



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

**REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO
DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S. A.**

José Daniel Mérida Aguilar

Asesorado por el Ing. Jaime Luciano García Villavicencio

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO
DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSE DANIEL MERIDA AGUILAR

ASESORADO POR EL ING. JAIME LUCIANO GARCIA VILLAVICENCIO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

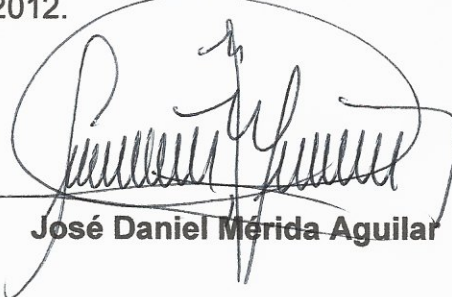
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 13 de noviembre 2012.



José Daniel Mérida Aguilar

Guatemala, 25 de Febrero de 2014

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

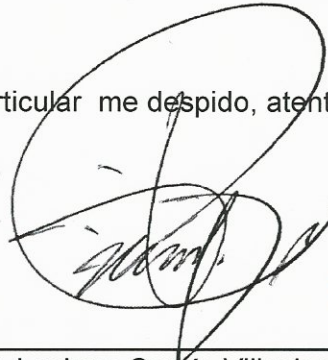
Facultad de Ingeniería

USAC

Estimado Ingeniero:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial JOSE DANIEL MERIDA AGUILAR con carné 200611221, titulado: **“REUTILIZACION DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIENICO DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S.A.”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo según el protocolo, por lo cual como asesor apruebo su contenido.


Sin otro particular me despido, atentamente.



Jaime Luciano García Villavicencio
INGENIERO MECANICO INDUSTRIA
COLEGIADO 2631

Jaime Luciano García Villavicencio
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 2631
Asesor

U.B.



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Favor de Recibirlo
03-03-2014 -



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIENICO DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario **José Daniel Mérida Aguilar**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2014.

/mgp



REF.DIR.EMI.245.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S.A.**, presentado por el estudiante universitario **José Daniel Mérida Aguilar**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **REUTILIZACIÓN DE LA VIRUTA EN UNA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO DE UNA BOBINA MADRE A UN JUMBO ROLL EN PROCESOS ESPECIALES S. A.,** presentado por el estudiante universitario **José Daniel Mérida Aguilar,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 25 de noviembre de 2014

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por sus bendiciones derramadas cada día, por no abandonarme en esta etapa de mi vida y ser mi fuente de inspiración.
- Mis padres** Nelson Antonio Mérida Hernández e Iris Amadilia Aguilar Maldonado (q.e.p.d.), por su apoyo incondicional, por estar siempre en momentos difíciles y haber creído que fuera capaz de lograrlo.
- Mis hermanos y cuñada** Darwin Antonio, Diego Eduardo, Danilo Javier, Diana Iris Mérida Aguilar y Blanca Azucena Villela González, por ser motivo de inspiración.
- Mis sobrinos** Emilio José Mérida Vilela y Fátima Daniel Mérida Vilela, por alegrarme con su sonrisa cada día.
- Mi familia** Por estar siempre animándome en esta etapa que hoy concluyo, por haberme ayudado a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la formación académica necesaria para convertirme en un profesional.
Facultad de Ingeniería	Por haber sido el centro de estudios en donde concluí mi formación académica.
Mis amigos y amigas	Por las experiencias vividas en esta etapa que han sido maravillosa e inolvidable.
Mi asesor	Ing. Jaime Luciano García Villavicencio, por todo su apoyo y dedicación.
Hermanos de mi Comunidad Neocatecumenal	Por estar siempre pendiente de mi progreso para mi superación profesional.
María Belén Zarceño Lucas	Por el apoyo brindado y cariño incondicional en esta última etapa de mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Ubicación de la empresa.....	3
1.3. Estructura organizacional.....	4
1.4. Visión y Misión de la empresa	12
1.5. Descripción de la actividad productiva	12
1.6. Distribución del producto.....	13
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	15
2.1. Distribución de la maquinaria.....	15
2.2. Maquinaria y equipo.....	18
2.3. Dimensiones del área de trabajo	19
2.4. Mantenimiento	20
2.5. Operario	21
2.5.1. Daños respiratorios.....	21
2.5.2. Enfermedades	32
2.5.3. Seguridad industrial	32
2.5.4. Rotación de personal.....	34

2.5.5.	Costos	36
2.6.	Proceso	37
2.6.1.	Materia prima	39
2.6.2.	Descripción del proceso de materiales por compras internacionales	43
2.6.3.	Descripción del proceso	44
2.6.4.	Paros	44
2.6.5.	Mantenimiento	45
2.6.6.	Materiales empleados	49
2.6.7.	Recursos	50
2.7.	Producto final	53
2.7.1.	Especificaciones del producto	54
2.7.2.	Reclamos	55
2.7.3.	Devoluciones	56
2.7.4.	Costos	56
2.7.5.	Eficiencia	58
3.	DISEÑO DEL COLECTOR	61
3.1.	Ventilación	61
3.1.1.	Alternativas tecnológicas en la temática de extracción de polvos	65
3.1.2.	Tipos y principio de funcionamiento de extracción de polvos	65
3.1.2.1.	Proceso de extracción a través de cámaras de sedimentación	66
3.1.2.2.	Proceso de extracción a través de separadores centrífugos	67
3.1.2.3.	Proceso de extracción a través de colectores húmedos	68

3.1.2.4.	Proceso de extracción a través de filtros de tela.....	69
3.1.2.5.	Proceso de extracción a través de Precipitadores electroestáticos.....	70
3.1.3.	Sistemas de extracción de polvo utilizados en la industria.....	71
3.1.3.1.	Precipitador electrostático.....	72
3.1.3.2.	Filtros de tela y papel (mangas).....	75
3.1.3.3.	Lavadores de gases.....	77
3.1.3.4.	Separadores centrífugos.....	81
3.1.3.5.	Cámaras de sedimentación.....	85
3.1.4.	Ventajas y desventajas entre las tecnologías.....	86
3.1.5.	Potencia de un ventilador.....	91
3.1.6.	Selección de un ventilador concreto.....	92
3.2.	Dimensiones del colector.....	93
3.3.	Plano.....	100
3.4.	Especificaciones.....	101
3.5.	Funcionamiento.....	105
3.6.	Ubicación estratégica y tamaño de la instalación.....	107
3.7.	Presupuesto.....	107
3.8.	Materiales.....	108
3.9.	Costos.....	109
3.9.1.	Diseño.....	110
3.9.2.	Mano de obra.....	111
3.9.3.	Implementación.....	112
3.10.	Análisis de costos.....	112
3.10.1.	Inversión requerida.....	112
3.10.1.1.	Costo del equipo.....	113
3.10.1.2.	Costo de instalación.....	113

3.10.1.3.	Capacitación del personal	113
3.10.1.4.	Costo de mantenimiento	114
4.	FABRICACION E IMPLEMENTACIÓN.....	115
4.1.	Equipo y herramienta a utilizar	115
4.2.	Procedimiento de ensamble con tiempos	116
4.3.	Ensamble de componentes	117
4.4.	Montaje del colector.....	121
4.5.	Instalación del colector	123
4.6.	Tipo requerido de colector	125
4.7.	Seguridad Industrial.....	126
4.7.1.	Equipo de seguridad	127
4.8.	Mantenimiento del colector.....	127
4.9.	Cronograma de actividades.....	131
5.	PROCESO DE REUTILIZACIÓN.....	133
5.1.	Diagrama de nuevo proceso.....	133
5.2.	Aprovechamiento de la viruta	133
5.3.	Seguridad industrial.....	136
5.3.1.	Equipo de seguridad	145
5.3.2.	Normas de seguridad.....	148
5.4.	Optimización de materiales	149
5.5.	Medidas de prevención.....	151
	CONCLUSIONES.....	153
	RECOMENDACIONES	155
	BIBLIOGRAFÍA.....	157
	ANEXOS.....	159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la planta de producción.....	3
2.	Organigrama de la empresa.....	4
3.	Plano general de la planta.....	17
4.	Formato de la encuesta.....	24
5.	Base de datos	26
6.	Resultado pregunta A.....	27
7.	Resultado pregunta B.....	28
8.	Resultado pregunta C.....	28
9.	Resultado pregunta D.....	29
10.	Resultado pregunta E.....	29
11.	Resultado pregunta F.....	30
12.	Resultado pregunta G.....	31
13.	Resultado pregunta H.....	32
14.	Diagrama de operaciones	38
15.	Herramientas y equipo	51
16.	Producto Final	54
17.	Proceso de conversión.....	59
18.	Ventilador axial.....	63
19.	Ventiladores centrífugos.....	63
20.	Principio de funcionamiento de un extractor.....	64
21.	Principio de sedimentación.....	66
22.	Principio de centrifugación	67
23.	Principio de centrifugación I	68

24.	Principio lavado de gases	68
25.	Principio lavado de gases I	69
26.	Principio filtros de tela	70
27.	Principio precipitación electrostática	71
28.	Principio electrostático industrial	73
29.	Trabajo de ionización de partículas.....	74
30.	Filtros de mangas.....	75
31.	Caja de aspersión	77
32.	Torres rociadoras	79
33.	Torres rociadoras I	80
34.	Multiciclón o multicentrífugo	84
35.	Cámaras cilíndricas de sedimentación.....	85
36.	Bosquejo del sistema propuesto	94
37.	Velocidades de transporte	98
38.	Codos.....	102
39.	Diseño de codos	103
40.	Diseño de conductos con uniones laterales	103
41.	Especificación para la construcción de campana de succión.	104
42.	Hood de captación en la industria papelera	105
43.	Diseño del colector.....	111
44.	Fundidores	117
45.	Ensamblaje del motor	118
46.	Ensamblaje de mangueras	118
47.	Ensamblaje de mangueras I	119
48.	Ensamblaje de mangueras II	119
49.	Ensamblaje de bolsas de filtros.....	120
50.	Ensamblaje de bolsas de filtros I.....	121
51.	Diagrama eléctrico	124
52.	Modelo de colector propuesto	125

53.	Cronograma de actividades.....	132
54.	Diagrama de nuevo proceso	133
55.	Ciclo de vida ideal del papel.....	135
56.	Reutilización del papel.....	151

TABLAS

I.	Costos de mascarillas	37
II.	Costos materia prima	57
III.	Características de operación de equipos	72
IV.	Características principales de los materiales filtrantes.....	76
V.	Ventajas y desventajas entre tecnologías	91
VI.	Velocidades promedio para transporte de material.....	95
VII.	Peso de materiales (promedio por volumen).....	97
VIII.	Material del colector	110
IX.	Costos de mano de obra	111
X.	Resumen de la inversión inicial.....	114
XI.	Costos de mantenimiento.....	114
XII.	Ensamble con tiempos	116
XIII.	Especificaciones del colector propuesto	125
XIV.	Simbología de seguridad industrial	141

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Atc	Área de contacto
HP	Caballos de fuerza
Qv	Caudal de filtración
cm	Centímetro
Db	Diámetro de bolsa
Hz	Hertz
hr	Horas
Kg	Kilogramo
KW/h	Kilowatts-hora
LB	Largo de bolsa
lb	Libras
m	Metro
CFM	Pies cúbicos por minuto
Q	Quetzales
Fr	Relación aire-tela
Rpm	Revoluciones por minuto
Seg	Segundos
V	Voltaje

GLOSARIO

Aceite lubricante	Sustancia líquida que introducida entre dos superficies reduce la fricción entre ellas.
Aire	Gas liviano, transparente formado por nitrógeno, oxígeno, gases nobles, vapor de agua e impurezas; ocupa por completo el espacio atmosférico.
Campana de succión	Es un accesorio que se coloca en los puntos de succión para evitar la succión de partículas disminuyendo la carga de polvo en el aire.
Carga	Es la formación de polvo desarrollado en la superficie del medio filtrante antes de actuar la limpieza del compartimiento.
Carga de polvo	Se refiere a la cantidad de polvo en un volumen de aire determinado, en forma cualitativa.
Cojinete	Pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de un momento giratorio en una máquina.
Colector de polvo	Se refiere a la estructura que contiene filtros tipo bolsa suspendidos para colectar partículas.

Mantenimiento	Son todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.
Motor eléctrico	Máquina eléctrica que convierte la energía eléctrica en energía mecánica útil, entregada a través de un eje.
Partícula	Cualquier materia sólida o líquida en la atmósfera.
Punto de succión	Se refiere al punto donde el proceso de recolección comienza.
Velocidad de captura	Es la velocidad del aire requerida para capturar las partículas de polvo y moverlas hacia una corriente de aire.
Velocidad de conducción	Es la velocidad mínima del aire requerida para conducir las partículas de polvo en la corriente de aire. Generalmente expresada en pies por minuto.
Ventilador	Es el equipo encargado de causar un diferencial de presión, moviendo el aire por el sistema.

RESUMEN

En el proceso actual se desprende viruta de papel en la convertidora de papel higiénico de una bobina madre a un Jumbo Roll.

El papel que sale de la bobina madre pasa por una serie de rodillos, con la finalidad de evitar las arrugas en el papel, el papel tiene rozamiento con los rodillos y por la curvaturas por el trayecto, esto ocasiona el desprendimiento de la viruta.

La viruta de papel se transporta a través del ambiente y los equipos, como: el motor eléctrico de máquina convertidora de papel, el papel de control, la acometida eléctrica, las paredes de la planta, los vidrios, la estructura metálica que separa la bodega con la maquinaria, la cortadora y es aspirado por los trabajadores de la empresa.

La recolección de viruta es necesaria para cuidar la salud de los trabajadores y optimizar la materia prima.

OBJETIVOS

General

Diseñar un colector para la reutilización de la viruta en una convertidora de papel higiénico de una bobina madre, a una presentación de un Jumbo Roll.

Específicos

1. Determinar las medidas y especificaciones del colector.
2. Establecer el área óptima para la instalación del colector.
3. Especificar los materiales y componentes que se utilizarán para la construcción del colector de la viruta de papel.
4. Determinar los costos que se deben incurrir en el diseño y la implementación del colector.
5. Determinar el proceso de reutilización de la viruta de papel.

INTRODUCCIÓN

Procesos Especiales S. A., dentro de sus actividades principales, se dedica a la distribución de papel higiénico en diferentes presentaciones, la más comercial es el Jumbo Roll, que surge de convertir una bobina madre que es exportada de China para ser transformada a la presentación de Jumbo Roll en diferentes presentaciones, luego se distribuye a lugares como instituciones privadas, restaurantes de renombre y también a personas privadas.

La implementación del colector surge de la problemática del ambiente contaminado, por la viruta de papel que se genera en el proceso de producción de la conversión de papel de una Bobina a un Jumbo Roll, realizando un estudio para adecuar el colector adecuado y así controlar la contaminación dentro del ambiente laboral llegando a los niveles de producción más limpia, con su puesta en marcha el colector podrá almacenar la mayor cantidad de viruta desprendida en el proceso para ser reutilizarla.

La recolección del polvo y virutas es de imperiosa necesidad en la industria papelera, para que el aire dentro y fuera de la planta se mantenga limpio y evitar así perjuicios en la salud de los trabajadores, a la vez que se eleva la seguridad y se previenen accidentes, se reduce el desgaste de las máquinas y herramientas y se liberan áreas de trabajo ocupadas con los residuos, y se contribuye a cuidar el medio ambiente, controlando los niveles de viruta de papel.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Reseña histórica

PROESA inició operaciones en 1992 como una sociedad anónima. La actividad productiva inicial a la que se dedicó PROESA fue la fabricación de toallas sanitarias, y la marca impulsada fue Leidy.

Para la manufactura de esta toalla sanitaria se importaban los materiales constituyentes tales como pulpa de madera como material absorbente, polietileno, tela no tejida para revestir el producto), para luego después de un proceso mecánico obtener la toalla como producto terminado.

Los canales a través de los cuales se comercializaba la toalla eran:

- Cadena de tiendas de La Fragua
- Ruteo a través de la empresa VEPASA

En 1996 PROESA decide adquirir maquinaria y equipo para empezar a producir servilletas de papel y papel higiénico, el proceso era básicamente la adquisición de la bobina madre de papel, para luego hacer la última parte de la conversión de los mismos.

A la fecha se produce únicamente el papel higiénico en su presentación Jumbo Roll, y el proveedor es un molino de papel ubicado en la República de China, la negociación se ha hecho a través de la empresa Greenbelt International Co, con sede en dicho país. El proceso productivo es convertir la

bobina madre de papel con ciertas especificaciones, en bobinas que puedan ser utilizadas en lo que se ha denominado segmento institucional (fábricas, restaurantes, oficinas y cualquier institución en general).

En el 2000 se decide incursionar en el negocio de los productos químicos para la limpieza, y se empiezan a manufacturar productos como: jabón para manos, desinfectante para pisos, cloro, limpiavidrios, ceras, desengrasantes entre otros, los mismos se manufacturan a la fecha.

Estos productos químicos constituyen una buena oferta que combina perfectamente con el negocio de los papeles higiénicos, y permite ofrecerle un mejor servicio al cliente, ya que se consolida la compra de todos los artículos en un solo proveedor.

En el 2001 se crea una alianza estratégica con la empresa SABO, que se dedica principalmente a la manufactura de aerosoles para el mantenimiento electrónico, automotriz e industrial con dicha marca, aunque tiene un esquema de negocio semejante a Procesos Especiales, S. A.

A partir de esa alianza con SABO, Procesos Especiales cambia su filosofía de atención y servicio al cliente, ofreciendo toda una gama de productos de limpieza, tratando de consolidarse como una solución integral de todas las necesidades de sus clientes.

La filosofía de PROESA consiste en ofrecerle al cliente un servicio completo al proveerle una gama de productos de limpieza y cafetería a un precio competitivo y con un tiempo de entrega de 24 horas.

1.2. Ubicación de la empresa

La empresa Procesos Especiales S. A., está ubicada en la 45 calle 16-84 de la zona 12 de la ciudad de Guatemala, cerca del Centro Comercial Petapa y del Centro Turístico del Banco de Guatemala.

Figura 1. Ubicación de la planta de producción



Fuente: Google Earth. Consulta: 31 agosto de 2013.

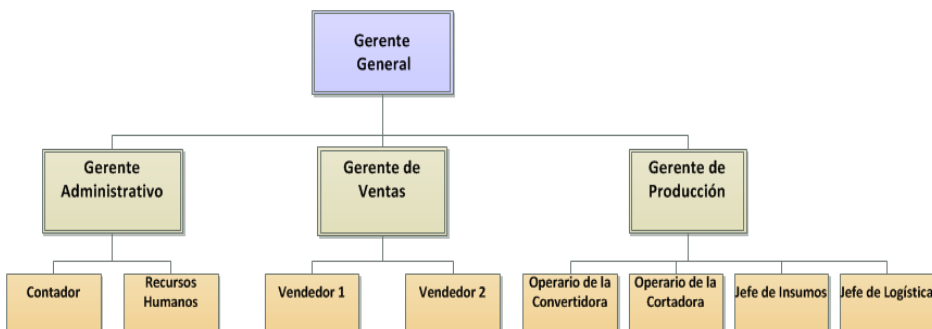
1.3. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa PROESA es una estructura funcional. Este tipo de estructura organizacional, aplica el principio funcional o principio de la especialización de funciones para cada área.

Este tipo de estructura proporciona el máximo de especialización a los diversos cargos de la organización, ya que permite que cada cargo se concentre exclusivamente en su trabajo o función, y permite una mejor supervisión de las tareas.

A continuación se muestra la estructura organizacional actual de la empresa PROESA:

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

A continuación se describe de manera breve, las funciones de cada uno de los puestos descritos en el organigrama:

- Gerente general

Dentro de las funciones se encuentran: la determinación de las políticas, estrategias, normas y criterios de la organización y administración que orienten las actividades de la organización.

Además, debe responder al Directorio en su carácter de máximo ejecutivo, por la ejecución de las políticas de la empresa. Debe representar legalmente a la empresa, informar al Directorio sobre el avance, resultados y evolución de la empresa. Aprobar las ofertas y contratos. Decidir sobre la ejecución de proyectos. Disponer de la capacidad operativa de la empresa. Disponer sobre la política de Recursos Humanos. Determinar la política de calidad de la empresa. Designar y remover a los gerentes y los responsables de sectores críticos de la empresa, y aprobar la designación de directores de proyectos propuestos por los gerentes de área.

- Gerente administrativo

La función principal es dirigir y controlar todas las actividades administrativas. Es el responsable máximo de las áreas de finanza, administración y contabilidad de la empresa. Debe supervisar normalmente las funciones de contabilidad, control presupuestario, tesorería, análisis financiero, las auditorías, y en muchos casos, los sistemas de proceso de datos.

Se responsabiliza, directamente o a través de su personal, de la veracidad de las cuentas de la empresa en sus partidas de activo, pasivo y resultados. Debe elaborar directa e indirectamente, la documentación

contable requerida por los organismos oficiales y prepara los datos para la liquidación de los impuestos.

El gerente administrativo es el encargado de la elaboración de presupuestos que muestren la situación económica y financiera de la empresa, asimismo los resultados y beneficios a alcanzarse. Así como realizarla negociación con proveedores, para términos de compras, descuentos especiales, formas de pago y créditos.

Lleva a cabo las negociación con clientes, en temas relaciones con crédito y pago de proyectos, manejo del inventario, debe ser el encargado de todos los temas administrativos relacionados con recursos humanos, nóminas, préstamos, descuentos, vacaciones, entre otros.

- Gerente de ventas

Es la persona encargada de dirigir, organizar y controlar el Departamento de Ventas, debe agrupar todas las cualidades de un verdadero líder, como son la honestidad, ser catalizador, tomar decisiones, ejecutarlas, en fin un gerente debe ser muchas cosas.

Dentro de las funciones se encuentran: administrar las ventas de la compañía, supervisar y recibir informes de las ventas y solucionar problemas de rango mayor relacionas a ventas. Es su responsabilidad cumplir con el mínimo de volumen de ventas establecido por año, y para ello debe, además, diseñar mecanismos que impulsen la actividad de los vendedores y su consecuente alcance de metas que la organización ha determinado.

- Gerente de producción

La sección de producción en la industria puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. En el Departamento de Producción se tienen actividades de: Medición del trabajo, métodos del trabajo, análisis y control de fabricación o manufactura, planeación y distribución de instalaciones, administración de salarios, higiene y seguridad industrial, control de la producción y de los inventarios, control de calidad.

Es en el Departamento de Producción donde se solicita y controla el material con el que se va a trabajar, se determina la secuencia de las operaciones, las inspecciones y los métodos, se piden las herramientas, se asignan tiempos, se programa, se distribuye, se lleva el control del trabajo y se logra la satisfacción del cliente.

El objetivo de un gerente de producción es elaborar un producto de calidad oportunamente y a menor costo posible, con una inversión mínima de capital y con un máximo de satisfacción de sus empleados.

- Contador general

Es el responsable de la planificación, organización y coordinación de todas relacionadas con el área contable, con el objetivo de obtener las consolidaciones y estados financieros requeridos por la organización. Establece y coordina la ejecución de las políticas relacionadas con el área contable, asegurándose que se cumplan los principios de contabilidad generalmente aceptados y con las políticas específicas de la

empresa. Adicionalmente elabora y controla la labor presupuestaria y de costos.

Dentro de la gestión administrativa debe elaborar estados financieros en fechas requeridas con la información oportuna y verídica, verificar y depurar cuentas contables, controlar el correcto registro de los auxiliares de contabilidad, examinar el valor de los inventarios de mercadería y efectuar ajustes respectivos, revisar órdenes de cheques de oficina, corroborando los cálculos presentados, revisar reportes de ventas diarias y semanales comparativas con períodos anteriores.

Dentro de la gestión operativa debe confeccionar las declaraciones de impuestos de ventas, elaborar las declaraciones de retención de impuesto sobre la renta, revisar las facturas de proveeduría para su contabilización, revisar y comparar gastos mensuales, revisar los movimientos de las inversiones transitorias, entre otras.

- Jefe de insumos

El jefe de insumos o bodega debe tener control total de todas las actividades, responsabilizarse del control de la calidad de los productos que se encuentran en la bodega; debe estar pendiente del trabajo del personal que se encuentra a su cargo; saber en cualquier momento las existencias en bodega de todos y cada uno de los artículos/productos a su cargo y en que sitio exacto dentro de la bodega se encuentra; debe velar que el local cumpla y reúna las condiciones óptimas de almacenamiento; debe llevar un control preciso de las entradas y salidas de los productos, de quien recibe (proveedores) y a quien se las entrega (clientes) o área dentro de la misma empresa.

Debe diligenciar los formatos de entradas y salidas del almacén, verificar que estos documentos sean firmados por el responsable del recibo y/o despacho.

Dentro de las funciones debe velar porque las deficiencias (empaques dañados, faltantes, sobrantes, problemas de infestación, humedad) detectadas en la descarga de producto sean reportadas al Departamento de Logística. Revisar el adecuado almacenaje del producto en bodega interna y foránea. Revisar el adecuado funcionamiento de los montacargas, así como las reparaciones de los mismos. Verificar que los documentos de despacho, órdenes de embarque y consolidados, facturas de autoconsumo y cualquier otro documento sea debidamente autorizado.

- Jefe de logística

Debe asegurar un proceso logístico para la empresa de carácter íntegro que sea gestionado centralizadamente, respecto del abastecimiento de insumos y materiales necesarios para la producción, cuyas características fundamentales deben ser: la disminución de tiempos de respuesta para mejorar el nivel de satisfacción de los clientes, la alta rotación de las materias primas y materiales, la disminución de costos por inmovilización y en general garantizar el mínimo costo por materiales en la operación de la organización.

Debe orientar permanentemente el proceso logístico con base en la planificación de la demanda de materiales e insumos en general, y el correspondiente desarrollo de la cadena de proveedores, tiempos de demoras y niveles de inventarios, que optimicen y agilicen la gestión del

proceso de abastecimiento, y, que constituyan ventajas competitivas sostenibles para los entes productivos de la organización. Mantener, administrar y velar por el óptimo desempeño de la organización en función del nivel de servicio esperado y tiempo de respuesta, tiempo de despacho y los costos de almacenamiento y financiero del material inmovilizado.

- Recursos humanos

Es el encargado de coordinar al personal que labora en la organización, resolver los conflictos entre personas cuando se presente, motivar y supervisar a la fuerza laboral, entre otros. Sobre el recae gran parte de la responsabilidad del correcto funcionamiento de la empresa.

Las dos principales funciones del gerente de recursos humanos son:

- Identificar y gestionar las plantillas de persona: debe identificar las necesidades que tiene la empresa, al tiempo que define las prestaciones retributivas. Una vez identificadas las necesidades de la empresa, debe realizar la búsqueda y selección del personal necesario.
- Administrar el personal existente: debe dar solución a los problemas que se presenten entre el personal y la empresa. Esto puede darse a través de la búsqueda e incorporación del personal, el mantenimiento y capacitación del mismo y finalmente el término de la relación laborar.

- Personal de ventas

En un entorno competitivo y repleto de mercados cambiantes es necesaria, a la vez que imprescindible, una buena gestión. Vender ya no es suficiente, la gestión comercial y la optimización de recursos a todos los niveles, se han convertido en la base y pieza clave para obtener resultados óptimos y profesionales.

Las funciones básicas de un vendedor son: mantenimiento de la cartera de clientes, se debe informar al cliente en todo momento de promociones, ofertas y nuevos lanzamientos, así como la solución de incidencias, impagos, abonos, devoluciones, reclamos, entre otros. Aumentar la distribución y nivel de facturación; ambas son piezas claves para el desarrollo del negocio y la evolución constante del mismo. Consecución de objetivos marcados tanto cualitativos como cuantitativos; esta es la función base de un vendedor, la consecución y el logro de sus objetivos de venta. Contribuir con el desarrollo del negocio; la colaboración interdepartamental hará a los vendedores de excelencia.

- Operarios

El operador de producción es importante para mantener el proceso de producción. Este hará un seguimiento de la producción y de su progreso, asegurando que todo esté funcionando sin problemas y eficientemente. Ellos ¹ tomarán los datos y mantendrán registros y datos de la velocidad y los resultados de la producción. Con esta información sugerirán cambios

¹ PROESA. Manual de Conducta. p. 10.

² *Ibíd.*, p. 11.

que puedan mejorar el proceso de producción. Los operarios de producción supervisan todo el proceso en todo momento.

La máquina y maquinaria utilizadas en el proceso de producción debe ser mantenida por el operador de producción, esto significa que el debe saber cómo operar la máquina como llevar a cabo su mantenimiento y la forma de hacer las reparaciones necesarias.

1.4. Visión y Misión de la empresa

- Vision: “Ser el proveedor integral en las áreas de mantenimiento electrónico, industrial, automotriz y limpieza general de nuestros clientes, manteniendo los más estrictos estándares de calidad y responsabilidad social para lograr su satisfacción total”.
- Mision : “Cumplir con eficiencia y eficacia todas las necesidades de nuestros clientes en la áreas de cómputo, electrónica, automotriz, industrial y limpieza general, con productos de excelente calidad, entregas oportunas y con el esmero de un calificado equipo humano dispuesto a exceder las expectativas de nuestros consumidores, manteniendo un equilibrio con la naturaleza y compartiendo nuestro crecimiento con las comunidades donde se realizan nuestras operaciones”.

1.5. Descripción de la actividad productiva

La actividad productiva es manufacturar el papel higiénico en su presentación Jumbo Roll, por lo tanto el proceso productivo es convertir la bobina madre de papel con ciertas especificaciones, en bobinas que puedan ser

utilizadas en lo que se ha denominado segmento institucional (fábricas, restaurantes, oficinas y cualquier institución en general).

En el caso del papel higiénico, las bobinas son desenrolladas en bobinas de un diámetro menor, que dependerá del diámetro estándar para el papel higiénico que se desea producir. A continuación se cortan estas bobinas en partes cuyo largo también dependerá de las especificaciones del producto. Después de esto los rollos ya del tamaño adecuado, dependiendo de las presentaciones en que se deseen comercializar, pueden o no pasar por otra máquina que se encarga de envolverlos individualmente, luego se agrupan y empacan quedando así como producto terminado.

1.6. Distribución del producto

El producto terminado es distribuido a una gama de instituciones del país que demandan el producto para utilizarlo en sus empresas. De igual manera es exportado a una empresa en Costa Rica con la que se tiene una alianza en cuanto a productos de limpieza, como lo son productos de aerosoles para el mantenimiento electrónico, automotriz e industrial; esta empresa se llama SABO quien demanda el producto de papel higiénico. Se tiene distribución, de igual manera, para empresas del interior del país.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. Distribución de la maquinaria

La distribución en una planta industrial es muy importante, ya que incidirá directamente en las actividades y proceso que se llevan a cabo. La ordenación física de los elementos industriales, esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Una buena distribución en planta debe cumplir con los siguientes principios:

- Principio de la integración de conjunto: la mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares; así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso entre todas las partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida a igual de condiciones: es siempre la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: es aquella distribución o proceso que esté en el mismo orden de secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico: la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible tanto vertical como horizontal.
- Principio de satisfacción de la seguridad: es la distribución que hace el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

- Principio de la flexibilidad: siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo.

Es importante conocer los diferentes modos de relacionar los elementos involucrados en una producción: mano de obra, materiales y maquinaria, en cuanto al movimiento:

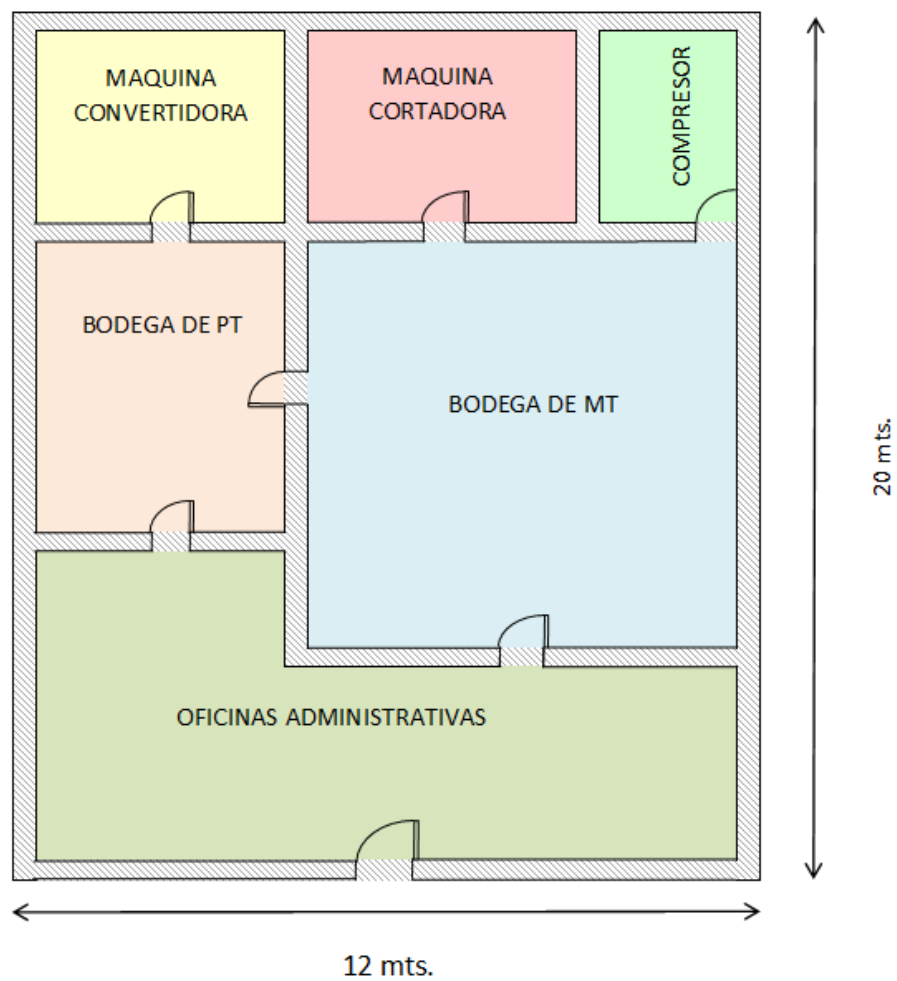
- Movimiento de material: es el componente que es objeto de transformación.
- Movimiento del hombre: los operarios se mueven de un lugar a otro, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material.
- Movimiento de maquinaria: el trabajador mueve diversas herramientas o máquinas para actuar sobre una pieza.
- Movimiento de material y de hombre: el trabajador se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo.
- Movimiento de material y de maquinaria: los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación.
- Movimiento de hombres y de maquinaria: los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza.

La maquinaria utilizada en la empresa para la realización del proceso productivo, se compone de una convertidora y una cortadora de papel. Esta maquinaria ha sufrido ciertos cambios ya que para lo que se usan actualmente no fueron construidas, tal es el caso de la convertidora que sirvió para el proceso de imprenta y la cortadora para el proceso de corte de madera, han sido innovadas para adaptarlas a la industria papelera.

La empresa cuenta con áreas destinadas para el almacenamiento de la materia prima (Bodega de MP) y la de producto terminado (Bodega de PT).

Se encuentran ubicadas en serie tanto la máquina convertidora como la máquina cortadora, para agilizar el proceso y que no haya necesidad de utilizar ningún tipo de medio para tener que transportar el producto.

Figura 3. **Plano general de la planta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.2. Maquinaria y equipo

La máquina está dividida en partes mecánicas, neumáticas y eléctricas. En las partes mecánicas consta de rodillos, engranajes helicoidales, engranajes rectos, sprockets, cadenas, fajas, chumaceras, rodamientos, ejes, entre otros. A continuación se describirán partes de la máquina:

- Rodillo de embobinado
- Brazo del rodillo de embobinado
- Retenedor del cartón de embobinado
- Brazo de impresión
- Rodillo hembra de embobinado
- Placa de la faja de tensiones
- Graduadores de impresión
- Eje de transmisión para la parte de impresión
- Sprockets
- Polea
- Rodillo de *Free* rodamiento
- Caja de tensores de la parte de arriba
- Caja de tensores de la parte de abajo
- Panel de control
- Palanca de levantamiento de impresión
- Base de graduación de bobina
- Tope de bobina
- Tope de barra entre bobina
- Motor eléctrico
- *Air Mount*

2.3. Dimensiones del área de trabajo

La distribución racional del espacio debe sistematizar las acciones provenientes de un análisis, y establecer objetivos y metas para ordenar las actividades que permitan alcanzarlas con base en la correcta asignación de recursos, una adecuada coordinación de esfuerzos y delegación precisa de responsabilidades.

Se debe elaborar una lista que incluya toda la información necesaria para identificar el mobiliario, maquinaria y equipo ubicado en el área de trabajo, entre los datos relevantes están: cantidad, dimensiones, clases, modelo, material, antigüedad, así como otras observaciones sobre cada uno de los elementos materiales por unidad orgánica y por puesto.

Cada unidad física debe ser numerada con el fin de utilizarla en la distribución final.

Un estudio realizado de la distribución debe delimitar las áreas de conflicto, lo que permite suministrar información sobre las dimensiones necesarias, de la máquina y equipo utilizados.

El área de trabajo donde se ubica las máquinas que realizan el proceso productivo fue diseñado de tal manera que la convertidora de papel, la cortadora y compresor, utilizarán un área aproximada de 20 metros de largo y 12 metros de ancho, habiendo espacio disponible para poder colocar otro módulo si en cualquier momento se presenta el caso de incrementar la demanda de producto.

2.4. Mantenimiento

Dentro de la empresa no se cuenta con un Departamento de Mantenimiento que se encargue del mantenimiento de todas las instalaciones de la planta, el programa de mantenimiento actual se puede definir como correctivo, ya que en gran parte lo que se hace es reparar fallas que se producen en el momento, no se programan los servicios por una rutina sino más bien por la experiencia con la que cuenta el personal u operarios, se realiza mantenimiento, preventivo en los rodillos de impresión y en el área de corte, en las que se realiza con el aceite mineral que sirve para evitar que la viruta de papel se adhiera tanto a los rodillos como a la máquina donde se realiza el corte.

De la misma forma se realizan lubricaciones en partes de la máquina que están expuestas o a la vista, como lo son cadenas de la caja de tensores superior e inferior, engranes helicoidales, entre otros.

De igual manera no hay una fecha programada para realizar las principales actividades del mantenimiento como lo son la lubricación, la limpieza y el ajuste de piezas, por lo tanto se estará propenso a que en cualquier momento se provoque alguna falla inesperada de cualquier pieza o parte de la máquina. Por esto es de vital importancia contar con una programación detallada del mantenimiento preventivo, que se le debe realizar a la maquinaria instalada en la planta.

Se carece actualmente de un programa de mantenimiento por escrito, ya que el que se lleva a cabo es el mantenimiento correctivo. De tal manera no existe una periodicidad del mantenimiento a las partes de la maquinaria, en consecuencia se está arriesgando a que se provoquen paros inesperados en la

producción, por cualquier imperfección que se presente ya que se podría aflojar o desajustar cualquier pieza, y se deba de parar la producción.

2.5. Operario

Los operarios de producción supervisan todo el proceso en todo momento. Son los encargados de tomar datos y mantener registros de la velocidad y los resultados de la producción.

2.5.1. Daños respiratorios

La función de los pulmones es transportar el oxígeno del aire hasta la sangre. Por esta razón, el buen funcionamiento y limpieza de las vías respiratorias es fundamental para un eficaz transporte de oxígeno, que permita al ser humano un alto rendimiento.

La contaminación en el área de trabajo es considerado como un riesgo laboral, la cual ocasiona una enfermedad llamada EPOC que significa Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. El apareamiento de dicha patología se enmascara en una serie de pequeños padecimientos, que inician con síntomas en las vías aéreas superiores (nariz, laringe, faringe). Posteriormente los estados sintomáticos se instalan a nivel de las vías aéreas inferiores (tráquea, bronquiolos, bronquiolos, alveolos).

La enfermedad como tal, que suele tener un origen por riesgo laboral es el Enfisema Pulmonar, esta enfermedad produce una degeneración progresiva a nivel alveolar, impidiendo lentamente el intercambio gaseoso.

El ser humano adulto promedio inhala 500 ml de aire en cada inspiración esto equivale a medio libro de aire ambiente, este aire pasa por todo el sistema hasta llegar a los alveolos, ahí se produce el intercambio gaseoso donde el cuerpo capta el 5 por ciento del 21 por ciento de oxígeno presente en el ambiente. Normalmente el aire del ambiente está cargado de pequeñas partículas de polvo y humo, que al llegar a los alveolos son destruidas por las células del sistema inmunológico. Cuando la cantidad es muy grande, las células liberan sustancias de desecho como una reacción natural y esto se siente como una reacción alérgica porque produce secreciones y estornudos o tos para expulsar estos desechos.

Cuando las partículas son inhaladas de forma constante el cuerpo no tiene el tiempo y los recursos necesarios para expulsarlos, por lo que la reacción alérgica de ser temporal y se transforma en un estado permanente.

Este estado permanente de inflamación en los alveolos produce daño en la pared y reduce el intercambio gaseoso. Finalmente el alveolo se atrofia (deja de ser funcional). Por el tamaño mínimo de cada alveolo, en exposiciones cortas de tiempo no se logra percibir este daño. En exposiciones prolongadas el trabajador manifiesta estados de tos y malestar por más de tres meses, y al año aproximadamente puede comprobarse, mediante espirómetro (exámenes de capacidad respiratoria) la disminución de la capacidad inspiratoria. Finalmente, tras años de exposición, la dificultad respiratoria se evidencia en la realización de actividades físicas cotidianas.

En el caso de la viruta de papel, los químicos utilizados durante su fabricación aumentan sus características alérgicas, lo cual le da un nivel de patogenicidad como la del humo, el carbón y la cal entre otros.

La ventilación de máquinas o de procesos industriales permite controlar el calor, la toxicidad de los ambientes o la explosividad potencial de los mismos, garantizando en muchos casos la salud de los operarios que se encuentran en dichos ambientes de trabajo.

- Encuestas al personal involucrado
 - Estructuración de la encuesta modelo

Se ha visto en el anteproyecto, la necesidad imprescindible de conocer que piensa todo el personal involucrado, acerca de la problemática del polvo generado durante el proceso productivo.

Para el diseño de la encuesta modelo que dará la información se ha considerado los siguientes parámetros:

- Antigüedad del encuestado en la planta
- Enfermedades superadas o acarreadas a causa del polvo
- Días de descanso por enfermedad
- Rendimiento laborar en cual se ubica actualmente ante la presencia del polvo.
- Opinión acerca de implementar un sistema para la extracción de polvo

A continuación se presenta la encuesta modelo definitiva:

Figura 4. **Formato de la encuesta**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Encuesta para el estudio del impacto del polvo en la empresa PROESA
Objetivo: dicha encuesta tiene la finalidad de saber las inquietudes del personal,
para realizar un análisis para una posible adquisición del extractor de polvo.

ENCUESTA Núm: _____

INSTRUCCIONES: *Lea atentamente cada pregunta y en cada una de ella marque una sola casilla de respuesta con una "X".*

a) ¿Qué tiempo lleva trabajando en la planta?

1	MENOS DE 6 MESES	<input type="checkbox"/>
2	1 – 4 AÑOS	<input type="checkbox"/>
3	MÁS DE 5 AÑOS	<input type="checkbox"/>

b) ¿Se ha enfermado alguna vez por causa del polvo en la planta?

4	SI	<input type="checkbox"/>
5	NO	<input type="checkbox"/>

c) Entre las siguientes categorías, ¿en cuál ubica la enfermedad que adquirió a causa del polvo?

6	LEVE	<input type="checkbox"/>
7	GRAVE	<input type="checkbox"/>
8	MUY GRAVE	<input type="checkbox"/>

d) ¿Por cuánto tiempo ha guardo reposo a causa de la enfermedad adquirida?

9	NUNCA	<input type="checkbox"/>
10	1 – 2 DIAS	<input type="checkbox"/>
11	1 – 2 SEMANAS	<input type="checkbox"/>
12	1 MES O MAS	<input type="checkbox"/>

Continuación de la figura 4.

e) ¿Actualmente usted toma medicamento a causa de las molestias que ocasiona el polvo?		
13	SI	<input type="text"/>
14	NO	<input type="text"/>
f) Entre la siguiente escala, ¿en cuál se ubica su rendimiento laboral actual con la presencia del polvo?		
15	DEFICIENTE	<input type="text"/>
16	BAJO	<input type="text"/>
17	MEDIO	<input type="text"/>
18	ALTO	<input type="text"/>
19	MUY EFICIENTE	<input type="text"/>
g) ¿Cree usted que la empresa debería adquirir un sistema de extracción de polvos para la planta?		
20	SI	<input type="text"/>
21	NO	<input type="text"/>
h) De concertarse la adquisición de un sistema de extracción de polvo, ¿en cuánto cree usted que aumentaría su rendimiento laboral?		
22	NADA	<input type="text"/>
23	5 -10 %	<input type="text"/>
24	20 – 40 %	<input type="text"/>
25	40 – 60 %	<input type="text"/>
26	50 – 80 %	<input type="text"/>
27	80 – 100 %	<input type="text"/>

Fuente: elaboración propia.

- Aplicación de las encuestas

Para la fase de la aplicación de las encuestas, no se ha considerado una muestra ya que la población resulta ser pequeña, la cual está definida en un total de 15 encuestados entre operarios, supervisores y otros, los mismos que tienen relación directa con el área de trabajo.

- Análisis y tabulación de las encuestas

Se ha tabulado la información que se obtuvo de las encuestas en una hoja de Excel.

Figura 5. **Base de datos**

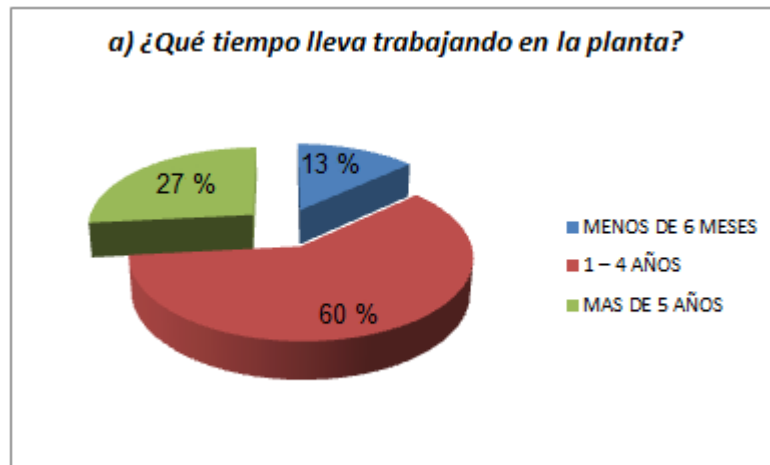
No. Encuesta	RESPUESTAS																										
	a			b			c			d				e			f				g		h				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	1				1			1						1			1			1	1						
2		1		1		1			1					1				1	1				1				
3		1		1		1			1					1			1			1			1				
4		1			1				1					1				1	1					1			
5			1	1			1			1			1			1				1			1				
6		1		1		1			1					1		1			1						1		
7		1			1				1					1		1				1	1						
8	1				1				1					1		1			1			1					
9			1	1		1			1					1				1	1					1			
10			1	1			1			1				1		1				1				1			
11			1	1		1			1					1			1			1			1				
12		1		1			1	1						1			1			1			1				
13		1		1		1			1					1				1	1				1				
14		1		1		1			1					1				1	1						1		
15		1		1			1	1						1				1	1					1			
Tot	2	9	4	11	4	7	4	0	11	3	1	0	2	13	0	2	7	6	0	13	2	2	6	5	2	0	0

Fuente: elaboración propia.

Los resultados preliminares obtenidos de dicha tabulación son los siguientes:

- En el figura 6 se aprecia que el 60 por ciento de la población lleva trabajando en la planta entre 1 a 4 años, el 27 por ciento que corresponde a 4 personas tienen más de 5 años trabajando en la empresa y tan solo 2 personas son las que tienen menos de 6 meses de trabajar.

Figura 6. **Resultado pregunta A**

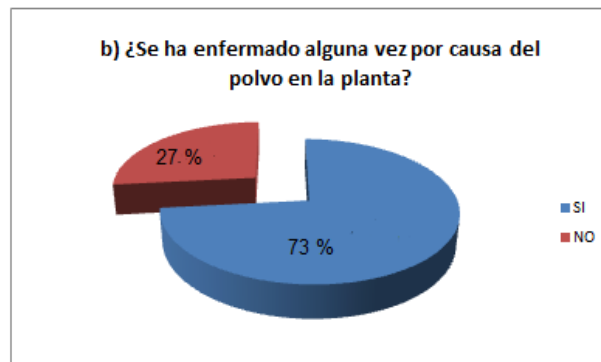


Fuente: elaboración propia.

- Se puede decir con certeza que si ha habido casos de enfermedades por causa del polvo en la planta, como se puede apreciar en la figura 7, ya que un 73 por ciento ha afirmado dicha pregunta y el restante que es un 27 por ciento de los empleados no ha tenido ningún indicio de enfermedad. Esta pregunta tiene mucha importancia para que la empresa pueda tomar la decisión de implementar el colector, y así evitar las

enfermedades de sus empleados, ya que esto influirá en muchas suspensiones de los empleados por el Seguro Social.

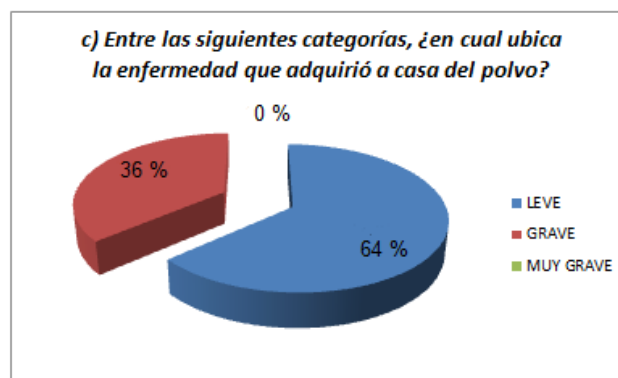
Figura 7. **Resultado pregunta B**



Fuente: elaboración propia.

- El 64 por ciento de las personas ha tenido una enfermedad leve y el 36 por ciento ha tenido una enfermedad grave a causa del polvo.

Figura 8. **Resultado pregunta C**



Fuente: elaboración propia.

- Como se puede observar el 73 por ciento de las personas nunca descansó, como consecuencia de la enfermedad a causa del polvo y que ha trabajado enfermo en su turno.

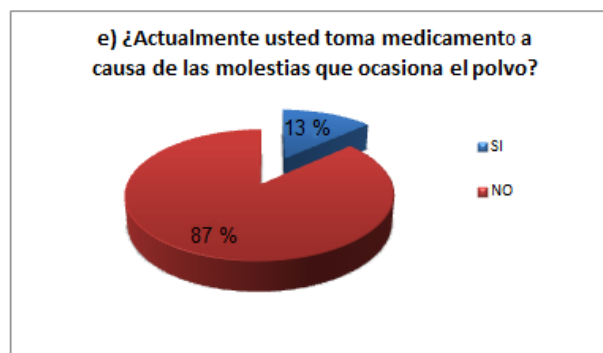
Figura 9. **Resultado pregunta D**



Fuente: elaboración propia

- Únicamente el 13 por ciento que corresponde a 2 personas, compran y toman medicamentos a causa del polvo que origina la máquina.

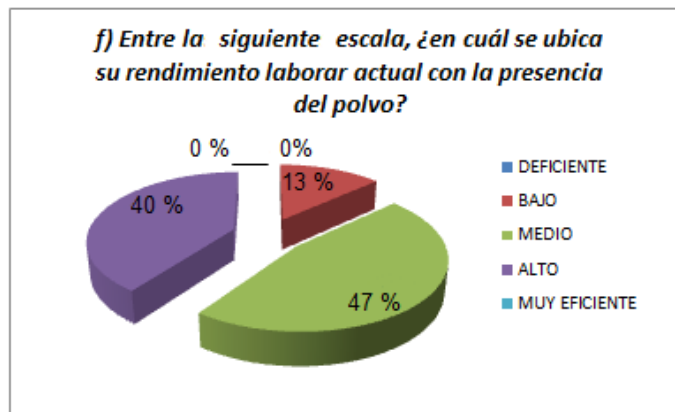
Figura 10. **Resultado pregunta E**



Fuente: elaboración propia.

- Para la siguiente pregunta (que fue un tanto subjetiva), se puede determinar que las personas intentan dar el máximo en sus labores, a pesar de la problemática que está ocasionando el aspirar el polvo. El 47 por ciento dice tener un rendimiento laboral medio, el 40 por ciento piensa que conserva un rendimiento laboral alto y el 13 por ciento no le influye la presencia del polvo en la realización de su trabajo. En los rangos de deficiente y muy eficiente no se obtuvo resultado quedando con 0 por ciento ambos rubros.

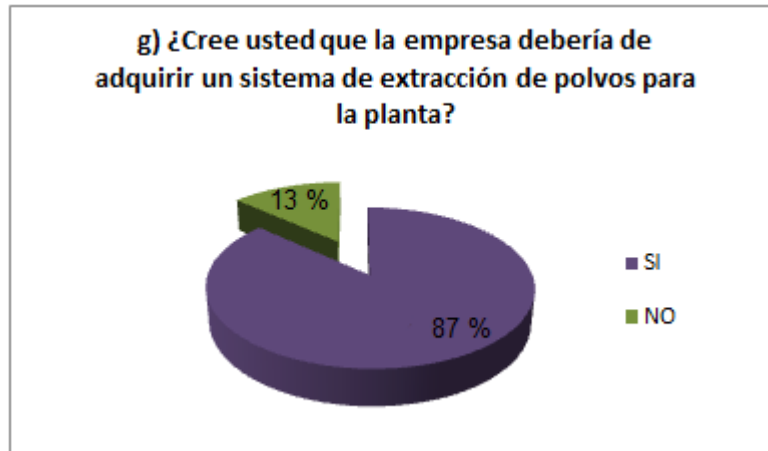
Figura 11. **Resultado pregunta F**



Fuente: elaboración propia.

- Definitivamente, desde el punto de vista de la mayoría del personal, es imprescindible adquirir un sistema de extracción de polvos para resolver dicho problema, también así se estarían mejorando las condiciones de trabajo, evitando los paros, ausencias, suspensiones por la inhalación de la viruta de papel. Y contribuir con el medio ambiente no contaminándolo.

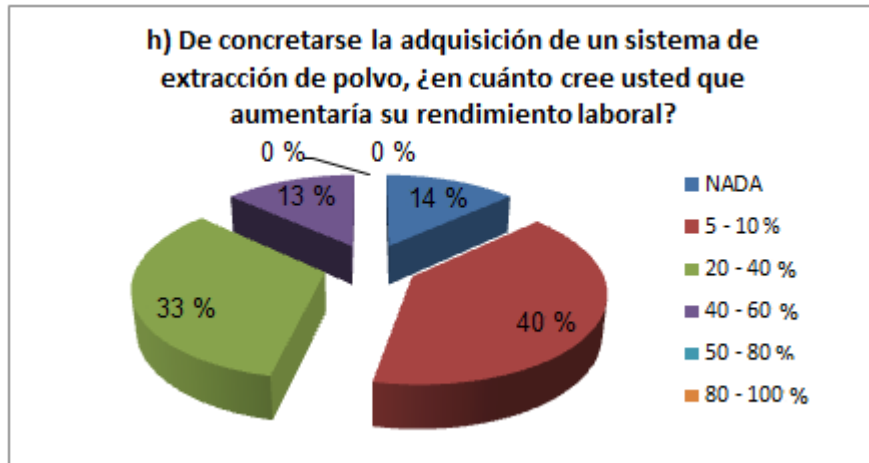
Figura 12. Resultado pregunta G



Fuente: elaboración propia.

- Finalmente, se puede apreciar que el personal piensa que con la implementación de un sistema de extracción de polvos, incrementarían su rendimiento laboral, tal es el caso que las 13 personas que respondieron que si les beneficiaría dicho sistema. El personal teniendo mejores condiciones podría incrementar su rendimiento laboral en un porcentaje considerable, un 40 por ciento lo incrementaría en el rango de 5 – 10 por ciento y un 33 por ciento lo incrementaría en 20 – 40 por ciento. Siendo bastante optimistas con la implementación del extractor de polvo, se lograría tener un mejor ambiente de trabajo.

Figura 13. **Resultado pregunta H**



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Enfermedades

La vía respiratoria es la vía por la cual ingresan enfermedades comúnmente. Los contaminantes suspendidos en el aire pueden entrar en los pulmones acompañando al aire que se inspira. Los filtros naturales de todo el aparato respiratorio no son suficientes para frenar la entrada de vapores, polvos, gases, aerosoles y fibras.

2.5.3. Seguridad industrial

Los actos y las condiciones inseguras dentro de la empresa pasan la mayoría de las veces desapercibidas, y lamentablemente cuando ocurre algún accidente es cuando es notorio el peligro, al que fue expuesto el personal que labora en la empresa.

Mediante la observación dentro de las instalaciones y sobre todo al momento de realizar trabajos, se puede observar algunas personas a las cuales no se les ha hecho ver el peligro que corren al exponerse a peligros.

- Actos inseguros
 - No utilizar mascarillas en el proceso del papel higiénico
 - No utilizar protectores de oídos al exponerse al ruido constante producido por las máquinas.
 - No utilización de cascos en áreas propensas a caídas de objetos
 - No utilizar zapato adecuado para evitar los golpes con la caída de objetos pesados en los pies de los operarios.

- Condiciones inseguras
 - La ubicación inadecuada de los montacargas después de su utilización.
 - La ubicación inadecuada de piezas y herramientas que son utilizadas para el ajuste y reparación de piezas.
 - Colocación adecuada del soplete para evitar caídas de los operarios.
 - La forma de subirse a traer cajas y centros de cartón que se utilizan para la producción, ya que se colocan tarimas para alcanzar una altura de más de 2,5 metros.

En la mayoría de las situaciones de peligro que se dan dentro de la empresa, la causa primordial de su existencia es la falta de conocimiento acerca de los efectos que conlleva determinada acción.

Dentro de la planta se puede notar los extinguidores que no tienen rótulo que los identifique, pero sí las líneas que indican o separan la bodega de materia prima, la bodega de producto terminado y la ubicación de la maquinaria existente.

No cuenta con rótulos que identifique la utilización de equipo de protección auditiva, la existencia de escaleras, la existencia de extintores u otros donde se prohíbe el fumar.

2.5.4. Rotación de personal

Es el resultado de la salida de algunos empleados y la entrada de otros para sustituirlos en el trabajo. Cada organización sufre un proceso continuo y dinámico de entropía negativa para mantener su integridad y sobrevivir. Esto significa que siempre pierden energía y recursos y que se deben alimentar de más energía y recursos para garantizar su equilibrio.

La rotación se refiere al flujo de entradas y salidas en una organización, las entradas compensan las salidas de las personas de las organizaciones. Existen dos tipos de separación: la separación por iniciativa del empleado (renuncia) y la separación por iniciativa de la organización (despido).

- Separación por iniciativa del empleado (renuncia). Se prestan cuando un empleado decide, por razones personales o profesionales, terminar la relación de trabajo con el empleador, la decisión de separarse depende de dos percepciones. La primera es el nivel de insatisfacción del empleado con el trabajo. La segunda es el número de alternativas atractivas que este encuentra fuera de la organización, en el mercado de trabajo.

- Separación por iniciativa de la organización (despido). Ocurre cuando la organización decide separar a los empleados, sea para sustituirlos por otros más adecuados con base en sus necesidades, para corregir problemas de selección inadecuada o para reducir su fuerza de trabajo.

El índice de rotación de personal mide la relación entre las personas que ingresan a la organización y las que se desvinculan de la misma. Desde un punto de vista matemático mide la relación porcentual entre las altas y las bajas de personal, en relación al número medio de miembros de una empresa en un período de tiempo determinado.

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{\text{Entradas} - \text{Salidas}}{\text{Empleados}} * 100$$

En donde:

Entradas: número de personas que ingresan

Salidas: número de personas que se desvinculan

Empleados: total de empleados en la organización

Si el índice es muy bajo se produce un estancamiento y envejecimiento del personal de la organización mientras que, en caso de que sea elevado, se presenta demasiada fluidez en el movimiento de personal que puede afectar negativamente a la estabilidad de la compañía.

El índice ideal es aquel en el cual la empresa es capaz de retener al personal de buena calidad, sustituyendo a aquel que presenta problemas difíciles de corregir dentro de un programa factible o económico.

La empresa actualmente tiene a su disposición 25 personas que llevan a cabo toda la operación de la organización, en el último año se ha tenido un historial de que han ingresado a la empresa 6 personas nuevas y se han desvinculado 3 personas.

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{6 - 3}{25} * 100 = 3 \%$$

El índice de rotación es del 3 por ciento anual, un valor positivo, que indica que la organización está creciendo, existiendo estabilidad y la rotación es baja a pesar de las condiciones que presenta la organización a sus empleados.

2.5.5. Costos

Los costos que acá se mencionan son los que se deben gastar para evitar que el operario y las demás personas involucradas en el proceso estén expuestos a inhalar la viruta de papel, para ello deben comprar los siguientes implementos:

- Mascarilla contra partículas en suspensión, ayuda a la preservación de los pulmones, permitiendo inhalar aire en un ambiente donde se encuentran pequeñas partículas en suspensión, así como vapores que dificulten la respiración.

Los costos en los que se incurren en la adquisición de dicha mascarilla no son tan elevados, ya que la empresa debe comprar para proteger a 4 operarios y a 7 empleados, que no estarán todo el tiempo en el lugar donde se lleva a cabo el proceso, a continuación se detallan los costos en los que se deben incurrir.

Tabla I. **Costos de mascarillas**

MASCARILLAS	CANTIDAD	PRECIO/ UNIDAD	COSTOS
Operarios	4	Q. 2,50	Q. 10,00
Personal administrativo	7	Q. 2,50	Q. 17,50
Proveedores	5	Q. 2,50	Q. 12,50
Visitas	5	Q. 2,50	Q. 12,50
TOTAL	21	Q. 10,00	Q. 52,50

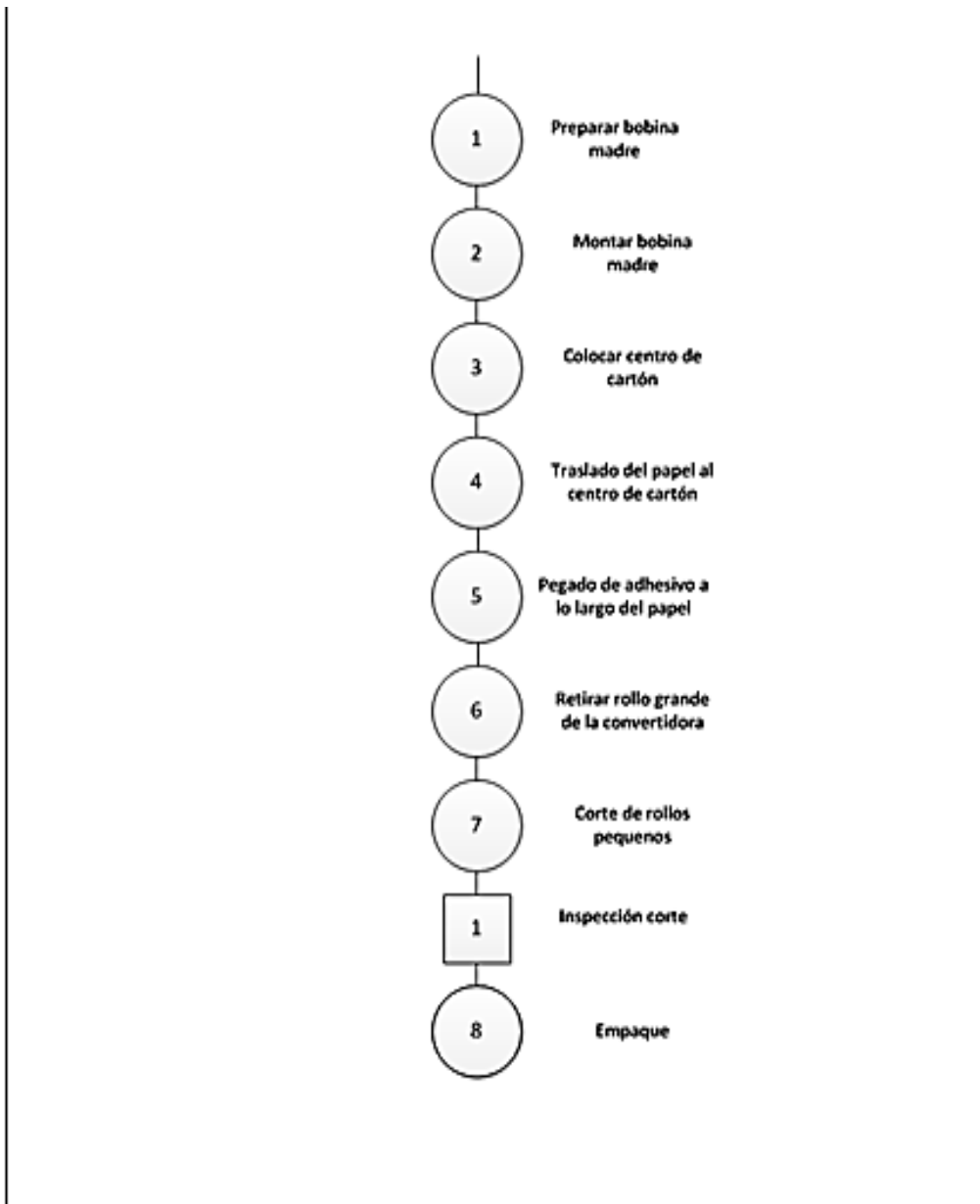
Fuente: elaboración propia.

2.6. Proceso

Se efectuó un análisis del proceso de producción por medio de un diagrama de operación, el cual muestra cada una de las operaciones realizadas al momento de convertir la materia prima, en productos de papel higiénico en presentación Jumbo Roll. Este se puede observar a continuación.

Figura 14. Diagrama de operaciones

Diagrama de operaciones rollos de papel higiénicos Jumbo roll	
Procesos Especiales S. A.	Método Actual
Inicio: preparar bobina madre	Final: empaque
Realizado por: José Daniel Mérida Aguilar	Página: 1 de 2



Continuación de la figura 14.

Diagrama de operaciones rollos de papel higiénicos Jumbo roll	
Procesos Especiales S. A.	Método Actual
Inicio: preparar bobina madre	Final: empaque
Realizado por: José Daniel Mérida Aguilar	Página: 2 de 2

TABLA RESUMEN

SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD
○	Operación	8
□	Inspección	1
TOTAL		9

Fuente: elaboración propia.

2.6.1. Materia prima

Los distintos tipos de papel y cartón que se manejan tienen diferentes características como lo son: peso base o gramaje, calibre o espesor, densidad, formación, blancura, opacidad, brillo, color, lisura y direccionalidad, estas son las propiedades físicas del papel.

- **Peso base o gramaje:** es el peso en gramos de un metro cuadrado de papel. El peso base afecta a la mayoría de las propiedades físicas, ópticas y eléctricas del papel, por lo que es muy importante que sea uniforme para trabajar tanto en los proceso de transformación como en el uso.

- Calibre o espesor: es la distancia que separa las dos caras del papel perpendicularmente y se refiere al grupo de papel. En algunos casos, como sucede con muchas presentaciones, esta propiedad las define para su comercialización. El calibre influye en casi todas las propiedades físicas, ópticas y eléctricas del papel. Es importante mantener su uniformidad a lo ancho de la máquina de papel, tanto para la impresión, como para algunos otros usos.
- Densidad: es el peso en gramos de un volumen de un centímetro cúbico de papel, se expresa en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).
- Formación: es la uniformidad distribuida en las fibras y otras materias sólidas en la hoja de papel. En la práctica esto se refiere a la apariencia de la hoja al ser vista contra la luz. Se dice que un papel tiene mala formación, cuando las fibras se encuentran distribuidas en forma poco uniforme y al ser observado a contraluz, le da al papel un aspecto moteado, de nubes o aborregado. En cambio, un papel con buena formación presenta un aspecto uniforme que se asemeja a un vidrio pulido.
- Blancura: es una característica del papel que se aprecia a simple vista y es fundamental en el resultado de la impresión. Se expresa en porcentaje. Es complicado definir un papel blanco y que normalmente está matizado, de manera que se tiene un blanco que se puede ser azulado, rojizo o verdoso. Lo más importante es que sea uniforme, cosa que es difícil mantener de un lote a otro.
- Opacidad: es la cantidad de luz que pasa de un lado al otro del papel. Un papel perfectamente opaco, es aquel que impide absolutamente el paso

de la luz a través de él. La opacidad es una propiedad importante en los papeles, especialmente en gramajes bajos, por lo que generalmente forma parte de sus especificaciones.

- Brillo: es la propiedad por la cual una superficie es capaz de reflejar la luz de forma semejante a como sucede en un espejo. El brillo que se pide en el papel depende del tipo de trabajo.
- Lisura: esta propiedad se refiere a la estructura de las superficies exteriores del papel y se percibe por los sentidos de la vista y el tacto.
- Direccionalidad: el papel tiene dos direcciones o sentidos principales, lo que significa que no se comporta igual si se le toma en una de sus direcciones o se le toma en la otra dirección.

El papel muestra atributos mecánicos como es la resistencia, que le permite soportar los esfuerzos a los que se ve sometido durante su transformación y uso, también determinan su durabilidad. Las propiedades básicas de resistencia mecánicas son: a la tensión, a la explosión, al rasgado, al doblar de la superficie, al levantamiento y rigidez.

- Resistencia a la tensión: a la vez que la tensión, se mide el estiramiento que sufre el espécimen durante la prueba hasta el momento de la ruptura, esta propiedad se denomina elongación. La resistencia a la tensión determina el comportamiento del papel bajo tracción directa. Es una indicación de la durabilidad y potencial para el desempeño en el uso final de papeles que se emplean.
- Resistencia a la explosión: es una resistencia práctica como indicador general de la resistencia o tenacidad del papel. Esta prueba se utiliza

mucho para el control del papel en las fábricas, porque mide en una sola operación sencilla, una combinación de fuerza y de tenacidad del papel que se relaciona razonablemente bien con muchos de sus usos y combina en la prueba los dos sentidos del papel. Es una prueba de la parte más débil, por lo tanto se ve afectada por la formación de la hoja.

- Resistencia al rasgado: es la capacidad de un papel para resistir a la ruptura cuando se somete a un jalón.
- Resistencia al doblado: esta resistencia mide la cantidad de dobleces que resistirá un papel antes de romperse. Está muy relacionada con la flexibilidad de los papeles, un papel rígido resiste muchos menos dobleces que uno flexible. Esta resistencia está relacionada con la estructura del papel y por una refinación impropia, una mala formación o un secado excesivo.
- Resistencia al levantamiento de la superficie del papel: es la resistencia que la superficie del papel opone a ser levantada o arrancada por una fuerza de tensión que tira de ella perpendicularmente.
- Rigidez: es la resistencia que opone un papel o cartón a flexionarse, cuando se le aplica una fuerza por una de sus caras. Es una propiedad extremadamente importante para muchos usos del papel y del cartoncillo o el cartón.

2.6.2. Descripción del proceso de materiales por compras internacionales

La compra de materias primas es un factor en el que concurren una serie de elementos, como la cantidad (volúmenes), la calidad, el precio y el tiempo de entrega de la materia prima.

Para que cada uno de estos factores pueda satisfacer al máximo las necesidades de una empresa, la administración debe considerar como un factor sumamente importante la selección y la respectiva negociación con los proveedores.

La compra de las bobinas de papel que se utilizan para la elaboración del papel higiénico se realiza en el extranjero, de acuerdo con los siguientes pasos:

- Determinar la cantidad de material que se necesita comprar para satisfacer la demanda.
- Realizar la cotización de la materia prima con los distintos proveedores solicitando que se proporcione el precio, la calidad y el tiempo de entrega de la materia prima.
- Luego de recibir las distintas cotizaciones por parte de los proveedores, se revisa cada una de las cotizaciones para determinar la que proporciona el mayor grado de satisfacción, acoplándose a las necesidades y requerimientos de la empresa.
- Se selecciona el proveedor con el cual se realizará el proceso de compra de materia prima y se establecen los términos de negociación con el mismo.
- Realizar el pedido con el proveedor seleccionado a través de una orden de compra.

2.6.3. Descripción del proceso

En el proceso actual se desprende viruta de papel en la convertidora de papel higiénico de una bobina madre a un Jumbo Roll.

El papel que sale de la bobina madre pasa por una serie de rodillos, con la finalidad de evitar las arrugas en el papel, el papel tiene rozamiento con los rodillos y por la curvaturas por el trayecto, esto ocasiona el desprendimiento de la viruta.

La viruta de papel se transporta a través del ambiente y los equipos, como son el motor eléctrico de máquina convertidora de papel, el papel de control, la acometida eléctrica, las paredes de la planta, los vidrios, la estructura metálica que separa la bodega con la maquinaria, la cortadora y es aspirado por los trabajadores de la empresa.

2.6.4. Paros

En el proceso de producción, como se ha descrito anteriormente, la máquina trabaja aproximadamente 8 horas para realizar el producto que es el Jumbo Roll, en su mayoría para la realización de papel higiénico, la viruta queda almacenada en lugares inadecuado e inapropiados dentro del área de trabajo, obligando así a efectuar rutinas de limpieza para evitar daños o paros en la producción.

Esto ha llevado a que los paros que se realicen para las rutinas de limpiezas se hagan en horarios cuando la máquina no esté en marcha para evitar el tiempo muerto en la producción. El horario recomendable es en la mañana y al final del día, para no afectar la producción.

2.6.5. Mantenimiento

La limpieza de una máquina es una garantía de funcionamiento correcto y una seguridad suplementaria contra ciertas averías o accidentes, además de la satisfacción que presenta trabajar con un material correctamente mantenido.

El orden y la limpieza son factores de seguridad importantes; toda negligencia puede causar accidentes graves, razón por la cual es preciso limpiar regularmente el suelo y los carriles de desplazamiento en torno y al interior de la máquina.

Manchas de aceite o grasa así como otros materiales deslizantes en esta superficie deben ser limpiados inmediatamente y con todo el cuidado necesario. En el mismo orden de cosas, no hay que dejar cerca de la máquina piezas que puedan causar la caída de personas.

Hacer una limpieza general a la máquina, entre los principales factores de suciedad que deben ser eliminados se encuentran:

- La viruta de papel, que se infiltra por todas partes hasta atascar ciertos dispositivos, mezclando con el aceite y la grasa es abrasiva y contribuye al desgaste rápido de las piezas mecánicas.
- Los desperdicios de cartón y papel higiénico, que pueden perturbar el funcionamiento al impedir los movimientos de los dispositivos mecánicos.
- El aceite y la grasa indispensables para el correcto funcionamiento de los órganos mecánicos, deben dosificarse con extrema precaución.

- Lubricación básica de los mecanismos en máquina convertidora y cortadora de papel higiénico.
- Cojinetes lisos: la lubricación de cojinetes lisos o bujes como se les conoce más comúnmente, puede ser realizada por medio de aceite o grasa, aplicándolos en alguna de las distintas formas en que cada uno de estos tipos de lubricante puede aplicarse. Dependerá de las condiciones de trabajo del buje la selección del lubricante y el método de aplicación del mismo.

Lo usual en máquinas cortadoras de papel que poseen bujes trabajando a temperaturas menores de 70 ° C soportando medianas y bajas cargas, y cuyos ejes giran a velocidades menores a 1 200 rpm, es lubricar con grasa cuyo aceite base posea una viscosidad intermedia, alrededor de 100 a 220 centistokes, con espesantes a base de litio, con una consistencia NLGI 2. Estas características las poseen la mayoría de grasas industriales que son conocidas como multipropósito o de uso general.

Generalmente esta se aplica a los bujes con una engrasadora (que puede ser manual o neumática), por medio de un niple de engrase directo, conocido comúnmente como graser.

- Rodamientos: al igual que para los bujes, los rodamientos pueden ser lubricados con aceite o grasa dependiendo de las condiciones de trabajo a que son sometidos.

Nuevamente, para el caso de las cortadoras de papel higiénico, las condiciones son muy similares a las de los bujes desde el punto de vista

de lubricación, por lo que se suelen lubricar con la misma grasa que se aplica a bujes.

Cabe hacer mención que los rodamientos de los motores eléctricos si poseen características de operación que difieren un poco, básicamente en cuanto a velocidad y carga, por lo que algunos fabricantes de motores eléctricos recomiendan utilizar grasas con aceites base de menor viscosidad.

Sin embargo algunos motores eléctricos, sobre todo los de mediana y baja capacidad, utilizan rodamientos lubricados de fábrica para la vida útil del mismo, comúnmente llamados “sellados”, que no necesitan relubricarse y simplemente son reemplazados al llegar al final de su vida útil o cuando el mantenimiento así lo requiera. Este tipo de rodamientos son los instalados en los motores de las máquinas cortadoras de papel.

- Engranajes: los juegos de engranajes pueden ser de varios tipos desde el punto de vista de diseño: rectos, helicoidales, doble helicoidales, cónicos, o de tornillo sinfín. Desde el punto de vista de lubricación, talvez las distinciones más importantes que deben hacerse es si son del tipo de tornillo sinfín (ya que el tipo de contacto de estos engranajes es más de deslizamiento que de rodadura, precisan utilizar lubricantes con características que difieren un poco a los demás tipos de engranajes), o si son del tipo llamado abierto (o sea que no están encerrados en ningún tipo de caja o depósito).

De no encontrarse dentro de estos dos grandes grupos, los engranajes normalmente son lubricados por medio de aceites diseñados para el efecto, ya sea con aditivos de extrema presión o no, de base sintética o

mineral, pudiendo utilizarse viscosidades que van desde los 68 a los 680 centistokes. Para el caso de los engranajes tipo sinfín, es usual utilizar aceites del tipo compuesto, sin aditivos de extrema presión, en viscosidades entre los 460 y 1 000 centistokes. Normalmente los fabricantes de cajas de engranes indican qué viscosidad y tipo de aceite deben aplicarse a sus productos, basados en la temperatura ambiente del área de trabajo de la caja, así como la cantidad por utilizar y tiempo de recambio necesarios.

- Cadenas: el uso de cadenas como elemento transmisor de potencia y movimiento es muy generalizado en todas las industrias. De esta cuenta la gran variedad de diseños de cadenas que existen, así como gran variedad de tamaños y materiales de construcción. Existen de esta manera cadenas que no necesitan lubricación, otras que son lubricadas al momento del montaje y no necesitan relubricarse, y cadenas que lo deben realizar periódicamente con el fin de aumentar su vida útil. Uno de los errores mayormente difundidos en la industria es lubricar las cadenas con grasa, aplicándola en la parte externa.

Es común pensar que la grasa protege los sprockets del desgaste, aunque si los bujes están libres para girar sobre el pin, no hay razón alguna para que desgasten el sprockets. Además, si se minimiza la fricción entre los bujes y pines, la cadena no se estirará por desgaste o perderá paso. Es por esta razón que para llegar a lubricar la parte interna de los bujes, que es en donde se da el mayor desgaste en las cadenas, es necesario aplicar un aceite que logre penetrar en esta parte y que logre permanecer allí realizando su función.

Cuando las temperaturas de trabajo se encuentran a menos de 80 ° C, es usual aplicar aceites de baja viscosidad con buenas características de penetración, por medio de la aplicación con brocha, sprays o haciendo pasar la cadena por un depósito de aceite en el cual se sumerge una parte de la cadena durante su recorrido para que el aceite penetre entre los bujes y pines.

En ocasiones la aplicación no puede realizarse de esta manera debido a la velocidad de la cadena, temperatura de trabajo o características especiales del proceso (manchado del producto final, paro de la maquinaria u otro), lo que da lugar a buscar otras opciones por medio de las cuales aplicar el lubricante a las cadenas. En el caso de las máquinas cortadoras de papel higiénico, la lubricación se realiza actualmente por medio de la aplicación de aceite hidráulico por medio de brochas cada tres días.

2.6.6. Materiales empleados

Los materiales que se utilizan en el proceso de producción, en la convertidora de papel de una bobina madre a un Jumbo roll:

- Papel Tissue

Es la principal materia prima que se utiliza para la fabricación de los productos que se elaboran en la empresa. Se denomina papel “Tissue” debido a las características de suavidad, elasticidad y absorción respondiendo a las necesidades provenientes del uso doméstico y sanitario.

Se caracteriza por ser de bajo peso y en toda su superficie base presenta un micro arruga llamado crepado, la que permite, entre otras cosas, disponer de un papel más suave.

Los papeles Tissue son fabricados con base en fibra virgen o a fibra de papel reciclado (o a una mezcla de ambos), se utilizan en productos de higiene personal (papel, higiénico, pañales, pañuelos), en el ámbito doméstico (rollos de papel de cocina, servilletas, toallas de papel para limpieza) y como material sanitario y de limpieza industrial.

- **Cartón**





Este material se utiliza para la elaboración del rollo de cartón, que sirve como base y soporte para enrollar el papel en la elaboración de papel higiénico.

El cartón viene con dimensiones de aproximadamente 1 milímetro de espesor, 11 centímetros de ancho y 100 centímetros de largo, de color café y superficie lisa.

2.6.7. Recursos

Los recursos utilizados para el proceso de los rollos tipo Jumbo roll se listan a continuación:

Figura 15. **Herramientas y equipo**

Herramienta y equipo	Especificaciones
<p style="text-align: center;">Cadena</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro ¾ de pulgada • 3 pies de largo • Límite de carga de trabajo: 2 650 libras • Soldada de 30 grados
<p style="text-align: center;">Llave inglesa</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave ajustable cromada • 15 pulgadas de largo • Forjada en acero al carbono • Apertura máxima: 50 milímetros • Mango ergonómico
<p style="text-align: center;">Martillo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeza de acero alto al carbón • 16 onzas • Mango tubular
<p style="text-align: center;">Destornilladores</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 pulgadas de longitud • Punta magnetizada • Cabeza Philips y cabeza plana • Fabricado en acero al carbono • Mango ergonómico

Continuación de la figura 15.

<p>Alicate universal</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Fabricado en acero Cromo - Niquel• Mango cubierto con vinil antideslizante• Con doble mordaza: curva-recta
<p>Pinza de corte</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Fabricado en acero Cromo - Niquel• Mango cubierto con vinil antideslizante• Superficie de corte tratada térmicamente
<p>Llaves españolas y corona</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Fabricado en acero Cromo Vanadio• Juego de llaves combinadas estandar• Acabado pulido espejo
<p>Metro enrollable</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Cinta de 5 metros de largo• Cinta de 3/4 de pulgada de ancho• Contra impacto

Continuación de la figura 15.

<p style="text-align: center;">Cepillo</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Cepillo de alambre con espátula• 4 X 16 hileras
<p style="text-align: center;">Brocha</p> 	<ul style="list-style-type: none">• 3 pulgadas de ancho• Para todo tipo de uso
<p style="text-align: center;">Caja para herramientas</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Carcasa de acero• Portátil• 24 pulgadas de ancho X 10 pulgadas de profundidad X 12 pulgadas de alto

Fuente: elaboración propia.

2.7. Producto final

Es la presentación del Jumbo Roll de papel higiénico. Debe llevar las especificaciones que el cliente desea.

Figura 16. **Producto Final**



Fuente:http://www.diytrade.com/china/pd/4512274/Jumbo_roll_tissue_paper.html. Consulta 25 junio de 2013.

2.7.1. Especificaciones del producto

Dentro de las especificaciones el cliente va a solicitar que se le hagan o conviertan los metros de papel higiénico que requiera, así como también el empaque que desee.

El empaque puede utilizar 2 tipos de cajas: una que contiene 6 rollos de papel higiénico colocados de 2 columnas y 3 filas; y la otra presentación de 12 rollos de papel higiénico de 4 columnas y 3 filas.

2.7.2. Reclamos

La compañía cuenta con un comité que está encargado de los reclamos que llegan por parte de los diversos clientes que tiene la empresa. El comité se encarga de darle una respuesta inmediata al cliente del reclamo que podría hacer en caso hubiese. Esto con la finalidad de fortalecer la relación con el cliente y así evitar la confrontación, escuchándolo y buscando una solución satisfactoria, tanto para el cliente como para la empresa que servirá como oportunidad de crecimiento.

Un cliente molesto que va a realizar una reclamo siempre quiere tener la razón defendiendo su posición, por lo tanto la empresa debe tener personal que evite a toda costa cualquier tiempo de confrontación para recuperar la confianza del cliente, y por consiguiente incrementar su lealtad. Ya que un cliente decepcionado cuenta su insatisfacción a otras personas y por este lado la empresa estaría perdiendo más clientes.

Dentro del historial de la empresa no se han presentado reclamos por mala calidad del producto, se ha satisfecho a los clientes con los productos que han requerido, en el proceso como tal se trata de cuidar la integridad del papel ya que es utilizado para situaciones higiénicas, el operario evita el mayor contacto con los rollos de papel, de igual manera es empacado y almacenado en un lugar donde no esté expuesto a la humedad, para posteriormente ser trasladado a su destino final.

2.7.3. Devoluciones

Existen distintos tipos de procedimientos para las realizaciones de cambios o devoluciones y a continuación se describen las características de cada uno, así como sus condiciones:

- Cambio: se considera cambio la sustitución de un artículo por otro.
- Devolución: existen dos tipos de devoluciones:
 - Las que se originan por causa de un defecto en el artículo.
 - Las que se originan por una decisión personal del cliente, que se denominarán devoluciones por desistimiento.

De igual manera que los reclamos, no hay registros donde indiquen que el producto que se ha realizado, haya sido devuelto por el cliente, ya que se controla la calidad del producto que se manufactura, desde la manipulación del rollo en las diferentes etapas del proceso hasta la entrega al cliente.

2.7.4. Costos

A continuación se mencionarán los materiales involucrados en el proceso y se mostrará los costos en que debe incurrirse para obtener el producto final.

- Caja: esta caja es utilizada para empacar el producto con base en las especificaciones del cliente, por lo tanto contienen varias especificaciones y tolerancias. Llevan impreso en las cuatro caras la marca del papel y las unidades que este contiene para su distribución.
- Tape o adhesivo: el adhesivo que se utiliza para la formación de tubos y para la formación de centros de papel, contiene varias especificaciones

técnicas (Ej. espesor, viscosidad, entre otros), las cuales deben ser consolidadas, de lo contrario provoca mal traslape o mal pegado con la formación de tubos y mal pegado con los troncos.

- Centro de cartón: estos tubos de cartón deben tener una especificación y tolerancia durante cada estación de trabajo, los tubos son unidos al papel, para darle formación al rollo higiénico. El cartón necesita tener un gramaje de 160 gramos por metro cuadrado el cual es el objetivo para realizar los centros de cartón.
- Bobinas de papel: esta bobina está protegida por una capa de lienzo plástico, que la protege durante su trayectoria. El operador al empezarla a montar en la máquina, debe remover el plástico y luego guardar la hoja que trae las medidas de la bobina de papel. El peso de la bobina es una variable importante pues todo se maneja con base en el peso de la bobina, así como su producción, desperdicio, entre otros, para el control de la bobina es necesario llevar una base de datos donde se pueda manejar el promedio del peso de bobina, pues esta varía demasiado, hay que establecer un parámetro de peso de bobina.

Tabla II. **Costos materia prima**

MATERIA PRIMA	COSTOS
Bobina de papel	Q. 6,25
Centro de cartón	Q. 0,75
Tape o adhesivo	Q. 0,90
Caja	Q. 1,10
TOTAL	Q. 9,00

Fuente: elaboración propia.

2.7.5. Eficiencia

Es la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles. Está relacionado con utilizar en forma óptima los recursos para lograr objetivos.

Hasta hace algunos años, la eficiencia de la mayoría de los equipos rondaba el 20 o 30 por ciento. Fue así como se tuvo que modificar la forma de realizar el mantenimiento y se logró llegar a la eficiencia que presentan hoy en día, elevándola a un 50 por ciento, ya que se trata de equipo antiguo y que se trabaja dentro de un ambiente muy incómodo, ya que tuvo que adaptar las máquinas para hacer la función que se lleva a cabo para lo que fueron diseñadas.

Para determinar la eficiencia de un proceso, se debe saber la capacidad de proceso y producción real que el proceso está realizando. El proceso actualmente produce 550 rollos de papel/día y la capacidad que tiene el proceso son 750 rollos de papel/día.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción}}{\text{Capacidad de Producción}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{550 \text{ rollos por día}}{750 \text{ rollos por día}} * 100 = 73,33 \%$$

Se puede analizar que la eficiencia del proceso está en un 73,33 por ciento, siendo afectado este en muy buena parte por las condiciones de trabajo de la empresa, ocasionadas por la contaminación que se genera en el proceso de convertir la bobina madre a la presentación de papel higiénico Jumbo Roll,

sabiendo que con la implementación del colector se mejorarán dichas condiciones y así subir con eficiencia del proceso.

Figura 17. **Proceso de conversión**



Fuente: http://www.teka.eu/brochures/Catalog_ES.pdf. Consulta: 25 de mayo de 2013.

3. DISEÑO DEL COLECTOR

3.1. Ventilación

Tiene por objetivo renovar el aire existente en determinado espacio para evitar que este se enrarezca; de no realizarse esta renovación, la respiración de los seres vivos que ocupan el espacio se haría dificultosa y molesta.

La ventilación puede llevarse a efecto de las siguientes maneras:

- Extracción del aire viciado del local
- Impulsión de aire nuevo dentro del área deseada
- Extracción e impulsión reunidas en una misma instalación. La impulsión para la introducción del aire exterior y la extracción para expulsar el aire enrarecido.

El sistema de extracción de aire es probablemente el más empleado. Se lleva a cabo mediante ventiladores que se instalan en la pared; y por lo general se usan de máquinas, salas de compresores, entre otros, para hacer circular el aire en estos recintos. Extracción de impurezas por ejemplo en fábricas donde el proceso produce partículas como polvo de madera, aserrín, viruta de papel; es extraído por medio de ductos localizados en los focos de contaminación y llevados a depósitos de gran volumen en el exterior de la fábrica, disminuyendo así la contaminación en el recinto, favoreciendo la salud del personal y la vida útil de los equipos.

En el método por impulsión, los ventiladores recogen el aire exterior limpio y lo empujan hacia el interior del recinto, creando una sobrepresión dentro del circuito que obliga al aire a salir por las aberturas previstas para tal fin. A su vez la sobrepresión impide que penetre el aire del exterior por los sitios que no están dentro del planteamiento general de una instalación. En la impulsión puede controlarse la cantidad de aire entrante y repartir más eficazmente el volumen del mismo, sobre las secciones que necesiten mayor renovación.

El sistema de extracción–impulsiones reunidas en una misma instalación viene determinado por un estudio de las bocas de entrada y salida, así como por la configuración geométrica del local, en virtud de que se usan ventiladores para impulsar el aire limpio y para extraer el aire viciado. De esta manera, por un lado habrá depresión (extractores), y por otro sobrepresión (impulsores), siendo conveniente que los impulsores den más aire que el desalojado por los extractores, para que dentro del recinto exista sobrepresión y la instalación funcione correctamente.

La ventilación puede darse en forma natural o en forma mecánica. Dentro de la ventilación mecánica debe considerarse al elemento principal que da origen al nombre: ventilador de accionamiento mecánico. Se define por ventilador un aparato para mover aire y que utiliza un rodete como unidad impulsora. Un ventilador tiene al menos una abertura de aspiración y una abertura de impulsión. Las aberturas pueden o no tener elementos para su conexión al conducto de trabajo.

Los ventiladores pueden dividirse en dos grandes grupos: ventiladores axiales o helicoidales, los cuales lanzan el aire en dirección axial.

Figura 18. **Ventilador axial**

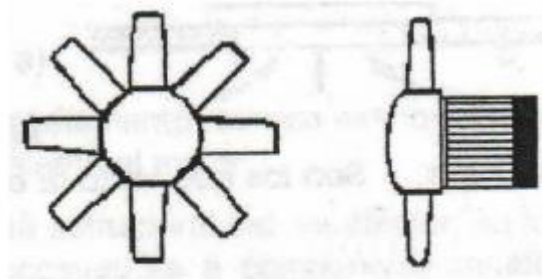


Ilustración 8: Ventilador axial

Fuente: *Procesos de manufactura II, tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales*. p. 20.

Ventiladores radiales o centrífugos, donde la corriente de aire se establece radialmente, van accionados por medio de un motor eléctrico y la transmisión puede ser directa o por medio de poleas y correas trapezoidales. Pueden ser con álabes curvados hacia atrás, álabes rectos y álabes curvados hacia delante.

Figura 19. **Ventiladores centrífugos**

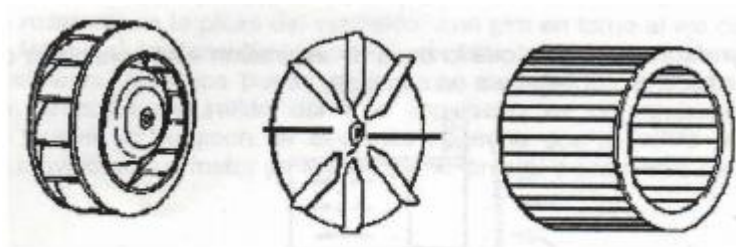


Ilustración 9: Ventiladores centrífugos

Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales*. p. 20.

Los ventiladores también son conocidos como extractores. La diferencia entre un ventilador y un extractor consiste únicamente en que el primero descarga aire venciendo a una cierta presión en su boca de salida; y el segundo saca aire de un recinto por aspiración y lo descarga con una ligera presión.

Figura 20. **Principio de funcionamiento de un extractor**

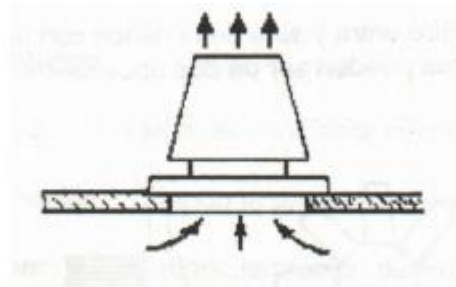


Ilustración 10: Principio de funcionamiento de un extractor

Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales*. p. 21.

Existen algunos conceptos básicos que caracterizan el movimiento del aire, encontrándose dentro de ellos el caudal, la presión estática y la presión dinámica.

- Caudal: es el volumen de aire movido por un ventilador en la unidad de tiempo, independiente de la densidad del aire.
- Presión estática: es la porción de la presión del aire, debida solamente al grado de compresión del mismo, bien, es la fuerza por unidad de superficie ejercida en todas las direcciones y sentidos, al margen de la dirección y sentido de la velocidad.

- Presión dinámica: es la porción de la presión del aire debida solamente al movimiento del mismo, también se puede decir que la presión dinámica de una corriente de aire, es la fuerza por unidad de superficie que equivale a la transformación íntegra de la energía cinética en energía de presión. La presión dinámica es siempre positiva y se manifiesta únicamente en el sentido de la velocidad.

3.1.1. Alternativas tecnológicas en la temática de extracción de polvos

En el mercado existen muchas empresas que se dedican a la venta, diseño, instalación y prueba de equipos de control, extracción y almacenamiento de contaminantes tipo partículas.

Con este tipo de empresas, la ingeniería debe tratar de dar la solución de algunos de los problemas de contaminación ambiental, por ello es necesario tener una idea general de las principales características de algunos equipos de control que existen en la actualidad, al igual que es ineludible saber las características de contaminante en suspensión para su futuro control, extracción y almacenamiento.

3.1.2. Tipos y principio de funcionamiento de extracción de polvos

En cuanto a los tipos y principios de sistemas de extracción de polvos se puede listar los más importantes y sobre todo los más empleados en la industria:

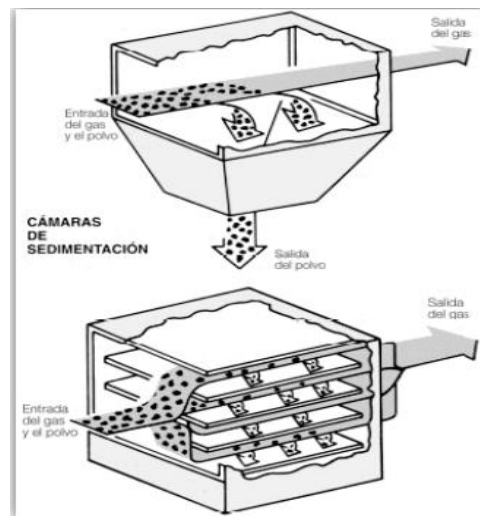
- Proceso de extracción a través de cámaras de sedimentación.

- Proceso de extracción a través de separador centrífugos
- Proceso de extracción a través de colectores húmedos
- Proceso de extracción a través de filtros de tela
- Proceso de extracción a través de precipitadores electrostáticos
- Proceso de extracción a través de precipitadores electrostáticos húmedos.

3.1.2.1. Proceso de extracción a través de cámaras de sedimentación

Consiste en introducir el aire contaminado a una cámara de dimensiones considerables, especialmente diseñadas, en la cual la velocidad de desplazamiento de las partículas que se movilizan con el aire, por acción de la gravedad, se depositan en la parte inferior de dicha cámara.

Figura 21. Principio de sedimentación



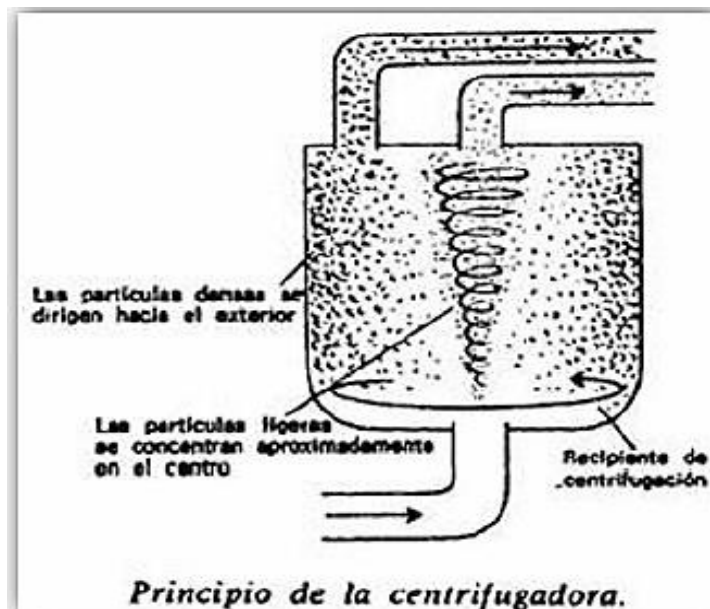
Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 23.

3.1.2.2. Proceso de extracción a través de separadores centrífugos

Consiste en introducir el aire contaminado a un equipo o cámara, el cual utiliza la fuerza centrífuga para hacer que las partículas se adhieran a una de sus paredes, en donde estas caen a una tolva receptora.

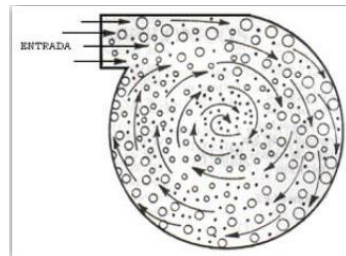
Pueden captar con 95 por ciento de eficiencia partículas de 50 micras, cuando su diámetro es pequeño, porque la fuerza centrífuga es mayor que con diámetros grandes. A estos equipo se les puede inyectar agua y volverlos húmedos con lo que su eficiencia aumenta notablemente, pues llegan a captar polvo de 5 micras con 95 por ciento de eficiencia.

Figura 22. Principio de centrifugación



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 23.

Figura 23. **Principio de centrifugación I**

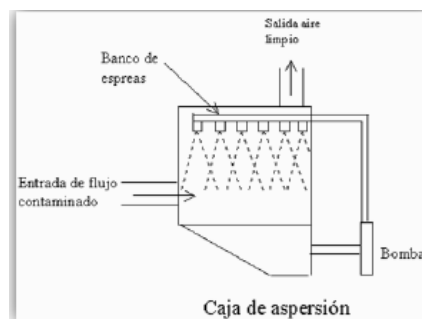


Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 23.

3.1.2.3. **Proceso de extracción a través de colectores húmedos**

El proceso consiste en introducir aire contaminado con partículas a cámaras llamadas colectores húmedos, de manera que las partículas contaminantes sean atrapadas en gotas de agua, las cuales circulan por el colector y luego se procede a eliminar del agua los contaminantes atrapados.

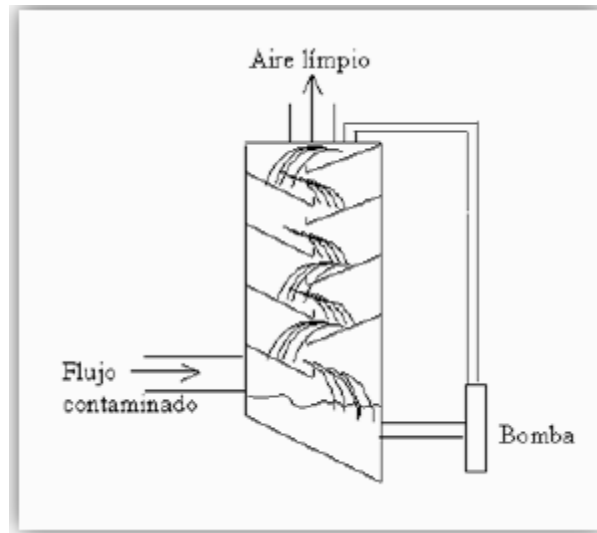
Figura 24. **Principio lavado de gases**



Fuente: *Aprendizaje. Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros industriales.* p. 25.

En los colectores húmedos, también puede haber algunas reacciones químicas o térmicas que pueden ayudar al control de emisiones de gases, por ejemplo si se tienen una emisión de óxidos de azufre (SO_x) u óxidos de nitrógeno (NO_x), al mezclarse con el agua se podrá tener ácido sulfúrico o nítrico, los que se pueden controlar en el equipo.

Figura 25. **Principio lavado de gases I**



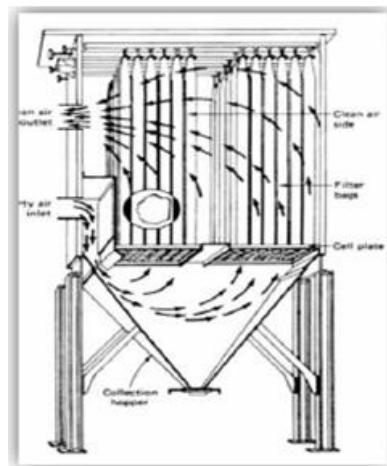
Fuente: *Aprendizaje. Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 25.

3.1.2.4. Proceso de extracción a través de filtros de tela

En estos equipos consiste en introducir el flujo contaminado por un medio filtrante que por lo regular es de tela. Su eficiencia es muy alta y su caída de presión es media, pueden manejar grandes volúmenes y su potencia es media. Son equipos de gran eficiencia ya que llegan a capturar partículas de menos de

0,5 de micra con 99 por ciento de eficiencia. Sus limitantes son la temperatura y la humedad; ya que no pueden manejar flujos a más de 200 grados centígrados y deben estar totalmente secos, de lo contrario se queman las bolsas o se apelmaza el polvo y tapan las bolsas.

Figura 26. **Principio filtros de tela**



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 25.

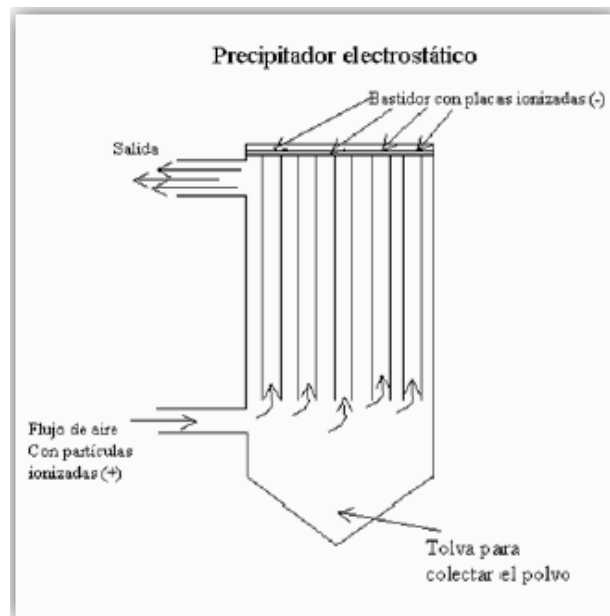
3.1.2.5. Proceso de extracción a través de Precipitadores electrostáticos

Este proceso consiste en el uso de un equipo de muy alta eficiencia que funciona al ionizar las partículas contaminantes, posteriormente estas pasan entre unas placas con carga contraria a la de la ionización por lo que se adhieren a estas.

Cuando las placas se encuentran impregnadas con los contaminantes son descargadas y sacudidas para que los contaminantes caigan a una tolva

inferior. Los precipitadores electrostáticos son los equipos más eficientes para el control de partículas de menos de 0,2 micras con eficiencia superior a 99 por ciento, su caída de presión es muy baja y pueden manejar grandes volúmenes.

Figura 27. **Principio precipitación electrostática**



Fuente: Aniversario.unet.edu. Colectores de polvo. p. 1. Consulta: 15 de mayo de 2014.

3.1.3. **Sistemas de extracción de polvo utilizados en la industria**

Dentro de los sistemas de extracción de polvo empleados en la industria; el tipo de equipo a utilizar para controlar un contaminante del tipo partícula, no solo depende del tamaño de las mismas, también son muy importantes sus características físicas y químicas. De nada servirá un filtro de tela con material húmedo o con alta temperatura, tampoco funcionará un precipitador electrostático si el material a capturar no se puede ionizar. Por ello se deberán

conocer las características químicas y limitaciones operativas de los equipos de control.

A continuación se hace una pequeña descripción de los equipos de control de polvos y gases, de manera que se establecen sus características de operación.

Tabla III. **Características de operación de equipos**

EQUIPO	RANGO DE PARTICULAS QUE ATRAPA EN MICRAS
Precipitadores electrostáticos	0,01 a 90
Torres empacadas	0,01 a 100
Filtros de papel	0,005 a 8
Filtro de tela	0,05 a 90
Lavadores de gases	0,05 a 1 000
Separadores centrifugos	5 a 1 000
Cámaras de sedimentación	10 a 1 000

Fuente: elaboración propia.

3.1.3.1. Precipitador electrostático

Un precipitador electrostático (ESP por sus siglas en inglés) o un filtro de aire electrostático, es un dispositivo que remueve partículas de un gas que fluye (como el aire), usando la fuerza de una carga electrostática inducida.

Figura 28. **Principio electrostático industrial**



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 28.

Los precipitadores electrostáticos son dispositivos de filtración altamente eficientes, que pueden remover fácilmente finas partículas como: polvo y humo de la corriente de aire.

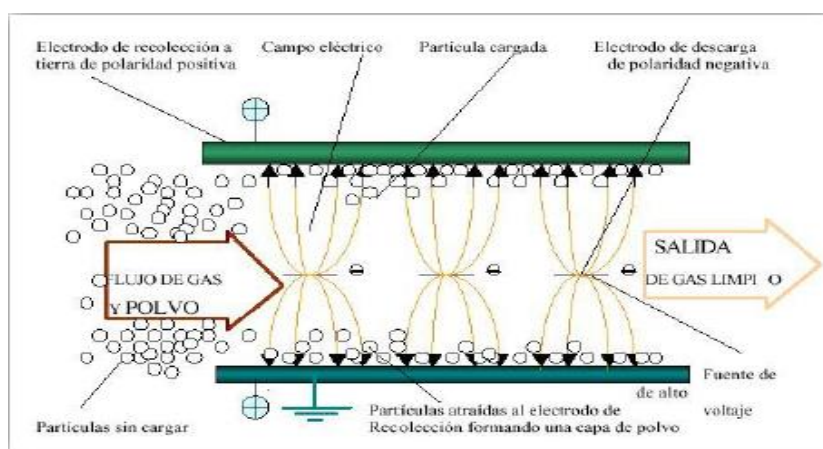
El precipitador más básico contiene una fila de alambres finos, seguido por pilas de placas planas de metal espaciadas aproximadamente 1 centímetro. La corriente de aire pasa a través de los espacios entre los alambres y después atraviesa el apilado de placas.

Una fuente de alto voltaje transfiere electrones de las placas hacia los alambres, desarrollando así una carga negativa de varios miles de voltios en los alambres, relativa a la carga positiva de las placas. Mientras que la materia de partículas atraviesa la fuerte carga negativa de los alambres, la materia de partículas toma la carga negativa y se ioniza. Las partículas ionizadas entonces pasan a través de las placas cargadas positivamente, siendo atraídas por estas placas.

Una vez que las partículas están en contacto con la placa positiva, entonces ceden sus electrones y se convierten en partículas cargadas positivamente como la placa, y comienzan a actuar así como parte del colector. Debido a este mecanismo, los precipitadores electrostáticos pueden tolerar grandes cantidades de acumulación de residuo en las placas de recolección, y seguir funcionando eficientemente, puesto que la materia por sí misma ayuda a recolectar más materia de la corriente de aire.

La falla del precipitador usualmente solo ocurre una vez que se haya formado en las placas una acumulación muy pesada de material. La acumulación puede llegar a ser bastante pesada como para bloquear la circulación de aire, o puede ser bastante densa como para ocasionar un corto circuito al permitir que la corriente atraviese el aislamiento. (Esto típicamente no daña la fuente de alimentación, pero detiene efectivamente la precipitación electrostática adicional).

Figura 29. Trabajo de ionización de partículas



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales*. p. 29.

3.1.3.2. Filtros de tela y papel (mangas)

Los filtros son materiales porosos a través de los cuales se hace pasar una corriente gaseosa cargada de partículas, que quedarán retenidas en el filtro. La mayoría de los filtros de tela tienen un tamaño de poro bastante grande, en relación con las partículas que se quieren eliminar, pero el poder de filtración radica en la acumulación de partículas en la superficie del filtro, que forma una torta que colabora fuertemente en el poder de retención de partículas.

Figura 30. Filtros de mangas



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 30.

Alcanzando las tortas cierto límite de volumen, la pérdida de presión es elevada, motiva que los filtros tengan sistemas de limpieza periódica depositando la torta formada en una tolva. Habitualmente la limpieza requiere de una parada del sistema o al menos del comportamiento en limpieza. Con

este tipo de equipos pueden conseguirse rendimientos mayores del 99 por ciento independientemente de las características de gas, haciendo posible la separación de partículas de un tamaño del orden de 0,01 micras.

Una unidad de filtro de tela consiste de uno o más compartimientos aislados conteniendo hileras de bolsas de tela, en la forma de tubos redondos, planos o de cartuchos plisados. El gas cargado de partículas pasa generalmente a lo largo del área de las bolsas y luego a través de la tela. Las partículas son retenidas en la cara de las bolsas corriente arriba y el gas limpio es ventilado hacia la atmósfera.

La característica de operación principal de los filtros de tela que los distingue de otros filtros de gas, es la capacidad de renovar la superficie de filtración periódicamente por medio de limpiezas, sin tener que desecharlos cada vez que se ha alcanzado una importante acumulación de polvo.

Tabla IV. **Características principales de los materiales filtrantes**

MATERIAL FILTRANTE	TEMP. (°C)	RESISTENCIA AL ÁCIDO	RESISTENCIA A LAS BASES
Algodón	82	Deficiente	Muy buena
Creslan	121	Buena en ácidos minerales	Buena en base débil
Dacron	135	Buena en la mayoría de los ácidos minerales, se disuelve parcialmente en H ₂ SO ₄ concentrado	Buena en base débil, mediana en base fuerte
Dynel	71	Poco efecto aún en concentraciones alta	Poco efecto aún en concentración alta
Fiberglas	260	Mediana a Buena	Mediana a Buena
Filtron	130	Buena a Excelente	Buena
Nextel	760	Muy buena	Buena
Nomex	190	Mediana	Excelente a temperatura baja
Nylon	93	Mediana	Excelente
Orlon	126	Buena a Excelente en ácidos minerales	Mediana a Buena en bases débiles
P84	246	Buena	Buena
Polipropileno	93	Excelente	Excelente
Ryton	190	Excelente	Excelente
Teflón	23.5	Inerte excepto al fluoro	Inerte excepto al trifluoruro, el cloro y los metales alcalinos derretidos
Lana	93	Muy buena	Deficientes
Fibra de vidrio	550	Muy buena en concentraciones moderadas	Muy buena en concentraciones moderadas

Fuente: elaboración propia.

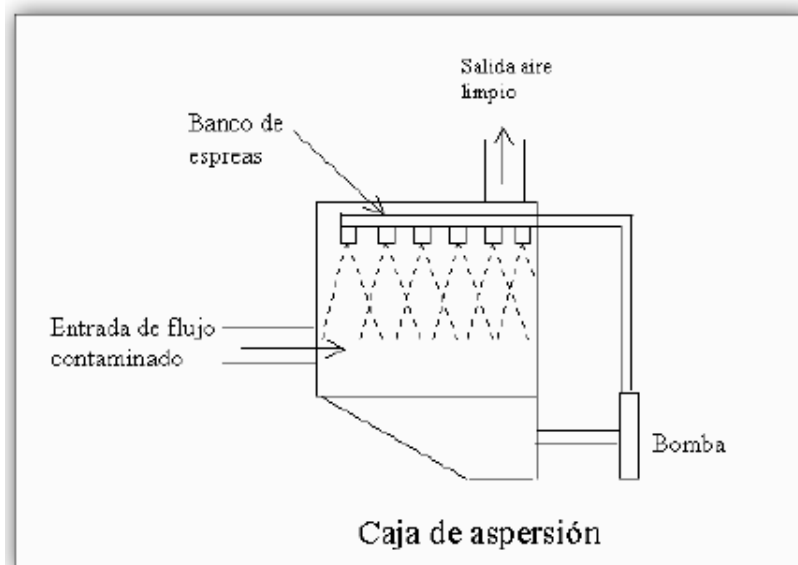
3.1.3.3. Lavadores de gases

Hay tres tipos de lavadores de gases, también conocidos como colectores húmedos:

- Colectores de baja energía

Son aquellos en los que el flujo de aire contaminado pasa por una niebla o cortina de agua, para atrapar partículas de más de 50 micras o para hacer reacciones químicas o térmicas con los contaminantes. Los más conocidos son las cajas de aspersión, en los que el flujo contaminado pasa entre el agua que es aspersada por unas boquillas.

Figura 31. Caja de aspersión



Fuente: *Aprendizaje. Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 38.

En los colectores húmedos lo que se hace es atrapar las partículas contaminantes en las gotas de agua que circulan por el colector y luego eliminar del agua los contaminantes atrapados. También entre estos equipos se encuentran las casetas de pintura con cortina de agua.

- Lavadores de energía media o *scrubbers*

En ellos, el flujo de contaminantes pasa por una serie de mamparas con cortinas de agua o junto a las paredes húmedas de los lavadores, las partículas del contaminante se unen al agua y luego esta es tratada para separarla de los contaminantes.

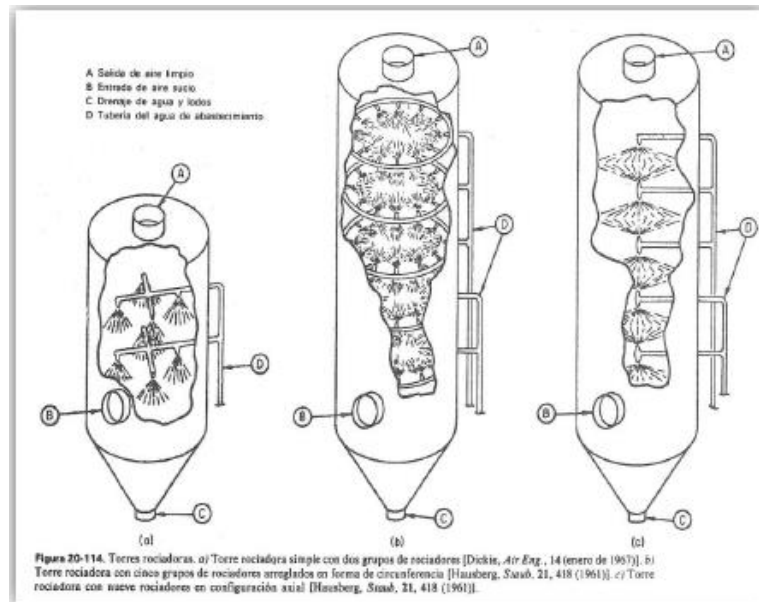
El tipo más simple de lavador es una torre de rociado, en este caso se producen gotas líquidas por medio de boquillas de rocío que interceptan el material de la corriente de gas en ascenso.

El mecanismo de separación es el de impacto, en el que la partícula de ceniza choca contra la obstrucción y es arrastrada por la corriente laminar de agua. Requiere un tamaño mínimo de la partícula de ceniza de carbón de 10 micras.

Las gotas de agua deben tener tamaños entre 500 a 1 000 micras de diámetro, para que la velocidad de sedimentación sea mayor que la velocidad ascensional del gas, que está alrededor de 2 a 4 pies por segundo.

Las boquillas tradicionales de cono completo son las que se utilizan con mayor frecuencia.

Figura 32. Torres rociadoras



Fuente: *Aprendizaje. Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 31.

- Aglomeradores de alta energía

Son aquellos equipos que utilizan la energía para mezclar con gran eficiencia las emisiones y el agua, los equipos más conocidos son los Venturi de alta energía. Estos equipos logran capturar con 99 por ciento de eficiencia a partículas de 0,5 micras. Para lograr estas eficiencias se llegan a tener caídas de presión hasta de 40 pulgadas de agua, lo que implica el uso de mucha potencia.

Figura 33. **Torres rociadoras I**



Fuente: *Aprendizaje. Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 33.

Los lavadores de gas tipo Venturi son empleados extensamente en aplicaciones donde se requiere la captura de partículas submicrónicas, así como de altas eficiencias de colección.

El diseño vertical permite que el agua se distribuya de manera uniforme, sin que se aglomere el material colectado y elimina los problemas de abrasión. Los lodos pueden concentrarse hasta en un 10 por ciento en peso, con el empleo de una bomba de recirculación. De este modo, la cantidad de agua a filtrar es menor.

Los gases que entran en el lavador son dirigidos hacia un Venturi lleno con líquido, a través de un ducto seco mientras que el líquido es introducido en una cámara de distribución cubierta, como resultado, no existe interferencia fase húmedo/seco, la cual podría provocar la aglomeración del polvo.

El ducto de entrada ayuda a direccionar los gases a la garganta del Venturi que se encuentra completamente llena, y el líquido actúa como una capa protectora que elimina el choque térmico y minimiza la abrasión debida a las partículas de polvo.

A medida que el líquido va descendiendo por la garganta debido a su propio peso, la alta velocidad del gas fragmenta el líquido, creando una densa niebla de gotas muy finas. La niebla captura las partículas a través del impacto, intercepción o difusión browniana. Los gases y la niebla generada entran en una cámara y la niebla generada entran en una cámara de separación, donde el polvo adherido a las gotas de agua es separado del gas y se escurre hasta la parte inferior del tranque. El gas limpio sale del lavador hacia un ventilado o chimenea.

3.1.3.4. Separadores centrífugos

Dependiendo del mecanismo utilizado para realizar el trabajo, las centrífugas se clasifican en:

- Centrífugas hidráulicas

Para este tipo de centrífuga es necesario un litro de agua por segundo para un HP, cuando la presión se aplica con una bomba centrífuga, esta

tiene generalmente, un rendimiento propio de 0,65 a 0,80. Las bombas bien construidas, llegan fácilmente a 0,75.

- Centrifugas de banda

Este tipo de centrifugas se reúne en baterías movidas por un eje longitudinal común, que a su vez, es mandado por un motor. Los ejes de las centrifugas son verticales y por lo tanto, la transmisión necesita poleas locas para el regreso de la banda. El eje longitudinal gira comúnmente a una velocidad de aproximadamente un tercio de las máquinas. El cálculo de las centrifugas de banda, se hace a partir del par y de la aceleración angular, pudiendo considerarse ésta como constante durante el período de arranque.

- Centrifugas de mando eléctrico

Estas máquinas se manejan con un motor eléctrico vertical, cuyo eje es continuación del eje de la centrifuga. El mando de la máquina se efectúa por medio de un embrague de fricción, consistente en dos zapatas de material flexible provistas de dos balatas de fricción y convenientemente cargado.

Las zapatas están fijadas al eje del motor y giran dentro de un tambor que a su vez está fija al eje de la centrifuga, resbalan al principio, arrastrando la centrifuga que gira más y más rápidamente y al final de determinado tiempo, las zapatas se adhieren completamente. La rapidez de aceleración puede modificarse considerablemente, modificando el peso de carga de las zapatas o cambiando el grueso de la banda flexible de que están hechas.

- Centrifugas continuas

Este tipo de centrifuga gira a velocidad constante, por tal razón usa menos controles. Esto hace que el costo de mantenimiento sea menor. El canasto es cónico con ángulos entre 30 y 34 grados. Este ángulo permite a las partículas subir y ser descargado en la parte superior de la canasta debido a la fuerza centrífuga.

- Centrifuga tipo botella

Es un separador tipo lote, el cual es usado primordialmente para investigaciones, pruebas o controles. La separación toma lugar en un tubo de ensayo o en un envase tipo botella, el cual es simétricamente montado en una vara vertical. La vara de una centrifuga de este tipo está usualmente dirigida por un motor eléctrico, tubo-gas, o por un mecanismo de tren dirigido manualmente localizado encima o debajo del rotor.

Este tipo de centrifuga es un equipo estándar para la mayoría de los laboratorios biológicos, químicos o médicos. Son usados para separar materiales sólidos en suspensión o para clarificar líquidos, cuando las precipitaciones no suceden en un tiempo razonable en el campo gravitatorio.

- Centrifugas tipo canasta

Estas centrifugas son llamadas a menudo “centrifugas filtro o clarificadores”. Tienen una pared perforada y un rotor tubular cilíndrico. En la mayoría de los casos para pared externa, la centrifuga consiste en

una fina malla metálica o una serie de mallas soportadas por una pesada malla gruesa, la cual a su vez es soportada por un plato.

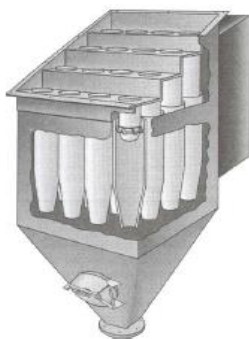
El líquido pasa a través de la malla, y las partículas muy largas se depositan en esta.

- Centrifugas tipo *vacuum*

En estas centrifugas, el rotor gira en aire o algún otro gas a presión atmosférica. La fricción gaseosa en el rotor giratorio aumenta a un promedio relativamente alto, por lo tanto la energía requerida por el motor aumenta también. Esto da como resultado que la temperatura del rotor aumenta drásticamente, algunas veces excediendo el punto de ebullición del agua.

Las centrifugas tipo *vacuum* son utilizadas para purificar muchos materiales biológicos que no pueden ser fácilmente separados por otros métodos.

Figura 34. **Multiciclon o multacentrífugo**



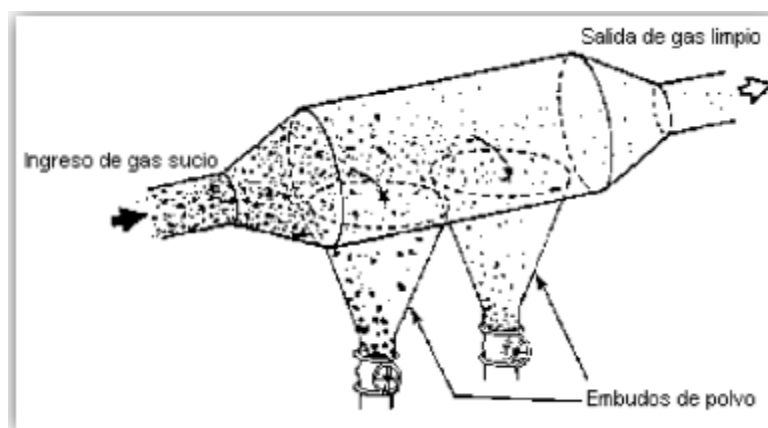
Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental.* p. 40.

3.1.3.5. Cámaras de sedimentación

El diseño de estos equipos es muy sencillo, pero para ello se debe evaluar la velocidad de las partículas en su caída con respecto a la velocidad del gas, de manera que si las partículas tienen tiempo para sedimentar, es decir, recorrer la altura hasta la tolva de recolección, en la longitud de la cámara, entonces la partícula quedará atrapa. En caso contrario, la partícula será arrastrada por la corriente gaseosa.

El dimensionamiento de una cámara de sedimentación dependerá del caudal de gas a tratar, y de la eficiencia y el tamaño de partícula que se quiere separar. Como normalmente son usados como un pretratamiento para el enfriamiento del gas y la eliminación de las partículas más gruesas, no se usarán longitudes descomunales para mejorar la eficiencia con partículas pequeñas.

Figura 35. Cámaras cilíndricas de sedimentación



Fuente: *Procesos de manufactura II, Tema XVIII la contaminación ambiental y los ingenieros Industriales.* p. 40.

3.1.4. Ventajas y desventajas entre las tecnologías

- Precipitador electrostático
 - Ventajas
 - Bajo requerimiento de personal para su manejo
 - Eficiencia de recolección muy alta para partículas gruesas y finas, lograda con un gasto relativamente bajo de energía.
 - Recolección en seco.
 - Bajas caídas de presión (< 0,5 in de agua)
 - Diseñados para operación continua con requerimientos mínimos de mantenimiento.
 - Costo de operación relativamente bajo
 - Capacidad para operar a altas presiones o al vacío
 - Capacidad para operar a altas temperaturas
 - Capacidad para manejar en forma eficiente velocidades de flujo de gas relativamente altas.
 - Desventajas
 - Alto consumo de energía eléctrica
 - Alto costo de capital
 - Muy sensible a cambios de condiciones de la corriente gaseosa, especialmente el flujo, la temperatura, la composición del gas y las partículas (con su respectiva carga).
 - Ciertas partículas son difíciles de recolectar debido a características de resistividad relativamente altas o bajas.
 - Se requieren espacios grandes para su instalación

- Riesgo de explosión al recolectar partículas o tratar gases combustibles.
 - Se requieren medias especiales de seguridad para proteger al personal de una descarga.
 - Durante la ionización del gas, se produce ozono, por la descarga del electrodo cargado negativamente.
 - Se requiere personal de mantenimiento altamente capacitado.
- Filtros de tela y pape (mangas)
 - Ventajas
 - Bajos costos de inversión
 - Eficiencia de recolección muy alta de partículas gruesas y finas.
 - La eficiencia y caída de presión casi no se ven afectados por cambios grandes en la carga de entrada de polvo, para filtros que se limpian continuamente.
 - En muchos casos, el aire de salida de filtros se puede recircular a la planta.
 - El material recolectado se recupera seco, para su posterior procesamiento.
 - Por lo general, la corrosión y oxidación de las partes no es problema.
 - Se dispone de filtros en muchas configuraciones, por lo que hay gran variedad de dimensiones para adecuarse a los requerimientos de la instalación.
 - Operación relativamente sencilla.

- Desventajas
 - Las temperaturas que exceden los 299 grados Celsius requieren material refractario especial o telas metálicas costosas.
 - Ciertos tipos de polvos requieren posiblemente telas tratadas.
 - Las concentraciones de algunos polvos en el colector constituyen un riesgo de incendio o explosión, si penetran chispas o llamas por accidente; existe la posibilidad de quemar las telas si se recolectan polvos fácilmente oxidables.
 - Requerimientos de mantenimiento relativamente altos (reemplazo de las mangas, entre otros.).
 - A temperaturas elevadas se puede acortar la vida de la tela, así como en presencia de partículas ácidas o alcalinas y componente gaseosos.
 - La condensación de humedad y componentes alquitranados adhesivos pueden causar taponamiento o agrietamiento de la tela, o requerir aditivos especiales.
 - El reemplazo de las telas requiere de protección respiratoria para el trabajador.
 - La caída de presión es del orden de 4 – 10 in de agua.
- Lavadores de gases
 - Ventajas
 - Poca necesidad de mantenimiento
 - Bajos consumos de energía
 - No son fuentes secundarias de polvo

- Requerimientos de espacio relativamente pequeños
 - Capacidad para recolectar gases y partículas
 - Capacidad para manejar corrientes de gas a altas temperaturas y con alto contenido de humedad.
 - Bajo costo de capital.
 - Capacidad para lograr alta eficiencia de recolección de partículas finas (a expensas de una alta caída de presión).
- Desventajas
 - Costos de inversión elevados
 - Probable generación de problemas de tratamiento de agua
 - Producto recolectado en húmedo
 - Problemas de corrosión más graves que los sistemas en seco.
 - Caídas de presión y requerimientos de potencia pueden ser elevados.
 - Acumulación de sólidos en la interface húmeda–seca puede ser un problema.
 - Costos de mantenimiento relativamente alto
- Separadores centrífugos
 - Ventajas
 - Alto nivel de eficiencia con partículas de entre 5 a 1 000 micras.
 - No existen limitaciones con flujos húmedos.
 - Bajo costo de construcción
 - Equipo relativamente sencillo con pocos problemas de mantenimiento.

- Caídas de presión relativamente bajas (2–6 pulgadas de agua).
 - Limitaciones de temperatura y presión impuestas exclusivamente por los materiales de construcción utilizados.
 - Recolección y colocación final en seco
 - Requerimiento de espacio pequeño
 - Desventajas
 - Eficiencia de recolección baja, para partículas pequeñas.
 - Incapacidad para manejar materiales pegajosos.
- Cámaras de sedimentación
 - Ventajas
 - Alto nivel de eficiencia con partículas de entre 10 a 100 000 micras.
 - No existen limitaciones en flujos de temperaturas elevadas
 - No existen limitaciones con flujos húmedos
 - Empleo de baja cantidad de energía
 - Desventajas
 - Alto costo de capital y operacional
 - Alta necesidad de mantenimiento
 - Caída de presión de flujo, considerable
- Cuadro comparativo

Para distinguir algunas características principales y que se pueda confrontar frente a otras tecnologías, se ha desarrollado un cuadro comparativo en donde se pueda apreciar las ventajas y desventajas entre cada tecnología.

Tabla V. **Ventajas y desventajas entre tecnologías**

CUADRO COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS EN LA RECOLECCIÓN DE POLVOS					
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	PRECIPITADOR ELECTROESTÁTICO	FILTROS DE MANGAS	LAVADORES DE GASES	SEPARADORES CENTRIFUGOS	CÁMARAS SEDIMENTACION
EFICIENCIA DE RECOLECCIÓN	Muy alta para partículas gruesas y finas	Muy alta para partículas gruesas y finas	Muy alta para partículas gruesas y finas (a expensas de una alta caída de presión)	Alta con partículas de 5 a 1 000 micras	Alta con partículas de 10 a 1 000 micras
CAIDA DE PRESIÓN	Baja (<0,5 in de agua)	La caída de presión es del orden de 4 – 10 in de agua	Pueden ser elevados	Relativamente bajas (2 – 6 in de agua)	Considerable
COSTO INICIALIZACIÓN	Alto costo de capital	Bajos costos de inversión	Bajo costo de construcción	Bajo costo de construcción	Alto costo de capital y operacional

Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Potencia de un ventilador

La potencia útil generada es función de la presión estática y de la presión dinámica. Sin embargo, la presión dinámica no puede convertirse totalmente en un trabajo útil, debido a que no puede transformarse plenamente en presión estática, y los límites entre los cuales se puede realizar dicha conversión, depende en parte de la forma de los conductos y del modo en que se está realizando la instalación. Por este motivo en determinadas ocasiones se calcula el rendimiento basándose en la presión estática. Se le llama rendimiento total del ventilador, a la relación entre la potencia generada por el ventilador y

la potencia absorbida por el mismo, siendo la potencia generada por el ventilador la potencia útil transmitida al aire. Es proporcional al producto del caudal y la presión total.

La potencia absorbida por un ventilador es la potencia necesaria para moverlo añadiendo además los elementos del sistema de accionamiento que se consideran como parte del ventilador. Esta potencia leída en las curvas de los ventiladores debe ser incrementada, para tener en cuenta las pérdidas de transmisión, así como una eventual sobrecarga.

3.1.6. Selección de un ventilador concreto

Para la selección de un ventilador en particular hay que acudir al catálogo del fabricante, en el que se publican las características del ventilador en cuestión en gráficos o tablas.

En lo que respecta a las condiciones de estabilidad del ventilador, se puede decir que las inestabilidades de caudal se definen como aquellas en las que se producen variaciones rápidas y persistentes de la relación caudal-presión. Su repercusión más inmediata tiene como efecto que se inicien ruidos y vibraciones que incluso pueden llegar a causar daños mecánicos.

En caso de anomalías imprevistas o de duda razonable siempre se debe consultar al fabricante, cuyos servicios técnicos facilitarán más información sobre el comportamiento del ventilador, según sea el caudal y la presión del mismo.

Igualmente es muy importante tener en cuenta la naturaleza de los materiales que se deben arrastrar. Si los materiales a mover son fibrosos,

abrasivos o corrosivos, es posible que se deteriore prematuramente el ventilador y que disminuya su eficacia.

3.2. Dimensiones del colector

- Cálculo de cantidades de aire y velocidad requeridas

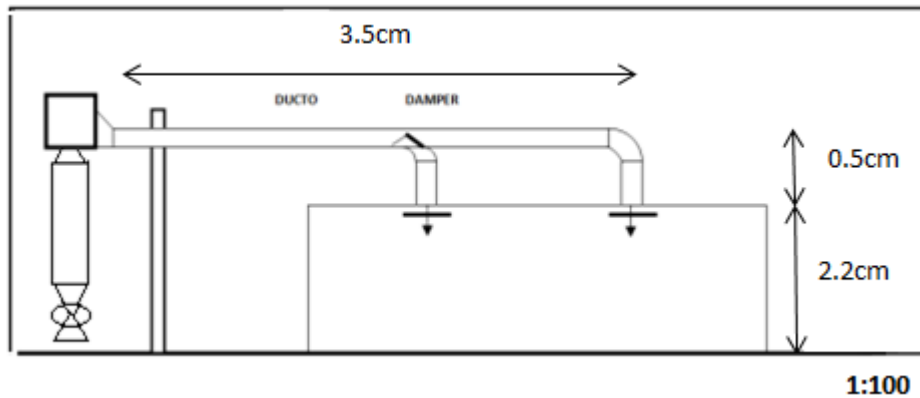
Suficiente cantidad de aire debe ser usada, para dispersar el material en este caso la viruta de papel y proveer energía requerida. Para el cálculo de cantidades de aire y velocidades requeridas en el diseño del transporte neumático o vacío de la viruta de papel, se hará referencia al material que se va a remover hacia el colector.

Para calcular las cantidades y velocidades de aire requeridas para el sistema de transporte de viruta de papel, este estudio se basa en valores o datos de tablas y en la experiencia previa. Se determinará el tamaño de ducto requerido, resistencia, velocidades, cantidades de aire, entre otros.

El primer paso para el cálculo de estos ductos es: dibujar un bosquejo o esquema del sistema propuesto, mostrar los equipos de recepción, tuberías, codos, uniones, longitudes, localizaciones de ventiladores, colector de polvo y cualquier dato adicional, en el cual se indicará la cantidad de material en lb/hr, densidad (lbs/pie³), tamaño de la tubería y cantidad de aire (pies cúbicos por minuto = CFM).

Los cálculos de estas cantidades se explican mediante tablas, gráficas y valores estándares para el diseño del transporte del sistema neumático y vacío.

Figura 36. **Bosquejo del sistema propuesto**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- La velocidad del aire requerida

El material debe ser transportado lentamente por el aire, cuya presión de velocidad o impacto es lo que causa que el material se mueva. Los materiales livianos flotan con unos cientos de pies por minuto (m/seg) de velocidad de aire, en cuanto que los pesados requieren velocidades mayores.

La velocidad del aire debe ser lo suficiente para transportar el material tan rápido como las dimensiones de la tubería lo permita. Se sugiere un mínimo de 4 500 pies por minuto FPM (22,9 m/seg) para viruta de madera, (se tomará este dato para la viruta de papel), y un máximo de 6 000 pies por minuto FPM (30,5 m/seg). Ver tabla de Velocidades promedio para transporte de material.

Tabla VI. **Velocidades promedio para transporte de material**

MATERIAL	Desde FPM	Desde m/s	Hasta FPM	Hasta m/s
Viruta de madera	4 500	22,9	6 000	30,5
Aserrín	4 500	20,3	6 000	30,5
Desechos de trituradora	4 500	22,9	6 500	33,0
Virutas	4 500	22,9	7 000	35,6
Corcho	3 500	17,8	5 500	27,9
Algodón	4 500	20,03	6 000	30,5
Lana	4 500	22,9	6 000	30,5
Yute	4 500	22,9	6 000	30,5
Cáñamo	4 500	22,9	6 000	30,5
Semilla de algodón	4 500	20,3	6 000	30,5
Pol	3 500	17,8	6 000	30,5
Avena	4 500	22,9	6 000	30,5
Fibra vegetal seca	4 500	22,9	6 000	30,5
Maíz	5 000	25,4	7 000	35,6
Trigo	5 000	25,4	7 000	35,6
Azúcar	5 000	25,4	6 000	30,5
Sal	5 500	27,9	7 500	38,1
Polvo de carbón	4 500	22,9	6 000	30,5
Ceniza, escoria	6 000	30,5	8 500	43,2
Cal	5 000	25,4	7 000	35,6
Cemento	6 000	30,5	9 000	45,7
Papel	5 000	25,4	6 000	30,5
Granos de café	3 500	17,8	6 000	30,5
Arena	6 000	30,5	9 000	45,7
Polvos secos	2 500	12,7	3 500	17,8
Gases y humos	2 500	10,2	3 000	15,2

Fuente. ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p.15.

Se usará para los cálculos de este trabajo de investigación el valor de 4 500 pies / minuto (22,9 m/seg), para el sistema de transporte de la viruta de papel.

- Volumen o cantidad de aire requerida

Debe usarse suficiente volumen de aire para dispersar el material y proveer la energía requerida. Una medida recomendada es un CFM por cada libra transportada cada hora, es decir, se necesita un CFM por un flujo de una libra / hora de producto.

CFM = flujo (libra/hora de material por pie³ de aire por libra o

CFM = (libras/hora de material * pie³ aire por libra)/60 minutos/hora

En este caso se usará 1 CFM/ lb-hora de material, o sea 1 500 CFM como cantidad o volumen de aire requerido.

Los requerimientos para el diseño de tubería se basan en la producción de papel higiénico en presentación de Jumbo, es decir, la máquina opera a una velocidad máxima 750 rollos de papel por minuto. Al hacer las operaciones correspondientes se deduce el valor de lbs/hora o Kg/hora, para calcular por medio de tablas y velocidad de aire el diámetro ideal del sistema de tubería.

- Velocidad de la máquina: 750 rollos de papel/minuto
- Peso de la viruta de papel: 65 gr/100 rollos (promedio)

Las operaciones correspondientes muestran:

$$\frac{1\ 000\ \text{rollos de papel}}{\text{min}} * \frac{65\ \text{gr}}{100\ \text{rollos}} = 650\text{gr/min}$$

$$\frac{650\ \text{gr}}{\text{min}} * \frac{1\ \text{Kg}}{1\ 000\ \text{gr}} * \frac{60\ \text{min}}{1\ \text{hr}} = 39\ \text{Kg/hr}$$

$$\frac{39 \text{ Kg}}{\text{hr}} * \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 85,8 \text{ lb/hr}$$

$$= 86 \text{ lb/hr} \quad (\text{promedio})$$

Por medidas de seguridad y futuras aplicaciones o derivaciones en los ductos se sugiere un 25 por ciento del dato obtenido.

$$86 \text{ lb/hr} + 25 \% = 107,5 \text{ lb/hr}$$

A continuación en la tabla de pesos de materiales se encuentra el peso promedio de materiales, para fines del presente trabajo se usará el dato que corresponde al de la viruta de madera, siendo el peso promedio por volumen de 290 – 320 Kg/m³ (se tomarán 320 Kg/m³).

Tabla VII. **Peso de materiales (promedio por volumen)**

MATERIAL	CONDICIÓN FÍSICA	PESO PROMEDIO POR VOLUMEN	
		lb/pie ³	kg/m ³
Semilla de algodón	granulada	35-40	560-640
almidón	pulverizado	30-40	480-640
bórax	pulverizado	50-70	800-1120
carbón	granular	50-60	800-960
ceniza v olátil (limpia)	pulverizada	35-45	560-720
madera triturada	fibrosa	15-30	240-480
corcho molido	pulverizado	5-15	80-240
cuarzo molido	pulverizado	110	1760
grafito	pulverizado	40	640
granos de café	granular	40-45	640-720
granos de maíz	granular	45	720
jabón, en escamas	granular	10-20	160-320
linaza	granular	45	720
madera virutas	granular	18-20	290-320
malta	seca	45	720
molibdeno, concentrados de	pulverizado	100	1760
polvos metálicos	pulverizado	50-100	800-1600
sal	pulverizada	75-95	1200-1520
salvado	granular	16-20	260-320
aserrín	granular	15-20	240-320
sosa comercial ligera	pulverizada	25-35	400-560
sosa comercial pesada	pulverizada	55-65	880-1040
talco	pulverizado	50-60	800-960
zinc, óxido de	pulverizado	20-35	320-560
zinc, sulfatos de	pulverizado	70	1120

Fuente. ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p.15.

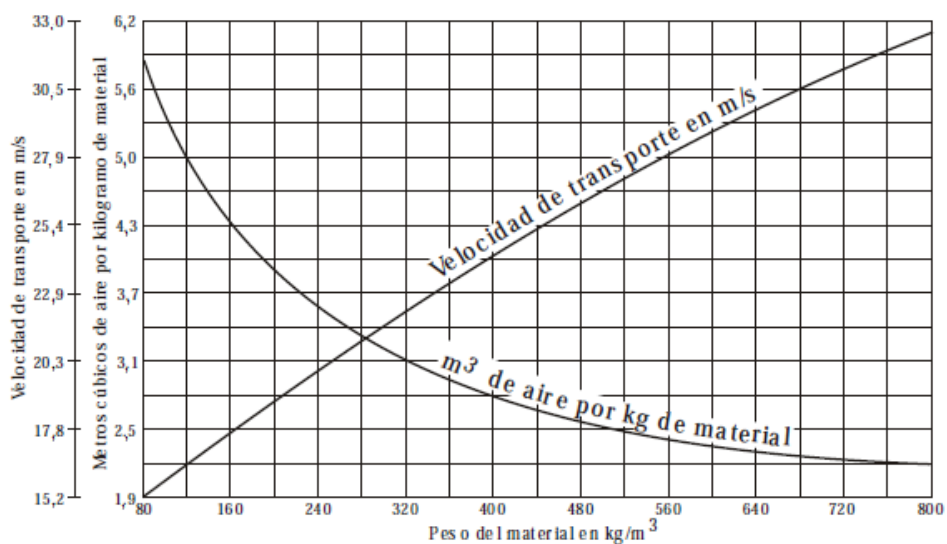
Como se puede observar en la gráfica de velocidad de transporte y de metros cúbicos de aire por kilogramo de material, se encuentra que para 320 Kg/m³ se necesitan 3,1 metros cúbicos de aire por kilogramo (3,1 m³/kg) y una velocidad de transporte equivalente de 22,4 metros/segundo.

Entonces el caudal requerido se determina multiplicando 29,25 Kg/hr por 3,1 metros cúbicos de aire por kilogramo.

$$\frac{39 \text{ Kg}}{\text{hr}} * \frac{3,1 \text{ m}^3}{\text{Kg}} = \frac{120,9 \text{ m}^3}{\text{hr}}$$

El siguiente paso es la selección del ventilador con el caudal indicado y la velocidad más cercana con base en la que se muestra en la tabla de Velocidades promedio para transporte de material.

Figura 37. **Velocidades de transporte**



Fuente. ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p. 20.

- Tamaño y derivación de ductos

Las dimensiones de la tubería, se hacen de acuerdo con la carta de fricción (Ver Anexo) y localizando en el lado izquierdo el valor de CFM a usar, para ese caso 1 500 CFM. Hay que avanzar horizontalmente siguiendo su línea de CFM hasta cortarse con la línea diagonal de velocidad de aire, que en este caso es 4 500 pies/minuto (22,9 m/seg). En este punto se avanza diagonalmente hacia la escala de diámetro. Prácticamente, el diámetro a usar es 8 " (20,32 cm).

- Número de bolsas y compartimientos del colector

Se desean desempolvar 72 CFM de viruta de papel, para lo cual se necesita saber el número de bolsas necesarias y las dimensiones del colector.

Encontrando el área de contacto (A_{tc}) que también se le conoce con el nombre de área de filtración, se tiene la siguiente ecuación, que es la relación de caudal entre área.

$$A_{tc} = \frac{Q_v}{Fr}$$

En donde:

Q_v es el caudal de filtración, en cfm

Fr es la relación Aire-tela, en fpm (2,5)

$$A_{tc} = \frac{72cfm}{2,5fpm} = 28,8 \text{ pies}^2$$

Encontrando el número de bolsas que se necesitan se tiene la siguiente ecuación que está en función del largo y el diámetro de la bolsa:

$$\text{Núm. bolsas} = \frac{45,83 * A_{tc}}{DB * LB}$$

En donde:

DB es el diámetro de la bolsa, en pulgadas

LB es el largo de la bolsa, en pulgadas

Si se tienen bolsas con un diámetro y largo de 19 1/2 y 33 pulgadas respectivamente:

$$\text{Núm. bolsas} = \frac{45,83 * 28,8 \text{ pies}^2}{19,5 \text{ " } * 33 \text{ "}} = 2,05 \text{ bolsas} \cong 2 \text{ bolsas}$$

Se ha determinado usar un colector de 2 bolsas, cada bolsa de 19,5 pulgadas de diámetro y 33 pulgadas de largo cada una, para cubrir la demanda de viruta de papel y como la viruta de papel no requiere de una succión forzada, se ha considerado que este colector sea el indicado para tal fin, y que pueda cumplir con la función de la colección de la viruta en el proceso de conversión de una bobina madre a un jumbo roll.

3.3. Plano

El plano de ubicación es donde se establece el punto de instalación exacto para el colector de viruta, analizando en este los aspectos como las dimensiones mínimas que se necesitan y distancias entre equipos. Esto con la finalidad de tener una distribución en la planta, que posteriormente se utilizará para poder verificar la instalación de otros equipos dentro de la planta de producción.

3.4. Especificaciones

- Ductos

El aire cargado de polvo que se encuentre en el interior de un ducto debe viajar entre 4 500 y 6 000 pies por minuto, este rango se conoce como la velocidad de conducción, si la velocidad del aire disminuye a menos de 4 500 pies por minuto, el polvo se precipita y forma depósitos dentro del ducto, si la velocidad del aire se excede de 6 000 pies por minuto las partículas de polvo se adhieren a las paredes del ducto para formar acumulaciones, estas acumulaciones tienen como resultado obstrucciones en los ductos y la interrupción del flujo a través de la red de ductos.

Al fluir el aire y el polvo junto a las superficies del interior del ducto, algo de polvo puede adherirse a las paredes del ducto y cuando esto ocurre, las superficies antes suaves de las paredes del ducto se hacen más ásperas, al hacerse más ásperas aumenta la fricción y se adhieren depósitos adicionales de polvo a las acumulaciones anteriores, hasta que el ducto se obstruye, por ello se debe limpiar el ducto para mantener el sistema de control de viruta de papel dentro del rango de las velocidades de conducción.

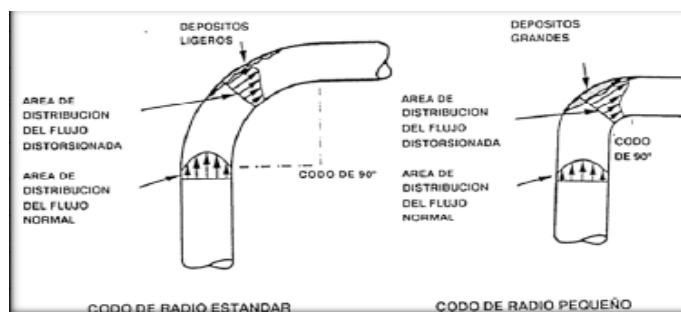
Dentro de la red de ductos debe contemplar que las vueltas agudas crean obstrucciones en el ducto por dos razones: primero el aire en movimiento y el polvo resisten naturalmente cualquier cambio de dirección, el mismo efecto de la fuerza centrífuga que se experimenta cuando un automóvil da vuelta en una curva aguda, también el aire y el polvo tienden a direccionarse hacia afuera del codo, mientras más aguda sea la vuelta

mayor será la fuerza. El polvo con mayor peso que el aire da la vuelta menos fácilmente que el aire y choca contra las paredes del ducto, el polvo se adhiere a las paredes del ducto formando un punto áspero que acelera su acumulación.

Los codos deben tener un radio de curvatura entre 2 y 2,5 diámetros, excepto cuando el espacio disponible no lo permita.

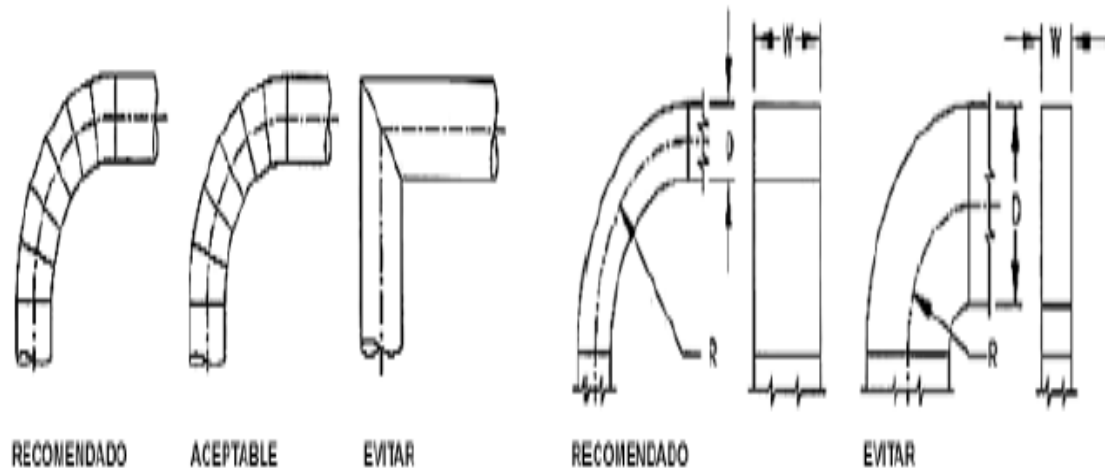
La conexión en los ramales de ductos son diseñadas para permitir una fusión lo más suave posible de los flujos de aire, la fusión gradual de los flujos de aire reduce la acumulación de polvo, por el impacto en la pared del ducto en la conexión de fusión tipo Y. El ángulo que debe existir es de 12 grados para que sean gradualmente dos flujos de aire, es necesario para minimizar la acumulación de polvo en los ductos. Nunca se pueden utilizar conexiones tipo T por los choques de aire directos sobre la pared del ducto, esto acumularía polvo y obstruiría el flujo de aire.

Figura 38. Codos



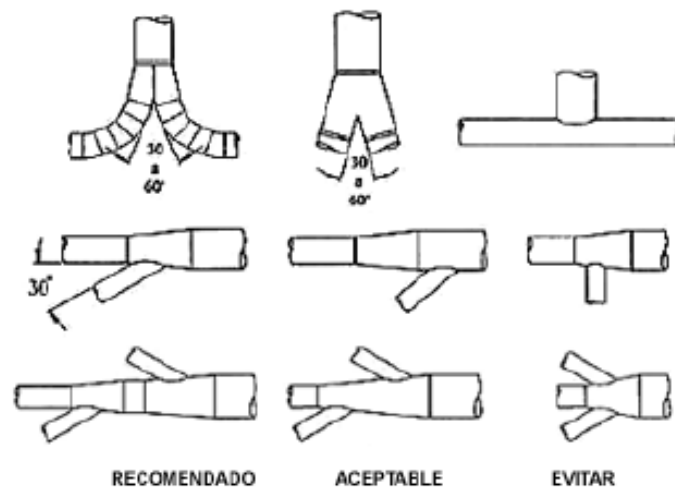
Fuente: ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p. 27.

Figura 39. **Diseño de codos**



Fuente: ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p. 27

Figura 40. **Diseño de conductos con uniones laterales**

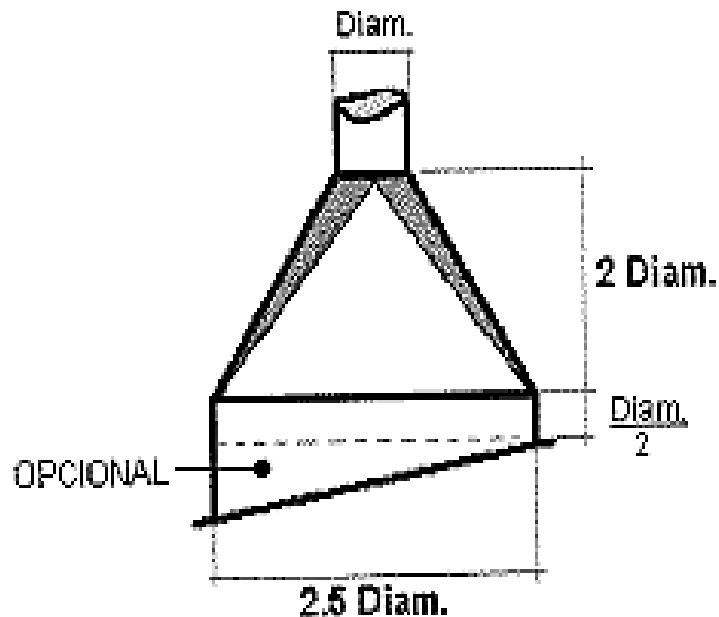


Fuente: ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y representaciones industriales*. p. 27

- En campanas

La forma de conectar las tuberías de succión para el despolvamiento de los equipos es importante, ya que de esto depende el tamaño de la partícula que sea colectada. Para esta tarea se utilizan campanas de succión, con las cuales se está asegurando que las partículas no se precipiten, formando taponamientos de materiales en tuberías de inclinación inadecuadas (tuberías semihorizontales). Al igual que en los ductos, las campanas cran pérdida de succión por el diseño de la campana, presenta un coeficiente de fricción equivalente de una campana de succión con un ángulo igual a 45 grados. El tramo opcional se utiliza cuando se tiene que nivelar la tolva de succión.

Figura 41. **Especificación para la construcción de campana de succión**



Fuente: Chemical Engineering: febrero 1996, p. 5.

Figura 42. **Hood de captación en la industria papelera**



Fuente: PROESA S. A.

3.5. Funcionamiento

Los sistemas de extracción y conducción de residuos de viruta de papel son sencillos: un motor eléctrico hace girar el equipo aspirante (extractor centrífugo), para generar la succión a través de una o un conjunto de mangueras conectadas a él. El extractor transporta las partículas más pequeñas y las impulsa por la tubería hacia el ciclón o elemento filtrante para descargarlas en un depósito, también llamado silo. La fuerza aspirante es tan grande que además del polvo es arrastrado también la viruta de papel y algún otro material.

La capacidad de succión del extractor y el diámetro de las boquillas de acoplamiento, al igual que el número de mangueras y de silos, está determinado por la cantidad de residuos existentes y el número de máquinas a aspirar.

En suma, funciona como un acueducto, donde cada sección de manguera de cada máquina, desemboca en una línea matriz conectada a un sistema que

ayuda a separar el residuo del aire para llevarlo al depósito. Todos los ramales llegan al conducto principal, con el objetivo que el aire pueda circular e impulsar los desechos hacia un módulo de ciclón, cuya función es separar el aire de la viruta; la fuerza centrífuga genera un efecto ciclónico y el aire se conduce hacia arriba mientras que la viruta de papel cae a los contenedores o recipientes.

La intersección de cada manguera con el conducto principal cuenta con una compuerta corrediza correspondiente, para cerrar y abrir independientemente cada sección, según sea necesario y así utilizar solo las conexiones de las máquinas en funcionamiento, y no desperdiciar inútilmente la capacidad de la tubería.

En general, los sistemas de extracción se distinguen entre los portátiles o móviles, los estacionarios, los de grupos y el centralizado. En la aspiración portátil, la extracción se realiza con un equipo móvil que se transporta al sitio donde hay máquinas aisladas. Por otra parte, el equipo de aspiración estacionaria, se instala preferiblemente en el lugar de trabajo, donde siempre se concentren una o varias máquinas trabajando, para economizar de esta manera energía con el uso de ventiladores pequeños.

En la aspiración de grupos, el sistema aspira al mismo tiempo los desechos de varias máquinas. Con la ayuda de un regulador de potencia se puede optimizar la energía y arrastrar restos desiguales de madera. En la aspiración central, también conocida como centralizada, un ventilador de gran potencia y elevada demanda de energía aspira los residuos, gracias a las múltiples conexiones o ramales de la línea principal. So equipos utilizados en grandes superficies, que se instalan en la parte exterior de las plantas, entre otras cosas por el ruido que genera el motor y los grandes contenedores que utiliza.

3.6. Ubicación estratégica y tamaño de la instalación

Generalmente, la ubicación de la instalación se decide con anterioridad a los cálculos de diseño, para disponer de un área y lugar específico para su posible montaje. Los equipos colectores de polvo, con frecuencia se ubican en la parte externa del proceso de producción, en este caso, el proceso de la elaboración de papel higiénico de una bobina madre a un jumbo roll, debido a que tiene que descargar cierta cantidad de aire al ambiente y trasladar las grandes cantidades de viruta del papel.

El tamaño de la instalación depende de la cantidad del material removible, del tipo de filtros, y especificaciones del fabricante. A continuación se presentan otros factores que influyen en la ubicación y tamaño y del equipo.

- Capacidad requerida
- Facilidad de acceso
- Número y tamaño de ventiladores y tuberías
- Tipos de sistema de filtración a utilizar
- Tipo de operación
- Futuras ampliaciones
- Medidas de seguridad por riesgos

3.7. Presupuesto

Es la planificación fundamentada de muchas estrategias por las cuales constituye un instrumento importante como norma, utilizando como medio administrativo de determinación adecuada de capital, costos e ingresos necesarios en una organización, así como la debida utilización de los recursos

disponibles acorde con las necesidades de cada una de las unidades y/o departamentos.

3.8. Materiales

La selección de estos es importante, una buena selección puede prolongar la vida útil del colector de viruta de papel. A continuación se enuncian los materiales a utilizar en el colector de viruta:

- Base
- Ensamblaje del ventilador
- Ensamblaje del motor
- Ensamblaje del fundidor
- Soporte de la manguera
- Manguera
- Bolsa colectora
- Bolsa de filtro
- Sujetador de la agarradera
- Correa retenedora
- Tubo conector
- Adaptador de la manguera con sombreretes
- Agarradera superior
- Agarradera inferior
- Bolsa de sujetadoras
- Cable eléctrico

Los soldadores para realizar su trabajo necesitan también materiales, los cuáles son:

- Cilindro de oxígeno
- Cilindro de acetileno
- Electrodo
- Tiza
- Bombilla de luz

En la construcción del colector también interviene un albañil, este necesita de materiales para trabajar, siendo estos:

- Cemento
- Arena
- Piedrín
- Madera
- Alambre de amarre

Los materiales descritos anteriormente serán utilizados para la fabricación de un colector de viruta de papel. Los materiales son utilizados por los empleados que intervienen en la construcción como: los soldadores, ayudantes, albañiles y personal asignado.

3.9. Costos

Son tomados en cuenta todos los costos del proyecto referente a la instalación del colector de viruta de papel, el costo del equipo constituye un activo para la empresa y los costos relacionados a la ejecución y puesta en marcha del colector.

3.9.1. Diseño

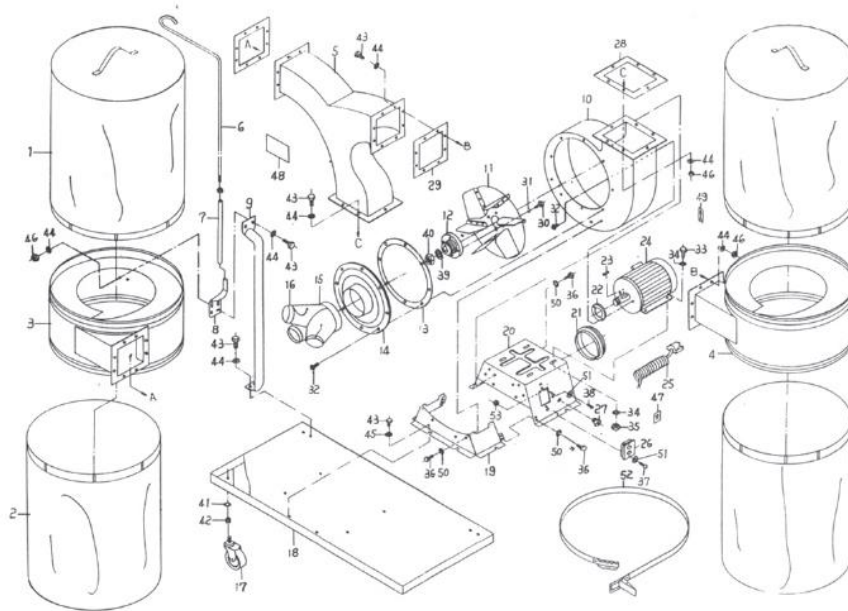
A continuación se muestra el diseño del colector propuesto que se utilizará para la recolección de la viruta de papel en el proceso de transformar de una bobina madre a una presentación de Jumbo Roll.

Tabla VIII. **Material del colector**

Código	Descripción	Código	Descripción
1	Bolsa filtro	26	Interruptor
2	Bolsa colector	27	Cuerda de liberación
3	Manguera (L)	28	Empaque
4	Manguera (R)	29	Empaque
5	Tubo conector	30	Tornillo de cabeza hexagonal
6	Agarradera superior	31	Roldana de seguridad
7	Agarradera inferior	32	Tornillo de cabeza redonda
8	Sujetador de la agarradera	33	Tornillo de cabeza hexagonal
9	Sujetador del soporte	34	Roldana
10	Ventilador de la manguera	35	Tuerca hexagonal
11	Ventilador	36	Tornillo de cabeza hexagonal
12	Manguillo	37	Tornillo de cabeza redonda
13	Empaques	38	Roldana
14	Cubierta interior	39	Tuerca
15	Adaptador de la manguera	40	Roldana de seguridad
16	Tapa	41	Roldana
17	Fundidor	42	Roldana
18	Base	43	Tuerca
19	Sujetador del ventilador de la manguera	44	Etiqueta de conexión a tierra
20	Sujetador del motor	45	Placa del nombre
21	Tapa del sujetador	46	Etiqueta de direcciones
22	Empaque del motor	47	Roldana de seguridad
23	Llave	48	Roldana estrella
24	Motor	49	Tira metálica
25	Cable eléctrico	50	Tuerca

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Diseño del colector**



Fuente: KNOVA S. A. p.11.

3.9.2. **Mano de obra**

Es importante para la ejecución del proyecto, a continuación se detalla el costo de mano de obra:

Tabla IX. **Costos de mano de obra**

MANO DE OBRA	Núm. DE TRABAJADORES	TOTAL
Ingeniero	1	Q. 7 000,00
Ayudantes	2	Q. 3 500,00
Electricista	2	Q. 1 500,00
	Total	Q. 12 000,00

Fuente: elaboración propia.

3.9.3. Implementación

Dentro de las actividades que se deben realizar para la implementación del equipo, previo al análisis sobre el tipo de colector de polvo y materiales a utilizar, así como el lugar de ubicación del colector, es necesario definir el procedimiento a seguir para la ejecución del proyecto. A continuación se detalla las actividades a seguir para la implementación del equipo:

- Montaje del equipo
- Prueba de funcionamiento
- Capacitación del personal
- Monitoreo

3.10. Análisis de costos

Es simplemente, el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo alguna labor o proyecto. El análisis de costo determina la calidad y cantidad de recursos necesarios. Entre otros factores, analiza el costo del proyecto en términos de dinero.

3.10.1. Inversión requerida

Todo proyecto de inversión genera efectos o impactos, directos, indirectos, externos e intangibles. Estos últimos rebasan con mucho las posibilidades de su medición monetaria y sin embargo, no considerarlos resulta pernicioso por lo que representan en los estados de ánimo y definitiva satisfacción de la población beneficiaria o perjudicada.

3.10.1.1. Costo del equipo

Dentro del sistema propuesto el colector de polvo tiene un precio aproximado de Q 15 000. Luego de cotizar en varios lugares este fue el precio que más se acoplo a las necesidades del proyecto.

3.10.1.2. Costo de instalación

Si el trabajo es realizado por una empresa, el costo es de Q. 9 500. De llevarse a cabo por el Departamento de Mantenimiento se tiene un costo de Q. 4 500.

3.10.1.3. Capacitación del personal

El Departamento de Mantenimiento necesita conocer el funcionamiento del colector de polvo, por lo tanto, se le impartirá una capacitación de Q. 2 500 impartida por el proveedor del colector de polvo.

Tabla X. **Resume de la inversión inicial**

		UNIDADES	TOTAL
EQUIPO			
	Colector de polvo	Q 15 000,00	Q 15 000,00
			Q 15 000,00
INSTALACIÓN			
	Mano de obra		Q 12 000,00
	Materiales eléctricos		Q 3 000,00
	Herramientas		Q 1 500,00
			Q 9 500,00
CAPACITACIÓN			
	Curso de capacitación		Q 2 500,00
TOTAL			Q 34 000,00

Fuente: elaboración propia.

3.10.1.4. **Costo de mantenimiento**

El costo en el cual se incurre anualmente por llevar a cabo el mantenimiento preventivo es el siguiente:

Tabla XI. **Costos de mantenimiento**

MATERIALES	COSTO
Lubricantes	Q. 950,00
Desengrasantes	Q. 950,00
Mano de Obra	Q. 2 500,00
Tropos	Q. 150,00
Materiales Eléctricos	Q. 500,00
TOTAL	Q. 5 050,00

Fuente: elaboración propia.

4. FABRICACION E IMPLEMENTACIÓN

4.1. Equipo y herramienta a utilizar

Existe una variedad de herramientas a utilizar, a continuación se mencionarán las utilizadas en la ejecución del proyecto:

- Equipo de soldadura autógena
- Equipo de corte para soldadura autógena
- Pulidora
- Extensiones de voltaje
- Extensiones de luz
- Martillo
- Picador
- Compás
- Juego de llaves milimétricas y métricas
- Guantes para soldadura
- Cepillo de alambre
- Barreno
- Cangrejo
- Cinta métrica
- Marco con sierra de corte de metal
- Escalera
- Polipasto
- Cadenas
- Llave ajustable de tubo

- Alicates
- Destornilladores
- Pernos
- Andamio
- Amperímetro
- Brocas

4.2. Procedimiento de ensamble con tiempos

En el proceso de ensamble se utilizan técnicas de organización, que sirven para calcular el tiempo necesario para llevar a cabo la instalación y funcionamiento del colector de viruta de papel.

Tabla XII. **Ensamble con tiempos**

PASO	OPERACIÓN	TIEMPO
1	Quitar tuerca y roldana de seguridad del eje del fundidor.	0,5 horas
2	Montar motor y ensamble de aspiración	4 horas
3	Unir tubo conector a la manguera del ventilador	2 horas
4	Unir mangueras del colector al tubo colector	1,5 hora
5	Unir sujetadores del soporte	1 hora
6	Atornillar agarraderas superior e inferior	0,5 horas
7	Deslizar tira metálica	3 horas

Fuente: elaboración propia.

4.3. Ensamble de componentes

A continuación se describe el ensamblaje o armado del colector seleccionado de 4 bolsas recolectoras:

- Quitar la tuerca y la roldana de seguridad del eje del fundidor. Apretar la tuerca hasta el eje y colocar la roldana de seguridad sobre la tuerca. Insertar el ensamblaje dentro del orificio o en la parte debajo de la base. Repetir para los fundidores restantes.

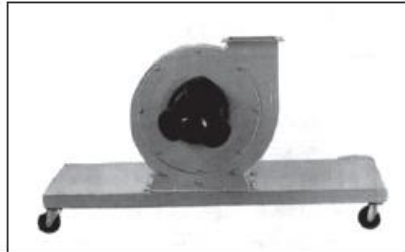
Figura 44. **Fundidores**



Fuente: KNOVA S. A. p.11.

- Voltar la base boca arriba. Montar el motor y ensamblaje de aspiración a la base usando tornillos hexagonales y roldanas de 3/8 pulgadas. Unir la manguera de los adaptadores al ventilador de la manguera.

Figura 45. **Ensamblaje del motor**



Fuente: KNOVA S. A. p.11.

- Unir el tubo conector a la manguera del ventilador usando tornillos de cabeza hexagonal, roldanas y tuercas. Asegurarse que el tubo conector esté en la dirección adecuada.

Figura 46. **Ensamblaje de mangueras**



Fuente: KNOVA S. A. p.12.

- Unir las mangueras del colector al tubo colector con tornillos de cabeza hexagonal, roldanas y tuercas. Asegurar que la parte interior del deflector de cada espiral de la manguera estén debajo de la bolsa colectora. Revisar que los orificios de las mangueras estén del mismo lado que los orificios de la base.

Figura 47. **Ensamblaje de mangueras I**



Fuente: KNOVA S .A. p.12.

- Unir los sujetadores del soporte a la base usando tornillos de cabeza hexagonal y roldanas. Insertar los sujetadores de las agarraderas entre los sujetadores del soporte y las mangueras colectoras. Alinear los orificios y asegurar con tornillos de cabeza hexagonal, roldanas y tuercas. Usar dos roldanas por tornillo en ambas partes, adentro y afuera de la manguera del colector. Apretar todos los tornillos de soporte.

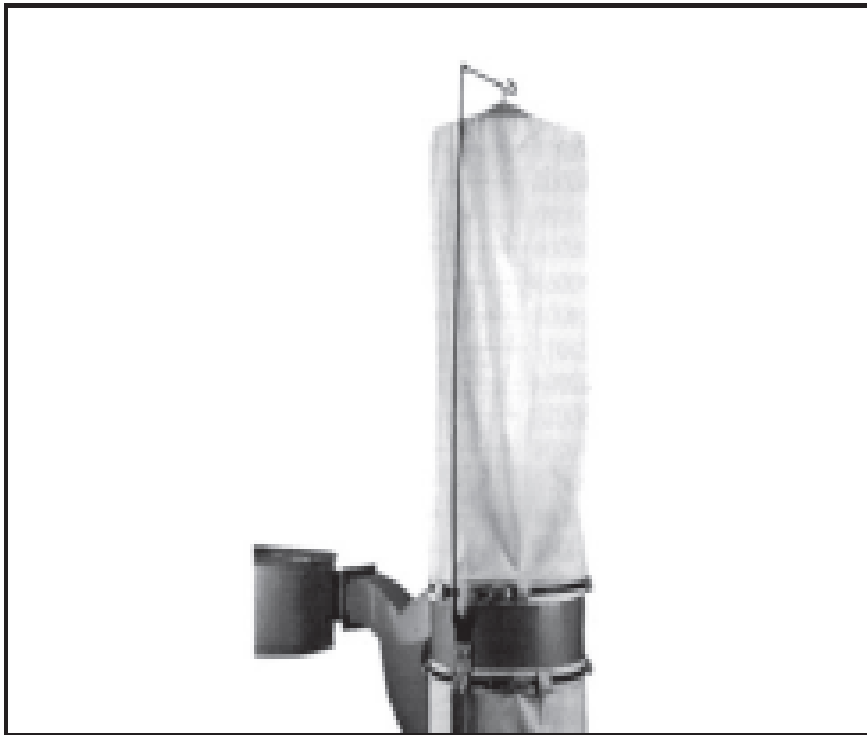
Figura 48. **Ensamblaje de mangueras II**



Fuente: KNOVA S. A. p.12.

- Atornillar una agarradera inferior dentro de una agarradera superior. Unir el gancho del sujetador de la agarradera superior a la onda de la bolsa de filtro, que se encuentra en la punta de la bolsa de filtro. Colocar la agarradera dentro del sujetador de la agarradera. Deslizar una de las cintas metálicas a través de las abrazaderas y unir a la manguera. Repetir el procedimiento para el otro lado.

Figura 49. **Ensamblaje de bolsas de filtros**



Fuente: KNOVA S. A. p.14

- Deslizar la tira metálica a través de las abrazaderas de las bolsas colectoras y unir las mangueras del colector.

Figura 50. **Ensamblaje de bolsas de filtros I**



Fuente: KNOVA S. A. p.14.

4.4. Montaje del colector

Para llevar a cabo el montaje del colector es necesario realizar las siguientes actividades:

- **Planificación:** antes que nada en la planificación se determina si la instalación va a ser realizada por una empresa o bien por el Departamento de Mantenimiento de la empresa, se llevará a cabo la delegación de responsabilidades y asignación de tareas para realizar el proyecto, así como la determinación y distribución de los recursos a utilizar.

Se debe definir la fecha de inicio y fecha de entrega del proyecto, así como los posibles problemas que se tengan que enfrentar.

La realización o fabricación del colector se debe hacer simultáneo a la instalación del extractor.

- Ejecución o puesta en marcha: esta sería la parte técnica-mecánica del proceso, la cual se debe iniciar con un análisis previo de las instalaciones, para poder observar las zonas o áreas inseguras, determinando así los puntos críticos, entre otras observaciones.

Se debe evaluar la posibilidad de mover de posición la máquina convertidora de papel a otra área dentro de la planta.

La energía eléctrica es parte fundamental para la implementación de este proyecto, por lo tanto es de suma importancia contar con alimentación eléctrica lo más cercana posible. Para evitar sobrecargas en la alimentación eléctrica se debe realizar un estudio de cargas.

Dentro de los requisitos mínimos se tienen la utilización de arnés de seguridad al momento de trabajar en alturas mayores de 3 metros, escaleras anti deslizantes, utilización de equipo para soldadura y protección auditiva.

Colocado el colector en el lugar idóneo se procede al perfecto ajuste del mismo, con la utilización de tornillos, pernos, entre otros, con la aclaración que este no puede quedar con desajustes ni vibración.

- Documentación de procedimiento: se debe dejar documentado el procedimiento, para facilitar el mantenimiento del sistema. En sí se busca dejar plasmado paso a paso el proceso de instalación del colector de polvo (viruta de papel).

- Se debe capacitar al personal, para asegura que el esfuerzo realizado para llevar a cabo el proyecto no sea desaprovechado, se debe capacitar al personal de mantenimiento para que sepa de manera puntual la forma en que funciona el sistema de extracción.

Para esto es necesario hacer saber al personal, del equipo que se encuentra conformado el sistema, así como la función que cada pieza realiza.

Conscientes de la función que realiza cada pieza es fundamental determinar qué tipo de herramienta y los repuestos a utilizar para cada pieza, con las herramientas es muy importante la utilización adecuada, para garantizar el tiempo máximo de vida útil que se proporcione para cada pieza.

4.5. Instalación del colector

De acuerdo a muchos códigos de locales, estatales, OSHA y ANSI, es la responsabilidad de los empleadores:

- Permitir operar el equipo solamente a empleados capacitados y autorizados.
- Inspeccionar y mantener protectores, dispositivos de seguridad y los controles *Start/Stop*. (Iniciar/Detener).
- Instruir, entrenar y supervisar un método de trabajo seguro

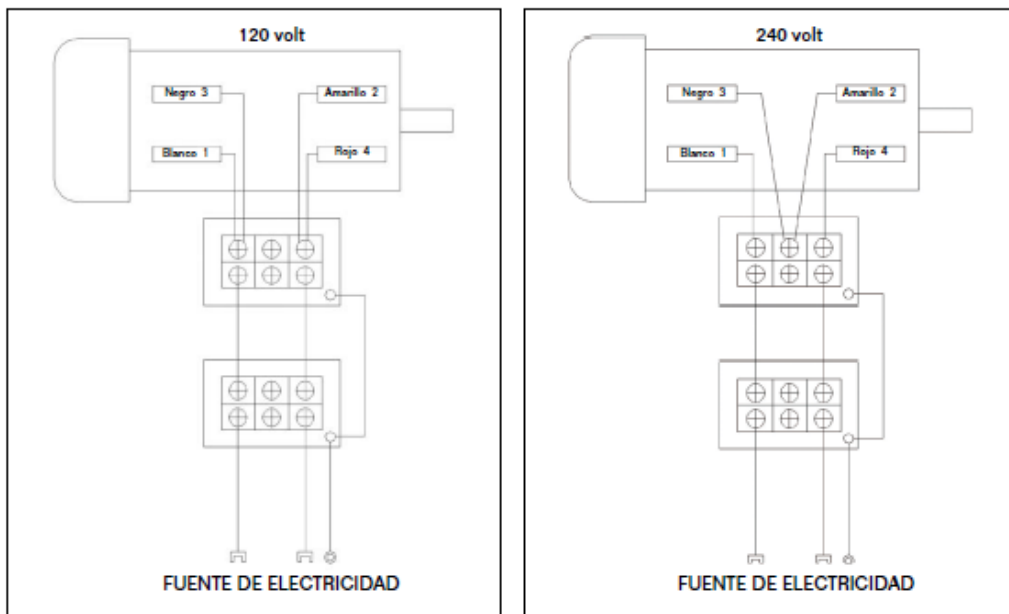
Los daños corporales serios pueden ocurrir si se pasan por alto o se ignoran las medidas de seguridad normales. Los accidentes son causados con frecuencia por la falta de familiaridad o por faltas de atención. El trabajador debe solicitar consejo del supervisor, del instructor, o de otro individuo calificado que este familiarizado con la máquina y sus operaciones.

El interruptor Start/Stop está situado a un costado del motor. Para con el colector de polvo en “ON” presionar la tecla de inicio verde. Para colocar el colector de polvo en “OFF”, presionar el boto de paro rojo.

El motor del colector de polvo se provee de un interruptor restaurable. Está situado encima de la caja partid/parada del interruptor en el lado del motor. Si el motor se apaga o no puede comenzar debido a una condición de sobrecarga, dar vuelta al colector de polvo “APAGADO”, dejar el motor fresco por tres o cinco minutos, y empujar el botón del reajuste en el interruptor para reponer el triturador. El motor se puede girar otra vez de la manera adecuada.

Es de suma importancia para la instalación del equipo el diagrama eléctrico de la máquina, ver a continuación.

Figura 51. **Diagrama eléctrico**



Fuente: KNOVA S. A. p.15.

4.6. Tipo requerido de colector

El tipo de colector requerido con base en los cálculos previos se pudo determinar que se requiere un colector con 2 bolsas de 19,5" de diámetro y 33" de largo, ver a continuación las especificaciones.

Tabla XIII. **Especificaciones del colector propuesto**

Modelo	KN CP-4043
Motor	3 HP 240 V 60Hz
Capacidad de succión de aire	2 300 CFM (pies cúbicos por min)
Filtro para partículas	De 30 micras
Rango de ruido	75 – 80 decibeles
Dimensiones de la bolsa (4)	19-1/2" x 33" (495 x 838 mm)
Diámetro de entrada principal	6" (152,4 mm)
Diámetro de puerto (3)	101,6 mm
Peso Neto/Bruto	68/75 Kgs

Fuente: KNOVA S. A. p.15.

Figura 52. **Modelo de colector propuesto**



Fuente: KNOVA S. A. p.15.

4.7. Seguridad Industrial

Aunque el primer requisito que todo esfuerzo de prevención de accidentes exige es la corrección del ambiente físico, de modo que no pueda producirse accidentes, algunas veces por razones de economía o de otros motivos plausibles, es necesario proteger al personal equipándolo con lo necesario para evitar cualquier tipo de accidente.

Todos los accidentes pueden evitarse participando todos con responsabilidad en la prevención de estos. Se listan los siguientes lineamientos:

- Toda persona que trabaje en el proyecto tienen que utilizar equipo de protección personal: casco, lentes, tapones de oídos, zapatos de trabajo.
- Llenar y tener a la vista el permiso de corte, soldadura y herramientas eléctricas.
- Colocar cerca del lugar de trabajo extinguidores que permitan sofocar de inmediato un inicio de incendio.
- Revisar que se encuentre en buenas condiciones su equipo de trabajo
- Limpiar el lugar de trabajo, eliminando materiales inflamables.
- Retirar del lugar envases o depósitos que contengan líquidos inflamables.
- Mantener el área de trabajo libre de objetos que impidan la libertad de movimiento.

4.7.1. Equipo de seguridad

Es de gran importancia saber que el equipo de protección personal está diseñado para proteger a los trabajadores de cualquier acto inseguro o enfermedad sería que puedan originarse en cualquier parte de la planta. Se utilizaran el siguiente equipo de protección

El equipo de protección que se propone para utilizar en el área de trabajo es el siguiente:

- Casco personal
- Botas industriales
- Guantes de cuero para soldadura
- Lentes claros para pulir
- Lentes para soldadura autógena
- Careta para soldadura eléctrica
- Gabacha para soldar
- Arnés para alturas
- Lazo de seguridad del arnés
- Tapones de oído

4.8. Mantenimiento del colector

El servicio de mantenimiento y la limpieza para el colector de polvo debe ser constante, es necesario verificar que el sistema de extracción de polvo interno no se atasque por humedad del material manejado y otros factores externos. Una rutina de limpieza diaria deber ser programada para extraer los materiales de desecho (esto también depende de la cantidad de polvo que transporte el aire).

Para el sistema de filtros, cuando se cuenta con el sistema de aire a presión en contra flujo (sistema de auto limpieza), es posible que el colector se mantenga por un período más o menos largo, aproximadamente tres meses de operación de lunes a viernes con 24 horas de funcionamiento. Mayor a esto será necesario una limpieza profunda y lavado de los filtros.

Con el sistema de filtros llamados “trampas” o “mangas”, se puede realizar un mantenimiento y limpieza efectiva, debido a que se pueden desmontar con facilidad y hacerles una limpieza mayor a cada uno. Esto se puede realizar a una frecuencia de 3 meses o según sea de la producción. Otro factor importante es la realización de una inspección del estado de la tela de los filtros o mangas para asegurarse de un buen filtrado de las mismas.

En cuanto a las partes mecánicas, la lubricación periódica de los cojinetes del sello de aire, así como la inspección de las lonas de sellado son de las piezas importantes. El motor y las fajas de transmisión deben ser revisados según las recomendaciones del proveedor o fabricante.

Adicional a esto, se recomienda una revisión o inspección del estado general de la cámara principal y descarga para evitar fisuras o corrosión. Además, es importante una inspección periódica del sistema de tuberías y del estado de funcionamiento de los ventiladores, verificar fugas, pérdidas de vacío, entre otros.

Un programa de mantenimiento preventivo representa gastos de personal, repuestos, materiales, lubricante, entre otros, pero que a largo plazo son más favorables y bajos, que los que resultan de un equipo en condiciones defectuosas.

Un buen programa de mantenimiento preventivo evitará que estos gastos sean mayores, por eso, la necesidad de mencionar el mantenimiento preventivo más adecuado para los diferentes componentes que integrarán el sistema de recolección de polvo.

La accesibilidad para el mantenimiento y limpieza del colector de polvo es un parámetro importante en el diseño del equipo; ya que si se cuenta con este requerimiento se puede garantizar una eficiencia en el funcionamiento y mantenimiento del equipo en general.

El ventilador es el elemento más importante para cualquier sistema de extracción y ventilación. Los problemas principales en ventiladores son causados por:

- Penetración abrasiva en el impulsador del ventilador y en la cubierta.
- Mantenimiento inapropiado para la transmisión de bandas en V y rodamientos.
- Acumulación que causan vibraciones.
- Mantenimiento adecuado para analizar, la vibración causada por acumulaciones de polvo o por montaje inadecuado en una plataforma de construcción ligera y el desgaste abrasivo y corrosión de las aspas, remaches y cabezas de tornillos. Casi todos los ventiladores descargan algo de aire cuando sus aspas giran en dirección contraria a la correcta, por lo que el giro no es una prueba adecuada para corregir la rotación del ventilador. En los ductos de trabajo, el material, además de conducirse en forma más segura y eficiente, deberá hacerse a bajo costo con el mínimo

de mantenimiento. Es necesario tomar las determinaciones adecuadas para efectuar la limpieza.

Un buen diseño puede minimizar el número de limpiezas requeridas, pero estas no podrán eliminarse por completo. El mantenimiento se simplifica cuando la limpieza se efectúa dentro del mismo sistema. Los tipos comunes de limpieza se hacen a través de compuertas, accesorios articulados o quitando las tapas colocadas en los extremos. Al equipo de control de polvo debe proporcionársele un mantenimiento adecuado y conveniente considerando la reposición eventual de piezas que están sujetas a desgaste. Las piezas que se encuentran expuestas a máximo desgaste o a un abuso mecánico tienen que protegerse con construcción fuertes.

El mantenimiento será satisfactorio si se siguen las tres reglas generales siguientes:

- Limpieza periódica o con intervalos de tiempos para el almacenamiento de polvo en la tolva.
- Programación de inspecciones para el mantenimiento preventivo.
- Reparación, reemplazo y limpieza de todas las partes indicadas durante la inspección regular.

Un buen programa de mantenimiento preventivo ayuda a presupuestar y controlar los gastos pro mantenimiento, también a identificar las áreas de mayor problema y evitar el excesivo uso de mantenimiento correctivo, con el fin de

evitar en lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los tiempos muertos y disminuir los costos.

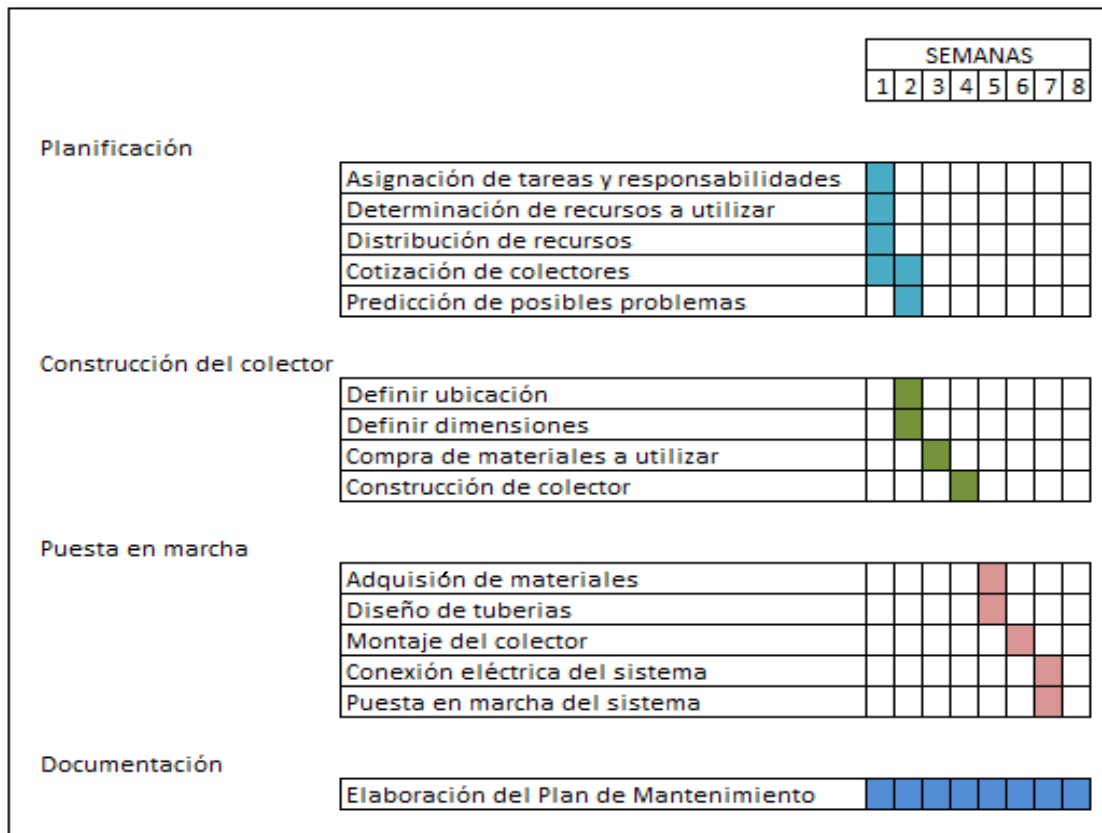
4.9. Cronograma de actividades

Al momento de aplicar esta herramienta se trata de mostrar en forma sencilla y ordenada las actividades a realizar para la implementación del proyecto. Como se podrá apreciar en el cronograma el proyecto se divide en cuatro fases: Planificación, Construcción del colector, Puesta en marcha y Documentación.

- **Planificación:** esta primera fase, se dividió en cuatro actividades que son muy importantes para que el proyecto se pueda llevar a cabo. Las actividades son: asignación de tareas y responsabilidades, determinación de recursos a utilizar (esta actividad abarca el recurso humano y materiales), distribución de los recursos, cotización de colectores y predicción de posibles problemas o eventualidades. Esta fase está proyectada a realizarse en dos semanas.
- **Construcción del colector:** la segunda fase es clave para que el proyecto sea viable ya que acá se define la ubicación y las mediciones que tendrá el colector, estas dos actividades se deben realizar en una semana. Luego se procederá a la compra de los materiales que se usarán para la construcción del colector seleccionado, se procede a la construcción del colector que tendrá las especificaciones adecuadas según la necesidad de la empresa, esta fase tomará tres semanas para realizarla.

- Puesta en marcha: esta fase está constituida por cinco actividades, para llevar acabo la implementación y montaje del colector. Esta fase debe tomar un tiempo de tres semanas.
- Documentación: en esta última fase se elaborará el plan de mantenimiento del equipo que se instalará, para tener registros y llevar un control detallado de los mantenimientos que se le deben hacer basado en el plan.

Figura 53. **Cronograma de actividades**



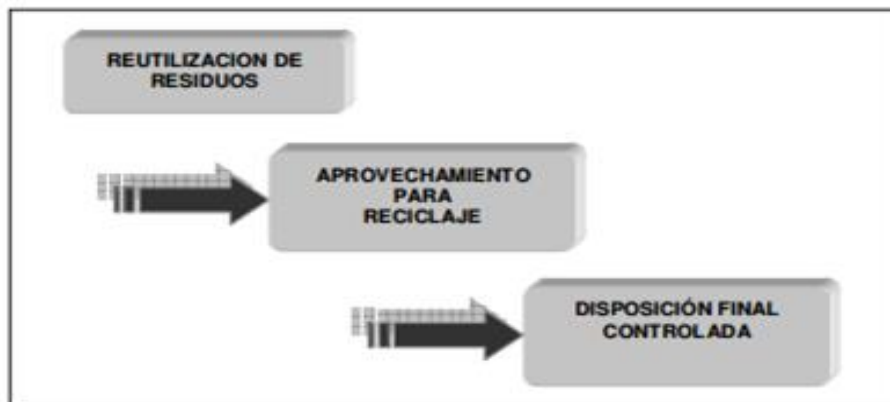
Fuente: elaboración propia.

5. PROCESO DE REUTILIZACIÓN

5.1. Diagrama de nuevo proceso

Como se pudo detectar en la encuesta, los empleados están propensos a muchas enfermedades respiratorias, debido a la inhalación de viruta de papel dentro de la planta, para evitar esto la empresa se verá en la necesidad evaluar y considerar la colocación de un colector de viruta de papel, para preservar el medio ambiente y la salud de sus empleados.

Figura 54. Diagrama de nuevo proceso



Fuente: elaboración propia.

5.2. Aprovechamiento de la viruta

El papel y los productos relacionados con el se elaboran a partir de fibras de celulosa presentes en las plantas. Estas fibras pueden provenir de diferentes

vegetales: algodón, madera, paja de cereales, entre otros, pero actualmente la mayor parte de la producción mundial del papel proviene de la madera. Se estima que un tercio del total. El rápido y sostenido crecimiento de la demanda de productos de papel ha ido de la mano de una mayor escasez en la provisión de madera, provocando la desaparición de bosques nativos con los consecuentes impactos sobre los ecosistemas que forman parte de ellos.

La elaboración de papel a partir de madera requiere grandes cantidades de agua y energía. Por ejemplo, la producción de una tonelada de papel de alta calidad, consume en promedio 200 000 litros de agua y 7 600 Kwh de energía. También se emiten a la atmósfera sustancias contaminantes como compuestos orgánicos volátiles, óxido nitroso y de azufre, acetona, metanol, organoclorados, ácidos clorhídrico y sulfúrico, partículas y monóxido de carbono. Además, con frecuencia produce el molesto olor a huevos podridos de los compuestos de azufre. Debido al elevado consumo energético, también origina indirectamente, emisiones de dióxido de carbono, responsables del efecto invernadero.

En cuanto a los vertimientos, se tiene que los efluentes de las fábricas de papel contienen una gran cantidad y diversidad de contaminantes, como fibras de celulosa disueltas, compuestos orgánicos de azufre, resinas ácidas y otros desechos de la madera. Estos residuos tienen una elevada toxicidad y requieren completos y costosos sistemas de tratamiento para reducir su impacto sobre los cauces receptores.

El papel es un recurso natural renovable y reciclable, por lo tanto, la problemática ambiental generada dentro de los procesos de producción del mismo, puede resultar mediante la aplicación de procesos de producción más limpios y eficientes, que reduzcan el consumo de materias primas (fibras vírgenes, agua y energía) y la contaminación ligada al proceso (mejorar los

métodos para eliminar la lignina, reutilización de productos químicos, entre otros) todo ello con el objetivo de reducir costos y conseguir un ciclo cerrado en el que se genere menos contaminación del aire, del agua y del suelo, y se genere menos explotación de bosques en el país, buscando una gestión forestal sostenible y un uso cada vez más del papel y cartón usado como materia prima.

Una vez usado, el papel se convierte en un residuo sólido desechable que generalmente se dispone junto con los demás residuos sólidos, en botaderos y rellenos sanitarios.

Figura 55. **Ciclo de vida ideal del papel**

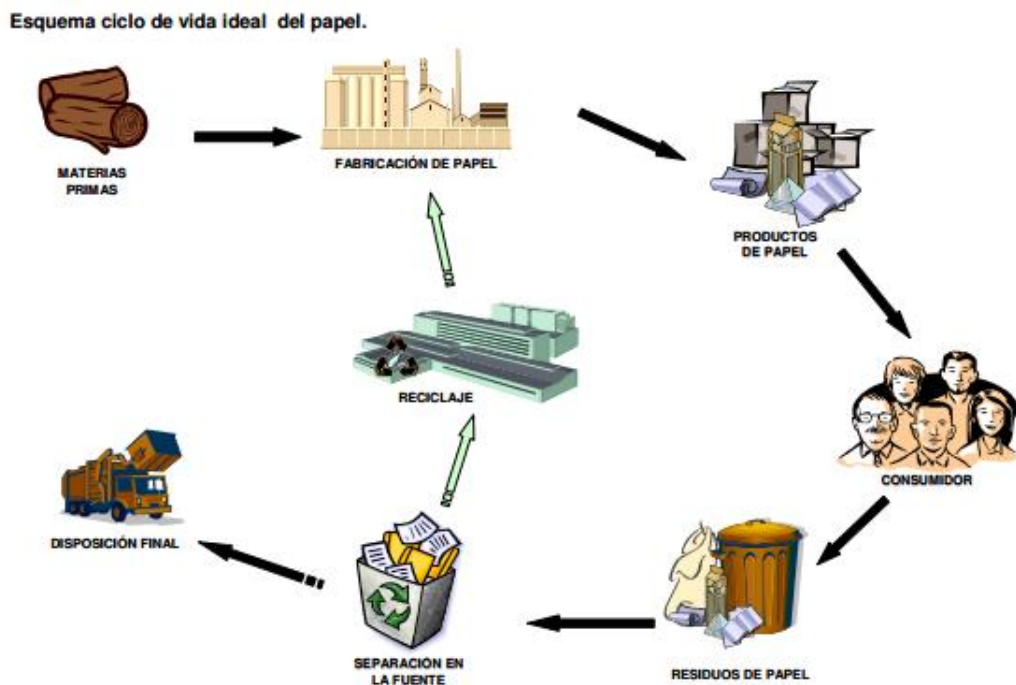


Figura: http://www.ayrful.com.ar/img/pdf_nuevo/06%20Amplificador.pdf. Consulta: 25 de agosto de 2013.

5.3. Seguridad industrial

La recolección del polvo y virutas es de imperiosa necesidad en la industria papelera, para que el aire dentro y fuera de la planta se mantenga limpio, y evitar así perjuicios en la salud de los trabajadores, a la vez que se eleva la seguridad y se previenen accidentes, se reduce el desgaste de las máquinas y herramientas y se liberan áreas de trabajo ocupadas con los residuos.

La modernización de la industria papelera es irreversible, hoy en día el crecimiento del negocio y la tendencia de producir más y mejor motivan a las empresas a continuar el camino hacia la tecnificación, para dar lugar a una actividad altamente mecanizada y eficiente. La industrialización de los procesos permite una mayor producción, más precisión, calidad de los productos y mejor rentabilidad.

La tecnificación no es solo la adquisición de nuevas y modernas máquinas, también exige la implementación de instalaciones y ambientes adecuados que protejan las inversiones de los empresarios. Es importante cuidar la tecnología, al igual que el talento humano y no exponerlos a sufrir riesgos industriales; la alternativa de ahorrar dinero en la seguridad industrial, al final de cuentas puede salir muy costosa.

En este sentido, los fabricantes de maquinaria para el trabajo con papel, deben promover la utilización de extractores de polvo, y viruta en los lugares de trabajo; residuos que se filtran al interior de las máquinas y obstruyen sus rodamientos y engranajes, aumentando su desgaste. En efecto, estos aspiradores son instalaciones que absorben los desperdicios y los conducen

por una red de tuberías a un depósito de almacenamiento para su posterior disposición y adecuado manejo.

La industrialización progresiva del sector implica un control ambiental más riguroso y concienzudo, los extractores minimizan notablemente la exposición de los trabajadores a los perjudiciales polvos y viruta, pues reducen su concentración en los espacios de trabajo, con lo que además se optimizan las áreas de taller que pueden aprovecharse mejor y se evitan accidentes laborales a los trabajadores, las limitaciones en su visión y hasta se facilita el tránsito por el taller.

Por lo tanto, lo adecuado y recomendable es instalar sistemas neumáticos de aspiración para evitar el desgaste de los equipos, preservar el ambiente sano y la seguridad industrial en las fábricas y en este sentido, los extractores representan la mejor opción para recoger los desperdicios que se generan en los diferentes procesos de producción.

Existe un sin número de razones para instalar programas de seguridad, sin embargo, todas estas razones comúnmente se clasifican en 2 grupos:

- Razones legales: en Guatemala, las leyes de seguridad e higiene industrial están establecidas a través de la Constitución de la República y del Código de Trabajo. En el título quinto, capítulo único del Código de Trabajo de la República de Guatemala. Cuando ocurre un accidente se realiza la paralización de las labores, ya que los trabajadores intervienen ayudando al lesionado, o por curiosidad y otras razones incidentales. La producción sufre un retardo por el efecto psicológico que se produce en los demás trabajadores y se requiere de un tiempo prudencial para alcanzar su ritmo normal. Regularmente se produce daño al equipo,

herramientas o al material en proceso de producción, la reparación y los desperdicios de material representa un gasto que debe agregarse al costo del accidente. Algunos de los factores que afectan a la productividad en la empresa, a causa de accidentes son:

- Tiempo perdido por los trabajadores debido a la paralización del trabajo al ocurrir el accidente.
- Tiempo perdido por el supervisor y los funcionarios de la empresa en ayudar al trabajador accidentado.
- Investigar las causas del accidente para evitar su repetición
- Hacer los arreglos necesarios para restablecer la labor del trabajador.
- En caso de requerir un nuevo trabajador, el tiempo necesario en seleccionarlo, capacitarlo o instruirlo.
- Preparar el informe del accidente
- Efectuar los trámites necesarios para proporcionar los beneficios al trabajador.
- Pérdida en la producción al paralizar el proceso
- Costo por reparación de la maquinaria o reposición del equipo
- Gastos por pérdida de material

- Retardo en alcanzar el ritmo normal de producción, debido al estado emocional de los trabajadores después del accidente.
- Pérdida en los negocios por no poder cumplir los compromisos y servicios a los clientes.
- Razones morales: la empresa debe adoptar los programas de seguridad por bases puramente humanas, es decir, evitar el dolor y sufrimiento del trabajador, su familia y compañeros, ocasionando por los accidentes. Los accidentes, en el peor de los casos, llegan a costar vidas humanas; esto produce daño moral y destrozos en la familia del afectado. Dichos daños se reflejan en la actitud de los trabajadores, ya que adoptan una actitud defensiva en contra de la empresa.

Cuando la empresa cuente con un programa de seguridad adecuado, el trabajador (operarios, auxiliares, empacadores, entre otros) sabrán que en caso de algún accidente, la empresa se interesará e intervendrá a favor de su bienestar. Mediante estas acciones, el trabajador siente la sensación de protección por parte de la empresa. Es decir que el trabajador observa que a la empresa le interesa su bienestar. Como resultado se obtienen actitudes positivas en los trabajadores produciendo una buena relación entre los supervisores y el trabajador como con el gerente de producción.

Tiene como objetivo, establecer en forma precisa, el uso de diversos colores de seguridad para identificar lugares y objetos sobre todo en el área de producción, a fin de prevenir accidentes en todas las actividades, que se desarrollan dentro las instalaciones industriales de la empresa.







Los sistemas de seguridad que se aplicarán en la planta de producción a través de los colores, serán para reducir los riesgos de accidentes y acelerar el uso de los dispositivos de socorro. Las cuales se detallan a continuación:

- Se utilizarán los estándares de seguridad reconocidos universalmente
- Se aplicarán ciertos colores para llamar la atención
- Se identificarán los lugares u objetos con sus colores respectivos
- Tiene que emplear las asociaciones de colores reconocidas
- Se emplearán signos simbólicos en combinación con los colores

Hay factores por los cuales se debe de colocar la señalización con sus respectivos colores estos factores son: confort y rendimiento.

- Factores de confort: el sistema debe ser un estimulante para el operario en su trabajo, especialmente los operarios de la cortadora. Tiene que estimular limpieza y orden, por el uso de los colores claros, proporcionar mayores niveles de iluminación a los equipos, instalaciones o maquinarias. Los colores tienen que satisfacer en cierto modo, los gustos del operario. La variedad de los colores tiene que obrar como estimulante.
- Factores de rendimiento: proporciona los colores adaptados al tipo de trabajo y a la iluminación. Se utiliza el color para que se regulen la movilidad del ojo.

Tabla XIV. Simbología de seguridad industrial

COLOR	SIGNIFICADO	IDENTIFICACIÓN	SIMBOLO
Negro y Amarillo	Señala obstáculos y aberturas de gran visibilidad	Rectángulo	
Anaranjado	Señala peligro	Triángulo	
Verde	Señala elementos de seguridad y primeros auxilios	Cruz	
Rojo	Señala elementos de protección contra incendio	Cuadrado	
Azul	Señala precaución	Círculo	
Negro o Gris	Orden y limpieza	Estrella de 5 puntas.	

Fuente: www.elprimsa.com/seguridad_industrial3.html. Consulta: 10 de julio de 2014.

El color amarillo se utiliza en combinaciones con el negro para indicar lugares que deban resaltar de un conjunto, en prevención contra posibles golpes, caídas, tropiezos, originados por obstáculos, desniveles y se emplean entre otros en casos que se indican a continuación:

- Obstáculos verticales que signifiquen riesgos de golpes, como por ejemplos: columnas pilares, costado de portones, parte inferior de portones que puedan ser embestidos por personas o vehículos.
- Desniveles bruscos en el piso, por ejemplo escalones aislados, fosas, entre otros, como la entrada de la bodega de producción.

- Plataformas no protegidas: como la entrada de materia prima y producto terminado, cualquier parte saliente de una instalación que se proyecte dentro de áreas normales de trabajo.
- Las barreras de advertencia de obstáculos o reparaciones de pasillos o caminos, paso a nivel, entre otros.
- Los vehículos de carga y pasajeros
- Los carteles de señalización son fondo amarillo con letras o signos de color negro, para hacer resaltar su visibilidad, por ejemplo avisos de velocidad máxima, indicadores de curvas, advertencia de salidas de vehículos a las bodegas, prohibición de acercamiento en el área de trabajo.

Se pintan en franjas iguales de color amarillo y negro, alternativamente, dispuestas en diagonal a 45 grados respecto a la horizontal. El ancho de las fajas será de 50 mm, salvo en superficies extensas en las cuales el ancho de la franjas deberá guardar relación con el área afectada.

El color anaranjado se utilizará para indicar riesgos de máquinas o instalaciones en general, que aunque no necesiten protección completa, presente un riesgo, a fin de prevenir cortadoras, desgarramientos, quemaduras y descargas eléctricas. Se aplicarán en los siguientes casos:

- Elementos de transmisión mecánica como, engranajes, poleas, volantes o partes cortantes de las cortadoras.

- En interiores de tapas protectoras de órganos de máquinas, siendo parte exterior del mismo color que la máquina.
- Interior de cajas de instrumentos eléctricos, cajas de llaves, fusibles, conexiones eléctricas u otras que deban mantenerse cerradas por razones de seguridad.
- Indicadores de límites de carreras de piezas móviles de máquinas
- Para señalar momentáneos peligros en lugares de tránsito

Cuando se tengan que pintar elementos de máquinas externas se buscará cubrir superficies mínimas, para no tener a la vista exceso de color.

El color verde se utilizará para indicar la ubicación de elementos de seguridad y primeros auxilios y se aplicará en los siguientes casos.

- Ubicación de cajas de máscaras de protección respiratorias, duchas y lava ojos de seguridad, camillas, entre otros.
- Botiquines, vitrinas y armarios con anuncio de seguridad
- Puertas de acceso a salas de primeros auxilios

Sobre la pared se deben colocar los botiquines y armarios para máscaras. A suficiente altura como para ser visibles a distancia, por encima de los objetos circundantes, se pintará una cruz color verde, cuyo alto será de 300 milímetros. Si los elementos mencionados están colocados sobre una columna, se pintará

una cruz en cada cara de esta, de manera que sea visible desde todos los ángulos.

El color rojo se utilizará para indicar la ubicación de elementos para combatir incendios y se aplicará en los siguientes casos:

- Extintores portátiles, baterías contra incendios
- Hidrantes y su tubería
- Rociadores y sus tuberías
- Balde de arena y agua, palas y picos
- Nichos, cajas de alarmas, cajas de trazadas o mantas antiincendios

Estos equipos deben colocarse en una pared donde sea visible a la distancia por encima de los obstáculos circundantes, se pintará un cuadrado en rojo de 300 milímetros de lado. Si el equipo está colocado sobre una columna, se pintará una franja de 300 milímetros de alto alrededor de la columna, de manera que sea visible de todos los ángulos. Sobre el piso se pintará en rojo, una franja en “U” de 50 milímetros de ancho, alrededor del equipo, dejando 200 milímetros libres a cada lado y 500 milímetros al frente. Y sobre la pared se pintará en color rojo, un rectángulo detrás del equipo, que lo pase 200 milímetros de todo su perímetro. La manija superior del extintor, deberá estar 1 700 milímetros del piso.

El color azul se utilizará para indicar precaución en situaciones tales como: tableros de control eléctrico, llaves o mecanismo en general, motores eléctricos, asegurándose antes de hacerlo que la puesta en marcha del dispositivo no sea causa de accidente; se aplicará en los siguientes casos.

- Cajas de interruptores eléctricos
- Botoneras de arranque en máquinas

- Palancas de control eléctrico y neumático

La señalización empleada como técnica de seguridad, se puede clasificar en función del sentido por el cual se percibe:

- Señalización óptica: es el sistema de señalización que se basa en la apreciación de las formas y los colores por medio del sentido de la vista. Incluye: señales de seguridad, colores de señalización iluminación de emergencia.
- La señalización acústica: basada principalmente en la emisión de ondas sonoras que son recibidas por el oído en forma instantánea (alarmas, timbreas, altavoces, entre otros) y que, de acuerdo a códigos conocidos, informa de un determinado mensaje a las personas.
- Señalización táctil: se basa en las diferentes sensaciones experimentadas cuando se toca algo con cualquier parte del cuerpo. Aunque en general no está contemplada en la legislación, debido a su importancia se contempla en el diseño de los órganos de mando, herramientas y objetos manuales.

5.3.1. Equipo de seguridad

Los equipos de protección personal comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.

El equipo de protección personal (EPP) está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo, de lesiones o enfermedades serias que

puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. Además de caretas, gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad, el equipo de protección personal incluye una variedad de dispositivos y ropa tales como gafas protectoras, overoles, guantes, chalecos, tapones para oídos y equipo respiratorio.

- Protección de la cabeza

Los cascos pueden proteger a los empleados de impactos al cráneo, de heridas profundas y de choques eléctricos como los que causan los objetos que se caen o flotan en el aire, los objetos fijos o el contacto con conductores de electricidad. Asimismo, se recomienda que los trabajadores cubran y protejan el cabello largo con el fin de evitar que se enrede en piezas de maquinaria como las correas y las cadenas.

- Protección de pies y piernas

Los equipos de protección de pies como los zapatos de seguridad, pueden ayudar a evitar lesiones y proteger a los trabajadores de objetos que se caen o que ruedan, de objetos afilados, de superficies mojadas o resbalosas, de metales fundidos de superficies calientes y de peligros eléctricos.

- Protección de ojos y cara

Además de las gafas de seguridad y las gafas protectoras de goma, el equipo de protección personal tales como los cascos o protectores especiales, protectores laterales y las caretas pueden ayudar a proteger a los trabajadores de ser impactados por fragmentos, las astillas de gran

tamaño, las chispas calientes, la radiación óptica, las salpicaduras de metales fundidos, así como los objetos, las partículas, la arena, la suciedad, los vapores, el polvo y los resplandores.

- Protección de pérdida auditiva

Utilizar tapones para oídos u orejeras puede ayudar a proteger los oídos. La exposición a altos niveles de ruido puede causar pérdidas o discapacidades auditivas irreversibles así como estrés físico o psicológico.

Los tapones para oídos fabricados de algodón encerado o de lana de fibra de vidrio son fáciles de ajustar correctamente. Tapones de oídos moldeados o preformados deben ser adecuados a los trabajadores que van a utilizarlos por un profesional. Limpie los tapones con regularidad y reemplace los que no pueda limpiar.

- Protección de manos

Los trabajadores expuestos a sustancias nocivas mediante absorción por la piel, a laceraciones o cortes profundos, abrasiones serias, quemaduras químicas, quemaduras térmicas y extremos de temperatura nocivos deben proteger sus manos.

- Protección respiratoria

Los trabajadores deben utilizar equipo respiratorio para protegerse contra los efectos nocivos a la salud, causados al respirar aire contaminado por polvos, brumas, vapores, gases, humos, salpicaduras o emanaciones

perjudiciales. Generalmente, el equipo respiratorio tapa la nariz y la boca, o la cara o cabeza entera y ayuda a evitar lesiones o enfermedades. No obstante, un ajuste adecuado es esencial para que sea eficaz el equipo respiratorio.

5.3.2. Normas de seguridad

- **Uso de la máquina:** no debe usarse el colector de polvo para recolectar líquidos, desechos de metal, incluyendo uñas y limaduras. Tampoco se debe recoger material que no pueda pasar con seguridad a través del impulsor, como desechos de madera sólida.
- **Mantener los dedos a salvo:** no colocar las manos o herramientas cerca de la entrada principal durante la operación por ninguna razón, incluyendo resolver un atasco de material o pruebas de succión. El impulsor podría causar un daño serio en alguna parte del cuerpo, al ser tocado por el impulsor mientras revoluciona.
- **Preguntas sobre la operación:** si en cualquier momento se está experimentando dificultades en la ejecución de una operación, dejar de usar el colector, luego contactar a un experto para que pueda revisar la falla del colector.
- **Usar la ropa adecuada:** no usar ropa suelta, como corbatas, guantes, ni joyería como anillos collares o brazaletes que pueda quedar atrapados en las partes móviles de la máquina. Se recomienda usar calzado antideslizante. Sujetar el cabello largo.

- Siempre usar gafas de seguridad: usar mascarilla para polvo y/o máscara para proteger la cara si se realizan operaciones que despidan demasiado polvo.
- No aspirar ni usar el sistema de colector de polvo cerca de sustancias o líquidos inflamables, como gases, gasolina u otras sustancias como fluidos ligeros, limpiadores, pinturas en base de aceite, gas natural, hidrógeno o polvos explosivos.
- No aspirar nada que esté quemando o humeando, como colillas de cigarrillos, cenizas caliente o cerillos.
- Colocar la manguera para aspirar y los cables eléctricos fuera de las áreas de tráfico.
- No dejar el colector funcionando, desconectar de la terminal eléctrica cuando no esté en uso y antes de darle servicio.

5.4. Optimización de materiales

El reciclaje de la viruta de papel constituye significativamente a recuperar parte de la inversión y sobre todo a no empeorar el entorno medioambiental. Al reciclar cualquier desecho, se reduce la contaminación de agua, aire, entre otros.

Cuando una empresa recicla, en este caso la viruta de papel, la empresa se ve beneficiada en el ahorro de:

- 4 000 KW/h de energía

- 30 000 litros de agua
- 17 árboles
- 2,5 metros cúbicos de desperdicios
- 1 400 litros de aceite
- 27 kilogramos de contaminante

Por cada tonelada de papel reciclado, en comparación con la producción de esa misma tonelada de papel virgen.

Esto implica varios beneficios ambientales como:

- Reducción de la contaminación
- Creación de nuevos productos
- Reducción emisión del dióxido de carbono y por lo tanto del efecto invernadero, la lluvia ácida, la ruptura de la capa de ozono, la extinción de especies y la deforestación.

Existen muchísimas cosas que se utilizan en el diario vivir que están hechas de papel reciclado, empezando por los diarios, además se pueden hacer agendas, blocks, cuadernos, circulares empresariales y usar como insumo para la impresión de libros y revistas en general. Algunos diseñadores están realizando muebles de pasta de papel reciclado prensado, bolsos, joyas y objetos de decoración.

Figura 56. **Reutilización del papel**



Fuente: www.google.com/reutilizaciondelpapel. Consulta: 5 de noviembre de 2013.

5.5. Medidas de prevención

- Mantenimiento seguro: desconectar y esperar a que el impulsor haya parado por completo, antes de dar mantenimiento o trabajar en el sistema de conductos del colector de polvo.
- Partículas de polvo suspendidas, en conjunción con una fuente de ignición o encendido: pueden causar una explosión. No operar la máquina en áreas donde exista un riesgo alto de explosión, si el polvo

estuviera disperso dentro de estas áreas. Áreas de alto riesgo incluyen las áreas cerca de piloto o llamas de aire libre.

- Vaciado de las bolsas: cuando vacíe el polvo de las bolsas colectoras, usar un respirador y gafas de seguridad. Vaciar el polvo dentro de un contenedor aprobado y deshacerse de el apropiadamente.
- Evitar incendios: no permitir que el acero choque contra el impulsor ya que pueden producirse chispas. Las chispas pueden arder sin llama lentamente en el polvo de la madera por un largo período de tiempo, antes que el fuego o las llamas sean detectadas. Si el metal hace contacto con otro metal durante la operación creando chispas, inmediatamente apagar y desconectar el colector, y esperar a que todas las partes en movimiento hayan parado por completo. Retirar las bolsas colectoras y vaciar el polvo dentro de un contenedor de metal aprobado y hermético. Resolver el problema del contacto entre metales antes de continuar con la operación.
- El polvo es peligroso: ser consciente de ciertos polvos o virutas puedan causar una reacción alérgica en personas, animales, especialmente cuando han sido expuestas a polvo muy fino. Asegurarse de conocer con anticipación el tipo de polvo o viruta al cuál se estará expuesto en caso de existir la posibilidad de una reacción alérgica. Siempre usar un respirador aprobado por la norma ANSI.

CONCLUSIONES

1. Se realizó un estudio para determinar las dimensiones del colector con base en la cantidad de aire, y velocidad de la viruta de papel en el proceso de producción, con esto se llegó a la conclusión que la dimensión del colector para lo que demanda la máquina convertidora de papel, debe de ser un colector de 2 bolsas de 19,5" de diámetro y 33" de largo, con un motor de 3 HP de 240 voltios y 60 Hz, con una capacidad de succión de aire 2 300 pies cúbicos por minutos.
2. El área óptima para la instalación del colector, debe ser no mayor a 1,5 metros de los rodillos por donde pasa el papel de la bobina madre, al centro del cartón.
3. Los componentes que se deben utilizar en el colector de viruta de papel dentro de los más importantes se pueden mencionar: el motor, ventilador, tubería, cable eléctrico, bolsas de filtro, agarraderas, bolsas colectoras, bases, entre otros. Los materiales empleados para la implementación del colector son: cilindro de oxígeno, cilindro de acetileno, electrodos, bombilla de luz, alambre de amarre, tornillos, tuercas, entre otros.
4. Con base en los cálculos realizados se determinó que los costos en que se debe incurrir, para la realización del proyecto del colector de viruta de papel, para el diseño y equipo necesario Q. 15 000,00, para la instalación de dicho equipo un valor estimado de Q. 9 500,00, para la capacitación del personal que tendrá a cargo el colector para el buen funcionamiento y

mantenimiento del mismo Q. 2 500,00, dando un total estimado del proyecto de Q. 34 000,00.

5. Con la recolección de la viruta de papel por medio del colector previamente instalado, esto se venderá a distintas empresas que se dedican a reprocesar las mermas de papel que las empresas desechan en el proceso productivo, con esto se evitará la contaminación en el medio ambiente así como evitar que sea inhalado por el operario durante el turno de trabajo.

RECOMENDACIONES

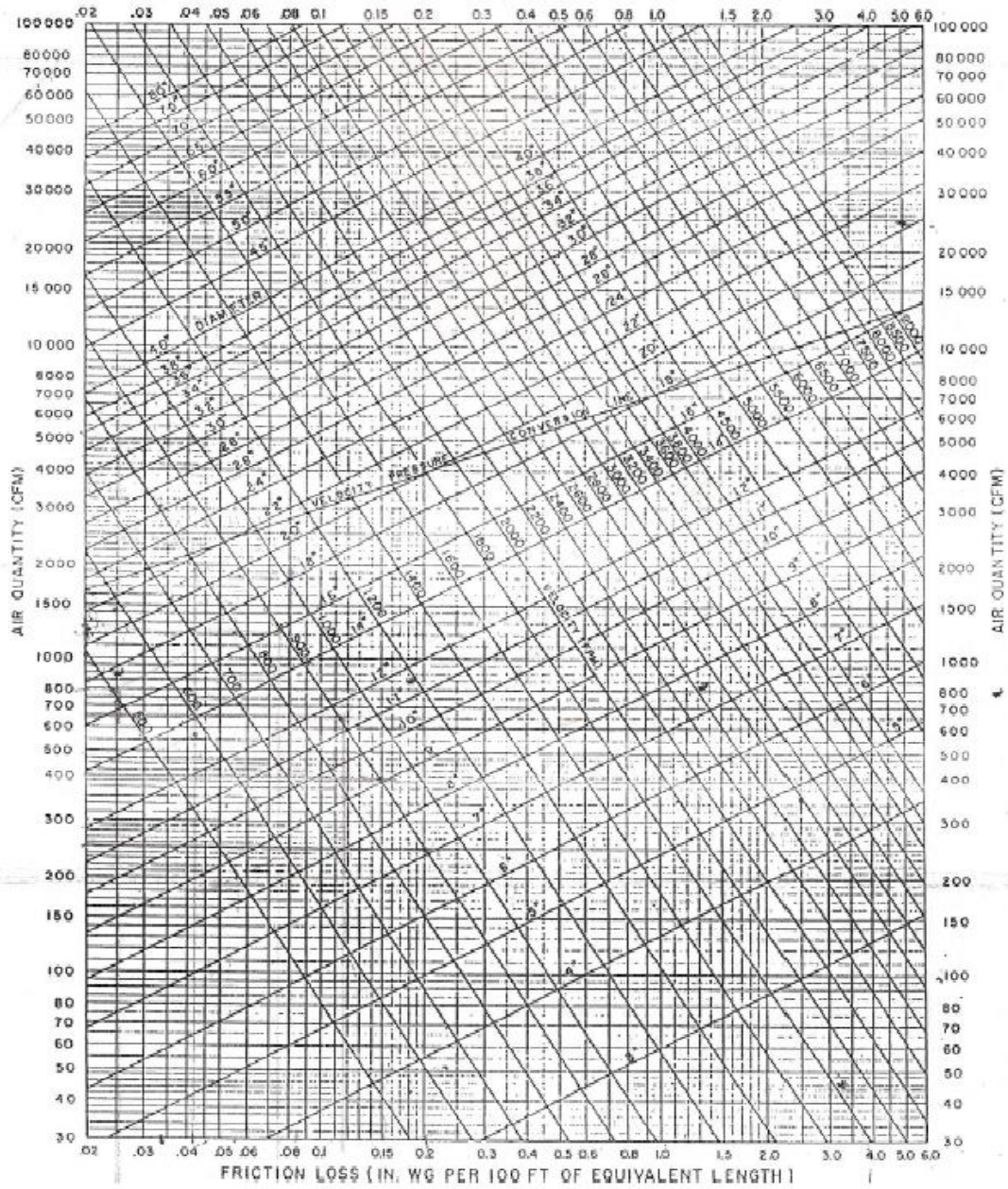
1. Al operador encargado de realizar los monitoreos se les debe brindar una copia del documento, que contenga la información de teoría de los elementos fundamentales, de la aplicación y de cómo se realizan los monitoreos y calibraciones del equipo.
2. Dar un mantenimiento adecuado al ventilador, lo cual incluye la lubricación en motores y chumaceras, así como la verificación de ajustes de pernos consumo de corriente y limpieza de la tubería y demás elementos.
3. Capacitar al trabajador de cómo realizar las operaciones de limpieza de derrames y vaciado de aspirador por lo menos cada 6 meses.
4. El personal operativo que no cumpla con los lineamientos operacionales establecidos después de ser capacitado, debería ser sancionado por incumplimiento de deberes y arriesgar su integridad física y la de sus compañeros.
5. Desarrollar los registros necesarios para que quede evidencia de los monitoreos y limpieza del colector de viruta de papel, y que estén alineados sus parámetros con base a las normas internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. CROOM, Miller. *Filter dust collectors*. United States of America; McGraw-Hill, 1994. 650 p.
2. MCQUISTON, Faye. *Calefacción y aire acondicionado*. México: Limusa, 2003. 590 p.
3. MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos aplicada*. México: Prentice – Hall Hispanoamérica, 1996. 222 p.
4. OHAS 18001:1999. *Especificaciones de sistemas de administración de seguridad y la salud ocupacional*. 2010. 56 p.
5. ROJAS VARGAS, Juan. *Ventilación y ventiladores*. Cartago: Calí, 2000. 130. p.

ANEXOS

CARTA DE FRICCION



Fuente: <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/wp-content/uploads/2011/03/315.png>. Consulta: enero de 2014.

