total de Reserva por tamaño de pila y tipo de corte por incremento de eficiencia. ....	42
XXIV	Producción de reserva y Peso total de Reserva por daño a la maquinaria. ....	42

## GLOSARIO

<b>Bobina</b>	Dispositivos de transporte de papel, que por medio de revoluciones sobre un eje, lo acomodan espiralmente.
<b>Calibre</b>	Se mide en milésimas de pulgada y nos refiere el grosor del papel.
<b>Casquillo</b>	Fondo metálico que aísla el fondo del vaso de zinc de agentes externos.
<b>Desperdicio</b>	Fracción de material que se pierde durante el proceso de producción
<b>Domeado</b>	Trabajo en frío de metales, que por presión por medio de una copa cóncava da la forma redonda de la boca del vaso de zinc.
<b>Eficiencia estándar</b>	Eficiencia mínima de trabajo para cumplir con una demanda o pedido del mercado.
<b>Electrodo</b>	Barra cilíndrica de carbón compactado, que es inerte en la reacción y conecta la mezcla de sólidos con el polo positivo de la pila seca.
<b>Extrusión</b>	Trabajo en caliente para metales, por medio de un punzón y dado, que por impacto da la forma querida a la pieza.

<b>Gramaje</b>	Se refiere a la medida de la cantidad de material por área superficial, se mide en gramos por metro cuadrado del papel.
<b>Mantenimiento correctivo</b>	Mantenimiento que es planificado con anticipación para el buen ajuste o falla de las piezas de maquinaria.
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Mantenimiento que surge por la falla imprevista de piezas de la maquinaria.
<b>Mezcla despolarizante</b>	Mezcla homogénea de sólidos, cuya función es neutralizar la carga de los agentes activos, dentro de la pila seca.
<b>Montacargas</b>	Transporte mecánico-automotriz especial para transportar material o maquinaria en dentro de industrias.
<b>Montacarguista</b>	Persona encargada de conducir un montacargas.
<b>Operador</b>	Persona encargada de la operación y control de maquinaria especializada.
<b>Polipasto</b>	Dispositivo mecánico para el transporte aéreo de material por medio de vigas y cadenas.
<b>Reserva de seguridad</b>	Producto terminado almacenado en bodega para cubrir imprevistos dentro del proceso productivo.

<b>Ristra</b>	Empaque de pila a base de polipropileno que es adhesivo y protege a la pila del exterior.
<b>Roldana de Compresión</b>	Conserva la compactación de la mezcla de sólidos al insertarse el carbón. Es circular con perforación central hecha de papel.
<b>Roldana de Fondo</b>	Aislante circular de papel que separa la mezcla de sólidos del fondo del vaso de zinc.
<b>Roldana de Sello</b>	Base donde reposa el sello de humedad de la pila seca, es circular con perforación central hecha de papel.
<b>Rollos</b>	Papel dispuesto, espiralmente, con grosor establecido por especificaciones para las líneas principales de producción.
<b>Supervisor</b>	Persona encargada de intermediar entre la gerencia y los operadores, responsables de la producción por departamentos dentro de la planta.
<b>Tarimas</b>	Base de madera que apila material en su superficie y especiales para ser transportado por montacargas.
<b>Tolerancia</b>	Margen de variación aceptable en las dimensiones especificadas.

<b>Tubo</b>	Cilindro de cartón que aísla la superficie del vaso de la protección exterior de la pila.
<b>Usabilidad</b>	Cantidad de material promedio utilizado para producir determinado número de producto terminado.

## RESUMEN

En una organización de productos de consumo, la planificación y sistemas de control, son funciones determinantes dentro de la agenda de la alta gerencia, las cuales condicionan la posición del producto elaborado en la organización dentro del mercado objetivo.

La industria manufacturera de pila seca constituye en el territorio nacional una de las industrias con mayor prestigio y de mayor demanda dentro de la población.

Esta industria manufacturera cuenta con líneas principales de producción, donde se manufactura, directamente, la pila seca y líneas secundarias de producción donde se elaboran insumos utilizados en las líneas principales de producción. Siendo esta última, la categoría del departamento de papel cortado, donde se encuentra ubicada la cortadora de papel.

La cortadora de papel genera el papel utilizado para roldana de fondo, roldana de compresión, roldana de sello y tubo, utilizados para la fabricación de pilas de tamaño D, C y AA.

En consecuencia, la cortadora de papel debe de balancearse de acuerdo a los requerimientos de papel cortado de las líneas principales de producción, las cuales basan su producción estándar en pronósticos anuales de la demanda del mercado.

Utilizando los estudios de tiempos de las actividades del operador de la cortadora de papel, se establece el tiempo requerido para cumplir con la

demanda de papel cortado, de acuerdo a la capacidad de producción de la cortadora de papel.

Adicionalmente, se comprueba que la cortadora de papel posee la capacidad de cumplir con la demanda, al determinar el tiempo disponible de trabajo y compararlo con el tiempo requerido.

Para culminar con esta primera parte, se diseña y analiza un programa semanal de producción de la cortadora de papel suficiente para cubrir con la demanda de papel cortado de las líneas principales de producción a una demanda estándar dentro del tiempo disponible de trabajo semanalmente.

Conjuntamente, la optimización del manejo de inventarios de papel cortado dentro de la bodega de materia prima provee una rotación adecuada del papel cortado evitando la acumulación y escasez del mismo.

Utilizando un sistema PEPS de manejo de inventarios se garantiza esta rotación de inventarios. Adicionalmente, se crea una reserva de seguridad de papel cortado para evitar la escasez por problemas en la maquinaria no mayor a 2 días de producción.

Todo esto engloba un estudio, cuya finalidad es crear un verdadero vínculo entre el departamento de papel cortado y las líneas principales de producción, optimizando recursos, tiempo, movimientos y espacio físico en una planta de manufactura de pila seca.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un programa semanal de producción y un manejo óptimo de inventarios en la cortadora de papel de una fabrica de pila seca.

### **Específicos**

1. Determinar la cantidad semanal de kilogramos de cada tipo de papel requeridos por las diferentes líneas de producción a una eficiencia estándar.
2. Conocer tiempos estándar en las operaciones de la cortadora de papel.
3. Determinar la capacidad de producción en la cortadora de papel para cada tipo de corte.
4. Diseñar un programa de producción semanal para la cortadora de papel, especificando el tipo de corte y la cantidad del mismo.
5. Implementar un sistema PEPS para el control y manejo óptimo de inventario de papel cortado.
6. Evitar la acumulación de papel cortado en la bodega.
7. Mantener una reserva de papel cortado en la bodega.



## INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera de la actualidad debe de tener un sistema de programación en producción y en todos los departamentos que contribuyan a la eficiencia de las líneas de producción. Conjuntamente debe de contar con un control adecuado de inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.

En el presente trabajo de graduación se elaborará un programa de producción para la cortadora de papel de una fábrica de pila seca, la cual trabaja paralelamente a las líneas principales de producción, ya que, es la encargada de proveer el papel cortado a dichas líneas.

Se realizará un estudio del papel requerido en cada punto de abastecimiento y, así, establecer la demanda semanal de papel cortado, esto dará un panorama previo y condicionará las horas a laborar en este departamento.

Paralelamente, se realizarán estudios para determinar la capacidad de producción de la cortadora de papel con el fin de establecer la cantidad de unidades a producir en la cortadora para cubrir la demanda de las líneas principales de producción.

El diseño del programa de producción servirá como guía para el operador para conocer qué hacer diariamente. De igual manera, garantizará la existencia de papel cortado para las líneas principales de producción.

Como apoyo al programa de producción, se efectuará un análisis de manejo y control óptimo de inventarios que permita dar una circulación efectiva al papel cortado. Como medida de seguridad, se almacenará una reserva de papel cortado para cubrir cualquier eventualidad, como puede ser un mantenimiento correctivo; un incremento en la eficiencia de la planta; o, en caso contrario, reprogramar la producción por un descenso en la eficiencia de la planta.

## **1. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Antecedentes generales de la empresa**

#### **1.1.1 Historia**

Es una empresa manufacturera de pilas denominadas pilas secas de carbón. Esta ubicada en el extremo norte de la ciudad capital, en la colonia Santa Isabel, Zona 6, Jocotales.

Cuenta actualmente con aproximadamente 500 empleados, divididos en área administrativa, mecánicos, operadores, supervisores, entre otros. Fué fundada aproximadamente en los años 50, con capital nacional, actualmente es parte fundamental de una corporación mundial, la cual cuenta con plantas distribuidas en todo el mundo, que adicionalmente produce productos alternativos.

En el año 2002, la empresa logra un crecimiento en la demanda, por lo que se hace necesario incrementar la capacidad de maquinaria, personal y tiempo de trabajo, siendo modificado a dos turnos y por ende, aumento en la población trabajadora.

La pila producida es la pila de zinc-manganeso, con electrodo de carbón, en los tamaños comerciales de AA, C y D. Contando con plantas alternas que producen materia prima la cual es utilizada dentro del proceso productivo.

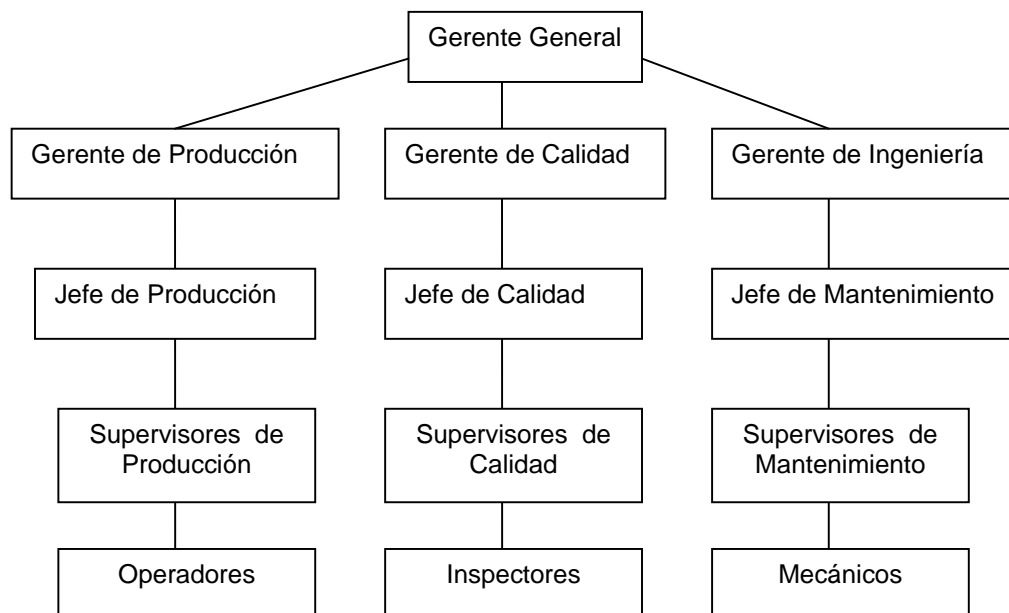
La empresa constituye una fuente de trabajo estable para sus trabajadores, cuenta con áreas recreativas dentro de la misma, además de

producir productos de calidad mundial capaz de competir con la globalización del mercado mundial.

### 1.1.2 Organigrama

La empresa esta estructurada según las siguientes jerarquías.

**Figura 1 Organigrama de la Empresa**



### 1.1.3 Misión

Ser una empresa líder en el mercado manufacturero de pila seca que busca dar una estabilidad, seguridad y satisfacción a sus trabajadores y el mejor producto del mercado a sus clientes

#### **1.1.4 Visión**

Producir productos de alta calidad que sobrepasen las expectativas de los clientes, comprometiendo a los trabajadores a trabajar para lograr dicha meta.

### **1.2 Descripción del proceso de producción**

La pila seca es una fuente de energía portátil que es utilizada para suministrar energía a aparatos o dispositivos eléctricos. La energía que proporciona una pila es resultado de una reacción química entre la mezcla de manganeso, que constituye la parte positiva, y el vaso de zinc, que es la parte negativa. Esta reacción se da a través del electrodo de carbón, el cual es inerte y sirve de medio de conducción de la parte positiva.

Para incrementar el tiempo de vida, se coloca dentro de la pila, entre el papel electrolítico y el electrodo de carbón, una “mezcla despolarizante” conteniendo bióxido de manganeso. Los átomos de oxígeno desplazados por el bióxido de manganeso se combinan con los de hidrógeno para formar agua; la pila se despolariza y continúa produciendo corriente.

Para evitar un contacto directo entre la mezcla y el vaso de zinc se utilizan materiales como papel separador y papel para roldana de fondo, que sirven como separación de los mismos.

Para que la pila no pierda la humedad, la cual es necesaria para una conducción efectiva. Es por esta causa necesario proveer a la pila una roldana de sello y sello que impida la pérdida de humedad.

El resto de componen del exterior de la pila tienen el objeto de darle forma y protección para que el cliente reciba el producto en condiciones óptimas de uso.

## **1.2.2 Pila tamaño C Y D**

### **1.3.3.1 Extrusión**

La materia prima utilizada en la elaboración del vaso es la ficha de zinc, este material es comprado por la empresa en tres tamaños distintos para las pilas tipo "D" y "C".

El proceso que se lleva a cabo para transformar la ficha en vaso es el proceso de extrusión. Dicho proceso lo llevan a cabo las prensas extrusoras que la forma de vaso al zinc.

Posteriormente, el vaso extruido pasa al corte para estandarizar la altura del vaso de zinc, esto se realiza cortando la orilla superior del vaso. Las máquinas de corte poseen unas cuchillas afiladas por las cuales pasa el vaso y allí le es eliminado el borde superior. A este borde se le conoce con el nombre de anillo.

### **1.3.3.2 Máquinas básicas**

Son las encargadas de elaborar la semipila. Emplean motores eléctricos y sistemas neumáticos, además de todos los elementos mecánicos que deben tener sincronización completa. Estas máquinas utilizan materia prima como el vaso de zinc, papel separador, mezcla despolarizante, papel parafinado y electrodos de carbón que se integran para formar la semipila.

Alimentación de vaso de cinc: los vasos de zinc son alimentados desde la faja central a través de un carril y son colocados sobre la guía con la parte abierta del vaso hacia las estaciones de ensamble.



Estación de papel separador: esta estación introduce y corta el papel separador dentro del vaso de zinc.

Estación de Deposito de Mezcla: Tiene la función de introducir la cantidad de mezcla necesaria para cada pila que se produce en la máquina, consta de: un depósito de mezcla, una faja que transporta mezcla hacia el depósito secundario, la cual es gobernada por un sensor que mantendrá la cantidad correcta de mezcla, un depósito secundario, un balancín que acciona un martillo el cual proporciona el peso correcto de mezcla para cada pila.

- a. **Roldana de Fondo:** Aquí se corta y coloca dentro del vaso de zinc un fondo de papel parafinado, **el cual es suministrado por la cortadora de papel.**
- b. Estación de compactación: en esta estación se realiza la compactación de la mezcla dentro del vaso de zinc.
- c. **Roldana de compresión:** en esta parte se corta y se coloca una roldana de papel sin parafina, que tiene como función evitar que la mezcla se salga del vaso cuando este se transporta, **el cual es suministrado por la cortadora de papel.**
- d. Estación de carbón: Consta de un depósito de carbón, donde por medio de una guía baja el mismo a una cámara donde una barra insertadora accionada por un pistón neumático lo introduce de manera centrada en la mezcla.
- e. Doble de vaso de cinc: Las orillas del vaso de zinc son dobladas hacia el interior por medio de una copa, este doble se conoce como domeado. El domeado del vaso de zinc es muy importante ya que el mismo le sirve de soporte a la roldana de sello de asfalto que se coloca en la siguiente estación.
- f. **Roldana de Sello:** Esta estación corta y coloca una roldana de papel, la cual servirá de base al sello de asfalto, **la cual es suministrada por la cortadora de papel.**

- g. Prueba eléctrica: Prueba el voltaje de la pila, el cual debe cumplir con las especificaciones de calidad, para continuar en el proceso, si no se cumple se manda una señal eléctrica y la pila es rechazada.

### **1.3.3.3 Ensamble**

El recubrimiento metálico es el cuerpo cilíndrico laminado que recubre y protege a la pila, además identifica la marca en el mercado.

El recubrimiento metálico que es trasladado mediante una banda transportadora a las máquinas ensambladoras, cuya función es ensamblar la pila; es decir unir el blindaje, el tubo de cartón (**suministrado por la cortadora**) y el fondo metálico con la semipila, para que ésta pueda avanzar a las selladoras que colocan el sello a la pila.

### **1.3.3.4 Empaque**

La pila avanza del departamento de ensamble al de empaque y es distribuida a unas máquinas conocidas como Cerradoras, las cuales tienen la función de colocar la tapa metálica de la terminal positiva, también le pone un sello de papel de garantía.

Luego pasa al probador eléctrico donde se realiza la última prueba eléctrica a la pila, la cual debe de cumplir con un voltaje mínimo para ser aprobada y pasar a la Empacadora. La función de esta máquina es la de empacar la pila en bandejas de cartón y envolverlas con papel celofán termo encogible.

El horno sirve para que el termo encogible quede bien ajustado y no se rompa fácilmente. Las cajas de cartón son almacenadas en bodega de producto terminado esperando su distribución.

## **1.2.3 Pila tamaño AA**

### **1.3.3.1 Extrusión**

El proceso de la pila AA inicia en extrusión de la misma manera que en la línea de la pila C y D. Este vaso es transportado a las máquinas básicas, llamadas máquinas básicas.

### **1.3.3.2 Máquinas básicas AA**

Las máquinas básicas AA son similares a las utilizadas en la línea C y D, a diferencia que en estas máquinas se suprime la estación de electrodo de carbón, roldana de sello y el domeado. Por otro lado, se agregan las estaciones de casquillo, base de verticalidad.

- a. Casquillo: Es un fondo metálico que se coloca sobre el vaso de zinc y sirve para proteger en el fondo al vaso.
- b. Base de verticalidad: Es un cilindro de metal recubierto con cerámica con la finalidad de que la pila no se caiga durante el proceso y que conserve su posición vertical.

### **1.3.3.3 Ensamble en la línea AA**

En este departamento cuenta con una carbonera, estación de roldana de sello, cerradora, las cuales son máquinas rotativas. Al inicio es colocado el electrodo de carbón y pasa directamente a la inserción de la roldana de sello, trasladándose a la selladora que es la encargada de inyectar el sello.

Por último pasa a la cerradora, donde es colocada la tapa sobre el electrodo y luego al cierre del vaso dejando formado el vaso para sujetar la tapa.

Esta pila es almacenada en cajas y toman un reposo de 5 días como mínimo para poder pasar al departamento de empaque.

#### **1.3.3.4 Empaque de la pila AA**

Como primer paso la pila pasa a través de la probadora eléctrica donde es descartada toda la pila que presenta descenso en su voltaje o amperaje. Para dar lugar a la etapa de etiquetado, donde se coloca una etiqueta adhesiva con la marca de la empresa.

Posteriormente es empacada en ristras de polipropileno de 12 pilas cada una, las cuales son almacenadas en cajas para su transporte efectivo.

### **1.3 Cortadora de papel**

La cortadora de papel es el departamento encargado de suministrar los rollos de papel para la roldana de compresión, roldana de fondo, roldana de sello utilizado por las máquinas básicas y el papel de tubo utilizado en el departamento de ensamble de la línea de producción de pila tamaño D.

#### **1.3.1 Área de Trabajo**

La cortadora de papel esta completamente separada de las líneas de producción principal. Esta ubicada dentro de las instalaciones de la planta, vecindando con la bodega de materia prima.

Cuenta con un área para:

- a. La cortadora de papel.
- b. Almacenamiento de bobinas de materia prima

- c. Almacenamiento de papel cortado.
- d. Balanza de pesado.

### 1.3.2 Maquinaria

La cortadora de papel es una máquina que utiliza la energía eléctrica para funcionar. Consta de:

- a. **Eje de entrada:** En este eje se monta la bobina a cortar. Se coloca el eje en el agujero central de la bobina transversalmente, el cual con ayuda de un polipasto es subido a la base del eje en la cortadora de papel. Este eje está ensamblado con el motor que proporciona las revoluciones para que se desenrolle la bobina. Las revoluciones del eje pueden ser controladas a través de un freno mecánico, que ofrece fricción al movimiento, este freno es controlado por el operador, y así controlar la tensión de embobinado.
- b. **Guías de enebrado:** Estas guías garantizan que el papel esté alineado, y mantenerlo con una tensión adecuada, sin ofrecerle fricción adicional.
- c. **Tanque de aceite mineral:** Para dar la lubricación a los rollos cortados, se agrega aceite mineral, el cual se encuentra en un tanque debajo de las guías de enebrado, donde el papel es conducido al tanque de aceite por las guías de enebrado y así dar un recubrimiento uniforme a la hoja de la bobina.
- d. **Ejes de cuchillas:** Son dos ejes de cuchillas donde el papel pasa por en medio de ellos, realizando el corte requerido. Estas cuchillas pueden graduarse o intercambiarse de acuerdo al ancho de rollo requerido.

- e. **Eje de salida:** Recibe el papel cortado, al inicio se deben asegurar las puntas al eje con una varilla que entra a presión en un canal del eje.
- f. **Freno:** La cortadora posee un freno que detiene o acciona el funcionar de la cortadora.

### 1.3.3 Funciones del operador

#### 1.3.3.1 Actividades relacionadas con el corte de bobinas

- a. **Aflojar cuchillas y limpiar máquina:** Al iniciar un corte nuevo deben de aflojarse las cuchillas, sopletear la máquina y limpiar el área.
- b. **Graduar cuchillas o cambiar ejes:** Debido a que las medidas de los rollos varían según el tipo de corte y tamaño de pila, es necesario graduar la medida de separación de las cuchillas. O bien cambiar ejes si se programa cortar papel de tubo ya que existe un eje exclusivo para este uso.
- c. **Desmontar eje de entrada y montar bobina:** El eje debe desmontarse de la cortadora y colocarlo en eje transversal de la bobina para que con la ayuda de un polipasto se suba la bobina a la base del eje y se asegure nuevamente.
- d. **Enebrar papel:** Se hace pasar el papel entre las guías de enebrado hasta el inicio del eje de cuchillas.
- e. **Verificación de corte:** Al iniciar el corte se acciona manualmente la cortadora y se verifica la medida de las cuchillas y la calidad del corte.

- f. **Asegurar papel cortado al eje de salida:** Con la ayuda de una varilla a presión se aseguran las puntas del papel cortado al eje de salida.
- g. **Corte:** Al asegurar el papel se inicia el corte, liberando los frenos y acomodando los desperdicios de las orillas de la bobina.
- h. **Sellar el corte con cinta adhesiva:** Se le coloca una cinta adhesiva a las puntas del final del corte para evitar que se desalinee. Además de corta con cuchilla la separación de cada rollo.
- i. **Desmontar eje de salida:** Se desmonta el eje de salida con la ayuda del polipasto y se saca el eje del papel cortado, en este punto es necesario remover todo el desperdicio del corte para limpiar el área.

#### 1.3.3.3 Actividades diarias no relacionadas con el corte

- j. **Separar rollos por tamaño y entarimado:** Se separan los rollos por tamaño y se entariman por separado.
- k. **Pesado de tarima:** Se pesa la tarima de para conocer la cantidad de rollos y entregarlo a bodega.
- l. **Almacenaje:** Al conocer el peso de la tarima, el papel puede ser entregado a bodega y almacenarlo para su posterior uso en las líneas principales de producción.
- m. **Solicitud de Materiales:** Al inicio del turno el operador es el encargado de realizar la solicitud de materiales de acuerdo a la cantidad y tipo de papel que necesita.
- n. **Recepción y almacenaje de Materia Prima:** Cuando es despachada por bodega las bobinas de materia prima el operador debe verificar la cantidad de bobinas y el tipo de papel que fue

solicitado. Finalmente debe de colocarlo en un lugar donde no obstaculice el tránsito.

- o. **Reporte de Producción:** Al finalizar el turno el operador debe de elaborar el reporte de producción de papel cortado en el turno.
- p. **Limpiar el área:** El operador es responsable de vaciar los recipientes con el papel de desperdicio y dejar el área limpia para el siguiente turno.
- q. **Troquel de sello AA:** En la pila tamaño AA la roldana de sello es obtenida de un papel cortado proporcionado por un proveedor, el cual se coloca en un troquel que corta las roldanas que son requeridas por la línea de producción. Este troquel trabaja todo el día, en donde el operador es el responsable de colocar los rollos en el carrete y retirar el desperdicio y las cajas de roldana.



## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

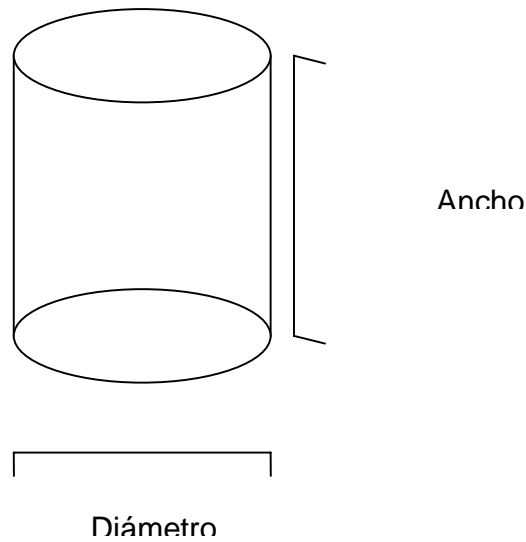
### **2.1 Materia prima y producto a realizar en la cortadora**

La materia prima utilizada en el departamento de papel cortado son bobinas de papel, que son almacenados en la bodega de materia prima dentro de la planta de producción y el producto terminado se clasifica en rollos de: roldana de fondo, roldana de compresión, roldana de sello y tubo, para cada tamaño de pila existente. A continuación se presenta una descripción más detallada.

#### **2.1.1 Bobinas de materia prima**

Las bobinas son abastecidas por empresas nacionales y extranjeras según el calibre y tipo de corte que se desea realizar. Estas bobinas se caracterizan por el gramaje, el peso neto de la bobina, el calibre, el ancho de la bobina y el diámetro de la misma.

**Figura 2 Variables de medida en una bobina**



Donde el ancho y el diámetro son medidos en metros (mm).

**Tabla I Descripción física de las bobinas**

<b>Calibre</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Papel Calibre 9	615	863.60	863.6
Papel Calibre 16 Nacional	910	762.00	914.4
Papel Calibre 16 Importación	615	857.25	914.4
Papel Calibre 30	908	762.00	914.4

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

## **2.1.2 Calibre y Gramaje**

### **2.1.2.1 Roldana de Fondo**

El papel utilizado para la elaboración de roldana de fondo para las diferentes líneas de producción contiene las similares características. Dicho papel posee un gramaje promedio por unidad de área de  $250 \text{ g/m}^2$  y un calibre en pulgadas de  $16 \cdot 10^{-3}$ , el cual hace referencia al grosor del papel.

### **2.1.2.2 Roldana de Compresión**

El papel utilizado para la elaboración de roldana de compresión para las diferentes líneas de producción contiene las similares características. Dicho papel posee un gramaje promedio por unidad de área de  $250 \text{ g/m}^2$  y un calibre de  $16 \cdot 10^{-3}$  pulgadas.

### **2.1.2.3 Roldana de Sello**

El papel utilizado para la elaboración de roldana de sello para las diferentes líneas de producción posee características especiales para su fabricación de acuerdo a las necesidades de producción... Dicho papel posee un gramaje promedio de  $450 \text{ g/m}^2$  y un calibre de  $30 \cdot 10^{-3}$  pulgadas.

### **2.1.2.4 Tubo**

El papel utilizado para la elaboración de tubo en la línea de pila tamaño D posee características especiales debido que es la parte que provee el aislamiento de la pila y el empaque. Dicho papel posee un gramaje promedio de  $150 \text{ g/m}^2$  y un calibre de  $9 \cdot 10^{-3}$  pulgadas.

**Tabla II Calibre y Gramaje para cortes producidos en la cortadora**

<b>Corte</b>	<b>Calibre (1 E-3 pulgadas)</b>	<b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b>
Roldana de Sello	30	450
Roldana de Fondo	16	250
Roldana de Compresión	16	250
Roldana de Tubo	9	150

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

### **2.1.3 Especificaciones físicas del papel cortado**

De cada bobina de materia prima se obtienen rollos de papel con un ancho especificado necesario en las líneas principales de producción de acuerdo al tamaño de pila en cuestión.

#### **2.1.3.1 Roldana de Fondo**

A continuación se presenta una tabla con las especificaciones del ancho que debe poseer cada rollo de roldana de fondo para ser utilizado en cada una de las diferentes líneas principales de producción.

**Tabla III Especificación de los rollos de roldana de fondo para los diferentes tamaños de pila**

<b>Tamaño de Pila</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
Pila tamaño AA	16.2	± 0.4
Pila tamaño D	35.2	± 0.4
Pila tamaño C	20.0	± 0.4

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

### 2.1.3.2 Roldana de Compresión

Esta roldana a diferencia de la roldana de fondo presenta un menor diámetro debido a que esta sirve de tapón y conservar la mezcla dentro de la pila durante el proceso de elaboración.

Las especificaciones del ancho que debe poseer cada rollo de roldana de compresión para ser utilizado en cada una de las diferentes líneas principales de producción.

**Tabla IV Especificación de los rollos de roldana de compresión para los diferentes tamaños de pila**

<b>Tamaño de Pila</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
Pila tamaño AA	14.0	$\pm 0.4$
Pila tamaño D	30.0	$\pm 0.4$
Pila tamaño C	25.0	$\pm 0.4$

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

### 2.1.3.3 Roldana de Sello

La roldana de sello es cortada únicamente para las líneas de producción de tamaño D y C, para la línea de pila tamaño AA se tiene un contrato con el proveedor, por lo que no se corta en la fabrica.

Las especificaciones del ancho que debe poseer cada rollo de roldana de sello para ser utilizado en cada una de las diferentes líneas principales de producción.

**Tabla V Especificación de los rollos de roldana de sello para los diferentes tamaños de pila**

<b>Tamaño de Pila</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
Pila tamaño D	25.9	$\pm 0.4$
Pila tamaño C	18.7	$\pm 0.4$

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

#### **2.1.3.4 Tubo**

El papel para tubo es cortado únicamente para la línea de producción de tamaño D, para la línea de pila tamaño C y AA no se corta debido a que estas pilas no lo integran dentro de su composición física.

Las especificaciones del ancho que debe poseer cada rollo de roldana de sello para ser utilizado en cada una de las diferentes líneas principales de producción.

**Tabla VI Especificación de los rollos de roldana de sello para los diferentes tamaños de pila**

<b>Tamaño de Pila</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
Pila tamaño D	25.9	$\pm 0.4$
Pila tamaño C	18.7	$\pm 0.4$

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

## **2.2 Almacenamiento en bodega de papel cortado**

El departamento de papel cortado posee un espacio, dentro de la bodega de materia prima destinado para almacenar tanto las bobinas como las tarimas con rollos de papel cortado.

### **2.2.1 Manejo en bodega**

El procedimiento para la recepción y entrega de papel se inicia al almacenar las bobinas de entrada en la bodega de materia prima. Cuando son requeridas por el departamento de papel cortado, se realizan vales de requisición de material donde se especifica la cantidad de bobinas y el tipo de papel. Estas bobinas son transportadas al departamento de papel cortado para su utilización.

Al finalizar el corte de las bobinas los rollos son clasificados en tarimas separadas según el tamaño de pila, estas se pesan y son entregadas nuevamente a la bodega de materia prima, con la diferencia que estas ya están listas para ser requeridas por las líneas de producción principales.

### **2.2.2 Entarimado**

Como se mencionó anteriormente el papel cortado es almacenado en tarimas separadas según el tamaño de pila al cual está destinado.

La separación, clasificación y entarimado es realizado manualmente por el operador de la cortadora de papel, una hora antes de terminar el turno que le corresponde.

En cada tarima son colocados aproximadamente un total de 650 kilogramos de papel cortado.

La tarima es transportada con la ayuda de un montacargas, hacia el pesado donde se establece el peso total de la tarima a entregar a la bodega, para ser trasladada posteriormente a la bodega de papel cortado.

### **2.2.3 Sistema de reporte diario de producción**

Actualmente el operador de la cortadora es el encargado de realizar el reporte de papel cortado en cada jornada laboral.

Al obtener una tarima completa de papel cortado previamente clasificado, el operador pesará la tarima e indica al supervisor de producción el peso de la tarima, si no se completa la tarima no la debe reportar, hasta que se complete la misma.

El supervisor de producción es el encargado de reportar al programa de producción la cantidad de papel cortado por turno laborado, cuya información es extraída por informe del operador de la cortadora de papel.

## **2.3 Despacho actual**

El sistema de despacho actual comprende una serie de documentos, vales y reportes tanto para la requisición de material como para la entrega de papel cortado.

### **2.3.1 Sistema actual de despacho**

Para la requisición de bobinas de papel utilizadas como materia prima es solicitada a través de vales, que son entregados por el supervisor de producción del departamento de papel cortado al supervisor de bodega. Donde indica el tipo de papel que se está solicitando por medio del calibre del mismo, y el número de bobinas que se están solicitando.

El supervisor de bodega traduce el número de bobinas al peso equivalente en kilogramos de las bobinas entregadas. Este peso es restado de la existencia del papel en bodega de materia prima.



Dichas bobinas pasan a formar parte del inventario de producto en proceso previo a ser cortadas, y es responsabilidad del supervisor de producción dicho material.

Posteriormente de ser cortadas y entarimadas, el papel es pesado por el operador de la cortadora y reportado al supervisor de producción. Este es el responsable de elaborar el reporte de producción y el vale de entrega de papel cortado a bodega. En donde especifica el peso en kilogramos de cada tipo de papel cortado clasificado por tamaño de pila a la cual se ha destinado que está siendo entregado.

El supervisor de bodega recibe el vale incrementando su inventario de papel cortado y se elimina el inventario de producto en proceso. El papel queda almacenado en bodega hasta el momento en que es requerido por las líneas principales de producción por un vale que recibe el supervisor de bodega.

### **2.3.2 Medio de transporte**

Los traslados de las bobinas de materia prima son ejecutados por montacargas transportándolas de la bodega de materia prima al departamento de papel cortado.

De igual manera, la entrega de papel cortado del departamento de papel cortado a bodega es realizada por montacargas.

Por último, el traslado de bodega a las líneas principales de producción es realizado por montacargas. Los montacarguistas pertenecen al departamento de bodega y son supervisados por el supervisor de bodega.

## **2.4 Control actual de inventarios**

El sistema actual de control de inventarios en el departamento de papel cortado cuenta con un inventario contable mensual, que se realiza a la materia prima, producto en proceso y papel cortado entregado a bodega.

La programación de producción en el departamento de papel cortado necesita fundamentarse y interrelacionarse con las líneas principales de producción, para mantener un control en la existencia de papel cortado en la bodega.

### **2.4.1 Inventario contable mensual**

El inventario contable mensual que se realiza en el departamento de papel cortado y en toda la planta de producción, es ejecutado por el supervisor de producción del departamento.

En donde mensualmente, se realiza un inventario de la existencia física de bobinas sin cortar, de papel cortado que está en proceso y papel cortado que ha sido entregado a bodega.

Las bobinas de materia prima se contabilizan por peso en kilogramos y clasificado según el calibre del papel.

El papel cortado que está en bodega o como papel cortado en proceso tanto en el departamento de papel cortado como en las líneas principales de producción, es clasificado de acuerdo al calibre y al tamaño de pila al que está destinado el corte. El papel es pesado y contabilizado en kilogramos en cada una de las clasificaciones.

### **3. PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS**

La propuesta para vincular directamente al departamento de papel cortado con las líneas principales de producción es la de realizar una programación de producción que se calcule con base a la producción de las líneas principales de producción. El manejo óptimo de inventarios proporcionará un panorama exacto de la existencia de papel cortado y de las necesidades de producción requeridas para la cortadora de papel.

Además de realizar los cálculos necesarios de requerimientos de producción, capacidad de producción, disponibilidad para producción y el desperdicio permisible dentro del departamento de papel cortado, que culminará con el diseño de la programación de producción semanal y manejo óptimo de inventarios del departamento.

#### **3.1 Requerimientos de papel cortado**

Como primer punto se ejecutará un análisis del requerimiento de papel cortado para las líneas principales de producción tomando como base de cálculo las producciones estándar programadas para cumplir con la demanda de pila seca dentro del mercado en cada una de sus presentaciones.

La demanda en el mercado es pronosticada individualmente para cada tamaño de pila y va ligada directamente al historial de ventas presentadas en los últimos años. Este pronóstico de ventas es calculado y analizado por los departamentos de comercialización, ventas y producción.

El pronóstico es realizado individualmente para cada tamaño de pila y de ahí parte el cálculo de la producción estándar requerida para cumplir con esta demanda.

Por tanto, la producción estándar es diferente en cada una de las líneas principales de producción por lo que se presentarán individualmente, de acuerdo a datos proporcionados por la empresa.

**Tabla VII Datos Generales de las Líneas Principales de Producción**

Tamaño de Pila	Disponibilidad (horas por semana)	Capacidad de Producción (unidades por semana)	Eficiencia Estándar (%)	Producción Estándar (unidades por semana)
D	82.4	9,166,668	60	5,500,001
C	82.4	3,142,858	70	2,200,001
AA	82.4	5,076,924	65	3,300,001

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

### 3.1.2 Usabilidad

El consumo de papel varía de acuerdo al tamaño de pila y del tipo de corte que se necesite. Adicionalmente, debe considerarse un margen de desperdicio de cada uno de los materiales que es generado dentro del proceso de producción. Este desperdicio esta contemplado por pila que ha sido rechazada por el departamento de control de calidad, que ya contiene dentro de su manufactura materia prima proveniente del departamento de papel cortado y por daños de maquinaria o mala operación del operador.

Los datos de usabilidad son calculados y aprobados anualmente por la gerencia de la empresa y fueron proporcionados por la misma para fines de este trabajo.

**Tabla VIII Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño AA**

<b>Tipo de Papel</b>	<b>Uso estándar (Kg)</b>
Roldana de Fondo	0.08513
Roldana de Compresión	0.04644

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

**Tabla IX Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño C**

<b>Tipo de Papel</b>	<b>Uso estándar (Kg)</b>
Roldana de Fondo	0.25151
Roldana de Compresión	0.17868
Roldana de Sello	0.19481

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

**Tabla X Datos de usabilidad de papel cortado por 1,000 pilas tamaño D**

<b>Tipo de Papel</b>	<b>Uso estándar (Kg)</b>
Roldana de Fondo	0.39082
Roldana de Compresión	0.22912
Roldana de Sello	0.34094
Tubo	2.21596

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

### **3.1.3 Requerimientos de papel**

El requerimiento de cada uno de cortes en los diferentes tamaños de papel va ligado a la usabilidad de los mismos, descrito en la sección anterior, pero principalmente debe estar vinculada a la producción programada en las líneas principales de producción.

### 3.1.2.1 Línea de pila tamaño D

La pila tamaño D es la que a través de los años ha demostrado ser la de mayor demanda dentro del mercado. Dentro del proceso de producción es la línea con mayor capacidad de producción, provocado por la mayor demanda obtenida dentro del mercado, como se muestra en la tabla VI.

Los requerimientos se calcularán para el papel que se utiliza para roldana de fondo, roldana de compresión, roldana de sello y tubo. La variable a medir será el peso de papel necesario por cada uno de los cortes mencionados a partir de datos de producción estándar y usabilidad.

Ejemplo de cálculo (Roldana de fondo):

Producción estándar: 2,750,000 pilas a la semana.

Usabilidad: 0.39082 Kg por 1,000 pilas.

$$\text{Requerimiento Neto} = \text{Producción estándar} * \text{Usabilidad} \quad (1)$$

$$\text{Requer. Neto} = \frac{5,500,000 \text{ pilas}}{\text{semana}} * \frac{0.3908 \text{ Kg papel}}{1,000 \text{ pilas}} = 2,149.51 \frac{\text{Kg de papel}}{\text{semana}}$$

Nota: De igual manera se calcularon el resto de requerimientos Netos que se presentan en la Tabla XI para la pila de tamaño D.

**Tabla XI Requerimiento Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño D**

Tipo de Corte	Producción Estándar (pilas por semana)	Usabilidad (Kg por 1,000 pilas)	Requerimientos Netos (Kg por semana)
Roldana de Fondo	5,500,001	0.39082	2,149.51
Roldana de Compresión	5,500,001	0.22912	1,260.16
Roldana de Sello	5,500,001	0.34094	1,875.17
Tube	5,500,001	2.21596	12,187.78

Fuente: Datos calculados por Ecuación 1.

### 3.1.2.2 Línea de pila tamaño C

La pila tamaño C, utilizará la ecuación 1 para calcular los requerimientos de papel en cada una de las presentaciones variando los datos de producción estándar y de usabilidad, de igual manera como se realizó para los datos de la pila tamaño D.

Ejemplo de cálculo (Roldana de fondo):

Producción estándar: 1,100,000 pilas a la semana.

Usabilidad: 0.25151 Kg por 1,000 pilas.

$$\text{Requer. Neto} = \frac{2,200,000 \text{ pilas}}{\text{semana}} * \frac{0.25151 \text{ Kg papel}}{1,000 \text{ pilas}} = 553.32 \text{ Kg de papel / semana}$$

Nota: De igual manera se calcularon el resto de requerimientos netos que se presentan en la Tabla XII para la pila de tamaño C.

**Tabla XII Requerimiento Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño C**

Tipo de Corte	Producción Estándar (pilas por semana)	Usabilidad (Kg por 1,000 pilas)	Requerimiento Neto (Kg por semana)
Roldana de Fondo	2,200,001	0.25151	553.32
Roldana de Compresión	2,200,001	0.17868	393.10
Roldana de Sello	2,200,001	0.19481	428.58

Fuente: Datos calculados por Ecuación 1.

### 3.1.2.3 Línea de pila tamaño AA

La pila tamaño AA utilizará la ecuación 1 para calcular los requerimientos de papel en cada una de las presentaciones variando los datos de producción estándar y de usabilidad.

Ejemplo de cálculo (Roldana de fondo):

Producción estándar: 1,650,000 pilas a la semana.

Usabilidad: 0.08513 Kg por 1,000 pilas.

$$\text{Requer. Neto} = \frac{1,650,000 \text{ pilas}}{\text{semana}} * \frac{0.08513 \text{ Kg papel}}{1,000 \text{ pilas}} = 140.46 \frac{\text{Kg de papel}}{\text{semana}}$$

Nota: De igual manera se calcularon el resto de requerimientos netos que se presentan en la Tabla XIII para la pila de tamaño AA.



**Tabla XIII Requerimientos Neto semanal de Papel Cortado en pila tamaño AA**

Tipo de Corte	Producción Estándar (pilas por semana)	Usabilidad (Kg por 1,000 pilas)	Requerimientos Neto (Kg por semana)
Roldana de Fondo	3,300,001	0.08513	280.93
Roldana de Compresión	3,300,001	0.04644	153.25

Fuente: Datos calculados por Ecuación 1.

### 3.1.4 Desperdicio aceptable

Dentro del desperdicio que se produce dentro del proceso productivo, hablando específicamente dentro del departamento de papel cortado está el papel que se desperdicia en la operación de corte. Dicho desperdicio es generado debido a que los cortes no abarcan la totalidad de la superficie de la bobina de papel, sino que en las orillas de la bobina quedan orillas que no son aprovechadas y son desechadas.

El peso de este desperdicio es variable y depende del tipo de corte que se esté realizando. El operador de la cortadora es el encargado del pesaje diario de este desperdicio y reportarlo diariamente.

La empresa hace un promedio del desperdicio generado con el papel neto obtenido en el corte de la bobina y es actualizado anualmente dentro de los datos de usabilidad.

#### 3.4.1.1 Roldana de Fondo

Para las bobinas de roldana de fondo se tiene un peso neto utilizable de 842.846 Kg., un desperdicio promedio aceptable de 42.142 Kg. para un total de peso total utilizado en bobina de 884.988 Kg.

### 3.4.1.2 Roldana de Compresión

Para las bobinas de roldana de compresión se tiene un peso neto utilizable de 1,000.0 Kg., un desperdicio promedio aceptable de 29.573 Kg. para un total de peso total utilizado en bobina de 1,029.573 Kg.

### 3.4.1.3 Roldana de Sello

Para las bobinas de roldana de sello se tiene un peso neto utilizable de 937.591 Kg., un desperdicio promedio aceptable de 28.085 Kg. para un total de peso total utilizado en bobina de 965.676 Kg.

### 3.4.1.4 Tubo

Para las bobinas de roldana de fondo se tiene un peso neto utilizable de 1,000.0 Kg., un desperdicio promedio aceptable de 49.02 Kg. para un total de peso total utilizado en bobina de 1049.02 Kg.

**Tabla XIV Desperdicio generado en el corte de bobinas**

Tipo de Corte	Peso Neto Utilizable (Kg)	Desperdicio promedio (Kg)	Peso total utilizado en bobina
Roldana de Fondo	842.846	42.142	884.988
Roldana de Compresión	1,000.00	29.573	1,029.573
Roldana de Sello	937.591	28.085	965.676
Tubo	1,000.00	49.020	1,049.020

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

### 3.1.4 Requerimiento de peso total de papel en bobina

Para realizar la programación de producción debe tenerse cuantificada la cantidad de bobinas a cortar por cada uno de los cortes, para lo cual se debe de cuantificar el peso total requerido semanalmente por todas las líneas principales de producción en cada uno de los cortes. Con la ayuda de la ecuación número 2.

$$\text{Total Requerido} = \text{Requer. Neto AA} + \text{Requer. Neto C} + \text{Requer. Neto D} \quad (2)$$

Los resultados de esta ecuación son tabulados en la tabla XIV que se muestra a continuación

**Tabla XV** Peso semanal total en kilogramos requerido por planta

Tipo Papel	Tamaño D	Tamaño C	Tamaño AA	Total Requerido
Roldana de Fondo	2,149.51	553.32	280.93	2,983.76
Roldana de Compresión	1,260.16	393.10	153.25	1,806.51
Roldana de Sello	1,875.17	428.58		2,303.75
Tubo	12,187.78			12,187.78

Fuente: Datos calculados con Ecuación No. 2.

A este dato debe de sumarle el desperdicio permisible considerado en la sección anterior para así determinar el peso en bobina de materia prima que se necesita para obtener el peso total requerido por las líneas principales de producción de cada uno de los cortes. Para lo cual, se hará uso de la ecuación numero 3.

$$\text{Peso en bobina} = \frac{\text{Total Requerido} * \text{Peso total utilizable en bobina}}{\text{Peso Neto Utilizable}} \quad (3)$$

Los resultados son recopilados en la Tabla XVI que se presenta a continuación.

**Tabla XVI Peso semanal en Kilogramos de Papel en Bobina considerando un desperdicio permisible**

Tipo Papel	Total Requerido	Peso total utilizable en bobina	Peso Neto Utilizable	Peso en Bobina
Roldana de Fondo	2,983.76	884.988	842.846	3132.95
Roldana de Compresión	1,806.51	1,029.57	1,000.00	1859.93
Roldana de Sello	2,303.75	965.676	937.591	2372.76
Tubo	12,187.78	1,049.02	1,000.00	12785.23

Fuente : Datos calculados con Ecuación No. 3.

Por ultimo, al conocer el peso en bobina es necesario convertirlo a unidades enteras de bobinas a cortar semanal mente por medio de los datos tabulados en la sección 2.1 en la Tabla I

$$\# \text{ de Bobinas} = \frac{\text{Peso en bobina}}{\text{Peso promedio por bobina}} \quad (4)$$

Los resultados son tabulados en la tabla XVII que se presenta a continuación.

**Tabla XVII Número Real de bobinas a cortar semanalmente en el departamento de papel cortado**

Tipo de Papel	Peso en Bobina (Kg)	Peso promedio bobina (Kg)	# de Bobinas	# Real Bobinas
Roldana de Fondo	3132.95	615	5.09	6
Roldana de Compresión	1859.93	910	2.04	3
Roldana de Sello	2372.76	908	2.61	3
Tubo	12785.23	615	20.79	21

Fuente : Datos calculados con ecuación No.4.

## **3.2 Determinación de la capacidad de producción de la cortadora**

La capacidad de producción de la cortadora de papel va determinada por varios aspectos, como por ejemplo, la cantidad de veces que debe de cambiarse las medidas de las cuchillas o el eje de cuchillas, y el tiempo que invierte el operador en actividades que no están relacionadas con el corte de papel, pero que son obligación del operador.

### **3.2.1 Funciones del operador**

Las actividades o funciones del operador fueron descritas en la sección 1.3.3 donde se clasifican las actividades en:

- a. Actividades relacionadas con corte.
- b. Actividades no relacionadas con el corte.

### **3.2.2 Tiempos estándar**

El estudio de tiempos estándar en el departamento de papel cortado fue proporcionado por la empresa. El estudio forma parte de la actualización de datos que se realiza anualmente dentro de la empresa.

Para la realización del mismo se toman actividades por separado para tomarles el tiempo en varias corridas en diferentes días y horas. Cabe hacer notar que los tiempos estándar se obtienen para cada tipo de corte y no en general, ya que es diferente debido a que de las bobinas se sacan diferentes números de cortes.

**Tabla XVIII Número de cortes por bobina**

Tipo de Corte	Numero de cortes por bobina
Roldana de Fondo	2
Roldana de Compresión	3
Roldana de Sello	3
Tubo	1

Fuente: Datos obtenidos en visita de campo.

Del último estudio de tiempos se presentaron los siguientes resultados para el departamento de papel cortado.

**Tabla XIX Estudio de tiempos para el mes de Mayo 2,005 -Tiempos en minutos-**

No.		Roldana Fondo	Roldana Compresión	Roldana Sello	Tubo
	<b>Actividades relacionadas con el corte de bobinas</b>				
1	Aflojar cuchillas y limpiar máquina	15.13	14.24	11.23	8.68
2	Graduar cuchillas o cambiar ejes	183.95	156.72	123.53	98.05
3	Desmontar eje de entrada y montar bobina	1.86	2.58	2.74	2.05
4	Enebrar papel	1.05	1.13	1.35	1.23
5	Verificación de corte	2.25	1.57	2.08	1.76
6	Asegurar papel cortado al eje de salida	4.51	4.78	3.98	3.12
7	Corte	38.53	53.54	35.69	27.56
8	Sellar el corte con cinta adhesiva	12.13	11.24	10.53	7.89
9	Desmontar eje de salida	3.53	2.24	2.15	1.15
	<b>Total</b>	<b>262.94</b>	<b>248.04</b>	<b>193.28</b>	<b>151.49</b>
	<b>Actividades diarias no relacionadas con el corte</b>				
10	Separar rollos por tamaño y entarimado	15.25	14.13	12.15	10.15
11	Pesado de tarima	23.50	23.50	23.50	23.50
12	Almacenaje	10.15	10.15	10.15	10.15
13	Solicitud de Materiales	12.23	12.23	12.23	12.23
14	Recepción y almacenaje de Materia Prima	10.28	10.28	10.28	10.28
15	Reporte de Producción	15.23	15.23	15.23	15.23
16	Limpiar el área	18.56	18.56	18.56	18.56
17	Troquel de sello AA	30.15	30.15	30.15	30.15
	<b>Total</b>	<b>135.35</b>	<b>134.23</b>	<b>132.25</b>	<b>130.25</b>

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

Nota: Los tiempos de las actividades 1 y 2, ocurren únicamente cuando se desea cambiar el tipo de corte. Los tiempos de las actividades de 3 a 9 son tiempos para el corte completo de una bobina, condicionados por el número de cortes por bobinas presentados en la Tabla XVII. Los tiempos de las actividades no relacionadas con el corte son tiempos por turno laborado.

### **3.2.3 Disponibilidad de tiempo de trabajo**

La disponibilidad de tiempo en la cortadora de papel es igual a la de las líneas principales de producción que es de 82.4 horas semanales, en dos turnos de 8 horas cada uno.

Dentro de la jornada se contemplan los tiempos de comida y baño que son de 25 minutos de baño y de 45 minutos de comida por turno laborado lo que da un total de 1.16 horas por turno. A la semana son 12.83 horas que la cortadora de papel permanece en tiempo muerto.

Por tanto, el tiempo neto de trabajo disponible semanalmente por el operador de la cortadora es de 69.57 horas semanales.

El estudio está delimitado para las actividades relacionadas con el corte de bobinas, todas aquellas actividades no relacionadas con el corte son promediadas en sus totales para tomar un dato representativo del tiempo invertido por el operador en actividades no relacionadas por el corte, que son restadas del tiempo neto de trabajo disponible.

El promedio de los totales es de 133.02 minutos, o sea, 2.22 horas por turno laborado, 24.39 horas semanales.

El tiempo neto de trabajo en actividades de corte es de 45.18 horas semanales, 4.11 horas por turno. Este dato servirá como base para la programación de producción de la cortadora de papel.

### 3.3 Programa de producción

Como se mencionó anteriormente, se toma el dato de 4.11 horas por turno laborado para un total de 45.18 horas. La finalidad de programar la producción de la cortadora es de evitar movimientos o actividades innecesarias.

El ajuste de cuchillas o intercambio de eje de cuchillas son actividades que se deben de minimizar ya que consumen mucho tiempo, por lo que se cortará continuamente las bobinas requeridas semanalmente de cada tipo de corte y hasta finalizar la demanda de este papel se efectuará el cambio a otro tipo de corte.

Para el corte se priorizará a los cortes con mayor demanda semanal, que en su orden son tubo, roldana de fondo, roldana de compresión y roldana de sello.

#### 3.3.1 Programa de producción semanal

Como punto de partida en la programación semanal de la cortadora de papel se totalizarán los tiempos requeridos por la cortadora de papel en producir la demanda de las líneas principales de producción. Utilizando como base los tiempos estándar presentados en la tabla XVIII, y las bobinas requeridas presentadas en la tabla XVI.

Donde los tiempos de las actividades 1 y 2 se realizarán únicamente una vez y las actividades de las actividades 3 a 9 se realizarán tantas veces como bobinas requeridas.

Actividades 1 y 2:

$$\text{Tiempos Requeridos} = \text{Tiempos estándar} \quad (5)$$



Actividades 3 a 9:

Tiempo Requerido = Tiempo estándar \* Numero de Bobinas requeridas. **(6)**

**Tabla XX Tiempo Requerido de Trabajo en la Cortadora de Papel por cada tipo de Corte**

No.	Tubo	Bobinas Requeridas	Tiempo Estándar (min.)	Total Requerido (min.)
1	Aflojar cuchillas y limpiar máquina		8.68	8.68
2	Graduar cuchillas o cambiar ejes		98.05	98.05
3	Desmontar eje de entrada y montar bobina	21	2.05	43.05
4	Enebrar papel	21	1.23	25.83
5	Verificación de corte	21	1.76	36.96
6	Asegurar papel cortado al eje de salida	21	3.12	65.52
7	Corte	21	27.56	578.76
8	Sellar el corte con cinta adhesiva	21	7.89	165.69
9	Desmontar eje de salida	21	1.15	24.15
	Total (minutos)			<b>1,046.69</b>
	Total (horas)			<b>17.44</b>

No.	Roldana de Fondo	Bobinas Requeridas	Tiempo Estándar (min.)	Total Requerido (min.)
1	Aflojar cuchillas y limpiar máquina		15.13	15.13
2	Graduar cuchillas o cambiar ejes		183.95	183.95
3	Desmontar eje de entrada y montar bobina	6	1.86	11.16
4	Enebrar papel	6	1.05	6.30
5	Verificación de corte	6	2.25	13.50
6	Asegurar papel cortado al eje de salida	6	4.51	27.06
7	Corte	6	38.53	231.18
8	Sellar el corte con cinta adhesiva	6	12.13	72.78
9	Desmontar eje de salida	6	3.53	21.18
	Total (minutos)			<b>582.24</b>
	Total (horas)			<b>9.70</b>

No.	Roldana de Compresión	Bobinas Requeridas	Tiempo Estándar (min.)	Total Requerido (min.)
1	Aflojar cuchillas y limpiar máquina		14.24	14.24
2	Graduar cuchillas o cambiar ejes		156.72	156.72
3	Desmontar eje de entrada y montar bobina	3	2.58	7.74
4	Enebrar papel	3	1.13	3.39

5	Verificación de corte	3	1.57	4.71
6	Asegurar papel cortado al eje de salida	3	4.78	14.34
7	Corte	3	53.54	160.62
8	Sellar el corte con cinta adhesiva	3	11.24	33.72
9	Desmontar eje de salida	3	2.24	6.72
	Total (minutos)			<b>402.20</b>
	Total (horas)			<b>6.70</b>

No.	Roldana de Sello	Bobinas Requeridas	Tiempo Estándar (min.)	Total Requerido (min.)
1	Aflojar cuchillas y limpiar máquina		11.23	11.23
2	Graduar cuchillas o cambiar ejes		123.53	123.53
3	Desmontar eje de entrada y montar bobina	3	2.74	8.22
4	Enebrar papel	3	1.35	4.05
5	Verificación de corte	3	2.08	6.24
6	Asegurar papel cortado al eje de salida	3	3.98	11.94
7	Corte	3	35.69	107.07
8	Sellar el corte con cinta adhesiva	3	10.53	31.59
9	Desmontar eje de salida	3	2.15	6.45
	Total (minutos)			<b>310.32</b>
	Total (horas)			<b>5.172</b>

Fuente: Datos Calculados con Ecuación 5 y 6

Si totalizamos las horas requeridas semanalmente 39.02 horas semanales, que al compararlas con las horas disponibles semanalmente, 45. 18 horas, confirmamos que la cortadora de papel está en capacidad de cumplir con la demanda de papel requerida.

### 3.3.2 Formato

A continuación se presenta un formato preliminar del programa de producción semanal para la cortadora de papel, donde se presenta el programa de producción analizado en la sección anterior.

**Tabla XXI Programa Semanal de Producción para la Cortadora de Papel**

Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	sábado
Cambiar cuchillas a tubo	XXXX					
Tubo (bobinas)	8	10	3			
Cambiar cuchillas a roldana fondo			XXXXXX			
Roldana de Fondo (bobinas)			2	4		
Cambiar cuchillas a roldana compresión				XXXX		
Roldana de Compresión (bobinas)					3	
Cambiar cuchillas a roldana Sello					XXXX	
Roldana de Sello (bobinas)						3

Fuente: Análisis de programa de producción sección 3.3.2

### 3.3.3 Análisis de asignación semanal por turno laborado

El análisis de asignación se basará en los tiempos requeridos de corte en cada tipo de papel, haciendo resaltar que las actividades 1 y 2 se realizan una vez al cambiar de un tipo de corte a otro. Las actividades 3 a 9 se realizan tantas veces como bobinas requeridas.

Para el día lunes, se cambiará el eje de cuchillas para corte de tubo que consumirá 1.78 horas y se programa el corte de 8 bobinas para tubo con un tiempo de 5.97 horas, totalizando 7.75 horas de 8.22 horas disponibles.

Para el día martes, se programa corte de tubo en todo el día de 10 bobinas de papel, dando un total de 7.46 horas de 8.22 horas disponibles, y totalizando 18 bobinas cortadas de 21 bobinas requeridas.

El día miércoles se programa cortar las 3 bobinas restantes de tubo consumiendo 2.24 horas, luego se hará el cambio y ajuste de cuchillas para iniciar el corte de bobinas para roldana de fondo, 3.32 horas, y iniciando el corte de 2 bobinas de roldana de fondo, 2.12 horas, totalizando 7.69 horas de 8.22 horas disponibles.

El jueves se inicia cortando las 4 bobinas de roldana de fondo, 4.25 horas, y se hará el cambio y ajuste de cuchillas para iniciar el corte de roldana de compresión, 2.85 horas, totalizando 7.11 horas de 8.22 horas disponibles.

El viernes se inicia con el corte de las 3 bobinas para roldana de compresión consumiendo 3.85 horas, y luego ajustar cuchillas para iniciar el corte de roldana de sello, 2.25 horas, totalizando 6.1 horas de 8.22 horas.

El sábado que trabaja únicamente un turno, se programa el corte de las 3 bobinas de roldana de sello, 2.93 horas de 4.11 horas requeridas.

En total se consumen 39.04 horas de trabajo de 45.84 horas disponibles.

### **3.4 Manejo óptimo de inventarios**

En el manejo de inventarios de la bodega de papel cortado, estará comprendido la reserva de papel cortado y el inventario de papel cortado producido en la cortadora de papel.

La finalidad de tener un manejo óptimo de inventarios en la bodega es mantener un espacio mínimo para el almacenaje de papel cortado, y así, utilizarlo en el almacenaje de otros materiales, adicionalmente se evita el deterioro por la permanencia prolongada de papel cortado en la bodega, dándole una rotación efectiva del material dentro de la bodega.

#### **3.4.1 Reserva de papel cortado**

La reserva de papel cortado busca contar con un inventario de seguridad que cubra eventualidades que salgan de lo planificado.

Dentro de las eventualidades pueden listarse incremento en la eficiencia de producción en las líneas principales de producción dentro de la semana, en donde se sobrepase el consumo de lo programado para el departamento de

papel cortado. Se tomará como una eficiencia máxima de 85 % en cada una de las líneas de producción.

Por otro lado, se está contemplando un daño mecánico o eléctrico en la cortadora de papel tomando como máximo de 2 días de reparación. En estos 2 días se asume un paro total de la maquinaria.

### 3.4.1.1 Incremento eficiencia de Producción

Para el incremento en la eficiencia de producción a un 85% se tomará como base para la reserva de papel cortado la diferencia del 85% con la eficiencia estándar de cada una de las líneas de producción.

$$\% \text{ Reserva} = 85\% - \text{eficiencia estándar} \quad (7)$$

Para determinar el peso de reserva se realiza una conversión del porcentaje de reserva utilizando los datos de peso en bobina y la eficiencia estándar, calculados en la sección 3.1.5 por medio de la siguiente ecuación.

$$\text{Producción Reserva} = \text{Producción estándar} * \frac{\% \text{ Reserva}}{\text{Eficiencia Estándar}} \quad (8)$$

**Tabla XXII Producción y Porcentaje de Reserva**

	Eficiencia Estándar (%)	Producción Estándar (unidades por semana)	% Reserva	Producción Reserva (unidades)
<b>D</b>	60	5,500,001	25	2,291,667.08
<b>C</b>	70	2,200,001	15	471,428.79
<b>AA</b>	65	3,300,001	20	1,015,384.92

Fuente: Datos calculados por la ecuación No. 7 y 8.

Para calcular en peso total de reserva por tamaño de pila y tipo de corte se hará uso de la ecuación No.2, modificando la producción estándar por Producción de Reserva y utilizando el mismo valor de usabilidad.

**Tabla XXIII Peso Total de Reserva por tamaño de pila y tipo de corte por incremento de eficiencia**

	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>AA</b>	<b>Peso Total de Reserva</b>
<b>Roldana Fondo</b>	895.63	118.57	86.44	1,100.64
<b>Roldana Compresión</b>	525.07	84.23	47.15	656.46
<b>Roldana Sello</b>	781.32	91.84	0.00	873.16
<b>Tubo</b>	5,078.24	0.00	0.00	5,078.24

Fuente: Datos calculados por la ecuación No.2

### 3.4.1.2 Daño a maquinaria

El cálculo del total de reserva se realiza de manera similar a la sección anterior variando el dato de Producción de Reserva por el dato de Producción estándar en 2 días de producción, o 4 turnos.

**Tabla XXIV Producción de reserva y Peso total de Reserva por daño a la maquinaria**

	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>AA</b>	<b>Total</b>
<b>Producción Reserva</b>	2,000,000	800,000	1,200,000	
<b>Roldana Fondo</b>	781.64	201.21	10.22	993.06
<b>Roldana Compresión</b>	458.24	142.94	5.57	606.76
<b>Roldana Sello</b>	681.88	155.85	0.00	837.73
<b>Tubo</b>	4,431.92	0.00	0.00	4,431.92

Fuente: Datos Calculados ecuación No.2

Por tanto, puede utilizarse como base de reserva los resultados por incremento en la eficiencia de producción de las líneas principales de producción ya que abarca a la reserva por daño a la maquinaria.

### **3.4.2 Sistema PEPS en la bodega de papel cortado**

Para el sistema de manejo de inventarios, se empleará un sistema PEPS (primero en entrar, primero en salir), el cual se implementará en la bodega de papel cortado en donde se rotará las tarimas de papel cortado, según la fecha más antigua de producción.

Dicho control se realizará identificando las tarimas de papel cortado con:

- a. Peso de tarima.
- b. Fecha de producción.
- c. Tipo de corte.
- d. Tamaño de Pila
- e. Operador.

El método de PEPS, consiste en un método de manejo de inventarios en donde el primero en entrar es el primero en salir, en otras palabras, la tarima de papel cortado producido por la cortadora de papel que fue elaborada con mayor anterioridad será la que primero deberá ser despachada a las líneas de producción al existir un pedido por parte de dicho departamento.

Se utilizará como dato objetivo para la decisión del sistema de manejo de inventario la fecha de producción de la tarima de papel cortado, la cual después de haber sido terminada en la cortadora de papel es entregada a bodega por medio de una papeleta, donde se especifican los datos de la tarima, como por ejemplo, tipo de corte, tamaño de pila, peso de la tarima y fecha de producción.

De acuerdo a esta fecha, se despachara de bodega a las líneas principales de producción la tarima que posea la fecha con mayor anterioridad.

Con este mecanismo de despacho, se garantiza que el producto no quede almacenado u olvidado en la bodega por largos periodos de tiempo sino que se dará una rotación efectiva a todo el papel que sea cortado y almacenado en la planta.

Por tanto, es en este punto donde el buen manejo de las boletas de identificación de las tarimas de papel cortado cobra un valor importante en el sistema control de la producción y es donde el supervisor de la cortadora de papel y el bodega deben de poner énfasis en los reportes diarios de producción.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

La implementación de la propuesta desarrollada en el capítulo 3, debe seguir una planificación en donde la primera actividad a realizar es informar por parte de la administración a los operadores de la cortadora de papel, acerca de las modificaciones al sistema de trabajo que se adoptan de aquí en adelante.

### **4.4 Identificación de tarimas producidas**

Todas las tarimas de papel cortado que son completadas, serán identificadas por el operador de la cortadora de papel. Debido a que se debe tener un registro de las mismas, un control eficiente de las tarimas físicamente existentes, y un sistema de fácil identificación.

#### **4.4.1 Sistema de identificación**

Como se ha mencionado el operador será el encargado de identificar a la tarima de papel cortado hasta finalizar la tarima. Si al finalizar el turno la tarima no ha sido completada no se debe identificar.

La tarima debe utilizar un formato que contendrá la siguiente información:

- a. Fecha de producción.
- b. Peso neto de papel cortado.
- c. Tipo de Corte.
- d. Tamaño de pila destino.
- e. Operador responsable.
- f. Supervisor de Turno.

Esta información servirá para conocer la fecha de producción necesaria en la implementación del sistema PEPS. El cual debe conocerse para poder identificar a la tarima que fue producida con mayor anterioridad y así darle circulación a la misma, evitando que se estanque material en la bodega y minimizar su deterioro en la misma.

El peso neto de papel cortado necesario para control de inventarios en la bodega y producto en proceso, lo utiliza el supervisor para planificar pedidos de material a bodega de papel cortado y para la programación de producción semanal de la cortadora de papel.

El tipo de corte identificará si se trata de papel para roldana de fondo, roldana de compresión, roldana de sello o tubo.

El tamaño de pila destino hace referencia a la línea principal de producción al que fue destinado el papel cortado, las cuales corresponden a las líneas de la pila tamaño D, C y AA.

El operador responsable es la persona que efectuó el corte del papel, por cualquier consulta, reclamo o sugerencia que pueda hacerse por parte de los supervisores.

El supervisor de turno será el encargado de revisar la coherencia de los datos y firmará como aprobación de la tarima producida.

#### **4.4.2 Formato**

El formato para la papeleta de identificación propuesto, se presenta a continuación:

**Figura 3 Formato para identificación de tarimas de papel cortado**

<b>IDENTIFICACIÓN DE TARIMAS DE PAPEL CORTADO</b>	
FECHA: _____	PESO TARIMA: _____
TIPO DE CORTE: _____	TAMAÑO DE PILA <input type="checkbox"/>
_____ <b>Operador</b>	_____ <b>Supervisor</b>

#### **4.5 Reporte diario de papel cortado**

El operador de la cortadora es el responsable de elaborar el reporte diario de producción de papel cortado y el supervisor de producción es el encargado de rectificar los datos reportados.

La finalidad primordial del reporte de producción es controlar el cumplimiento del programa de producción de la cortadora de papel, y tener un control sobre el inventario físico del papel cortado existente que se entrega a bodega.

El reporte de producción debe de especificarse todas las características del papel cortado que se ha producido en la cortadora de papel, para no tener confusiones en el inventario físico de cada tipo de papel cortado existente en la bodega del departamento.

#### 4.5.1 Valores a reportar diariamente

La variable a reportar es el peso de cada tipo de papel cortado y el tamaño de pila destino.

Adicionalmente, se debe colocar la fecha de producción y el turno al cual pertenece el reporte, para identificar y separar la producción de cada operador, quien al final del formato coloca su número de tarjeta y firma.

#### 4.5.2 Formato

El formato para la papeleta de reporte de producción, se presenta a continuación:

**Figura 4 Formato para reporte de Producción en la cortadora de papel**

<b>REPORTE DE PRODUCCIÓN</b>				
Fecha: _____		Turno: _____.		
<b>Peso de Papel Cortado (Kilogramos)</b>				
	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>AA</b>	<b>Observaciones</b>
Roldana Fondo				
Roldana Compresión				
Roldana Sello				
Tubo				
<b>Total</b>				
Tarjeta Operador: _____		_____		
		<b>Firma</b>		

## **4.6 Programación semanal**

Para planificar adecuadamente la programación de producción en la cortadora de papel se vincula con la existencia de papel en la bodega de papel cortado al finalizar la semana.

Se ajusta el programa de producción para tener como máximo de existencia en la bodega de papel cortado la reserva de seguridad programada para dos días de producción y el papel para cubrir la producción estándar en las líneas principales de producción.

### **4.6.1 Inventario semanal de papel cortado**

Para determinar la existencia en la bodega de papel cortado, se realiza un inventario semanal estableciendo el peso en kilogramos de cada tipo de corte separado por tamaño de pila.

Este inventario puede ser realizado por el supervisor de turno o por el operador de la cortadora, después de concluir el corte de las últimas bobinas programadas para la semana.

Esta es la importancia de tener identificadas las tarimas de papel cortado, ya que este inventario puede ser realizado con mayor facilidad al totalizar los pesos de cada tarima y clasificarlos según su finalidad.

### **4.6.2 Ajuste al programa de producción**

De acuerdo con el inventario semanal de papel cortado mencionado en la sección anterior, se realizan ajustes al programa presentado en la tabla XX, la cual está diseñada para cubrir la demanda de las líneas de producción a una eficiencia estándar.

Si la existencia en bodega de papel cortado es igual a la de la reserva de seguridad de papel cortado, el programa de producción semanal será similar al presentado en la tabla XX.

Si la existencia en bodega de papel cortado es **mayor** a la de la reserva de seguridad, la diferencia entre la existencia y la reserva de seguridad debe ser **restada** a la programación semanal de la tabla XX.

Si la existencia en bodega de papel cortado es **menor** a la de la reserva de seguridad, la diferencia entre la existencia y la reserva de seguridad debe ser **sumada** a la programación semanal de la tabla XX.

#### **4.7 Inventario mensual**

El inventario mensual consiste en un conteo de la existencia física de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Esto con fines de controles contables.

Para del departamento de papel cortado se necesita inventariar las bobinas en proceso dentro del departamento de papel cortado y el papel cortado entregado a bodega.

##### **4.4.3 Bobinas en proceso**

La cantidad de bobinas en proceso son bobinas que fueron despachadas por la bodega de materia prima pero que no han sido cortadas y están físicamente en el departamento de papel cortado.

##### **4.4.4 Papel cortado**

El papel cortado que se encuentra en la bodega de materia prima, esperando ser despachada a las líneas principales de producción.

Este papel es entregado, identificado y reportado por el operador de la cortadora de papel.

#### **4.8 Almacenamiento en bodega de papel cortado**

El almacenamiento de papel cortado se realiza bodega de materia prima, dicha bodega esta bajo el control del supervisor de bodega donde deja de ser responsabilidad del departamento de papel cortado.

El supervisor de la cortadora de papel es el encargado de solicitar a bodega de materia prima las bobinas necesarias para la producción del departamento de papel cortado. De igual manera, al ser terminada una tarima de papel cortado debe ser entregada a la bodega de materia prima.

##### **4.5.1 Bodega materia prima**

El proceso de transformación y traslados de bobinas de papel hasta papel cortado, inicia cuando entran los furgones de bobinas del proveedor y son recibidas por el supervisor de bodega y son almacenados en la bodega de materia prima.

Las bobinas de materia prima son parte del inventario de materia prima hasta que éstas son requeridas el departamento de papel cortado, donde pasan a ser parte del inventario de producto en proceso de la cortadora de papel.

Dentro de la bodega de materia prima, existe un lugar reservado para el almacenamiento de bobinas de papel. En donde se apilan en tarimas de 3 bobinas y de hasta 4 niveles de apilado.

Las bobinas son requeridas a bodega por el supervisor de la cortadora, las cuales son despachadas de la bodega al departamento de papel cortado. Esta orden es proporcionada por el supervisor de bodega.

El supervisor del departamento de papel cortado debe revisar la cantidad de bobinas que le son despachadas las cuales deben de coincidir con la requisición hecha a bodega de materia prima.

#### **4.5.2 Bodega papel cortado**

Las bobinas son recibidas por el supervisor de bodega comprobando el número de bobinas, el tipo de papel y el peso total de las bobinas que son despachadas antes de ser recibidas.

Las bobinas son almacenadas en una sección del departamento de papel cortado en espera de ser cortadas en la cortadora de papel.

El operador de la cortadora de papel es el responsable de colocar en orden e identificar cada tarima que es empezada hasta que sean despachadas a bodega de materia prima.

Posteriormente, al ser terminada una tarima de papel cortado. son entregadas a bodega de materia prima bajo la denominación de papel cortado, en este punto pasa a formar parte nuevamente de la bodega de materia prima. Disponibles para ser despachada a las líneas principales de producción.

La tarima debe de estar con los rollos de papel colocados en orden bien apilados, debidamente identificados y con la supervisión de los supervisores involucrados.

Todas las tarimas contendrán un peso no mayor de 630 Kg, no importando el tamaño de pila destino ni el tipo de corte. Este peso está estipulado debido al peso a transportar en los montacargas de la planta.



#### **4.5.2.1 Papel de Tubo**

La tarima de papel de tubo será apilada y colocada en tarimas de madera, en donde se colocara una fila de rollos verticalmente. Hasta completar un peso aproximado de 630 Kg. de papel.

En la bodega puede ser apilado hasta un máximo de 2 tarimas de 630 Kg. cada una.

#### **4.5.2.2 Papel de Roldana de Fondo**

La tarima de rollos de papel de roldana de fondo será apilada y colocada en tarimas de madera, en donde se colocara 3 filas o torres de rollos colocados verticalmente. Hasta completar un peso aproximado de 630 Kg. de papel.

En la bodega puede ser apilado hasta un máximo de 4 tarimas de 630 Kg. cada una.

#### **4.5.2.3 Papel de Roldana de Sello**

Para almacenar la tarima de rollos de papel de sello serán colocados en tarimas de madera, en donde se colocara 3 filas o torres de rollos colocados verticalmente. Hasta completar un peso aproximado de 630 Kg. de papel.

En la bodega puede ser apilado hasta un máximo de 4 tarimas de 630 Kg. cada una.

#### **4.5.2.4 Papel de Roldana de Compresión**

La tarima de rollos de papel de roldana de compresión debe de cumplir con los mismos parámetros del papel de roldana de fondo y sello. Debe de contener 3 filas o torres colocados verticalmente, con un peso promedio 630 Kg.

Podrán ser apiladas hasta un máximo de 4 tarimas de 630 Kg. cada una.

## **4.9 Despacho**

El despacho de materiales está a cargo de la bodega de materia prima, quien despacha las bobinas de materia prima y del departamento de papel cortado, quien despacha el papel cortado.

### **4.6.3 Requisición de materia prima**

La requisición de bobinas de materia prima es responsabilidad conjunta del operador de la cortadora de papel y del supervisor de producción del departamento.

Dicha requisición será realizada por medio de un talonario, donde se completa un formato con la información necesaria, como número de bobinas, tipo de papel, fecha de requisición y las firmas de aprobación. Estas serán entregadas al supervisor de la bodega de materia prima, quien es el encargado de despachar las bobinas de materia prima a la cortadora de papel, por medio de montacarguistas que acarrearán las bobinas de la bodega de materia prima a la cortadora de papel.

### **4.6.4 Entrega de papel cortado**

El papel cortado será responsabilidad del supervisor de producción de la cortadora de papel, donde completará un formato del talonario de entrega de papel cortado, especificando el tipo de corte, el pesaje de la tarima, la fecha de producción y las firmas de aprobación.

Este formato será entregado a la bodega de materia prima, donde montacarguistas de la bodega son los encargados de transportar las tarimas de papel cortado de la cortadora de papel hacia la bodega de papel cortado.



## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA**

Para que la propuesta presentada siga vigente con el transcurrir de los años, debe ser evaluada periódicamente, proponiendo mejoras para adaptarse a las condiciones presentes e incrementar su efectividad.

### **5.4 Monitoreo de implementación**

Para darle un seguimiento efectivo a la vigencia de la implementación es necesario darle un monitoreo periódico para evaluar los resultados de la propuesta.

Dentro del monitoreo se evaluarán varios aspectos, principalmente en valores de capacidad de producción, la reserva de papel cortado y si la existencia programada es la óptima para cubrir con la demanda de las líneas principales de producción en papel cortado.

#### **5.1.4 Capacidad de producción de la cortadora de papel**

La capacidad de producción de la cortadora puede verse afectada por variaciones en los tiempos estándar de producción que son calculados anualmente. Esto incidiría directamente en la cantidad de bobinas que pueden ser cortadas en la cortadora de papel.

Adicionalmente, las actividades del operador de la cortadora pueden aumentar o disminuir esto impactaría en el tiempo disponible neto de los operadores en actividades relacionadas en el corte, impactaría en el tiempo disponible semanalmente para el corte de bobinas.

### **5.1.5 Reserva de papel cortado**

La reserva de papel cortado debe evaluarse periódicamente con dos finalidades principalmente: Evaluar el tiempo promedio en reparaciones realizadas a la cortadora de papel y Variaciones en las eficiencias estándar de producción en las líneas principales de producción.

Si el tiempo promedio de reparaciones tanto correctivas como preventivas, varían con el tiempo estimado de dos días considerado actualmente, la cantidad de papel cortado destinado como reserva de seguridad variaría.

La eficiencia estándar de producción va ligada a la demanda pronosticada anualmente. Si la demanda varía las eficiencias estándar y por consiguiente, la cantidad de pilas producidas diariamente. Debido que en la reserva de seguridad se consideran tiempos de paro por reparaciones, la cantidad de pilas elaboradas en este tiempo de reparaciones cambiaría y por ende, la reserva de papel.

### **5.1.6 Existencia necesaria de papel cortado**

Como medio de verificación de la validez de la programación realizada se efectuarán evaluaciones para validar la cantidad de papel que se programa semanalmente y analizar si la cantidad programa cubre la demanda de las líneas principales de producción.

Adicionalmente, debe de evaluarse los ajustes que se realizan semanalmente a la programación de producción por el inventario semanal de papel cortado.

Por ultimo, evaluar si las eventualidades consideradas en el diseño de la reserva de seguridad son validas para las condiciones de trabajo presentadas con mayor frecuencia.

## **5.5 Modificaciones al programa de producción**

El programa de producción puede ser variado por cambios en la eficiencia estándar en las líneas principales de producción y por cambios en la reserva de papel cortado.

### **5.2.3 Eficiencia estándar**

La eficiencia estándar viene dada por el pronóstico de la demanda anual de cada tamaño de pila, elaborado conjuntamente por el departamento de ventas y comercialización con el departamento de producción.

Si la demanda anual presenta cambios, la eficiencia estándar se modificará en consecuencia. Por tanto, la demanda de papel cortado de las líneas principales de producción sufrirá variaciones que concluyen con una diferencia en el papel requerido y por tanto el papel cortado o programado.

### **5.2.4 Reserva de papel cortado**

La reserva de seguridad cubre eventualidades como problemas mecánicos y eléctricos en la cortadora de papel, mantenimientos preventivos, aumentos en la eficiencia de producción por encima de la eficiencia estándar.

Si el tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo, cambia la reserva de papel para cubrir el tiempo de paro necesario de la cortadora de papel.

## **5.6 Propuestas de mejora**

Dentro del estudio realizado se identificaron ciertas dificultades que inciden en problemas de eficiencia y facilidad de trabajo, donde se presentan propuestas de mejora en el departamento de papel cortado.

#### **5.3.4 Ejes adicionales**

Actualmente la actividad que consume mayor tiempo es el de ajuste de cuchillas, por tanto se cuenta únicamente con 2 ejes, de los cuales uno permanece con medidas fijas, el cual se utiliza al cortar papel para tubo de la pila tamaño D, y el otro eje es el que se cambia cada vez que se pasa de un tipo de corte a otro.

Como sugerencia, se recomienda la utilización de más ejes que faciliten el intercambio de un corte a otro que impactaría directamente en un aumento de la capacidad de producción de la cortadora de papel. Dichos ejes pueden ser elaborados en el taller de proyectos de la planta.

#### **5.3.5 Funciones del operador**

Dentro de las funciones del operador existen dos grupos generales, las funciones relacionadas con el corte de papel y las no relacionadas con el corte de papel.

Del segundo grupo en mención, pueden eliminarse actividades para el operador de la cortadora y asignárselas al supervisor de producción del departamento y a montacarguistas de la bodega de materia prima.

El supervisor de producción puede ser el encargado de solicitar y de entregar los vales a la bodega de materia prima. Y todos los traslados de las bobinas y papel cortado pueden ser realizados por montacarguistas de la bodega de materia prima.

Al reducir el tiempo de actividades no relacionadas con el corte de papel, se aumenta la disponibilidad de tiempo para actividades relacionadas con el corte y así, verse aumentada la capacidad de producción de la cortadora de papel.



### **5.3.6 Maquinaria adicional**

Si la demanda se aumenta considerablemente y la capacidad de la cortadora de papel no es suficiente, se aconseja evaluar la posibilidad de adquisición de nueva maquinaria con mayor o igual capacidad, pero esto depende de un aumento notable en la demanda de papel.

## **5.5 Programación de mantenimiento preventivo**

Dentro de los paros necesarios anualmente de la cortadora de papel se encuentra el mantenimiento preventivo, de cuchillas, sistema de freno, y guías para aumentar la vida útil de la cortadora y sobre todo, su funcionar dentro de las especificaciones establecidas.

### **5.4.4 Reserva de papel cortado**

Para programar un paro para mantenimiento preventivo debe de asegurarse que se contará en bodega de papel cortado con suficiente inventario para cubrir el tiempo que permanecerá inhabilitada la cortadora de papel.

Esta reserva debe de elaborarse con anticipación para contar con el papel con seguridad.

### **5.4.5 Selección del día**

Para seleccionar el día depende del tiempo que se lleve realizar el mantenimiento, tomando como pauta el día de finalización como sábado por la mañana, para que por cualquier eventualidad o atraso pueda trabajarse el

sábado por la tarde o el día domingo, con la finalidad de que arranque un día lunes por la facilidad de seguimiento y evaluación del mantenimiento realizado.

#### **5.4.6 Duración del mantenimiento**

La duración del mantenimiento dependerá de las actividades programadas dentro del mantenimiento. Si es mantenimiento mayor o menor de la maquinaria.

Si es mantenimiento mayor comprende, revisión del sistema de freno, motor y reductor principal, desgaste de cuchillas, ejes y cojinetes, alineación de eje, lubricación de ejes y cojinetes. Con una duración de 3 días aproximadamente.

El mantenimiento menor consiste en revisión de desgaste de cuchillas, ejes y cojinetes, con su respectiva lubricación, con una duración de 1 día y medio.

## CONCLUSIONES

1. Se requieren cortar 21 bobinas de tubo, 6 bobinas de roldana de fondo, 3 bobinas de roldana de compresión y 3 bobinas de roldana de sello, para cubrir la demanda semanal de las líneas principales de producción a una eficiencia estándar.
2. La cortadora de papel si tiene capacidad de cumplir con la demanda de papel cortado utilizado en líneas principales de producción.
3. Se necesita el 85.2 % de tiempo disponible, para cumplir con la demanda semanal de papel cortado de las líneas principales de producción.
4. La reserva de seguridad de papel cortado es equivalente a 2 días de producción.
5. La reserva de producción consiste 993.06 Kg. de roldana de fondo, 606.76 Kg. de roldana de compresión, 837.73 Kg. de roldana de sello y 4,431.92 Kg. de tubo.
6. Se necesita 17.45 horas para cortar el papel de tubo, 9.19 horas para roldana de fondo, 6.7 horas para roldana de compresión y 5.18 horas de roldana de sello, para cumplir con la demanda semanal de papel cortado de las líneas principales de producción.

7. La actividad que determina la capacidad de producción es el cambio en las medidas de cuchillas y depende del tipo de corte al que se va cambiar, ya que, es la que consume más tiempo disponible.
  
8. El inventario semanal de papel cortado determina los ajustes a realizar en la cantidad de bobinas a cortar en el programa de producción semanal diseñado para una eficiencia estándar en las líneas principales de producción.

## RECOMENDACIONES

1. El mantenimiento de la cortadora de papel debe de planificarse adecuadamente y en el tiempo justo de vida útil de las piezas críticas del equipo, con la finalidad que la capacidad y calidad de corte no sufra variaciones.
2. La incorporación de varios ejes de cuchillas proveerá una reducción de tiempo en el corte de bobina incrementando la capacidad de producción de la cortadora de papel.
3. Las actividades de solicitud de bobinas, entrega de papel cortado puede asignarse dentro de las atribuciones del supervisor de producción para aumentar la disponibilidad de tiempo para actividades relacionadas con el corte. Las actividades que requieran la utilización de montacargas podrán ser asignadas dentro de las atribuciones de las actividades de montacarguistas de la bodega con el fin de reducir las actividades no relacionadas con el corte y aumentar la disponibilidad de tiempo de corte.
4. Pueden incorporarse al programa de producción el corte de papel de tubo para pila tamaño C y roldana de sello para pila tamaño AA, pues, no se ha completado la disponibilidad de tiempo que posee el operador y, así, reducir costos.
5. Realizar continuos estudios sobre la reserva de seguridad de papel cortado para mantener la cantidad mínima necesaria y no acumular papel cortado en la bodega.

6. Llevar un archivo físico y en una base de datos de los reportes de producción y medir la eficiencia de la cortadora de papel en el cumplimiento del programa de producción propuesto semanalmente.
  
7. Debe existir una comunicación eficaz entre el supervisor de la bodega de materiales y el supervisor de producción del departamento de papel cortado para evitar confusiones en la programación semanal de papel cortado.

## BIBLIOGRAFÍA

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buffa, Elwood. **Sistemas de Producción e Inventarios**, Editorial Limusa, México, 1987.
2. Chiavenato, Idalberto. **Iniciación a la Planeación y el control de producción**, Editorial McGraw-Hill, México 1993.
3. Harrington, H.J. **Mejoramiento de los procesos de la empresa**. Colombia: Editorial Presencia Ltda. 1992.
4. Hopeman, Richard, **Administración de Producción y Operaciones**, Editorial Continental, México, 1986.
5. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos**, 9ª edición, Colombia, Editorial Alfaomega, 1993.
6. Plossl, George. **Control de la Producción y de Inventarios: principios y técnicas**. Editorial Prentice Hall, México, 1987.
7. Schoroeder, Roger. **Administración de Operaciones**, 3ª edición, México, Editorial McGraw-Hill, 1988.
8. Torres Méndez, Sergio Antonio. **Control de la Producción**. Guatemala: Editorial Palacios, 2001.

9. Trischler, William. **Mejora del valor añadido en los procesos**, España: Ediciones Gestión 2000 S.A. 1998.
  
10. William, Boris, **Control de Producción**, México, Editia, 3ª edición, 1983.

### **REFERENCIAS DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

1. Dávila Cajas, Maria Antonieta. Planificación, programación y control en el sistema de producción, Trabajo de Graduación Universidad de San Carlos, Guatemala, 1984.
  
2. Hernández Castejón, Néstor Omar. Manual de Control de Producción, Guatemala, Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos, 1993.
  
3. Jurado Morales, Jorge René. Guía para la Planificación y Organización del departamento en la industria de maquilado de blusas y chaquetas, Guatemala, Trabajo de Graduación, Universidad de San Carlos, 1984.
  
4. Marroquín Dueñas, Cesar Augusto. Diseño de un sistema integrados para la planificación y control de producción, Trabajo de Graduación Universidad de San Carlos, Guatemala, 1993.
  
5. Ruano Rossi, Byron. Diseño de sistemas de planificación, programación y control de producción para empresas manufactureras de prendas de vestir, Trabajo de Graduación Universidad de San Carlos, Guatemala, 1987.