



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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA
DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA
EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.**

Julio César Coy Catú

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, mayo de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA
DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA
EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO CÉSAR COY CATÚ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUÉ IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Bach. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Bach. Jose Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2009.



JULIO CÉSAR COY CATÚ

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de marzo de 2010.
Ref.EPS.DOC.522.03.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Julio César Coy Catú**, Carné No. **200312614** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS S.A.”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



EJIR/ra

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de marzo de 2010.
Ref.EPS.D.232.03.10

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

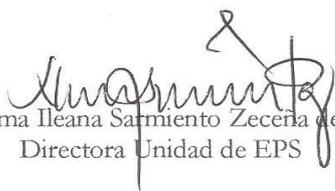
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Julio César Coy Catú** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



Edificio E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,
Ciudad Universitaria zona 12, tel. (502) 2442-3509

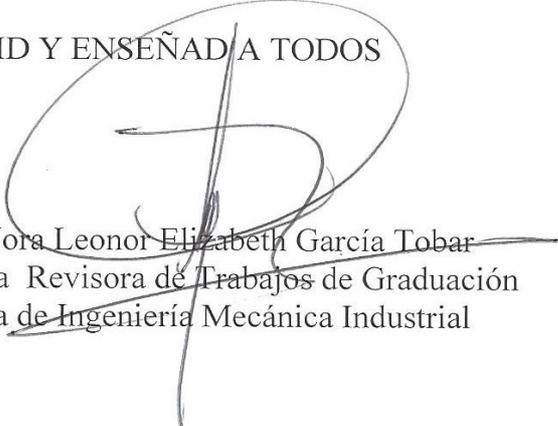
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Julio César Coy Catú**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑADA TODOS


Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala abril de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

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 **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Julio César Coy Catú**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2010.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

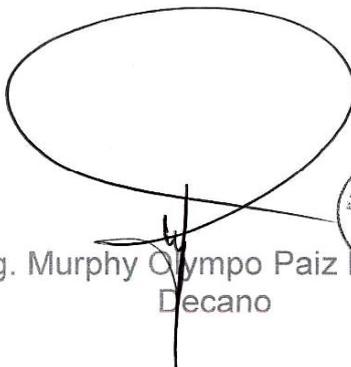


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.164.2010

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: **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Julio César Coy Catú**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, mayo de 2010.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A

DIOS	Por sobre todas las cosas, por darme la dicha de existir, por brindarme el entendimiento y la sabiduría necesaria para alcanzar este éxito.
MIS PADRES	Por su amor, apoyo incondicional, sacrificios y esfuerzos para hacer realidad este sueño, sobre todo, por brindarme la mejor herencia; la educación.
MIS HERMANOS	Por su amor ilimitado, inmensa paciencia, apoyo incondicional y por hacerme sentir orgulloso de ser su hermano.
MIS ABUELAS	Pilar Magzul (q.e.p.d.) y Marcelina Ajú (q.e.p.d.), por su eterno amor y sus maravillosos consejos.
MI FAMILIA EN GENERAL	Por sus sinceras muestras de cariño en todo momento.
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Por darme el orgullo de egresar como profesional universitario de tan digna casa de estudios.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA Por brindarme los conocimientos y las herramientas necesarias, para mi superación académica.

MIS AMIGOS Por estar a lo largo de estos años conmigo y compartir muchas vivencias, especialmente a: Henry Roldán, Uwaldo Pascual, Edras Hernández y Jorge Solís; y todos aquellos con quienes tuve el privilegio de compartir agradables e inolvidables momentos durante mi estancia en la Universidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

1.1 Descripción y antecedentes de la empresa	1
1.2 Misión y visión de la empresa	2
1.3 Valores de la empresa	2
1.4 Localización de la empresa	2
1.5 Estructura organizacional	3
1.5.1 Organigrama de la empresa	3
1.6 Descripción y características de productos	4
1.6.1 Productos	5
1.6.1.1 Bolsas plásticas	5
1.6.1.2 Bobinas coextruídos	5
1.6.2 Servicios	6
1.7 Materia prima	6
1.8 Proveedores	7

1.8.1 Nacionales	7
1.8.2 Internacionales	8
1.9 Sistema de distribución y venta	8

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

2.1 Diagnóstico FODA de la empresa	9
2.2 Descripción de los procesos productivos de la empresa	10
2.2.1 El proceso de peletizado	10
2.2.2 El proceso de extrusión	11
2.2.3 El proceso de impresión flexográfica	12
2.2.4 Análisis del personal	13
2.2.5 Jornadas de trabajo	14
2.3 Maquinaria y equipo	14
2.3.1 Especificaciones técnicas	14
2.3.2 Funcionamiento	32
2.3.3 Capacidades	37
2.4 Instalaciones de la empresa	38
2.4.1 Distribución de la planta	38
2.4.2 Distribución de los equipos y maquinaria industrial	39
2.5 Tipo y procedimiento de mantenimiento aplicado actualmente a la maquinaria	41
2.6 Necesidades y requerimiento de mantenimiento	41
2.7 Diagnóstico general del mantenimiento	42
2.8 Diagnóstico ISHIKAWA del mantenimiento	44
2.8.1 Máquinas	44
2.8.2 Mano de obra	45
2.8.3 Métodos	46

2.8.4	Materiales	46
2.8.5	Medio ambiente	47
2.9	Diagnóstico de fallas en todos los procesos	48
2.10	Personal técnico	50
2.11	Costos por paro en cada máquina	50
2.12	Condiciones ambientales en la empresa	54
2.12.1	Diagnóstico del ambiente de trabajo actual mediante el método de causa y efecto	55
2.12.2	Descripción de los solventes utilizados	56
2.12.2.1	Tipos de solventes utilizados actualmente	56
2.12.2.2	Efectos sobre los operarios	57
2.13	Situación actual de la seguridad e higiene industrial	58
2.13.1	Análisis de la seguridad e higiene industrial mediante el método causa y efecto	58
2.13.2	Normas y políticas establecidas de seguridad Industrial	59
2.13.3	Hábitos de higiene industrial	59
2.13.4	Condiciones inseguras	60
2.13.5	Actos inseguros	61
2.13.5.1	Señalización	63
2.13.5.2	Salidas de emergencia	63
2.13.5.3	Áreas de proceso que representan mayor riesgo	64
2.14	Protección personal	66
2.15	Capacitación	66
2.16	Ergonomía	66
2.16.1	Área de peletizado	67
2.16.2	Área de extrusión y corte	67

2.16.3	Área de impresión	68
--------	-------------------	----

3. DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

3.1	Inventario de maquinaria	69
3.1.1	Codificación de maquinaria	70
3.2	Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a la maquinaria	72
3.2.1	El mantenimiento preventivo	73
3.2.1.1	Importancia del mantenimiento preventivo	74
3.2.1.2	Ventajas del mantenimiento preventivo	75
3.3	Otros tipos de mantenimiento aplicados en la industria	76
3.3.1	Mantenimiento correctivo	76
3.3.2	Mantenimiento condicional o predictivo	77
3.3.2.1	Técnicas de ensayo no destructivos	77
3.3.2.1.1	Análisis de aceite.	78
3.3.2.1.2	Termografía (análisis infrarrojo).	79
3.3.2.1.3	Análisis de vibración.	80
3.3.2.1.4	Monitoreo de motores eléctricos	81
3.3.2.1.5	Inspección por ultrasonido	82
3.4	Personal encargado del mantenimiento	83
3.4.1	Descripción de puestos	83
3.4.2	Competencia necesaria	85
3.5	Procedimiento para realización del mantenimiento	87
3.5.1	Diagrama de flujo de información para realización del mantenimiento	88
3.5.2	Ficha de pedido de trabajo	89

3.5.3	Ficha de orden de trabajo	90
3.5.4	Ficha de orden de compra	92
3.5.5	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento	93
3.6	Recursos técnicos	94
3.6.1	Recomendaciones del fabricante	94
3.6.2	Recomendaciones de otras maquinas similares	94
3.6.3	Experiencia propia	94
3.6.4	Documentación técnica	95
3.7	Diseño del programa de mantenimiento preventivo	95
3.7.1	Actividades de mantenimiento a realizar en maquinaria	96
3.7.1.1	Inspección de condiciones ambientales	96
3.7.1.2	Limpieza integral externa	98
3.7.1.3	Inspección externa del equipo	98
3.7.1.4	Limpieza integral interna	98
3.7.1.5	Inspección interna	99
3.7.1.6	Lubricación y engrase periódico	99
3.7.1.6.1	Importancia de la lubricación	99
3.7.1.6.2	Frecuencia de lubricación	100
3.7.1.6.3	Tipos de lubricantes a utilizar	101
3.7.1.7	Reemplazo de ciertas partes	101
3.7.1.8	Ajuste y calibración	101
3.7.1.9	Revisión de seguridad eléctrica	102
3.7.1.10	Pruebas funcionales completas	102
3.7.2	Rutinas de mantenimiento a maquinaria de la empresa	103
3.8	Clasificación de defectos o averías en la maquinaria	132
3.8.1	Defectos menores	132

3.8.2	Defectos mayores	132
3.8.3	Defectos críticos	132
3.9	Control del mantenimiento preventivo	133
3.9.1	Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento	133
3.9.2	Ficha técnica de registro	134
3.9.3	Ficha de control de costos	136
3.9.4	Ficha de contratación de personal externo	137
3.9.5	Ficha de control de órdenes de trabajo	138
3.10	Planificación y anticipación de inventarios de repuestos	139
3.10.1	Stock mínimo de repuestos, materiales y herramientas	139
3.10.2	Costos incurridos en adquisición de stock de inventarios de repuestos	142
3.11	Capacitación al personal	143
3.12	Reducción de costos en la planta	144

4. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA MAQUINARIA, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

4.1	Presentación del proyecto a trabajadores	145
4.2	Adiestramiento y capacitación	146
4.2.1	Reuniones de sensibilización	147
4.2.2	Talleres	147
4.2.3	Charlas directas	148
4.2.4	Capacitación constante	148
4.3	Definir encargados en ejecución de tareas	150
4.3.1	Responsabilidad	151

4.3.2	Autoridad	153
4.4	Tiempo requerido para la implementación	153
4.5	Bitácora de actividades en maquinaria	154
4.5.1	Historial de reparaciones	154
4.5.1.1	Ficha histórica	154
4.5.1.2	Ficha de control de paros	156
4.5.2	Frecuencia de mantenimiento	157
4.5.2.1	Ficha de informe de trabajos	158
4.6	Ejecución del programa de mantenimiento preventivo	159
4.6.1	Visitas	159
4.6.2	Intervenciones preventivas	160
4.6.3	Reacondicionamiento de elementos mecánicos	160
4.7	Análisis de proveedores de materiales y repuestos	161
4.8	Evaluación de personal técnico encargado de mantenimiento	162
4.9	Materiales indispensables en stock de repuestos y materiales	163
4.10	Retroalimentación de información sobre mantenimiento	164
4.10.1	Encuestas, sugerencias y comentarios	164
4.11	Costos por implementación de programa de mantenimiento	165
4.11.1	Mano de obra	165
4.11.2	Insumos	166
4.11.3	Repuestos	167
4.12	Beneficios de la implementación del programa de mantenimiento	168
4.13	Control y monitoreo de actividades del programa de mantenimiento	170

4.14 Verificación de cumplimiento de tareas de mantenimiento	170
4.15 Evaluación del proyecto de mantenimiento preventivo	171
4.16 Compromiso y mejora continua	174

5. MEJORAS AL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

5.1 Condiciones generales en área de impresión flexográfica	175
5.1.1 Toxicología Industrial	177
5.1.1.1 Vías de ingresos al organismo	178
5.1.1.2 Valores de exposición y concentración	179
5.1.2 Requerimiento de mejoras al sistema de extracción de vapores	181
5.1.3 Diseño de ventilación general de la planta	183
5.1.4 Diseño de ventilación en área de impresión flexográfica	186
5.1.5 Costo por implementación de sistema de ventilación en la empresa	190
5.1.6 Beneficios de mejoras en sistema de extracción de vapores	191
5.2 Programa de salud y seguridad ocupacional	192
5.2.1 Programa contra incendios	192
5.2.1.1 Extintores	192
5.2.1.2 Agua	193
5.2.1.3 Vías de evacuación	194
5.2.2 Enfermedades profesionales	194
5.2.3 Accidentes laborales	195
5.2.3.1 Accidente más frecuentes en la planta	195

5.2.4	Equipo de protección personal	196
5.2.4.1	Descripción del equipo a utilizar	196
5.2.4.2	Equipo de protección personal por áreas de trabajo	200
5.3	Capacitación y motivación	201
5.3.1	Capacitación	202
5.3.2	Motivación	202
5.4	Adiestramiento de los trabajadores	203
5.5	Costos involucrados en el programa de salud y seguridad	204
5.5.1	Presupuesto de equipos de seguridad industrial	204
5.5.2	Costos por accidentes y lesiones	205
	CONCLUSIONES	209
	RECOMENDACIONES	211
	BIBLIOGRAFÍA	213
	ANEXOS	215

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de la empresa	4
2	Diagrama de flujo de proceso de peletizado	10
3	Diagrama de flujo de proceso de extrusión	11
4	Diagrama de flujo de proceso de impresión flexográfica	12
5	Distribución actual de la planta	39
6	Distribución actual de la maquinaria	40
7	Diagrama causa-efecto de fallas en la maquinaria	47
8	Diagrama causa-efecto de condiciones ambientales	55
9	Solvente utilizado actualmente en la empresa	56
10	Diagrama causa-efecto de seguridad e higiene industrial	59
11	Condición insegura por falta de orden y limpieza	61
12	Personal sin equipo de protección personal	62
13	Bodega de solventes sin señalización adecuada	63
14	Única puerta de ingreso y egreso a la empresa	64
15	Flujograma de información para realizar mantenimiento	88
16	Ficha de pedido de trabajo	89
17	Ficha de orden de trabajo	91
18	Ficha de orden de compra	92
19	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento	93
20	Ficha técnica de registro	135
21	Ficha de control de costos	136

22	Ficha de contratación de personal externo	137
23	Ficha de control de órdenes de trabajo	138
24	Ficha histórica	155
25	Ficha de control de paros	156
26	Ficha de informe de trabajos	158
27	Campana de extracción actual en área de impresión	176
28	Extractor de aire en el techo de la empresa	177
29	Formato de control de consumo y recarga de extintores	193
30	Vías de evacuación de la empresa	194
31	Dimensiones de ventilador a utilizar en ventilación general	233
32	Curva característica de ventilador helicoidal tipo HGT	233
33	Dimensiones de ventilador a utilizar en área de impresión flexográfica	234
34	Curva característica de ventilador helicoidal tipo HXA-P	234

TABLAS

I	Ventajas y desventajas de estructura organizacional lineal	3
II	Lista de proveedores nacionales	7
III	Lista de proveedores internacionales	8
IV	Diagnóstico FODA de la empresa	9
V	Distribución de empleados en la empresa	13
VI	Especificaciones técnicas de molino de corte	14
VII	Especificaciones técnicas de peletizadora	16
VIII	Especificaciones técnicas de extrusora grande	18
IX	Especificaciones técnicas de extrusora pequeña	21
X	Especificaciones técnicas de cortadora-selladora	23
XI	Especificaciones técnicas de impresora flexográfica grande	25
XII	Especificaciones técnicas de impresora flexográfica pequeña	28
XIII	Especificaciones técnicas de compresor de aire 1	29
XIV	Especificaciones técnicas de compresor de aire 2	31
XV	Capacidades de producción de las máquinas	38
XVI	Distribución de la maquinaria	40
XVII	Fallas más comunes en proceso de peletizado	48
XVIII	Fallas más comunes en proceso de extrusión y corte	48
XIX	Fallas más comunes en proceso de impresión flexográfica	49
XX	Ergonomía de área de peletizado	67
XXI	Ergonomía de área de extrusión y corte	68
XXII	Ergonomía de área de impresión	68
XXIII	Inventario actual de maquinaria en la empresa	70
XXIV	Estructura de código	71

XXV	Codificación de maquinaria industrial	71
XXVI	Codificación según ubicación en la empresa	71
XXVII	Codificación según el sistema o unidad de la maquinaria	72
XXVIII	Descripción de puesto técnico mecánico industrial	83
XXIX	Descripción de puesto ayudante de mecánico	85
XXX	Competencias necesarias para puesto No. 1	86
XXXI	Competencias necesarias para puesto No. 2	87
XXXII	Documentación técnica necesaria para la empresa	95
XXXIII	Actividades generales de mantenimiento	96
XXXIV	Condiciones ambientales a evaluar	97
XXXV	Rutina de mantenimiento de molino de corte	103
XXXVI	Rutinas de mantenimiento de peletizadora	105
XXXVII	Rutinas de mantenimiento de extrusora grande	110
XXXVIII	Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña	115
XXXIX	Rutinas de mantenimiento de cortadora-selladora	120
XL	Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores	123
XLI	Rutinas de mantenimiento de impresora de 4 colores	129
XLII	Rutinas de mantenimiento de compresores de aire	131
XLIII	Listado inicial de repuestos, materiales y herramientas	140
XLIV	Costos en adquisición de stock de inventarios de repuestos	142
XLV	Responsabilidades de técnico mecánico industrial	151
XLVI	Responsabilidades de ayudante de mecánico	152
XLVII	Responsabilidades de personal operativo	152
XLVIII	Factores y ponderación a proveedores	161
XLIX	Calificaciones requeridas para la empresa	162
L	Costo por mano de obra	165
LI	Costo por insumos	166
LII	Costo por repuestos	167

LIII	Costo total por implementación del proyecto	168
LIV	Costos de mantenimiento de septiembre 2008 a febrero 2009	172
LV	Esquema de ventajas y desventajas método actual	173
LVI	Vías de ingreso de contaminante al organismo	178
LVII	Valores de exposición y concentración de contaminantes	179
LVIII	Unidades de medida de exposición sin protección	180
LIX	Dimensiones de la planta industrial	183
LX	Minutos por cambio de aire para algunas aplicaciones	184
LXI	Características técnicas de ventiladores helicoidales tipo HGB-T	185
LXII	Características técnicas del ventilador a utilizar en ventilación general	186
LXIII	Características técnicas de ventiladores helicoidales tipo HXA-P	187
LXIV	Características técnicas del ventilador a utilizar en área de impresión flexográfica	188
LXV	Velocidades de aspiración en cubiertas sobre zona de producción del polvo o gas	189
LXVI	Dimensiones básicas de campana de extracción	190
LXVII	Costo por implementación del sistema de ventilación	191
LXVIII	Enfermedades profesionales más propensas a contraer en la empresa	195
LXIX	Frecuencia de accidentes en la planta	196
LXX	Asignación de equipo de protección personal	201
LXXI	Presupuesto para adquisición de equipo de protección personal	204
LXXII	Costos directos por accidentes laborales	206
LXXIII	Costos indirectos por accidentes laborales	207

LXXIV	Hoja técnica de acetato de isopropilo	217
LXXV	Hoja técnica de acetato de etilo	220
LXXVI	Hoja técnica de alcohol isopropílico	224
LXXVII	Hoja técnica de acetato de aguarrás	228

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Celsius, unidad de medida de temperatura, SI
3Ø	Trifásico, fases de un motor eléctrico
A	Amperios, unidad de medida de corriente eléctrica, SI
Atm	Atmósfera, unidad de medida de presión
bol/hr	Bolsas por hora
CFM	Cubic feet Minut, Pies cúbicos por minuto
Cm	Centímetros, unidad de longitud, SI
D/C	Corriente directa
Db	Decibeles, unidad de medida del sonido
Ft	Pies, unidad de longitud, Sistema Inglés
HP	Horse Power, Caballos de fuerza
Hz	Hertz, unidad de medida de frecuencia
Kg	Kilogramos
Kg/hr	Kilogramos por hora
L/min	Litros por minuto, caudal
Lb, Lbs	Libras
LDPE	Polietileno de baja densidad
m	Metros, unidad de medida de longitud, SI
m/min	Metros por minuto
M³/min	Metros cúbicos por minuto
mm	Milímetros, unidad de longitud
mmcda	Milímetros de columna de agua
Mpa	Mega pascal, unidad de presión
Pulg, "	Pulgadas, unidad de longitud, Sistema Inglés

RPM, r/min	Revoluciones por minuto
V	Voltios, unidad de voltaje
Y	Estrella, tipo de conexión de un motor trifásico
μF	Microfaradio, unidad de medida de capacitancia

GLOSARIO

ACGIH	Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales
Anilox	Es una parte de los rodillos empleados en flexografía. Posee en su superficie pequeñas celdas grabadas mecánicamente, encargadas de tomar tinta y entregarla al rodillo portasello.
Calibre	Grosor de la película plástica.
Campana	Entrada diseñada para capturar el aire contaminado y dirigirlo a un sistema de conductos de extracción.
Coextrusión	Es el proceso en el que dos o más polímeros son extruídos para formar una película multi-capa.
Cutter	Instrumento cortador consistente en una cuchilla larga retráctil dentro de una funda de plástico.
Excentricidad	Fuera de centro o fuera de redondez, tal como un rodillo o un cilindro que no gira en torno a un círculo verdaderamente concéntrico con relación a su eje.
Extracción	Acción de extraer, expulsar hacia el exterior.

Extrusión	Proceso utilizado para fabricar películas de polietileno y perfiles continuos especiales; se realiza por medio de calor donde la resina de polietileno ya derretida se hace pasar a través de un dado o perfil circular.
Flexografía	Método de impresión rotatorio directo, que utiliza imágenes realizadas sobre planchas de impresión sujetas a rodillos y entintadas por un rodillo grabado que a su vez es limpiado por cuchillas y que emplea tintas fluidas.
Inhalación	Aspirar, en forma de gas o líquido pulverizado, una sustancia.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
Mantenimiento Preventivo	Está basado en la programación de rutinas de mantenimiento a intervalos de tiempos definidos, y que se realiza con el propósito de anticiparse a las fallas.
Milímetros de columna de agua (mmcda)	Unidad de presión igual a la presión ejercida por una columna de agua de un milímetro de altura a temperatura estándar. Equivalente a 1 kg/m ² .
Neumática	Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Peletizado	Operación de moldeado termoplástico en el que partículas finamente divididas de una ración se integran en un pellet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.
Pellets	Gránulos de polietileno utilizados para realizar cierto proceso.
Pirómetro	Instrumento utilizado para graduar y medir las elevadas temperaturas de las resistencias.
Presión estática	Medida de presión creada por el flujo del aire de un ventilador para lograr vencer la resistencia ofrecida por el sistema de ductos, compuertas de tiro, bobinas, filtros, codos, etc.
Stock	Es un tecnicismo en inglés utilizado para designar un almacenamiento controlado de materiales.
Substrato	En flexografía se conoce como substrato todo aquel material a ser impreso.
Termocopla	Es una copla que recibe cierto voltaje y lo transforma en calor.
Tornillo sinfín	Es un engranaje en forma de corona construida para proporcionar gran velocidad de entrada y baja velocidad de salida su diseño impide la retroimpulsión.

Tratamiento por efecto corona	El tratamiento por efecto corona, se lleva a cabo pasando la película a través de una descarga eléctrica de alto voltaje, lo que aumenta la energía superficial de ésta, oxidando la superficie y produciendo grupos moleculares polares.
Vapor	Gas formado por la vaporización de un líquido o de un sólido.
Ventilación	Proceso de suministrar aire exterior, es decir fresco, o de eliminar aire de un recinto.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del programa de EPS en la empresa Transproductos, S.A., y se basa en la necesidad de diseñar un programa de mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa, que se dedica a la producción de bolsas plásticas de polietileno de baja densidad. También se establecen mejoras al sistema de ventilación y extracción de vapores, enfocado a las necesidades actuales de la planta.

Se inicia con una breve descripción de las generalidades de la empresa Transproductos, S.A.; posteriormente se analiza la situación actual del mantenimiento, que se le brinda a toda la maquinaria de la planta, donde se logró determinar la falta de un programa de mantenimiento preventivo que ayude a mejorar el rendimiento de los equipos industriales que posee la empresa.

Para las mejoras en el sistema de extracción de vapores, se realizó un estudio basándose en observaciones de las diferentes áreas de trabajo, determinando así las condiciones ambientales y ergonómicas en las que el personal labora y se desarrolla diariamente, como también los actos y condiciones inseguras que debían ser corregidos adecuadamente.

El diseño del programa del mantenimiento preventivo en la maquinaria se fundamenta en los requerimientos de la empresa, de tener todas las máquinas de la planta de producción en condiciones de funcionalidad y de operación útiles, a fin de prestar el servicio para el cual fueron diseñados.

El diseño de este plan de mantenimiento, incluye la planificación de los trabajos, la programación y la frecuencia respectiva con la que se deben realizar dichas tareas de mantenimiento, con un procedimiento de operaciones previamente establecido; la contratación de personal propio de la empresa que se encargue exclusivamente de la ejecución y supervisión de todas las actividades de mantenimiento de las máquinas, como también la creación de un stock de repuestos y herramientas necesarias a fin de que la realización de todas las rutinas de mantenimiento en la maquinaria sea efectuada de una manera eficaz y eficiente.

Además de darle el seguimiento respectivo a la implementación del plan, mediante la utilización de formatos de fichas de control, y de esta forma tomar en cuenta, qué acciones correctivas y preventivas debe aplicarse para mejorar el proceso, cuando éstas sean necesarias. La retroalimentación toma un papel muy importante en esta etapa, ya que a partir de ésta se tomará decisiones importantes para la mejora del plan propuesto, mediante el registro, almacenamiento y evaluación de la información.

Por último, se presentan las mejoras hacia el sistema de extracción de vapores y olores contaminantes, producidos por la utilización de solventes muy inflamables en el proceso de impresión flexográfica, que se acumulan en la interior de la planta y son dañinos para los trabajadores por una prolongada exposición e inhalación de los mismos.

Debido a las características propias de la empresa y al tipo de trabajo que los operarios realizan, se establece también de manera general, un programa de salud y seguridad ocupacional con el fin de prevenir enfermedades y accidentes laborales, que repercutan en costos de operación, deterioro de instalaciones y pérdida de vidas humanas.

OBJETIVOS

General:

- Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos y maquinaria industrial que conforman el sistema de productivo de la empresa, y establecer mejoras al sistema de ventilación y extracción de vapores y olores contaminantes en la planta.

Específicos:

1. Efectuar un análisis de la situación actual de la empresa para determinar las necesidades que se tiene.
2. Diseñar formatos de fichas de control que se utilizarán en las actividades y procedimientos propios del mantenimiento a la maquinaria.
3. Diseñar rutinas y actividades de mantenimiento preventivo para cada una de las maquinarias y equipos de la planta.
4. Determinar el costo de implementación del programa de mantenimiento preventivo.
5. Rediseñar el sistema de ventilación y extracción de vapores y olores contaminantes en toda la planta industrial de la empresa.

6. Reducir el porcentaje de enfermedades ocupacionales por medio de la utilización adecuado del equipo de seguridad industrial.

INTRODUCCIÓN

La necesidad del mantenimiento que presenta la empresa Transproductos, S.A., se basa en que actualmente la maquinaria utilizada en el proceso de producción de la planta, carece de un plan de mantenimiento, que ayude a prevenir fallas repentinas y muy frecuentes, y éstas, tienen un elevado costo en reparación para la empresa, debido a que se tiene que detener la línea de producción en forma abrupta o de imprevisto.

El siguiente trabajo se obtuvo de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y que tiene como propósito la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo ya que ésta brinda una guía de cómo realizar todos los trabajos necesarios, a fin de ayudar al aumento en el rendimiento y vida útil del equipo industrial utilizado en la elaboración de bolsas plásticas e impresión flexográfica, a fin de que éstas operen en óptimas condiciones de seguridad, eficiencia, economía.

Posteriormente, se efectúan mejoras al sistema de ventilación y extracción de vapores contaminantes, ya que actualmente los empleados se exponen directa e indirectamente a una atmósfera contaminada por polvos, humos, gases o vapores, y muchos de estos poseen una elevada toxicidad que afectan directamente la salud del trabajador por la exposición e inhalación prolongada.

Debido a que el ser humano representa el factor más importante dentro de la empresa, es de gran importancia velar porque éste cuente con las condiciones laborales y ergonómicas idóneas.

La prevención de los riesgos laborales tiene que ser una prioridad para la empresa Transproductos, S.A., ya que de esta manera todos los trabajadores tienen buena salud y rinden más. Esa integración de la prevención de riesgos laborales consigue que haya menos accidentes laborales y consecuentemente la producción es mayor, lo que supone un beneficio económico para la empresa por dos motivos: uno directo al aumentar la producción y otro indirecto al no incurrir en los gastos que suponen los accidentes laborales.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

1.1 Descripción y antecedentes de la empresa

La empresa Transproductos, S.A., es una empresa manufacturera importante y reconocida en el país, se dedica principalmente a la producción de bolsas plásticas de polietileno de baja densidad. A su vez se dedica a la impresión y venta de plástico coextruído para envasado de líquidos, comercialización de hilo industrial y también artículos de limpieza, y hasta la fecha opera en la manufactura, almacenaje y distribución tanto en productos y marcas propias, así como de empresas multinacionales.

La empresa fue constituida como tal, el día 13 de febrero de mil novecientos noventa y uno, como una Sociedad Anónima de carácter mercantil, según escritura pública No. tres (3), suscrita ante los oficios del Notario Miguel Ángel Gálvez Aguilar. Fue inscrita ante el Registro Mercantil de la República de Guatemala, el día 27 de mayo de 1991, bajo Registro No. 122304, Folio 323, Libro 103 de empresas Mercantiles y Expediente No. 2861-1991.

El objeto principal para el cual fue creada esta sociedad, contempló lo siguiente: importación de vehículos y automotores de toda clase, repuestos y lubricantes; instalación, importación, exportación, representación, distribución, fabricación, formulación y maquilación de toda clase de productos y mercaderías de telas e hilados en general, productos médicos quirúrgicos y productos químicos, asimismo en comprar y vender toda clase de bienes muebles e inmuebles y productos en general.

1.2 Misión y visión de la empresa

A continuación se describen la misión y visión de la empresa Transproductos, S.A.:

- **Misión:** Servir con excelencia a toda la industria.
- **Visión:** Conseguir el liderazgo en el mercado nacional, y ampliar horizontal y verticalmente las actividades productivas y comerciales de la empresa a nivel centroamericano y México.

1.3 Valores de la empresa

Los valores que influyen y guían la conducta cotidiana de todas las personas que laboran e integran la empresa, y constituyen el soporte de la cultura organizacional son:

- a) Confianza
- b) Compromiso
- c) Respeto
- d) Responsabilidad
- e) Honestidad

1.4 Localización de la empresa

La planta de producción de la empresa Transproductos, S.A., se encuentra ubicada en la 3era avenida 3-46 zona 13, Colonia Lomas de Pamplona, Ciudad de Guatemala, Departamento de Guatemala.

1.5 Estructura organizacional

La empresa Transproductos, S.A., posee una estructura organizacional del tipo jerárquico o lineal vertical, es decir, siempre hay un supervisor que con autoridad dirige a un subordinado y continúa el mando por escalas ininterrumpidas. Las ventajas y desventajas que se tienen al utilizar una estructura organizacional de este tipo se presenta en la tabla I:

Tabla I. Ventajas y desventajas de estructura organizacional lineal

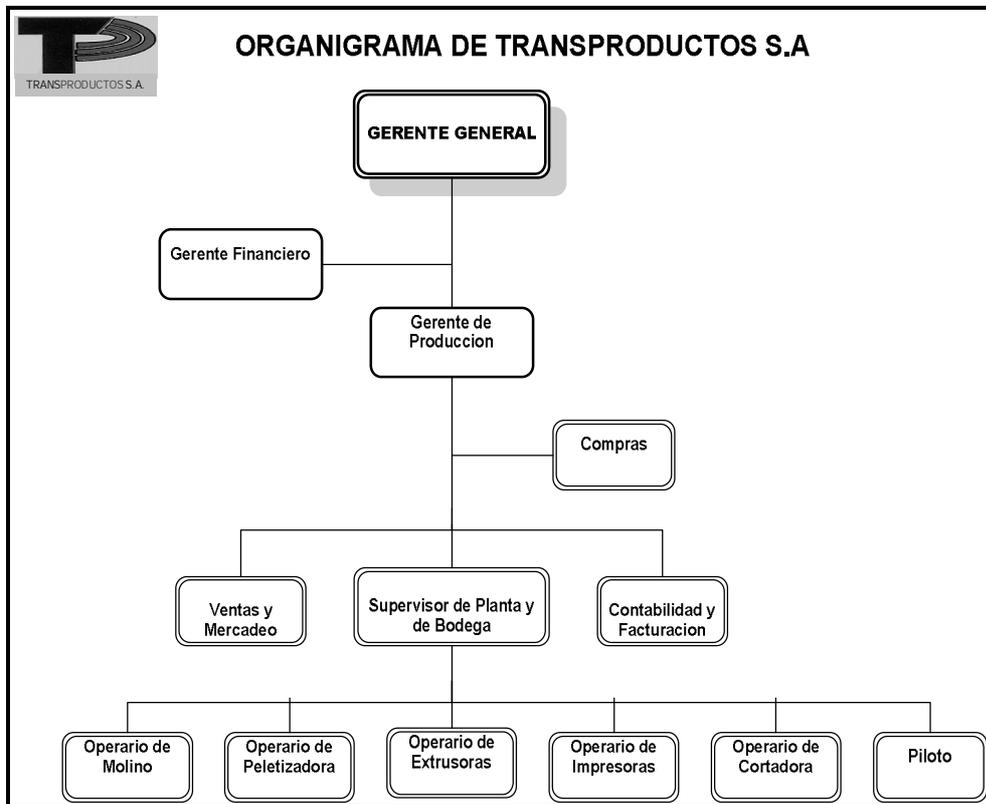
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Por el poco personal que tiene la empresa, ayuda a que haya más trabajo en grupo por parte de los operarios.	Nula participación de los operarios, en propuestas de soluciones a problemáticas de la planta.
Todo el personal operativo y administrativo de la planta entiende y comprende con facilidad la estructura organizacional que se maneja en la empresa.	El gerente de producción no puede especializarse en alguna rama específica, ya que se ocupa de todos los problemas que se presenten en la empresa.
Cada uno de los trabajadores sabe perfectamente a quién tienen que reportar todos los trabajos que se realicen en la planta de producción.	No se respetan algunas jerarquías, debido a que los cargos importantes están dirigidos por los dueños, lo ideal sería que estos cargos fueran ocupados por personal ajeno.

Fuente: Análisis propio de ventajas y desventajas de estructura organizacional (28-October-08)

1.5.1 Organigrama de la empresa

El organigrama de la empresa es la representación gráfica de la estructura de la organización, es donde se pone de manifiesto la relación que hay entre los diversos cargos que la integran y define la jerarquía existente. El organigrama general de la empresa se presenta a continuación en la figura 1:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Transproductos, S.A. (5-Septiembre-08)

1.6 Descripción y características de productos

Los productos y servicios que elabora y ofrece respectivamente, desde hace más de quince años la empresa Transproductos, S.A., a todos sus clientes, se detallan a continuación:

1.6.1 Productos

La empresa se dedica principalmente a la producción de bolsas plásticas de polietileno de baja densidad como también bobinas coextruídas para el envasado de líquidos, utilizando para ello el proceso de extrusión y el tratamiento por efecto corona.

1.6.1.1 Bolsas plásticas

Las bolsas plásticas se elaboran en diferentes presentaciones: 10, 25, 50 y 100 libras, entre otras, y van desde 7" hasta 40" de ancho, con el calibre que se requiera desde 2 mm hasta 8 mm; éstas pueden ser del color que el cliente lo solicite o requiera, los colores más comunes son: transparentes, negras, rojas y blancas. Las medidas de la bolsa se definen de la siguiente manera:

24" x 36" x 5

En donde:

24 = Ancho de la bolsa (pulgadas)

36 = Largo de la bolsa (pulgadas)

5 = Calibre, espesor o grosor de la bolsa (milímetros)

1.6.1.2 Bobinas coextruídos

Las bobinas de polietileno coextruídos que se producen son transparentes o pigmentadas y de varios colores, sirven para el envasado de agua pura, refresco, azúcar, entre otros.

Éstas son producidas en una mínima cantidad debido al costo de producción y a las dimensiones que son requeridas por los clientes, ya que la maquinaria que se tiene en la planta, no cumple para ciertas especificaciones técnicas de ancho, por lo cual en la mayoría de veces se elije la opción de comprar las bobinas.

1.6.2 Servicios

Los servicios que la empresa Transproductos, S.A., brinda son:

- Comercialización de hilo industrial 100% poliéster para costura de sacos.
- Comercialización de artículos de limpieza. (mechas, mopas, detergente, cera, cloro, ambientales, etc.)
- Impresión flexográfica y venta de plástico coextruído para envasado de líquidos.
- Servicio de peletizado de polietileno de baja densidad.

1.7 Materia prima

La material prima fundamental utilizada en el proceso productivo de la empresa Transproductos, S.A., para la elaboración de la bolsa plástica es el polietileno de baja densidad.

El polietileno de baja densidad es una resina sintética de alto peso molecular, obtenido mediante la polimerización de etileno gaseoso a altas presiones. Pertenece a la familia de los termoplásticos con estructura molecular ramificada y distribución de peso molecular amplia, características que lo ubican dentro de las resinas multipropósito.

Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (aprox.1200 atm y 200 °C) con oxígeno o catalizador de peróxido y por mecanismo de radicales libres. Es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico. Se trata de un material plástico que por sus características y bajo costo se utiliza mucho en bolsas plásticas, film adhesivo, revestimiento de cubos, recubrimiento de contenedores flexibles, tuberías para riego, entre otros.

1.8 Proveedores

Son varias las empresas que se encargan de proveer tanto la materia prima como los productos que se manejan en la empresa, por lo cual a continuación se genera una lista de ellos:

1.8.1 Nacionales

Los proveedores nacionales de materia prima o productos para la empresa Transproductos, S.A., se presentan en la tabla II:

Tabla II. Lista de proveedores nacionales

PROVEEDOR	PRODUCTO	PEDIDO MÍNIMO
VÍCTOR PINEDA	Reproceso (Aglomerado, Peletizado)	Menudeo
ECOPLAST	Polietileno de Baja Densidad (Virgen)	Menudeo
ECOPLAST	Polietileno Lineal	Menudeo
PLASTILENE	Polietileno de Baja Densidad (Peletizado)	Menudeo
REPLOPLAST	Polietileno de baja aglomerado (Bueno)	Menudeo
REPLOPLAST	Polietileno de baja aglomerado (Medio)	Menudeo
J. MENEGAZZO	Película Transparente	Costales
RUBÉN ALDANA	Aglomerado Rojo	Menudeo
FULL PRODUCTS	Tintas y solventes	Galones

Fuente: Transproductos, S.A. (27-Febrero-09)

1.8.2 Internacionales

Los proveedores internacionales de productos o materia prima para la empresa, se detallan a continuación:

Tabla III. Lista de proveedores internacionales

PROVEEDOR	PRODUCTO	PEDIDO MÍNIMO
IPSA	Coextruido plástico Bobina calibre 2.4 13 1/8"	Bobina
P. GAMOZ	Coextruido plástico Bobina calibre 2.4 13 1/8"	Bobina
MULTI – FILM S.A.	Coextruido plástico Bobina calibre 2.4 13 1/8"	Bobina
HIMESA	Hilo de coser industrial 12/5 100% poliéster	Cajas

Fuente: Transproductos, S.A. (27-Febrero-09)

1.9 Sistema de distribución y venta

La empresa Transproductos, S.A., cuenta con un vehículo tipo panel, con el cual se entregan los pedidos de bolsas plásticas o de algún producto que la empresa ofrezca (hilo o productos de limpieza), considerando lo siguiente:

- Si el pedido es mayor de 5,000 bolsas, estas son llevadas hacia el lugar que el cliente solicite, sin costo alguno, si es menor que esa cantidad, éstas deberá ser recogido en las instalaciones de la empresa.

El sistema de venta que la empresa maneja es del tipo personal, esta incluye presentaciones cara a cara entre intermediarios, clientes y prospectos. Esto también genera relaciones personales a corto y a largo plazo que agregan convicción persuasiva que relacionan los productos y servicios con las necesidades del comprador.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

2.1 Diagnóstico FODA de la empresa

Para conocer las necesidades actuales que se tienen en la empresa Transproductos, S.A., es necesaria la utilización de la herramienta analítica FODA, para examinar la interacción entre las características particulares de la empresa y el entorno en el cual ésta compete o se desarrolla.

Tabla IV. Diagnóstico FODA de la empresa

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
Empresa sólida en la fabricación de bolsas plásticas, y actualmente mantiene alianzas estratégicas con empresas líderes e instituciones públicas en toda la república, por lo cual la demanda de producción de bolsas de polietileno de diferentes tamaños y colores, se mantiene en aumento.	Expansión hacia mas nichos de mercados, como distintas empresas manufactureras en todos los departamentos del interior de la república, ya que la bolsa plástica es un objeto cotidiano utilizado por la mayoría de personas debido a la gran diversidad de utilidad que tiene la misma.
DEBILIDADES (D)	AMENAZAS (A)
Una de las mayores deficiencias, es la falta de supervisión durante el proceso de elaboración de bolsas plásticas, el desperdicio de los recursos tanto humanos como físicos y a la no existencia de un costo de producción real de la bolsa plástica, que se produce en la planta.	Una creciente competencia de empresas que se dedican a la elaboración de bolsas plásticas y que cuentan con una mayor capacidad de producción, como el aumento de lo aranceles de la materia prima que generen aumento de los precios del producto.

Fuente: Análisis FODA de la empresa Transproductos, S.A. (28-Septiembre-08)

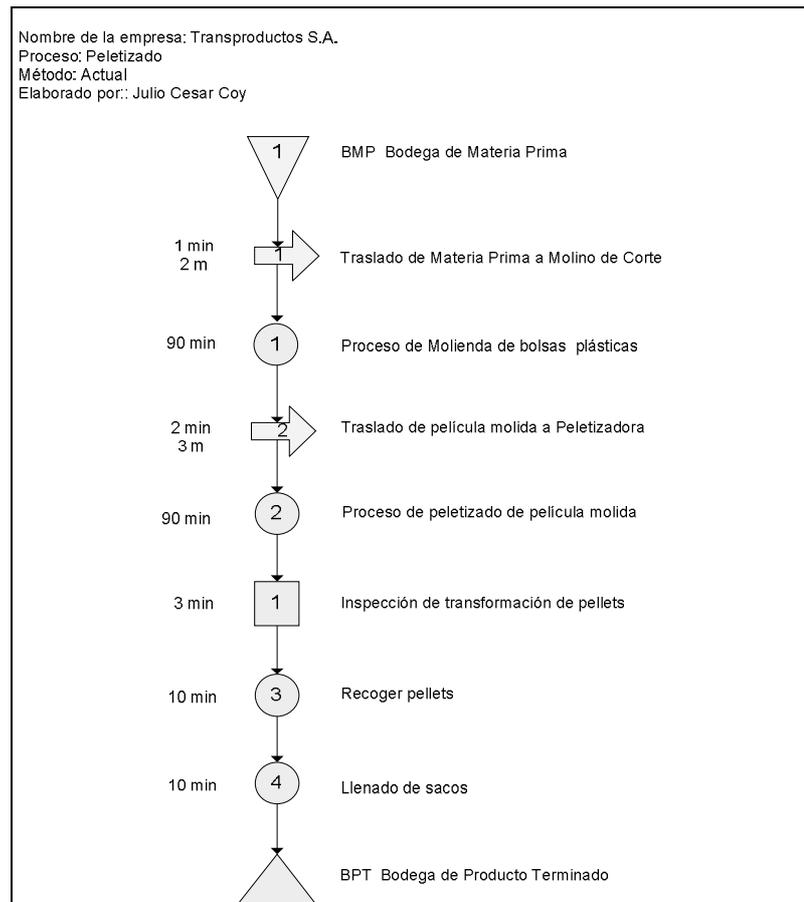
2.2 Descripción de los procesos productivos de la empresa

Los procesos productivos que se manejan actualmente en la empresa Transproductos, S.A., se presentan de manera general a continuación:

2.2.1 El proceso de peletizado

A continuación se describe el proceso de peletizado que se lleva a cabo en la planta de la empresa:

Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de peletizado

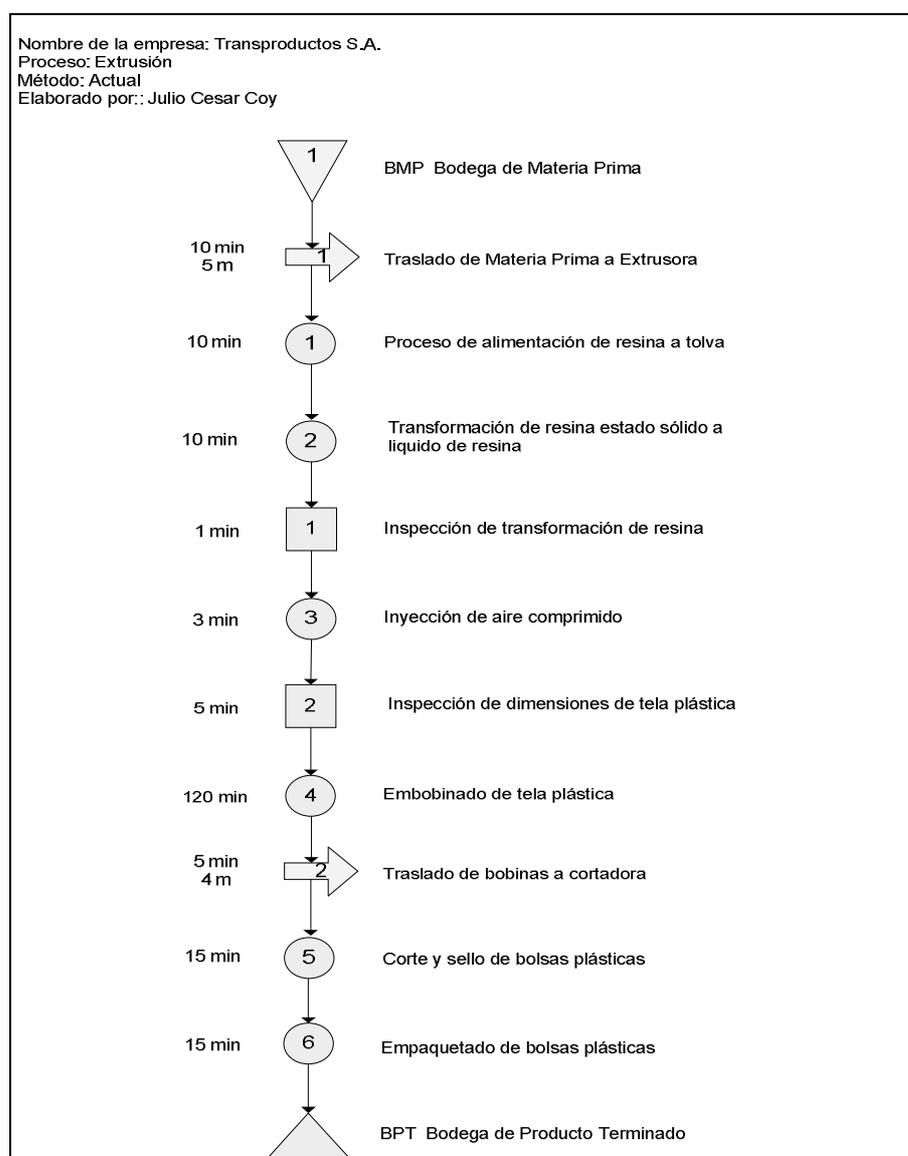


Fuente: Transproductos, S.A. (20-Noviembre-08)

2.2.2 El proceso de extrusión

El proceso de extrusión en la empresa es realizada de la siguiente manera:

Figura 3. Diagrama de flujo de proceso de extrusión

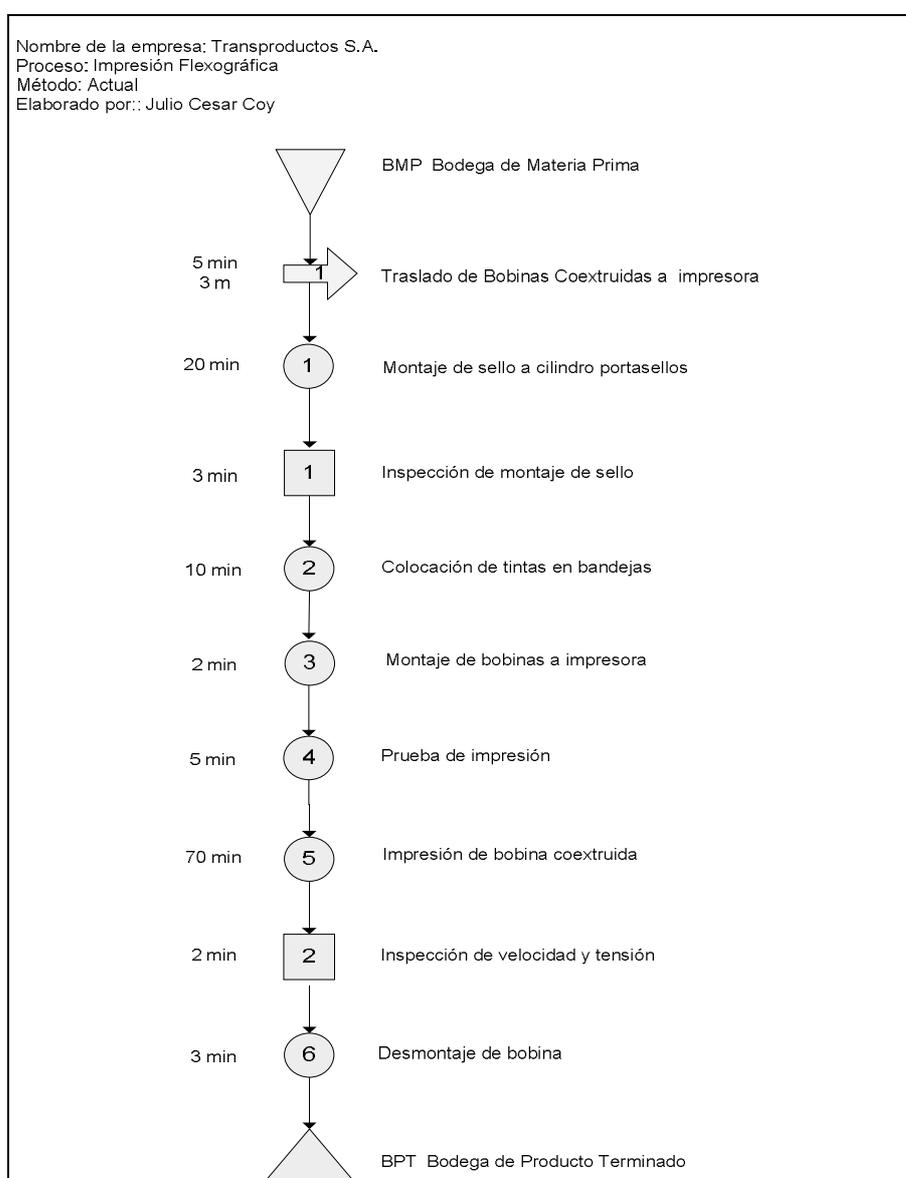


Fuente: Transproductos, S.A. (20-Noviembre-08)

2.2.3 El proceso de impresión flexográfica

El proceso de impresión flexográfica es realizada en la planta de la empresa como se describe a continuación:

Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de impresión flexográfica



Fuente: Transproductos, S.A. (20-Noviembre-08)

2.2.4 Análisis del personal

La empresa Transproductos, S.A., cuenta en la actualidad con catorce empleados, quienes están distribuidos en las áreas de trabajo como se indica a continuación en la tabla V:

Tabla V. Distribución de empleados en la empresa

DISTRIBUCIÓN DE EMPLEADOS	
No. de Empleados	Área de Trabajo
3	Oficina administrativa
4	Mercadeo y ventas
3	Área de peletizado
2	Área de extrusión y corte
2	Área de impresión flexográfica

Fuente: Transproductos, S.A. (01-Septiembre-08)

El poco personal con el que se cuenta, se debe al tamaño actual de la planta, debido a que esta no es muy grande. Los siete empleados que laboran directamente en el proceso productivo de la empresa realizan doble función; estas funciones son las de operación y mantenimiento de las máquinas. Ninguna de estas personas posee un título de nivel medio, mucho menos a nivel técnico industrial, y es por eso que trabajan en base a conocimientos empíricos respecto al funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria.

La falta de motivación a los trabajadores y la ausencia de programas de capacitación al personal operativo, ha limitado a brindarle poca importancia al mantenimiento de la maquinaria industrial, por tal razón la idea de implementar un plan de mantenimiento preventivo, crea una prematura idea de resistencia al cambio, debido a que se tiene el concepto que esto hará más difícil la ejecución de las tareas de mantenimiento.

2.2.5 Jornadas de trabajo

En la empresa Transproductos, S.A., se maneja la jornada diurna como la jornada diaria de trabajo, con un horario de lunes a jueves de 7: 30 a.m. a 17:00 p.m. y los días viernes de 8:00 a.m. a 17:00 p.m.

2.3 Maquinaria y equipo

Los diferentes tipos de maquinaria y equipo industrial que actualmente posee la empresa Transproductos, S.A., y que forman parte del sistema productivo se presentan a continuación:

2.3.1 Especificaciones técnicas

Las especificaciones de las máquinas que se describen en las fichas técnicas de los equipos de la planta son muy importantes, ya que presentan de manera organizada toda la información técnica del equipo, incluyendo accesorios o partes de recambio. A continuación se presenta las fichas técnicas de cada uno:

Tabla VI. Especificaciones técnicas de molino de corte

 TRANSPRODUCTOS S.A.		MOLINO DE CORTE	
NOMBRE DEL EQUIPO: Molino de Corte		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP01	
MARCA: Kuali		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Peletizado (01)	
MODELO: -----	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 1996	

**Tabla VI. Especificaciones técnicas de molino de corte
(continuación)**

FABRICANTE: _____	EXISTEN MANUALES DE <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">PARTES</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">OPERACIÓN</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MANTENIMIENTO</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </table>	PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---																												
PARTES		---																																	
OPERACIÓN	---																																		
MANTENIMIENTO	---																																		
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: _____																																			
DIAGRAMA DEL EQUIPO 	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS TÉCNICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">DIMENSIONES (L x A x H)</td> </tr> <tr> <td>Parte fija:</td> <td>43 x 62 x 99 cm</td> </tr> <tr> <td>Cámara de molido:</td> <td>32 x 34 x 13 cm</td> </tr> <tr> <td>Parte abatible</td> <td>31 x 38 x 64 cm</td> </tr> <tr> <td>Abertura de tolva:</td> <td>30 x 28 cm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DIÁMETRO DE ROTOR: 140 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LONGITUD DE EJE: 470 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TAMICES: 300 X 220 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CUCHILLAS ROTOR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material: Acero inoxidable</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cantidad: 3 cuchillas</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dimensiones: 295 x 550 x 200 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CUCHILLAS ESTATOR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Material: Acero inoxidable</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cantidad: 2 cuchillas</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dimensiones: 290 x 650 x 250 mm</td> </tr> </tbody> </table>	DATOS TÉCNICOS		DIMENSIONES (L x A x H)		Parte fija:	43 x 62 x 99 cm	Cámara de molido:	32 x 34 x 13 cm	Parte abatible	31 x 38 x 64 cm	Abertura de tolva:	30 x 28 cm	DIÁMETRO DE ROTOR: 140 mm		LONGITUD DE EJE: 470 mm		TAMICES: 300 X 220 mm		CUCHILLAS ROTOR		Material: Acero inoxidable		Cantidad: 3 cuchillas		Dimensiones: 295 x 550 x 200 mm		CUCHILLAS ESTATOR		Material: Acero inoxidable		Cantidad: 2 cuchillas		Dimensiones: 290 x 650 x 250 mm	
DATOS TÉCNICOS																																			
DIMENSIONES (L x A x H)																																			
Parte fija:	43 x 62 x 99 cm																																		
Cámara de molido:	32 x 34 x 13 cm																																		
Parte abatible	31 x 38 x 64 cm																																		
Abertura de tolva:	30 x 28 cm																																		
DIÁMETRO DE ROTOR: 140 mm																																			
LONGITUD DE EJE: 470 mm																																			
TAMICES: 300 X 220 mm																																			
CUCHILLAS ROTOR																																			
Material: Acero inoxidable																																			
Cantidad: 3 cuchillas																																			
Dimensiones: 295 x 550 x 200 mm																																			
CUCHILLAS ESTATOR																																			
Material: Acero inoxidable																																			
Cantidad: 2 cuchillas																																			
Dimensiones: 290 x 650 x 250 mm																																			
MOTOR PRINCIPAL	ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES																																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Motor:</td> <td>Trifásico</td> </tr> <tr> <td>Corriente:</td> <td>15.4 A</td> </tr> <tr> <td>Potencia:</td> <td>10 HP</td> </tr> <tr> <td>Velocidad:</td> <td>1440 r/min</td> </tr> <tr> <td>Voltaje</td> <td>220 v</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia</td> <td>60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Peso</td> <td>78 kg</td> </tr> <tr> <td>Lw</td> <td>78 dB</td> </tr> </table>	Motor:	Trifásico	Corriente:	15.4 A	Potencia:	10 HP	Velocidad:	1440 r/min	Voltaje	220 v	Frecuencia	60 Hz	Peso	78 kg	Lw	78 dB	FAJAS Tipo: B53 Marca : SUPERBELT Cantidad: 3 COJINETES Cantidad: 2 Tipo: 1209 NTN GRASERAS: ½"																		
Motor:	Trifásico																																		
Corriente:	15.4 A																																		
Potencia:	10 HP																																		
Velocidad:	1440 r/min																																		
Voltaje	220 v																																		
Frecuencia	60 Hz																																		
Peso	78 kg																																		
Lw	78 dB																																		
Situación actual de Molino de Corte																																			
<ul style="list-style-type: none"> • Cables de encendido de motor principal (trifásico) necesitan limpieza. • Motor trifásico sin limpieza y sin control del nivel de lubricante. • Los cojinetes de rotor de cuchillas sin lubricación. • Temperatura excesiva de cojinetes después de un período corto de trabajo. • Cuchillas de corte y trituración (rotor y estator) sin filo y desgastadas críticamente. • Vibración excesiva en el molino por mal montaje y por ausencia de un perno de anclaje. 																																			

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla VII. Especificaciones técnicas de peletizadora

 <p>TRANSPRODUCTOS S.A.</p>		<p>PELETIZADORA</p>							
<p>NOMBRE DEL EQUIPO: Peletizadora</p>		<p>CÓDIGO DEL EQUIPO: TP02</p>							
<p>MARCA: Hechiza</p>		<p>UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Peletizado (01)</p>							
<p>MODELO: -----</p>	<p>SERIE: -----</p>	<p>AÑO DE INSTALACIÓN 1994</p>							
<p>FABRICANTE: -----</p>		<p>EXISTEN MANUALES DE</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">PARTES</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">OPERACIÓN</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MANTENIMIENTO</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </table>		PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---
PARTES	---								
OPERACIÓN	---								
MANTENIMIENTO	---								
<p>DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----</p>									
<p>DIAGRAMA DEL EQUIPO</p>		<p>DATOS TÉCNICOS</p>							
		<p>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Agua</p>							
		<p>T máx. DE OPERACIÓN: 300 °C</p>							
		<p>CAÑÓN PRINCIPAL: Longitud de cañón: 120 cm Diámetro de cañón: 54 cm</p>							
		<p>CAÑÓN SECUNDARIO: Longitud de cañón: 58 cm Diámetro de cañón: 46 cm</p>							
		<p>MATRIZ DE PELETIZADO: 12 orificios</p>							
		<p>ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES</p>							
		<p>TERMOCOPLAS: Tipo K</p>							
		<p>PIRÓMETROS: Tipo K (0-400 °C)</p>							
		<p>RESISTENCIAS: (Según muestra)</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Cañón principal:</td> <td style="text-align: right;">Cantidad 5</td> </tr> <tr> <td>Cañón secundario:</td> <td style="text-align: right;">Cantidad 2</td> </tr> <tr> <td>Flansh o portafiltras:</td> <td style="text-align: right;">Cantidad 4</td> </tr> </table>		Cañón principal:	Cantidad 5	Cañón secundario:	Cantidad 2	Flansh o portafiltras:	Cantidad 4
Cañón principal:	Cantidad 5								
Cañón secundario:	Cantidad 2								
Flansh o portafiltras:	Cantidad 4								
<p>OBSERVACIONES</p>									
<ul style="list-style-type: none"> • La tolva de alimentación es móvil y dependiendo del tipo de material a trabajar, ésta es removida de su lugar y la película es introducida directamente al cañón principal. • El sistema de enfriamiento del agua es generada por una torre de enfriamiento externa. (capaz de enfriar eficientemente grandes volúmenes de agua, poniéndola en contacto con aire atmosférica. 									

Tabla VII. Especificaciones técnicas de peletizadora (continuación)

GUSANO DE ALIMENTACIÓN		CAÑÓN PRINCIPAL	
MOTOREDUCTOR	FAJAS	MOTOREDUCTOR	FAJAS
Marca Kuali	Tipo B813	Potencia 15 kw	Tipo B69
Potencia 1.1 kw	Marca Yong Yong	Voltaje 220 A	Marca SUPERBELT
Voltaje 220 v	Cantidad 2	Corriente 30.3 A	Cantidad 4
Corriente 2.7 A		Rpm 1460 r/min	
Rpm 1400 r/min	POLEAS (cm)	Frecuencia 60 Hz	POLEAS (cm)
Frecuencia 60 hz	L entre poleas 30	Peso 142 Kg	L entre poleas 58.7
Peso 22 kg	ø polea mayor 11	Lw 82 dB	ø polea mayor 24.6
Lw 67 db	ø polea menor 7		ø polea menor 15.9
FLANSH O PORTAFILTRO		CAÑÓN SECUNDARIO	
MOTOREDUCTOR	FAJAS	MOTOREDUCTOR	FAJAS
Potencia 1.5 kw	Tipo B1524 Li	Potencia 7.5 kw	Tipo B 1524 Li
Voltaje 220 V	Marca Yong Yong	Voltaje 220 v	Marca Yong Yong
Corriente 4.0 A	Cantidad 3	Frecuencia 60 hz	Cantidad 3
Rpm 940 r/min		Corriente 15.4 a	
Frecuencia 60 hz	POLEAS (cm)	Rpm 1440 r/min	POLEAS (cm)
Peso 35 kg	L entre poleas 47	Lw 78 db	L entre poleas 50.5
Lw 67 db	ø polea mayor 32	Peso 78 kg	ø polea mayor 26
	ø polea menor 8		ø polea menor 13
PICADORA		SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA	
MOTOREDUCTOR	FAJAS	BOMBA DE SUCCIÓN	
Potencia 1.5 kw	Tipo B63	Modelo C48J2EC1C	Rpm 3450 r/min
Voltaje 220 v	Marca -----	Potencia 3/4 HP	Fase 1
Corriente -----	Cantidad 1	Voltaje 115/230 V	Frecuencia 60 hz
Rpm 1400 r/min			Code J
Frecuencia 60 hz	POLEAS (cm)	BOMBA DE PROPULSIÓN	Voltaje 110 v
	L entre poleas 26.5	Marca Marchetti	Vc 250 v
	ø polea mayor 14	Modelo Qb-60	Frecuencia 60hz
	ø polea menor 8	H max 35 m	Rpm 3450 r/min
		Q max 35 l/min	Corriente 4.4 A
		Suct max 9 m	Mf 16
		Potencia 0.5 h	
Situación actual de Peletizadora			
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de una faja en poleas de motor de gusano de alimentación, • Cajas reductoras sin servicio y con nivel bajo de aceite lubricador. • Motoreductor de cañón secundario requiere cambio de cojinetes • Falta de limpieza de residuos de material sobre cañón principal • Variador de velocidad innecesario en tornillo sin fin de cañón secundario. • Contactores sin identificación. • Termocopla tipo K de portafiltro no manda la señal requerida a pirómetro respectivo. • Flansh desalineado y no cierra bien en varios puntos, hay fuga de material al trabajar. • Pileta con fuga de agua y con urgente necesidad de aplicación de impermeabilizante. • Motores de succión y propulsión de agua de enfriamiento sin servicio de mantenimiento. • Torre de enfriamiento necesita limpieza y mantenimiento. • Dientes de engranaje de rodillo de picadora gastados críticamente y no transmite el movimiento correcto. 			

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla VIII. Especificaciones técnicas de extrusora grande

		EXTRUSORA GRANDE							
NOMBRE DEL EQUIPO: Extrusora Grande		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP03							
MARCA: Hechiza		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Extrusión y Corte (02)							
MODELO: -----	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 1991							
FABRICANTE: -----		EXISTEN MANUALES DE <table border="1" data-bbox="1013 851 1332 952"> <tr> <td>PARTES</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>OPERACIÓN</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO</td> <td>---</td> </tr> </table>		PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---
PARTES	---								
OPERACIÓN	---								
MANTENIMIENTO	---								
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----									
DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS							
		DIMENSIONES (L x A x H): 4.3 x 2.1 x 6.8 m							
		MAX SALIDA DE EXTRUSIÓN: 30 Kg/hr							
		DIÁMETRO DE TORNILLO: 80 mm							
		LARGO DE TORNILLO: 1400 mm							
		ANCHO DE PELÍCULA: 37 pulgadas (máx.) 15 pulgadas (min)							
		CALIBRE DE PELÍCULA: 2 mm - 8 mm							
		VELOCIDAD DE OPERACIÓN: Motor Principal 100 r/min Moldeo 60 r/min Embobinado 60 r/min							
		MOTOR PRINCIPAL: Marca Siemens Tipo RGZ Potencia 30 HP 22.38 Kw Voltaje 230 - 460 V Corriente 74/37 A Velocidad 1760 r/min Frecuencia 60 Hz							

**Tabla VIII. Especificaciones técnicas de extrusora grande
(continuación)**

ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES		UNIDAD DE MOLDEO Y ESTIRAMIENTO	
RESISTENCIAS Molde Cantidad 2 Especificaciones: INGELMEC P11708 240 V-750 W Cañón Cantidad 6 Especificaciones: INGELMEC 2006P128 40 V-2100 W TERMOCOPLAS: Tipo J PIRÓMETROS: Tipo J Rango 0 – 400 °C		MOTOR DE RODILLO DE ESTIRAMIENTO Marca Marelli Motori Potencia 0.55 Kw Voltaje 220-380 V Corriente 2.8/1 A Rpm 1400 r/min Frecuencia 50 Hz Cos ρ 0.74 CADENA DE ESTIRAMIENTO R550 Taiwan Sproket Kana 50b44 Japan	
EMBOBINADOR MOTOR DE RODILLO EMBOBINADOR Potencia 1.3 KW Voltaje 380-220 V Corriente 3.8/6.6 A Rpm 1100 r/min Frecuencia 60 HZ Cos ρ 0.7		RODILLOS DE ESTIRAMIENTO Longitud 45 pulgadas Diámetro 2 ft Material: Hule Y Metal Cojinete 6007z FAG UC208-108 Japan Chumacera (A) F3 U225-0 Chumacera (B) Uc208-108 NTN Japan	
RODILLO EMBOBINADOR Largo 120 cm Diámetro 80 cm Cantidad 2 Material Caucho SISTEMA DE RUEDA DENTADA Plato De Tensión De Embobinador Cojinete 6206.2ZR.C3 FAG 51205 NTN Punta De Rodillos Cojinete 1208 EKT9 Sweden SKF 6202 Z		RODILLOS GUÍAS O FIJADORES Longitud 42 pulgadas Longitud 63 pulgadas Diámetro 19 cm Diámetro 20 cm Cantidad 3 Cantidad 4 Cojinetes: UC205-1 Chumaceras: No. 547840 ntn	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • La extrusora fue construida por los propios operarios, por lo cual carece del sistema de enfriamiento por agua. • La extrusora tampoco tiene sistema de tratador por efecto corona de película plástica, por lo cual no es posible producir bobinas coextruídas por el envasado de líquido. • La extrusora puede operar con polietileno de baja y de alta densidad. 			
Situación actual de Extrusora Grande			
<ul style="list-style-type: none"> • Motor trifásico de cañón principal necesita mantenimiento y servicio. • Caja reductora de velocidad necesita limpieza y control de servicio. • Resistencias de cañón principal requieren cambio. • Cañón o barril con grandes residuos de material. 			

Tabla VIII. Especificaciones técnicas de extrusora grande (continuación)

- No se tiene conocimiento de la temperatura real de operación en las resistencias.
- Variador de velocidad de caja reductora de cañón, al límite de operación.
- Fajas de poleas desgastadas, requieren cambio.
- Falta de una faja en poleas de motor principal.
- Contactores de panel de control requieren limpieza y revisión.
- Panel de control mal identificado.
- Pirómetros tipo J de panel de control en mal estado y necesitan calibración.
- Tornillos sujetadores de molde, no ejercen ninguna presión y necesitan lubricación.
- Turbina del sistema de ventilación necesita limpieza y mantenimiento.
- Mangueras de la turbina desgastadas y con fuga de aire.
- Relación de motor a caja reductora muy grande en rodillo de moldeo y estiramiento.
- Falta de lubricación en todos los sistemas mecánicos.
- Unidad de mantenimiento sin aceite lubricador.
- Sploket para cadena de rodillo de moldeo y estiramiento en mal estado y sin lubricación.
- Pastillas desgastadas, ya no ejercen presión requerida en nip rolls.
- Resortes del eje de ajuste del rodillo de moldeo y estiramiento descompuesto
- Necesario rectificado de ambos rodillos de moldeo.
- Cadena de caja reductora a rodillo sin lubricación y con laca o lodo en los eslabones.
- Sistema de rueda dentada con transmisión con cadena requiere limpieza y mantenimiento.
- Falta tapadera de rodillo embobinador, produce vibración en los engranajes y actualmente sujeta con cables.
- Dientes de sploket de cadena de rodillo embobinador, desgastados críticamente.
- Manecilla de presión de rodillo embobinador inservible (cambio urgente)
- Cojinetes axiales de ejes de tensión sin lubricación.
- Resortes de manecillas vencidas
- Resorte de eje principal muy corta, no ejerce presión necesaria
- Bases y cojinetes de barra embobinadora requiere limpieza y lubricación.

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla IX. Especificaciones técnicas de extrusora pequeña



NOMBRE DEL EQUIPO: Extrusora Pequeña		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP04																											
MARCA: Matila		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Extrusión y Corte (02)																											
MODELO: CT- L35	SERIE: MM40010339	AÑO DE INSTALACIÓN 2004																											
FABRICANTE: Matila Industrial Co., LTD.		EXISTEN MANUALES DE																											
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: No.186 Chung Hsiao Road, Pali Tapei Taiwan		<table border="1"> <tr> <td>PARTES</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>OPERACIÓN</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO</td> <td>SI</td> </tr> </table>		PARTES	SI	OPERACIÓN	SI	MANTENIMIENTO	SI																				
PARTES	SI																												
OPERACIÓN	SI																												
MANTENIMIENTO	SI																												
DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS																											
		<table border="1"> <tr> <td>PESO NETO</td> <td>2000 KG</td> </tr> <tr> <td>POWER SOURCE</td> <td>220 V - 60HZ - 3 HP</td> </tr> <tr> <td>HEATER</td> <td>9 KW</td> </tr> <tr> <td>POWER REQUIRED</td> <td>23KW</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL</td> <td>LDPE/LLDPE</td> </tr> <tr> <td>FILM WIDTH</td> <td>400 mm</td> </tr> <tr> <td>FILM THICKNESS</td> <td>0.02-0.15 mm</td> </tr> <tr> <td>FILM OUTPUT</td> <td>15-35 kg/hr</td> </tr> <tr> <td>SCREW DIA. & L/D</td> <td>35 mm, 30: 1</td> </tr> <tr> <td>MAIN MOTOR</td> <td>AC 10 HP</td> </tr> <tr> <td>DIE HEAD</td> <td>80 mm</td> </tr> <tr> <td>ROLLER WIDTH</td> <td>500 mm</td> </tr> <tr> <td>TAKE UP SPEED</td> <td>3-50 m/min</td> </tr> </table>		PESO NETO	2000 KG	POWER SOURCE	220 V - 60HZ - 3 HP	HEATER	9 KW	POWER REQUIRED	23KW	MATERIAL	LDPE/LLDPE	FILM WIDTH	400 mm	FILM THICKNESS	0.02-0.15 mm	FILM OUTPUT	15-35 kg/hr	SCREW DIA. & L/D	35 mm, 30: 1	MAIN MOTOR	AC 10 HP	DIE HEAD	80 mm	ROLLER WIDTH	500 mm	TAKE UP SPEED	3-50 m/min
		PESO NETO	2000 KG																										
		POWER SOURCE	220 V - 60HZ - 3 HP																										
		HEATER	9 KW																										
		POWER REQUIRED	23KW																										
		MATERIAL	LDPE/LLDPE																										
		FILM WIDTH	400 mm																										
		FILM THICKNESS	0.02-0.15 mm																										
		FILM OUTPUT	15-35 kg/hr																										
		SCREW DIA. & L/D	35 mm, 30: 1																										
		MAIN MOTOR	AC 10 HP																										
		DIE HEAD	80 mm																										
ROLLER WIDTH	500 mm																												
TAKE UP SPEED	3-50 m/min																												
ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES																													
TRATADOR CORONA Marca Hager Modelo MY116C16 Voltaje 230/400 V Frecuencia 50/60 Hz	TERMOCOPLAS Cantidad 4 Ubicación 2 Cañón 1 Cabezal 1 Molde Tipo: K	PIRÓMETROS Cantidad 4 Marca Fotek Modelo MT72 Rango 0-400	AMPERÍMETROS Cantidad 4 Rango 0 - 4 A Marca EFA Modelo 722																										

**Tabla IX. Especificaciones técnicas de extrusora pequeña
(continuación)**

RESISTENCIAS					
Cañón Cantidad 8 Marca ComeMore Especificaciones 220V- 600W – 87Ø -70ψ		Cabezal Cantidad 1 Marca ComeMore Especificaciones 220V - 1150 W - 80Ø – 100ψ		Molde Cantidad 3 Marca ComeMore Especificaciones 220V – 1000 W – 180Ø - 65ψ	
MOTOR PRINCIPAL					
Marca FUKUTA	Poles 6	Fajas		Poleas	
Tipo AEEF	Weithg 115 kg	Cantidad 3		Ø max 31 cm	
Potencia 10 HP	Ins B	Marca SANWU		Ø min 16 cm	
Voltaje 220/380 V	Kw 7.5	Tipo B-75 5C4		L centro 60 cm	
Corriente 28.1/16.2 A	PH 3				
Rpm 1170 rpm	Serie A70226049				
Frecuencia 60	Berings LS 6309				
Frame 160 M	Berings OS 6307				
UNIDAD DE ESTIRAMIENTO			SISTEMA DE EMBOBINADO		
MOTOR PRINCIPAL		MOTOR PRINCIPAL		MOTOR DE TORQUE	
Marca GONG YUAN	Poles 4	Marca FANMOTOR	Marca GOLDEN SAN		
Tipo AMVF	Ins = F	Tipo 4".5"	Poleas 6		
Potencia 1/2 HP	PH = 3	Voltaje 220 V	Voltaje 220 V		
Voltaje 220/380 V	Kw = 0.37	Corriente 0.6/0.5 A	Corriente 3.0 A		
Corriente 2.13/1.24 A	Guías de tela	RPM 3300 rpm	Rpm 800 r/min		
Rpm 1720 rev/min	Longitud 50 cm	Frecuencia 60 Hz	Output 20 Kg-cm		
Frecuencia 50/60 HZ	Diámetro 6 cm	Poles 2	Frecuencia 60 HZ		
FRAME 71	Cantidad 5				
	Cojinetes Nach 6005 ZE				
RODILLOS DE MOLDEO		SISTEMA DE RUEDA DENTADA		RODILLOS EMBOBINADOTES	
Material Hule	Cadena TIPO SYT NO. 40		Material Hierro		Chumaceras
Longitud 50 cm	Cojinetes TIPO UC 207		Largo 50 cm		Marca ASAHI
Diámetro 16 cm			Diámetro 75 cm		Tipo F207
Material Metal	Sproket		Material Caucho		Cojinetes
Longitud 50 cm	Mayor 40B28		Largo 50 cm		Tipo UC207
Diámetro 16 cm	Menor 40B16		Diámetro 20 cm		
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			SISTEMA NEUMÁTICO		
TURBINA (TURBOBLOWER)		VENTILADOR DE CAÑÓN			
Potencia 1.5 Kw	Tipo TB-202U	Marca HF		Voltaje 220/380	
Frecuencia 50/60 Hz	Rpm 2800 r/min	Tipo VF-50		Corriente 0.5/0.28	
Fase 3	mmA 250-300	Fase 3		Rpm 3400 rev/min	
Voltaje 220 V	Caudal 25 m³/min	Caudal 2 m³/min		No. 2007-0.3.15	
Corriente 5 A	No. 70301002				
	Peso 30 Kg				
OBSERVACIONES					
<ul style="list-style-type: none"> • La extrusora es la máquina de más reciente adquisición para el sistema productivo de la empresa. • El tratador por efecto corona, no es utilizada muy frecuentemente debido a los costos que ésta genera, por lo cual se opta a la compra de plástico coextruido. 					

Tabla IX. Especificaciones técnicas de extrusora pequeña (continuación)

Situación actual de Extrusora Pequeña
<ul style="list-style-type: none"> • Mangueras de anillo de enfriamiento de plástico y se queman, no manejan altas temperaturas. • Alimentación del cañón de agua requiere limpieza y revisión. • Manguera de turbina con fuga de aire. • Sin control de cambio y nivel de lubricantes en motores trifásicos y caja reductora. • Anillo de enfriamiento, necesita limpieza y calibración. • Molde y dado sin mantenimiento y requieren limpieza urgente. • Poleas y fajas con necesitan limpieza por acumulación de polvo y suciedad. • Termocopla tipo J de molde no manda señal respectiva, necesita revisión urgente. • FRL sin control de lubricante y purga de condensado. • Grasa en cojinete de rodillo embobinador requiere cambio. • Guía de barra embobinadora necesita limpieza. • Conexiones eléctricas y neumáticas sin identificación y estropeadas en el piso. • Cabezal necesita revisión de amperaje en resistencia eléctrica. • Cilindros de simple efecto de nip rolls requiere limpieza y ajuste de presión de trabajo.

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla X. Especificaciones técnicas de cortadora-selladora

 TRANSPRODUCTOS S.A.	<h2>CORTADORA-SELLADORA</h2>
--	------------------------------

NOMBRE DEL EQUIPO: Cortadora-Selladora		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP05							
MARCA: Universal		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Extrusión y Corte (02)							
MODELO: -----	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 1991							
FABRICANTE: Universal S.A.		EXISTEN MANUALES DE <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">PARTES</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">OPERACIÓN</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MANTENIMIENTO</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </table>		PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---
PARTES	---								
OPERACIÓN	---								
MANTENIMIENTO	---								
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----									

**Tabla X. Especificaciones técnicas de cortadora-selladora
(continuación)**

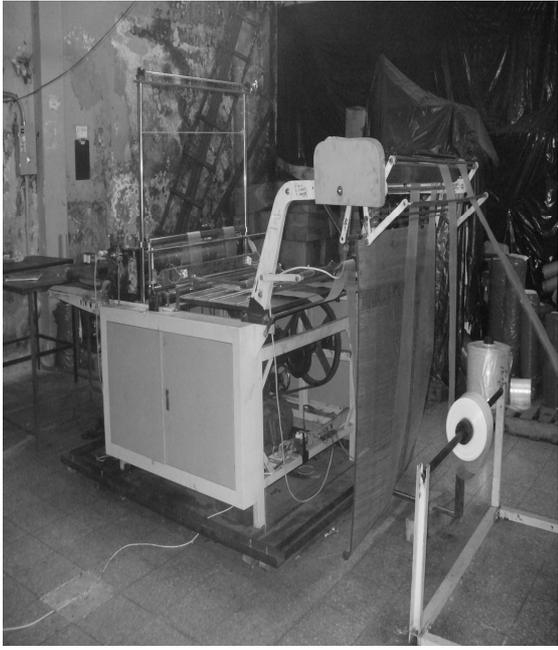
DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS	
		DIMENSIONES (L X A X H): 6.4 x 2.2 x 0.9 m	
		MESA RECEPTORA	32 x 42 pulgadas
		ANCHO ÚTIL	41 pulgadas
		LARGO MÍN. BOLSA	5 pulgadas
		LARGO MÁX. BOLSA	63 pulgadas
		ANCHO MÁX. BOLSA	37 pulgadas
		BOLSAS X MINUTO: 18-50 (según tipo material, largo y espesor)	
		Otras especificaciones:	
		<ul style="list-style-type: none"> • Producción de bolsas anti-impacto burbujas • Eliminador de estática • Sellado de fondo • Contador de bolsas electrónico • Cuchilla de corte en frío 	
MOTOR PRINCIPAL		SISTEMA DE PROPULSIÓN	
Potencia 1.5 KW	Frecuencia 50 Hz	Motor Impulsor de Rodillos	Rpm 2000 r/min
Voltaje 380 V	Peso 38 Kg		Frecuencia 33 Hz
Corriente 4 A	Lw 67 Db	Marca: Panasonic	Potencia 1 Kw
RPM 940 rev/min		Modelo: MDMA102A16	Torque 4.80 Nm
		Serie: No. 04071270N	Rating S1
		Corriente 5.6 A	Ins Class F
		Voltaje 200 V	Conexión Y
		Input 3ØAC	
ELEMENTOS MECANICOS IMPORTANTES		RODILLOS DE PROPULSIÓN	RODILLO DE LA BANDERA
Cuchilla de corte: 104 x 1.1 x 2.5 cm	Cojinetes	Diámetro 20 cm	Material Caucho
	Primario UC 208	Longitud 104 cm	Cantidad 2
	Secundario UC 208	Cantidad 2	Longitud 104 cm
	Propulsión UC 208	Material Caucho	Diámetro 8 cm
Variador de velocidad			
Marca Delta			
Modelo VFD-A			
Potencia 2.2 Kw			
Voltaje 230 V			
FAJAS		FAJAS	
Eje Primario Tipo 1950 A GB/1171 Cantidad 3		Tipo T10-810	
Eje Secundario Tipo 1750 A GB/1171 Cantidad 2		Cantidad 1	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • La cortadora es utilizada también para cortar polipropileno y polietileno de alta densidad. • Es utilizada para trabajos de sellado de bolsas de embalaje masivo, continuo y de esterilización. • Actualmente se está elaborando un manual de operaciones. 			

Tabla X. Especificaciones técnicas de cortadora-selladora (continuación)

Situación actual de Cortadora-Selladora
<ul style="list-style-type: none"> • Petate de sistema de la bandera en estado defectuoso, requiere cambio urgente. • Cadenas de sprockets de motor D/C sin lubricación. • Ejes de rodillos de caucho sin lubricación. • Rodillos de caucho necesitan rectificación de caras. • Desgaste de carbones de motor D/C, requiere servicio y mantenimiento. • Motor trifásico sin control de nivel de aceite lubricante. • Requiere limpieza de carcasa de motor principal. • Cojinetes de ejes principales sin control de lubricación. • Mecanismos biela-manivela de eje primario, secundario y retroceso, requieren de limpieza y lubricación. • Eje sellador no pega teflón de sellado de bolsa correctamente. • No hay control de cambio de teflón de sellado. • Cuchilla de corte necesita calibración en puntas. • Quijada de cuchilla y eje sellador sin lubricación adecuada. • Resortes de rodillos de propulsión incompletos. • Contador de bolsas en mal estado, numeración nula.

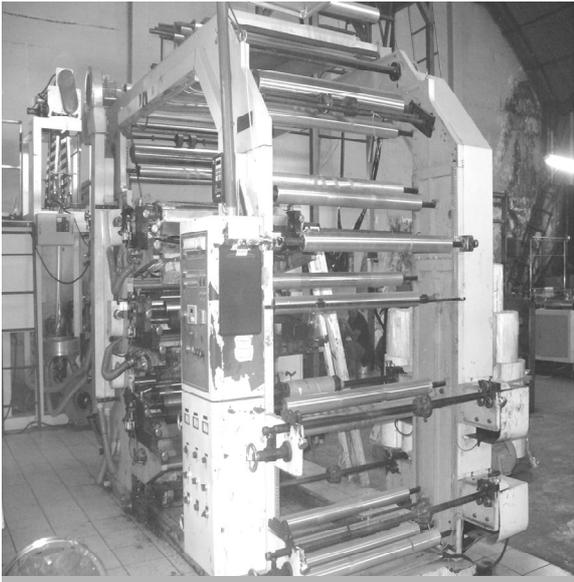
Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla XI. Especificaciones técnicas de impresora flexográfica grande

 TRANSPRODUCTOS S.A.	IMPRESORA FLEXOGRÁFICA GRANDE
--	--------------------------------------

NOMBRE DEL EQUIPO: Impresora Flexográfica de 6 colores		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP06							
MARCA: Brightriver		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Impresión (03)							
MODELO: YT-6600	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 2000							
FABRICANTE: -----		EXISTEN MANUALES DE <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>PARTES</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>OPERACIÓN</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO</td> <td>SI</td> </tr> </table>		PARTES	SI	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	SI
PARTES	SI								
OPERACIÓN	---								
MANTENIMIENTO	SI								
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----									

**Tabla XI. Especificaciones técnicas de impresora flexográfica grande
(continuación)**

DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS	
		DIMENSIONES (L x A x H): 3900 x 1860 x 2900 mm	
		MATERIAL: Polietileno de baja y alta densidad, Polipropileno, laminados, papel.	
		ANCHO MÁX. IMPRESIÓN: 560 mm	
		ANCHO MÁX. PLIEGO IMPRESIÓN: 600 mm	
		LARGO DE IMPRESIÓN: 191-914 mm	
		DIÁMETRO MÁX. DE BOBINA: 450 mm	
		VELOCIDAD DE IMPRESIÓN: 5-50 m/min	
		ESTACIONES DE IMPRESIÓN: 6	
		GROSOR DE PLATO: 2.38 mm	
		CONSUMO ELÉCTRICO: 13 Kw	
		PESO NETO: 3000 Kg	
EMBOBINADO/DESEMBOBINADO		SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
MOTOR PRINCIPAL	Frecuencia 60 Hz Lw 70 dB (A) Peso 34 kg IP 44 S1 B JB/T10391-2002	BLOWERS	Cantidad 3 Potencia 0.55 Kw RPM 2800 r/min Caudal 850 m3/h Presión 1020 Pa
Marca KUALI Potencia 2.2 KW Voltaje 220 V Corriente 5.0 A RPM 1430 r/min		MANGUERAS	Diámetro 18 cm Abrazaderas 38-57 mm LT NO2
FRENOS DE TENSION	COJINETES	ARAÑA (Unidad Telar)	Cojinetes de Rodillos Guías de Tela: 6305 2 Cantidad: 12
Freno Accionado por Discos Marca Jinshe Torque 5 Nm Voltaje 24 V Corriente 2. A	Tipo 3079 S.HB Marca FAG Cantidad 24		
SISTEMA MOTRIZ		UNIDAD DE IMPRESIÓN	
MOTOR DE ARRANQUE	V 220 V F 60 Hz Lw 74 db (A) Peso 79 kg	MOTOR DE RODILLOS TINTEROS	Corriente 1.1 A RPM 1400 r/min Frecuencia 50 Hz IP 44 S1 JB/T1009-91
Type 2112m-4 Potencia 4 kw Rpm 1440 r/min A 8 A		Marca WNW Potencia 0.37 KW Voltaje 380 V	
ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES		Rodillo Longitud Diámetro No. Dientes	
COJINETES		Hule 1 m 35 cm 50	
Disco de freno: 6005 LU NTN Japan		Anilux 1 m 35 cm 52	
Manecilla de presión: 6201 RS		Portasello 0.96 m 35 cm 56	
Fijadores de tela: 6006 2RS		De mesa 1.6 m 43 cm 65	
Puntas de rodillos 6202 22C/2AS			

**Tabla XI. Especificaciones técnicas de impresora flexográfica grande
(continuación)**

OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • La tensión se estabiliza cuando alcanza la cantidad necesaria y se detiene cuando se frena la impresión y el ajuste o desajuste de la unidad de impresión puede ser realizada neumática o manualmente. • La tinta tiene un movimiento ascendente después que la tensión aumenta y el sistema de secado es seguro y confiable cuando se imprime a altas velocidades. • La energía es suspendida automáticamente una vez que la tensión se detiene.
Situación actual de Impresora Flexográfica Grande
<ul style="list-style-type: none"> • Panel de control requiere limpieza de tarjetas electrónicas. • Variador de tensión de película o tela no registra la tensión superficial exacta. • Sistema de control de impulso no manda señal a unidad de impresión. • Lubricación deficiente en bushing de rodillo portasellos o porta cliché. • Falta de limpieza en ejes de rodillos impresores (residuos de tinta) • Rodillo reencauchado desgastado críticamente en las puntas. • Deficiente lubricación en engranajes de rodillos de unidad de impresión. • Mordazas de sujeción necesitan reajuste y limpieza. • La bandeja de tinta sin limpieza, y ducto de desagüe de tinta esta obstruido por tinta seca. • Unidad de mantenimiento con fuga severa de aire comprimido y FRL sin aceite lubricador. • Cilindros neumáticos sin lubricación y falta de servicio de mantenimiento. • Cojinetes de barra embobinadora sin lubricación. • Manecilla de guía de registro requiere limpieza y lubricación. • Rodillo tensor con juego (Falta de ajuste) • Sin control de cambio y nivel de aceite de todos los motores trifásicos. • Cadena de frenos sin lubricación y con laca o lodo excesivo. • Motor trifásico de motor embobinador necesita cambio de cojinete urgente. • Piñón o tope de barra embobinadora desgastado. • Falta un piñón por lo cual existe juego axial en la bobina al momento de la impresión. • Secador de tela superior no caliente correctamente necesita revisión de resistencia eléctricas internas. • Sopladores de aire o blowers sin servicio y mantenimiento. • Mangueras de ventilación y secado en mal estado. • Manguera de blower no. 2 con fuga de aire. • Abrazaderas de mangueras de aire, no ejercen ajuste y presión requerida. • Falta de lubricación en tren de engranajes principales. • La cámara de engranajes principales requiere limpieza por manchas de grasa en piñones.

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla XII. Especificaciones técnicas de impresora flexográfica pequeña



NOMBRE DEL EQUIPO: Impresora Flexográfica de 4 Colores		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP07							
MARCA: HSW		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Impresión (03)							
MODELO: -----	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 1991							
FABRICANTE: -----		EXISTEN MANUALES DE <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">PARTES</td> <td style="padding: 2px;">---</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">OPERACIÓN</td> <td style="padding: 2px;">---</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">MANTENIMIENTO</td> <td style="padding: 2px;">---</td> </tr> </table>		PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---
PARTES	---								
OPERACIÓN	---								
MANTENIMIENTO	---								
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----									
DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS							
		DIMENSIONES (L x A x H): 1524 x 2250 x 2555 mm							
		ANCHO ÚTIL IMPRESIÓN: 500 mm							
		FORMATO DEL GROSOR: 0.02 - 0.06 mm							
		SISTEMA DE SECADO: Aire caliente							
		DIÁMETRO MÁX. BOBINA: 450 mm							
		ESTACIONES DE IMPRESIÓN: 4							
POSIBILIDADES DE IMPRESIÓN: 4+0, 2+2.		VELOCIDAD MÁXIMA: 50 m/minuto							
Otras especificaciones		<ul style="list-style-type: none"> Túnel de secado Rodillos anilux intercambiables Material Polietileno de baja densidad, coextruido, papel. 							
SISTEMA MOTRIZ		SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
MOTOR PRINCIPAL	RPM 1700 r/min Frecuencia 60 Hz	TURBINA	Corriente AC 27 A						
Potencia: 3 KW		Marca TOA	Voltaje 220 V						
Voltaje 380/200 V		Tipo MS	Frecuencia 50 Hz						
Corriente 9.6/16.6 A		RPM 3000 r/min	No. 435						
ELEMENTOS MECÁNICOS IMPORTANTES		UNIDAD DE IMPRESIÓN							
COJINETES		Rodillos	L Φ Material						
<ul style="list-style-type: none"> Punta de rodillos: 6203 Lu NTN Rodillo Portaclipé: 1209 NTN Japan Ro Guía de tela: UC207-20 NBR Japan 		De hule	0.58 m 0.26 m Caucho						
		De mesa	0.61 m 0.38 m Hierro						
		Anilux	0.53 m 0.27 m Cromo						
		Portaclipé	0.51 m 0.37 m Hierro						

Tabla XII. Especificaciones técnicas de impresora flexográfica pequeña (continuación)

OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de secado de la impresora es por medio de resistencias, que calientan el aire que genera la turbina. • El costo de mantenimiento de la impresora es muy elevada debido a los repuestos necesarios, esto porque es una máquina de modelo antiguo.
Situación actual de Impresora Flexográfica Pequeña
<ul style="list-style-type: none"> • Panel de control sin identificación de unidades de mando y requiere limpieza. • Pirómetro tipo J sin funcionamiento, no se sabe la temperatura de secado de impresión. • Mordazas de sujeción de unidad de impresión, requiere limpieza y lubricación. • Rodillo portasello necesita limpieza urgente. • Rodillo anilux requiere limpieza y mantenimiento. • No hay lubricación en guía de registro y en engranes de rodillos en unidades de impresión. • Lubricación deficiente en bushing de rodillo portasellos o porta cliché. • Falta de limpieza en ejes de rodillos impresores. • Cojinetes de rodillos impresores sin lubricación adecuada y requieren limpieza. • Mangueras de secado con fuga de aire y en mal estado. • Se requiere revisión del estado de cintas calefactoras (resistencias), en unidad de secado. • Manecillas de tensión de tela, sin mantenimiento adecuado y necesitan lubricación. • Resortes de ajuste de tensión, sin limpieza y sin lubricación necesaria.

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla XIII. Especificaciones técnicas de compresor de aire 1

 TRANSPRODUCTOS S.A.	COMPRESOR DE AIRE 1
--	----------------------------

NOMBRE DEL EQUIPO: Compresor de aire 1		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP08
MARCA: Mark		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Extrusión y Corte (02)
MODELO: B50055FT	SERIE: V-380	AÑO DE INSTALACIÓN 1991

**Tabla XIII. Especificaciones técnicas de compresor de aire 1
(continuación)**

FABRICANTE: -----	EXISTEN MANUALES DE <table border="1"> <tr> <td>PARTES</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>OPERACIÓN</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO</td> <td>---</td> </tr> </table>	PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---						
PARTES		---											
OPERACIÓN	---												
MANTENIMIENTO	---												
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS TÉCNICOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Marca</td> <td>OMG NIBBIANO PIACENZA</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>5.5 HP</td> </tr> <tr> <td>Voltaje</td> <td>220 -380 V</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia</td> <td>50 Hz</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>2925 r/min</td> </tr> </tbody> </table>	DATOS TÉCNICOS		Marca	OMG NIBBIANO PIACENZA	Potencia	5.5 HP	Voltaje	220 -380 V	Frecuencia	50 Hz	RPM	2925 r/min
DATOS TÉCNICOS													
Marca	OMG NIBBIANO PIACENZA												
Potencia	5.5 HP												
Voltaje	220 -380 V												
Frecuencia	50 Hz												
RPM	2925 r/min												
DIAGRAMA DEL EQUIPO 													
<p align="center">OBSERVACIONES</p>													
<ul style="list-style-type: none"> • Este compresor de aire es el que alimenta todo el sistema neumático de las dos extrusoras que hay en la empresa. • El mantenimiento más frecuente al compresor es la lubricación del motor eléctrico, debido a las fugas de lubricante que tiene. 													
<p align="center">Situación actual de Compresor de aire 1</p>													
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de limpieza en todo el tanque de aire del compresor. • Faja desgastada y sobretensionada, poleas desalineadas. • Válvula de salida del aire obstruido por falta de limpieza. • No se tiene conocimiento de presión de trabajo. • Abrazaderas de mangueras en mal estado. • Manómetro sin visibilidad clara por falta de limpieza. • No hay control de cambio de aceite lubricante y purgado del condensado en el compresor. • Base de motor eléctrico con excesiva vibración al momento de operación. • Motor eléctrico sin mantenimiento y limpieza. • Fugas de aceite lubricador. 													

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

Tabla XIV. Especificaciones técnicas de compresor de aire 2

 TRANSPRODUCTOS S.A.		COMPRESOR DE AIRE 2											
NOMBRE DEL EQUIPO: Compresor de aire 2		CÓDIGO DEL EQUIPO: TP09											
MARCA: Ribao		UBICACIÓN DEL EQUIPO: Área de Impresión (03)											
MODELO: V-0.17/7	SERIE: -----	AÑO DE INSTALACIÓN 1991											
FABRICANTE: -----		EXISTEN MANUALES DE											
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE: -----		<table border="1"> <tr> <td>PARTES</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>OPERACIÓN</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO</td> <td>---</td> </tr> </table>		PARTES	---	OPERACIÓN	---	MANTENIMIENTO	---				
PARTES	---												
OPERACIÓN	---												
MANTENIMIENTO	---												
DIAGRAMA DEL EQUIPO		DATOS TÉCNICOS											
		<table border="1"> <tr> <td>Potencia</td> <td>2 HP</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td>0.7 Mpa</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>1220 r/min</td> </tr> <tr> <td>Capacidad</td> <td>0.17 m³/min</td> </tr> <tr> <td>Peso</td> <td>73 kg</td> </tr> </table>		Potencia	2 HP	Presión	0.7 Mpa	RPM	1220 r/min	Capacidad	0.17 m³/min	Peso	73 kg
Potencia	2 HP												
Presión	0.7 Mpa												
RPM	1220 r/min												
Capacidad	0.17 m³/min												
Peso	73 kg												
MOTOR PRINCIPAL Voltaje 380 V Corriente 3.4 A Frecuencia 50 Hz		Potencia: 1.5 W Rpm: 2840 r/min Peso: 18.4 kg Ruido: 75 dB(A)											
Situación actual de Compresor de aire 2													
<ul style="list-style-type: none"> • Este compresor de aire es el que alimenta al sistema neumático de la impresora flexográfica de 6 colores. • Fugas de aceite lubricador. • Filtro de admisión de aire inservible, necesita cambio urgente. • No hay control sobre cambio o nivel de aceite lubricador en el compresor. • Interruptor accionado por presión, necesita revisión para verificar funcionamiento correcto. • Montaje defectuoso, genera vibración y ruido excesivo al momento de operación. 													

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Septiembre-08)

2.3.2 Funcionamiento

Para una mejor comprensión del funcionamiento de toda la maquinaria que conforman el sistema productivo de la empresa, a continuación se presenta en forma general, la manera de operar de cada una de ellas.

- **Molino de corte:**

En el molino, la trituración de la película plástica se realiza por corte y cizallamiento. El material de alimentación es introducida por la tolva de alimentación por el operario. Ésta cae directamente a la cámara de molienda. En este momento entra en el campo de acción del rotor con sus 5 cuchillas de corte, tres en el eje rotor y dos en el estator y es triturado.

La película es triturada pero el material permanece poco tiempo en la cámara de molienda; apenas alcanza un tamaño menor al de la abertura de malla del tamiz, pasa a través del mismo al recipiente colector. La velocidad con que gira las cuchillas del rotor garantiza una trituración cuidadosa, rápida y casi sin polvo del material.

- **Peletizadora:**

Se enciende las resistencias de los cañones y del portafiltro de la peletizadora en el panel de control, cuando éstas alcanzan la temperatura requerida aproximadamente después de 2 horas, se enciende los gusanos o tornillos sin fin de los cañones y de la picadora.

Se introduce la película plástica ya molida a la tolva de alimentación, en la cual gira un tornillo que empuja la película hacia el cañón principal en donde el plástico empieza a ser derretido, de ésta, se pasa al cañón secundario y posteriormente se introduce al portafiltro.

En esta unidad existe una matriz, que genera que el flujo másico se vuelva en hilos de plástico. Estos se introducen a la pileta a fin de solidificarlo, se recorre aproximadamente 3 m y finalmente se introduce a la picadora, que es donde se corta los hilos a la medida necesaria para convertirlo en pellets.

- **Extrusoras:**

El polietileno de baja densidad es introducida en la tolva, está va directamente al cañón el cual en su interior posee un tornillo sinfín, el cual está fabricado de acero inoxidable, la función del tornillo es hacer que fluya la materia prima hacia el molde durante el proceso.

El tornillo sin fin obtiene su movimiento por medio de un caja reductora la cual recibe la potencia de un motor de corriente alterna por medio de un juego de fajas que van conectadas a poleas que tienen tanto la caja reductora como el motor de corriente alterna, además se usa un variador de velocidad, el cual nos sirve para graduar la velocidad del tornillo sin fin dentro del cañón.

Las resistencias eléctricas sirven para calentar el cañón, éstas reciben voltaje de un contactor individual instalado en un panel de control, el cual cuenta con un circuito eléctrico para cada resistencia, las termocoplas se utilizan para enviar señales a los pirómetros que van conectados al cañón e integrados al mismo circuito eléctrico.

Los pirómetros se gradúan a la temperatura que se funde la materia prima, cuando el cañón ha alcanzado la temperatura que le graduamos en el pirómetro (la cual es de 180°C) la termocopla manda la señal al pirómetro el cual abre el circuito y al ocurrir esto el contactor se desactiva y automáticamente se detiene el flujo eléctrico hacia las resistencias, las cuales dejan de transferir calor al cañón. Cuando por motivos ajenos a la máquina (temperatura ambiente un poco baja), el cañón empieza a disminuir su temperatura la termocopla envía una señal al pirómetro y éste a su vez cierra el circuito eléctrico y el contactor se activa y se inicia nuevamente el ciclo de calentamiento del cañón.

El molde es el que recibe la materia prima en estado líquido del cañón pequeño, aquí en el molde, se hace pasar por una boquilla y se inyecta aire comprimido para darle el ancho deseado a la bolsa plástica. Luego se hace pasar por unos rodillos los cuales van conectados a una caja reductora y ésta a su vez, por medio de un eje a un motor de corriente alterna, dicho motor cuenta con un variador de velocidad.

Después de haber pasado por los rodillos, se hace pasar la tela de bolsa plástica por unos tensores para que no pierda su rigidez, finalmente la tela se embobina en unos conos de cartón, los cuales llevan dentro una barra para obtener su movimiento giratorio. Cuando la bobina llega a un tamaño específico, se corta la tela y se coloca otro cono para iniciar otra bobina.

- **Cortadora-selladora**

Se enciende la cortadora-selladora y empieza a trabajar la caja reductora de velocidades, la cual tiene como función transmitir la velocidad adecuada a la cual debe ser cortada y sellada la bolsa.

Si la caja reductora de velocidades no cumple esta función tendremos problemas de sellado, debido a que el sellador permanecerá poco tiempo sobre la bolsa plástica causando un sellado débil y sin resistencia. El contactor acciona el motor de la bandera y este hace girar los rodillos traseros, los cuales tiene como función empujar la tela hacia la parte frontal y además mantener tensada la tela de bolsa plástica para evitar que se enrede en los rodillos siguientes.

El largo de la bolsa, se proporciona por medio de una manivela, sobre este tornillo se hace girar el carrito redondo en forma vertical, moviéndolo hacia arriba para disminuir el largo o hacia abajo para aumentar el largo de la bolsa.

En el eje primario se encuentran las levas de corte y sello colocadas en diferentes ángulos de modo que al girar los rodillos jalan la tela, y la leva de corte hace que la cuchilla se accione y corte la tela de bolsa plástica con el largo que fue ajustado, luego la leva de sello hace que baje el cabezal sellador y realice un sellado fuerte y resistente en la bolsa. El contador lleva el conteo de cuantas bolsas plásticas han sido producidas y el operario cada vez que el contador llegue a 100 deberá retirar el paquete de bolsas plásticas ya cortadas y selladas.

- **Impresoras flexográficas**

Antes de encender las impresoras se debe de montar el fotopolímero en el cilindro portaplancha, el propósito es que los colores coincidan adecuadamente uno sobre otro y no haya problema de registro. Se debe de colocar el cushun (papel crema pegajosa) en el portaplancha, la guía a seguir es la línea central, teniéndose cuidado para evitar formación de burbujas. El grabado o sello debe de leerse de izquierda a derecha y se coloca sobre el cushun.

Se hacen las mezclas respectivas de tintas a utilizar y se coloca en las bandejas con el color respectivo. Una vez preparada se enciende la máquina y se regulan las tensiones y velocidades a trabajar desde el panel de control y se empieza a transferir las tintas hacia el fotopolímero.

Una vez en marcha, en la unidad de impresión se proporciona tinta al cilindro anilox. Una rasqueta extremadamente precisa, elimina el sobrante de tinta del cilindro e impide que la tinta escape de la cámara. Al girar, el cilindro anilox entra a su vez en contacto directo con la plancha, situada en el cilindro portaplancha y le proporciona tinta en las zonas de relieve. Las zonas más bajas quedan secas.

El uso del cilindro anilox es esencial para distribuir la tinta de forma uniforme y continuada sobre la plancha, ya entintada, esta sigue girando y entra en suave contacto directo con el sustrato. El cilindro de impresión sirve para mantener el sustrato en posición. El sustrato recibe la imagen de tinta de la plancha y sale ya impreso, el cual es embobinado en el plástico coextruido, verificando cada cierto tiempo que la tensión y la velocidad sean las adecuadas.

- **Compresores de aire**

Un compresor básico consta de una etapa de compresión, la cual está a su vez conformada por uno o más elementos básicos; sin embargo muchas aplicaciones involucran condiciones que están fuera de la capacidad práctica de una sola etapa, debido a que se presenta una relación de compresión (relación entre las presiones absolutas de descarga y de admisión) muy alta, la cual puede causar una temperatura de descarga excesiva u otro problema de diseño. En estos casos se hace necesario utilizar dos o más etapas de compresión.

El principio de trabajo se inicia con el arranque del motor eléctrico, la manivela gira y el pistón del cilindro de la primera etapa succiona aire atmosférico a través del filtro correspondiente y de la válvula de admisión.

En la siguiente rotación de la manivela, el pistón invierte su movimiento y comprime el aire. El aire comprimido hace que se abra la válvula de salida y se escapa a través del interenfriador hacia el cilindro de la segunda etapa, forzando la apertura de la válvula de admisión de este último, en este cilindro el aire se comprime todavía más, hasta el nivel deseado, y se alimenta al tanque de compresión por el condensador a compresión, a través de su válvula de salida.

El compresor necesita una lubricación razonable, para lograr una mayor duración sin problemas, para una operación continua con carga pesada, el cilindro de la primera etapa se conoce como cilindro de baja presión (BP), en donde se comprime inicialmente el aire tomado de la atmósfera.

El otro cilindro es el de la segunda etapa, el cual es de diámetro menor y también se conoce como cilindro de alta presión (AP), en éste el aire comprimido que viene del primer cilindro o de BP se comprime todavía más hasta la presión elevada, cuando el aire se comprime, se genera calor considerable, este calor se debe disipar al menos en las unidades en donde la presión sea mayor que 2 bar.

2.3.3 Capacidades

Las capacidades de producción de cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa se presentan en la tabla XV:

Tabla XV. Capacidades de producción de las máquinas

MÁQUINA	CAPACIDAD (LB/HR)
Molino de corte	50
Peletizadora	64
Extrusora grande	30
Extrusora pequeña	37
Cortadora-selladora	1100 bol/hr
Impresora flexográfica 6 colores	51
Impresora flexográfica 4 colores	44
Compresor de aire 1	0.50 m ³ /min
Compresor de aire 2	0.17 m ³ /min

Fuente: Transproductos, S.A. (30-Octubre-08)

2.4 Instalaciones de la empresa

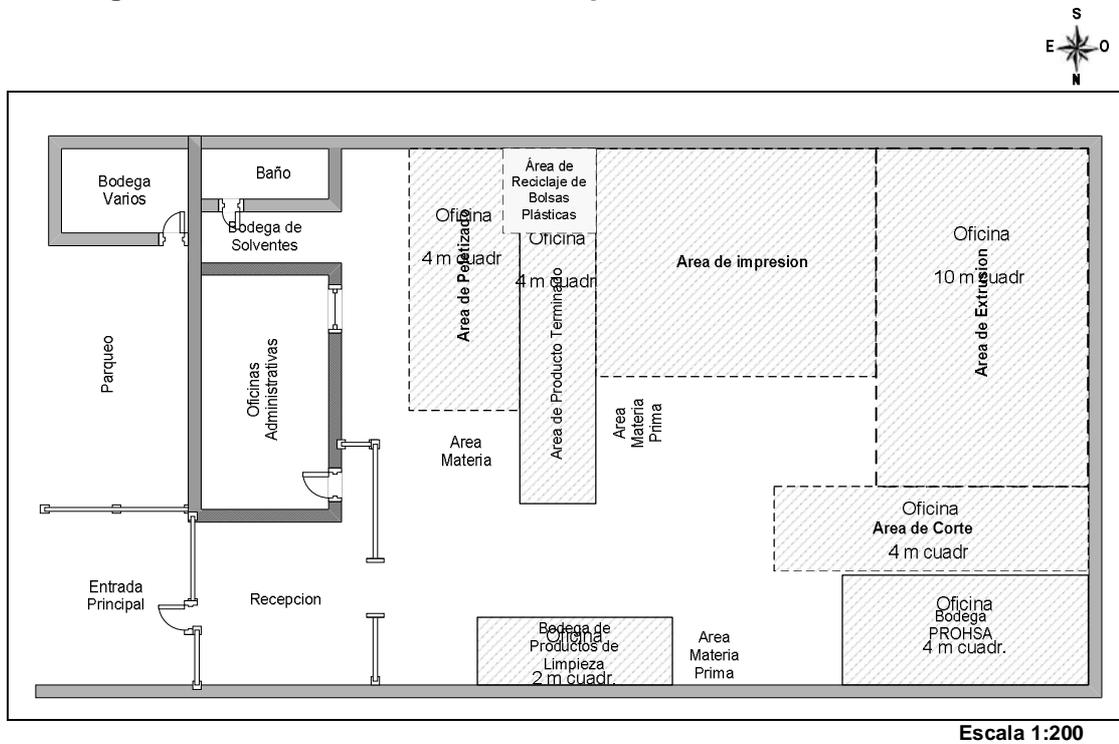
La empresa Transproductos, S.A., se encuentra actualmente funcionando en un local rentado, es decir que no posee instalaciones propias, por lo cual el respectivo dueño es el encargado de brindarle el mantenimiento necesario a todos los ambientes de la empresa. Actualmente ocupa un área de 471 metros cuadrados.

2.4.1 Distribución de la planta

La distribución de la planta se realizó conforme la empresa crecía. Fue así como fueron adecuando y ordenando las instalaciones de acuerdo con la conformación de sistema productivo, las actividades propias de la empresa y al equipo que iban adquiriendo.

En la figura 5 se muestra la manera en que se encuentran distribuidas actualmente las distintas áreas de trabajo.

Figura 5. Distribución actual de la planta



Fuente: Transproductos, S.A. (12-Septiembre-08)

2.4.2 Distribución de los equipos y maquinaria industrial

Las máquinas o equipo industrial utilizadas en la empresa en el proceso productivo, se encuentran distribuidas de acuerdo a sus funciones de la siguiente manera: 2 en el área de peletizado, 4 en el área de extrusión y corte, y 3 en el área de impresión.

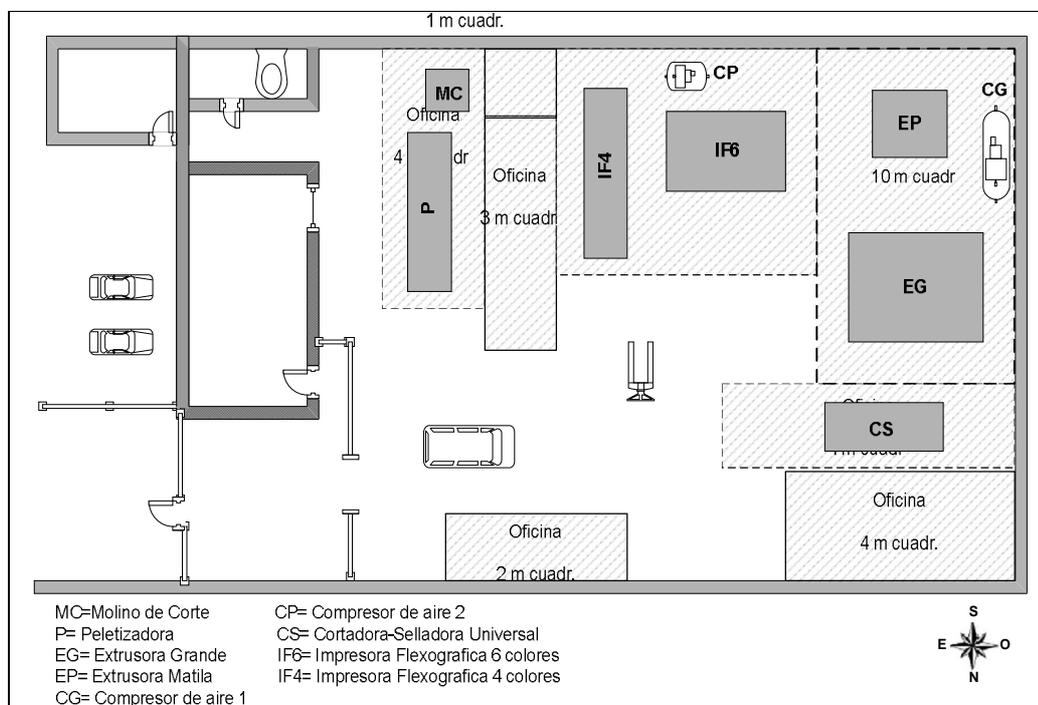
Tabla XVI. Distribución de la maquinaria

DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA	
Máquina	Área de Trabajo
Molino de corte	Peletizado
Peletizadora	Peletizado
Extrusora Grande	Extrusión y corte
Extrusora pequeña	Extrusión y corte
Compresor de aire 1	Extrusión y corte
Cortadora/selladora	Extrusión y corte
Impresora Flexográfica 6 colores	Impresión
Impresora Flexográfica 4 colores	Impresión
Compresor de aire 2	Impresión

Fuente: Transproductos, S.A. (05-Septiembre-08)

En la figura 6 se muestra la ubicación en la planta de cada una de las máquinas de la empresa.

Figura 6. Distribución actual de la maquinaria



Escala 1:200

Fuente: Transproductos, S.A. (05-Septiembre-08)

2.5 Tipo y procedimiento de mantenimiento aplicado actualmente a la maquinaria

El tipo de mantenimiento que actualmente es aplicado a la maquinaria de la empresa es el mantenimiento correctivo, éste consiste en ir reparando las averías o fallas a medida que se van presentando. Esto genera paros continuos y prolongados en la maquinaria y esto a su vez genera mucho tiempo de ocio en los operadores de la máquina que sufre el desperfecto. Por lo general, las órdenes de producción se atrasan, lo cual genera una pérdida tanto económica como de imagen para la propia empresa.

Los propios operarios tratan de reparar el daño pero debido a su poco conocimiento en el área, en ocasiones complican más la situación. La falta de repuestos y herramientas adecuadas durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento, hace que los trabajos efectuados por el personal operativo de la planta no sean muy confiables y por ende esto se refleja en el desempeño de los equipos.

Las únicas actividades de mantenimiento preventivo que se realiza en la planta se enfocan únicamente a la lubricación y limpieza de las máquinas, pero estas se realizan sin una frecuencia previamente establecida.

2.6 Necesidades y requerimiento de mantenimiento

El principal problema de mantenimiento que presenta en la actualidad la empresa Transproductos, S.A., es el atraso excesivo en las órdenes de producción debido a paros imprevistos en la maquinaria ocasionados por desperfectos o averías y los elevados costos que generan las reparaciones respectivas.

La ausencia de un programa sistemático de actividades y tareas de mantenimiento preventivo en toda la maquinaria o equipo industrial que conforman el sistema productivo agravan más la situación.

Es necesario la creación un sistema de conservación planeado del equipo o maquinaria a través de un plan de mantenimiento preventivo específico para cada máquina de la empresa, a fin de mantener a todas las máquinas en condiciones de funcionalidad y de operación útiles, por medio de inspecciones sistemáticas, detección y prevención de la falla inminente.

Llevar un control de todas las actividades realizadas en las máquinas a través de un historial de mantenimiento para cada maquinaria en cuestión y contar con el personal técnico capacitado para la ejecución de cada una de las tareas de mantenimiento que se requiere.

2.7 Diagnóstico general del mantenimiento

El mantenimiento preventivo tiene su fundamento en actividades que deben realizarse con la finalidad de conservar en óptimas condiciones la maquinaria y los equipos para operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico y especialmente para mantener el servicio que prestan.

La causa principal por el cual la maquinaria de la empresa falla, es por la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo, el cual se refleja muy claramente en el desempeño actual de la maquinaria. Los problemas que se tienen por este motivo son:

- Paros continuos y prologados en la maquinaria de la planta.

- Demasiado tiempo de ocio por parte del personal operativo.
- Atrasos en las órdenes de producción.
- Pago de horas extras a personal de producción.
- Contratación excesiva de personal externo de mantenimiento.
- Aumento de los costos de mantenimiento y producción.

Las principales causas por lo cual la maquinaria de la empresa fallan se presentan a continuación:

- No se cuenta con un programa adecuado de mantenimiento específico para la maquinaria.
- Tampoco se lleva a cabo una inspección periódica de todas las instalaciones, máquinas y equipos, y de esta manera.
- Carencia de intervalos de control preestablecidos para detectar oportunamente cualquier anomalía, generando y manteniendo los registros adecuados.
- Ausencia de órdenes de trabajo definidas para cada una de las máquinas industriales.
- Los operarios que tiene la empresa no cuentan con la capacitación, ni la supervisión adecuada y necesaria para poder efectuar las tareas de mantenimiento que se requiere.
- Se cuenta con un personal reducido para poder cubrir todas las necesidades de mantenimiento en la maquinaria y equipos.
- Los operarios no le dan la importancia necesaria a la conservación y mantenimiento de las máquinas, debido a la indiferencia que presentan hacia los bienes de la empresa, ocasionado por una mala motivación personal y laboral.

- La mayoría de las máquinas que posee la empresa son de modelos antiguos y otros fueron fabricados por los propios operarios, por lo cual carecen de manuales de operación y mantenimiento.
- Falta de un control de repuestos necesarios y el tiempo prolongado en la adquisición y compra de éstos, atrasan considerablemente los trabajos de mantenimiento en la maquinaria de la empresa.

2.8 Diagnóstico ISHIKAWA del mantenimiento

Es de vital importancia el identificar las causas de las fallas en la maquinaria de la empresa, para luego encarar su análisis y en base a esto solucionar los problemas. No siempre es fácil realizar esta tarea debido a la variedad y complejidad de causas por las cuales una maquinaria o equipo puede fallar.

Para el análisis del mantenimiento actual de la maquinaria industrial de la planta, se definió como problema principal, las fallas o desperfectos en la maquinaria y los elementos principales o causas que originan este problema son:

2.8.1 Máquinas

- Las máquinas que posee la empresa son de modelos antiguos o son hechas por lo cual carecen de manuales de mantenimiento o de operación. Los únicos manuales que se tienen están en idioma inglés y otro en idioma japonés.
- Los repuestos utilizados en las reparaciones son de mala calidad debido al poco presupuesto que se le asigna al mantenimiento de las máquinas.

- Algunos de los repuestos son demasiados caros y tardan mucho para conseguirlos, ya que por el tipo de maquinaria que se posee (impresoras flexográficas y extrusoras), estos repuestos de piezas fundamentales son compradas en el extranjero, cuyo pedido debe realizarse con mucho tiempo de anticipación.
- La maquinaria es sometida a grandes períodos de utilización y debido a la ausencia de un programa de mantenimiento y a las herramientas adecuadas, estas presentan desperfectos mecánicos o de otro tipo, en lapsos de tiempo muy frecuentes.

2.8.2 Mano de obra

- El personal que labora en la empresa no tiene la experiencia adecuada en el manejo de maquinaria industrial, debido a que el aprendizaje del uso de la maquinaria es empíricamente.
- La ausencia de un programa de inducción a los nuevos operarios y a la alta rotación de personal en la empresa agravan más la situación.
- La capacitación requerida para ejecutar tareas de mantenimiento es muy deficiente en todo el personal operativo.
- No existe supervisión y esto genera desobediencia por parte de los operarios en la ejecución de las tareas de mantenimiento, como también actividades innecesarias.
- La falta de motivación personal, el cual se refleja en las actitudes y el comportamiento por parte del personal operativo de la planta de la empresa, genera una indiferencia total hacia las actividades propias de mantenimiento y a la conservación de las máquinas.

2.8.3 Métodos

- Actualmente se aplica el mantenimiento correctivo en todas las máquinas para reparar los desperfectos o averías que éstas presentan.
- Los procesos productivos que se manejan en la empresa requiere capacitación constante debido a su complejidad.
- Falta de estrategia de las 5´s, la cual está orientada a la creación de condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria, aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos como los demás recursos de la compañía.
- Procedimientos de tareas de mantenimientos muy complicados y a veces innecesarios y la falta de herramientas adecuadas para poder ejecutarlas.

2.8.4 Materiales

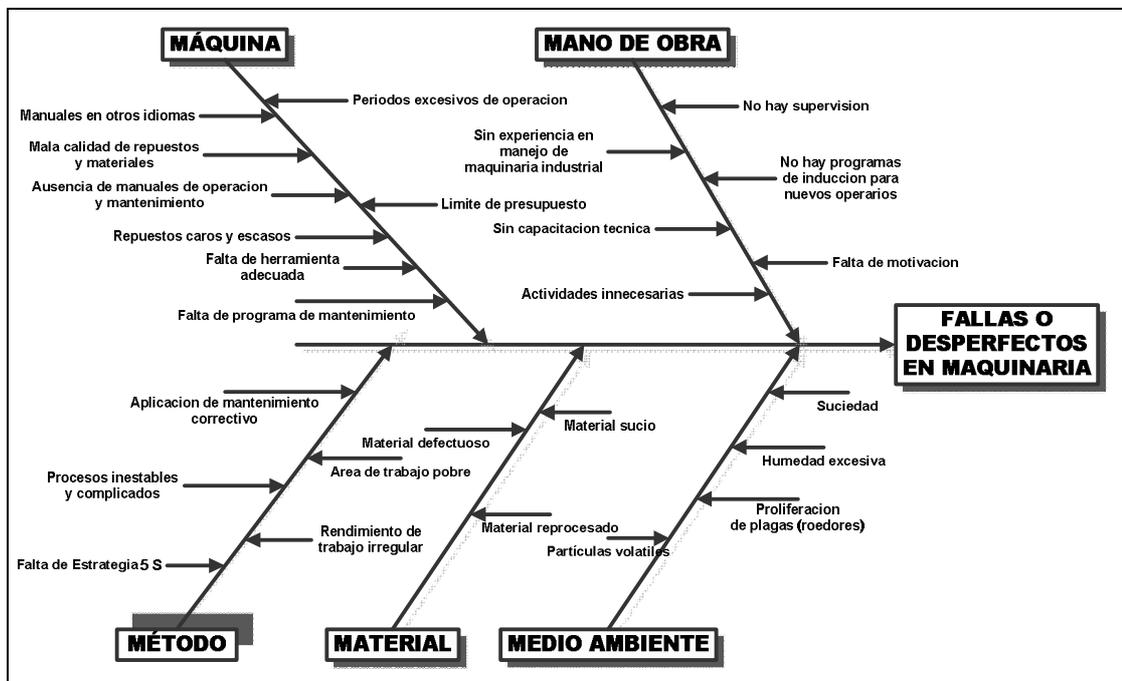
- El material utilizado en la maquinaria, es en gran porcentaje reprocesado, esto significa que es de mala calidad o defectuoso, lo que genera que las máquinas sean sometidas a trabajos excesivos con tal de mejorar la calidad del producto terminado.
- El material utilizado en ocasiones está sucio y con residuos de basura, lo que genera fallas en las máquinas por obstrucciones y desgaste por fricción o roce directo.

2.8.5 Medio ambiente

- En los procesos productivos de la empresa se presentan fugas de material o desechos sólidos, como también la materia prima genera partículas volátiles que difieren en el funcionamiento correcto de las máquinas.
- La proliferación de plagas como roedores e insectos, provocan problemas en ciertos componentes o elementos de la maquinaria.
- La humedad excesiva y la falta de limpieza en los equipos genera fallas por acumulación de éstos.

En la figura 7 se muestra el diagrama causa y efecto de las fallas de la maquinaria en la empresa:

Figura 7. Diagrama causa-efecto de fallas en la maquinaria



Fuente: Análisis Ishikawa de mantenimiento de Transproductos, S.A. (03-Noviembre-08)

2.9 Diagnóstico de fallas en todos los procesos

Debido a que algunas fallas se repiten constantemente en las máquinas que conforman los procesos productivos de la empresa, a continuación se presenta las más frecuentes y las causas probables de ocurrencia:

Tabla XVII. Fallas más comunes en proceso de peletizado

PROCESO DE PELETIZADO		
Máquina	Falla o Problema	Causa
Molino de corte	Calentamiento de cojinetes de eje rotor	Falta de lubricación en cojinetes axiales de eje rotor. Tiempos prolongados y excesivos de utilización.
Molino de corte	Cuchillas de estator y rotor desafiladas.	Período excesivo de utilización de la máquina y molienda de película plástico con residuos sólidos.
Molino de corte	Material obstruido en cámara de molienda.	Película plástica de calibre muy grueso trabajado. Velocidad de operación muy alta.
Peletizadora	Fuga excesiva de material en flansh o portafiltro.	Filtro en mal estado. Temperatura de operación inadecuada.
Peletizadora	Película plástica no es derretida adecuadamente.	Sistema de calentamiento (resistencias, termocoplas, etc.) en mal estado.
Peletizadora	Tamaño de pellets no es el adecuado o el requerido.	Temperatura de agua de enfriamiento deficiente. Filo de cuchillas de picadora desgastadas. Velocidad inadecuada de rodillos trituradores.

Fuente: Análisis de fallas más frecuentes en procesos productivos (15-Noviembre-08)

Tabla XVIII. Fallas más comunes en proceso de extrusión y corte

PROCESO DE EXTRUSIÓN Y CORTE		
Máquina	Falla o Problema	Causa
Extrusora	Roturas de la burbuja	El filtro puede estar muy ajustado o sucio.
Extrusora	Variación excesiva en el espesor de la película.	Temperatura de operación muy alta. Rodillos necesitan rectificad. Dado sucio.
Extrusora	Variación excesiva en el espesor de la película	Sistema de calentamiento (resistencias, termocoplas, etc.) en mal estado. Corrientes de aire en el ambiente. Dado en mal estado.

Tabla XVIII. Fallas más comunes en proceso de extrusión y corte (continuación)

Extrusora	Película con manchas, rayas y burbujas (ojo de pescado)	Resina contaminada.
		Ambiente con polvo.
		Resina muy húmeda.
		Mezclado deficiente.
Extrusora	Película pegada	Enfriamiento deficiente.
		Exceso de presión en los rodillos nip rolls.
Compresor de aire	Sobrecalentamiento del compresor	Filtro de succión obstruido.
		Filtro sucio.
		Aceite lubricador insuficiente.
Compresor de aire	Vibración del compresor	Cimentación deficiente.
		Rotor de motor desbalanceado.
		Desalineación de las bandas o montaje desnivelado.
Cortadora-Selladora	Corte defectuoso en bolsas plásticas	Cuchilla de corte sin filo uniforme.
		Velocidad de operación inadecuada.
		Falta de lubricación en quijada caliente.
Cortadora-Selladora	Bolsa plástica mal sellada o quemada en el sello	Temperatura de sellador mal controlada.
		Velocidad de operación inadecuada.
		Termocopla de resistencia de sellador en mal estado.

Fuente: Análisis de fallas más frecuentes en procesos productivos (15-Noviembre-08)

Tabla XIX. Fallas más comunes en proceso de impresión flexográfica

PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA		
Maquina	Falla o Problema	Causa
Impresora	Impresión en sustrato desfasada	Velocidad de operación inadecuada.
		Tensión de sustrato deficiente.
Impresora	Impresión de mala calidad	Tintas reutilizadas en la impresión.
		Solventes en mala proporción y de mala calidad.
Impresora	Impresión defectuosa	Rodillo anilux sucio o con rayones.
		Engranajes de rodillos de mesa sin lubricación.
Impresora	Mal secado en impresión final	Blowers o sopladores en mal estado.
		Temperatura de resistencias en secador en unidad de impresión deficiente.
		Velocidad excesiva de operación.
Compresor de aire	Rendimiento inadecuado	Suciedad en el filtro de succión
		Control deficiente de capacidad real.
Compresor de aire	Sobrecalentamiento del compresor	Lubricación inadecuada
		Fajas en mal estado o desgastadas.

Fuente: Análisis de fallas más frecuentes en procesos productivos (15-Noviembre-08)

2.10 Personal técnico

La empresa Transproductos, S.A., no cuenta actualmente con el personal técnico calificado, para la planificación y ejecución de todos los trabajos de mantenimiento que se requiera aplicar a toda la maquinaria o equipo industrial existente en la planta de producción.

Actualmente los operarios dentro de la empresa efectúan una múltiple función, debido a que tienen que operar la máquina y a la vez realizar los mantenimientos menores que esta necesite. Éstas personas no tienen la competencia adecuada y necesaria, para realizarlos de una manera eficiente, además ninguno de los trabajadores cuenta con un título a nivel técnico en el área específica, los trabajos realizados, lo hacen a fin de que la máquina siga operando un poco más de tiempo, pero sin realmente solucionar el problema.

Cuando la máquina tiene un defecto mayor o deja de funcionar definitivamente, es cuando se requiere los servicios de personal técnico contratado, el cual varias veces resulta muy caro o simplemente no efectúa bien el trabajo, a fin de que la empresa los vuelva a contratar en una próxima ocasión.

2.11 Costos por paro en cada máquina

Debido a que los paros en cada uno de los equipos representan un costo para la empresa, a continuación se muestra el costo por hora, que se incurre al momento de que una maquinaria deja de funcionar por motivo a desperfectos, falla o aplicación del mantenimiento correctivo. Los cálculos se obtienen de la siguiente forma:

Sueldo del operario: a cada operador se le paga un sueldo mensual, no importando si la máquina esté operando o no.

Sueldo promedio de operario/mes = Q 1870.00

Sueldo operario/día = Q 62.33

Sueldo operario/hora = Q 7.81

Electricidad: este costo va en función a la cantidad de motores eléctricos que la máquina posea y la potencia que éstas manejen. En el molino de corte se tiene lo siguiente:

Número de motores: 1, Potencia =7.5 kw , equivalente a 10 HP

Costo Kw/hr= Q 4.42 (Fecha: Agosto de 2008)

Costo de electricidad = Potencia de motor (HP) x Factor de conversión (0.75) x Costo Kw/hr

Costo de electricidad = 10 x 0.75 x Q 4.42

Costo de electricidad = Q 33.15/ hora

Alquiler del local: Se tiene que efectuar mensualmente el pago de la renta de las instalaciones de la empresa por lo que se tiene lo siguiente:

Alquiler mensual de la empresa = Q 4226.00

Alquiler por hora de la empresa = Q 5.87

Lucro no percibido: Es toda la producción que no se efectúa por paro en la maquinaria, es decir el dinero que la empresa deja de percibir. Va en función de la capacidad de producción x hora de cada máquina y el precio de venta del producto. En la peletizadora tenemos

Capacidad de producción/hora = 64 libras

Precio x libra = Q 1.52

Película no peletizada= 64 libras/hora x Q 1.52 = Q 97.63

Estos cálculos son aplicables para cada una de la maquinaria que conforma el sistema productivo de la empresa, por lo que a continuación se tiene los costos por paro, en cada uno de las máquinas:

Molino de corte:

Sueldo de operario	Q 7.81
Electricidad	Q 33.15
Alquiler del local	<u>Q 5.87</u>
Total	Q 46.83/hora

Peletizadora:

Sueldo de operario	Q 10.42
Electricidad	Q 111.05
Alquiler del local	Q 5.87
Película no peletizado	<u>Q 97.63</u>
Total	Q 224.96/hora

Extrusora grande:

Sueldo de operario	Q 7.81
Electricidad	Q 129.70
Alquiler del local	Q 5.87
Bobinas plásticas no extruídas	<u>Q 324.27</u>
Total	Q 467.65/hora

Extrusora pequeña:

Sueldo de operario	Q 7.81
Electricidad	Q 51.38
Alquiler del local	Q 5.87
Agua	Q 0.06
Bobinas plásticas no extruidas	<u>Q 126.94</u>
Total	Q 192.07/hora

Cortadora-Selladora:

Sueldo de operario	Q 7.81
Electricidad	Q 6.63
Alquiler del local	Q 5.87
Bolsas plásticas no producidas	<u>Q 290.00</u>
Total	Q 310.31/hora

Impresora flexográfica de 6 colores:

Sueldo de operario	Q 10.42
Electricidad	Q 38.12
Alquiler del local	Q 5.87
Bobinas coextruidas no impresas	<u>Q 71.25</u>
Total	Q 125.66 /hora

Impresora flexográfica de 4 colores:

Sueldo de operario	Q 10.42
Electricidad	Q 31.49
Alquiler del local	Q 5.87
Bobinas coextruidas no impresas	<u>Q 17.82</u>
Total	Q 65.59/hora

Compresor de aire 1: Debido a que el compresor de aire 1 es elemento fundamental del sistema neumático de las dos extrusoras de la empresa, por cada hora, que este compresor pierde o deja de operar por paro, es la suma de los costos de las dos extrusoras.

Compresor de aire 2: Debido a que el compresor de aire 2 es elemento fundamental del sistema neumático de la impresora de 6 colores, por cada hora, que este compresor pierde o deja de operar por paro, es el mismo costo de la impresora de 6 colores.

2.12 Condiciones ambientales en la empresa

Las condiciones ambientales en cualquier industria son de gran importancia debido a que estas crean condiciones laborales que permiten a los obreros u operarios ejecutar todas las tareas sin fatiga innecesaria.

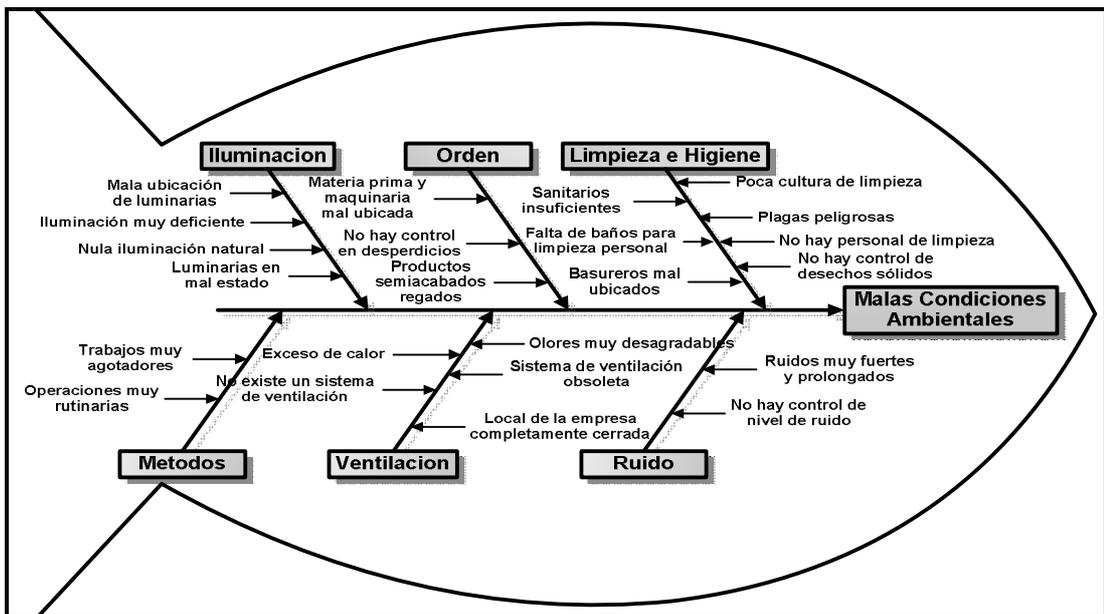
Si los operarios se encuentran en un ambiente grato, en condiciones higiénicas, sin experimentar frío ni calor, con una iluminación y ventilación adecuada y con el menor ruido posible, disminuye considerablemente su fatiga y de esta manera poder concentrarse en su trabajo y realizarlo de la mejor manera.

2.12.1 Diagnóstico del ambiente de trabajo actual mediante el método de causa y efecto

Las condiciones ambientales actuales de la empresa son muy deficientes, debido a las malas condiciones de trabajo en las que se desarrolla todo el personal operativo y administrativo.

En la figura 8 se muestra un análisis a través del método de causa y efecto, de los factores ambientales que influyen en la salud y el rendimiento laboral del personal de la empresa.

Figura 8. Diagrama causa-efecto de condiciones ambientales



Fuente: Análisis de condiciones ambientales de Transproductos, S.A. (15-Octubre-08)

2.12.2 Descripción de los solventes utilizados

Debido a que la utilización de los solventes para diluir o reducir la viscosidad de las tintas del proceso de impresión flexográfica, es el principal generador de vapores y olores contaminantes, que influyen en gran manera en las condiciones ambientales actuales de la empresa Transproductos, S.A., a continuación se hace una breve descripción de ellos.

2.12.2.1 Tipos de solventes utilizados actualmente

Los solventes son sustancias capaces de destruir la agregación de las moléculas de un cuerpo soluble. En la empresa actualmente se utilizan cuatro tipos de solventes para diluir las tintas del proceso de impresión flexográfica, los cuales son:

1. Acetato de isopropilo
2. Acetato de etilo
3. Alcohol isopropílico
4. Aguarrás

Figura 9. Solvente utilizado actualmente en la empresa



Fuente: Transproductos, S.A. (30-Enero-09)

2.12.2.2 Efectos sobre los operarios

Los trabajadores expuestos al contacto directo e indirecto con los solventes, como consecuencia de esa exposición, pueden desarrollar un daño irreversible en su organismo. Ese daño será proporcional a una serie de factores como son:

- Los propios de la naturaleza humana.
- La concentración en el ambiente.
- La velocidad de absorción por el organismo.
- Tiempo de exposición e inhalación.
- Los característicos de los disolventes (su toxicidad).

Los efectos más comunes sobre los operarios en la empresa debido a la exposición a los vapores u olores contaminantes son:

- a) Dolor de garganta y tos
- b) Dolor de cabeza
- c) Náusea o vómitos
- d) Somnolencia
- e) Mareos y alucinaciones
- f) Distorsión de la percepción
- g) Depresión

2.13. Situación actual de la seguridad e higiene industrial

La empresa Transproductos S.A., no cuenta con un programa de seguridad e higiene industrial implementada en sus instalaciones, debido a que durante todo el tiempo que tiene de estar operando, nunca ha ocurrido accidentes de trabajo de gran magnitud, sino que solo pequeños percances.

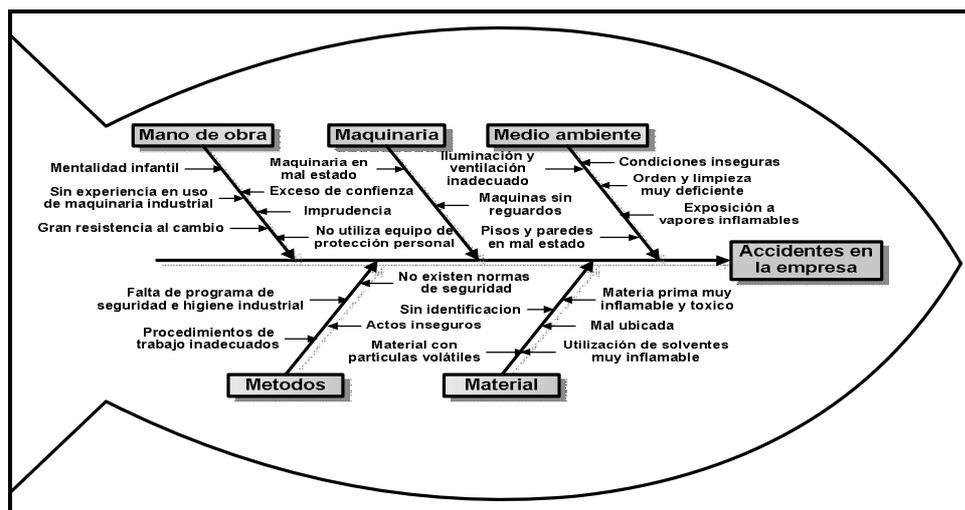
En la empresa actualmente, existen operaciones y ambientes de producción más vulnerables que requieren mayor atención.

Es responsabilidad de la gerencia el minimizar tal vulnerabilidad, pero a pesar de ser responsabilidad directa de la gerencia de la empresa, los demás empleados también son responsables, pues de ocurrir un accidente de trabajo, éste puede tener una incidencia directa en el desempeño o en la salud de los trabajadores.

2.13.1 Análisis de la seguridad e higiene industrial, mediante el método causa y efecto.

Para la realización del análisis referente a seguridad e higiene industrial en la planta se realizaron entrevistas y pláticas directas con los trabajadores de toda la empresa como también inspecciones visuales, para la identificación de condiciones y actos inseguros que existen dentro de las diferentes áreas de trabajo. En la figura 10 se presenta la situación actual de la seguridad e higiene industrial, mediante el método de causa y efecto.

Figura 10. Diagrama causa-efecto de seguridad e higiene industrial



Fuente: Análisis de seguridad e higiene industrial en Transproductos, S.A. (17-Octubre-08)

2.13.2 Normas y políticas establecidas de seguridad industrial

No existen normas y políticas establecidas referentes a la seguridad industrial en la empresa Transproductos, S.A., simplemente el personal sabe sobre ciertas reglas básicas de comportamiento a seguir, a fin de evitar ciertos accidentes o cuidar la salud, pero estas resultan insuficientes o no se le da la importancia necesaria. Debido a ello los trabajadores se encuentran constantemente en riesgo cuando realizan sus actividades cotidianas.

2.13.3 Hábitos de higiene industrial

Los hábitos de higiene son muy deficientes en todas las áreas de trabajo de la empresa, la poca cultura de limpieza que poseen los operarios y la carencia de un programa establecido de limpieza en general, agravan más la situación.

La existencia de fugas de materia prima en los procesos de peletizado y extrusión y el manejo de materias primas con partículas muy volátiles genera que las áreas de trabajo se ensucien con gran facilidad.

2.13.4 Condiciones inseguras

Son aquellas que eliminadas previamente evitan el accidente o disminuyen la probabilidad de que ocurren. Entre las condiciones inseguras que se observaron durante visitas directas a la planta de producción de la empresa podemos mencionar:

- **Protecciones inadecuadas:** los operarios utilizan guantes de lona en lugar de cuero al manipular elementos calientes o cortantes.

- **Herramientas y equipos defectuosos o inadecuados:** los trabajadores emplean destornilladores como cortafríos, utilizan también cutter o trinchetas para pelar conductores eléctricos, también es muy común la utilización de llaves de mano en mal estado, con deformaciones o soldadas.
- **Falta de orden y limpieza:** existencia de restos de aceite en áreas de trabajo, hay material o herramientas sueltos en el piso y elementos innecesarios en algunos sectores o áreas de trabajo de la planta.
- **Equipo de protección inadecuada:** los operarios utilizan equipo de protección obsoleto y en mal estado, o simplemente no lo utilizan por desobediencia o incomodidad.
- **Ventilación obsoleta e insuficiente:** la planta tiene una gran deficiencia en la ventilación del local ya que por el tipo de procesos que se manejan se requiere controlar la temperatura del ambiente de trabajo y extraer los vapores inflamables que se producen, actualmente se tiene cuatro extractores en el techo de los cuales dos ya no funcionan y una campana de captación de vapores pero ésta, es obsoleta.

Figura 11. Condición insegura por falta de orden y limpieza



Fuente: Transproductos, S.A. (15-Diciembre-08)

2.13.5 Actos inseguros

Son aquellos en los que la falla en la conducta de los individuos, al no cumplir con los requisitos de normas de seguridad y/o prácticas seguras comúnmente aceptadas y aumentan innecesariamente la probabilidad de accidente. Entre los actos inseguros que se observaron durante visitas directas a la planta de producción la empresa podemos mencionar:

- Varias actividades, ya sea trabajos u operaciones, son realizados sin autorización previa, por parte de los operarios.
- Formas defectuosas o inseguras de cargar, apilar, mezclar, almacenar, levantar y llevar pesos.
- Operaciones a velocidades inadecuadas de máquinas y herramientas.
- Mal empleo del equipo de protección personal o la no utilización de éstas completamente.

- Los trabajadores adoptan posiciones inseguras y defectuosas, se ubican debajo de cualquier elemento que este suspendido para realizar algún tipo de reparación o modificación.
- Los operarios realizan actividades de ajuste, limpieza o freno de las máquinas en movimiento.
- Emplean constantemente herramientas en mal estado o defectuoso, por ejemplo para pinchar la burbuja de plástico de la extrusora utilizan un destornillador con filo hechizo.
- Existe entre los operarios, falta de atención en el trabajo u ocasionar incomodidad a otros, como no trabajar en forma ordenada, jugar entre compañeros o llamar la atención arrojándoles cosas.

Figura 12. Personal sin equipo de protección personal



Fuente: Transproductos, S.A. (13-Febrero-08)

2.13.5.1 Señalización

La planta de operación de Transproductos, S.A., no cuenta actualmente con ningún tipo de señalización industrial, y debido a los procesos existentes, la señalización en la empresa es de suma importancia, para que los trabajadores observen y reconozcan los diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos y al tipo de seguridad que se requiere en cada una de las áreas de trabajo. Las áreas de materia prima y producto terminado tampoco poseen la señalización que permita su fácil identificación.

Figura 13. Bodega de solventes sin señalización adecuada



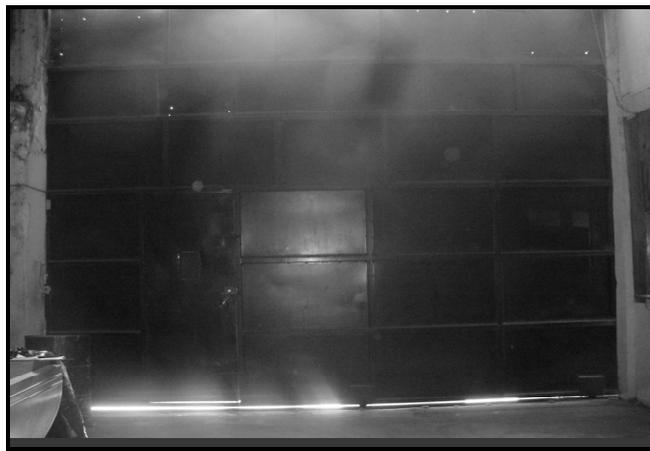
Fuente: Transproductos, S.A. (20-Febrero-08)

2.13.5.2 Salidas de emergencia

Lamentablemente dentro de la planta de producción no existen rutas ni salidas de evacuación definidas al momento de una emergencia, se tiene únicamente una entrada o acceso principal a la empresa, y por razones de seguridad ésta siempre se mantiene cerrada y la llave principal lo maneja el gerente de producción.

El portón principal es utilizada para el ingreso y egreso del personal administrativo y operativo de la planta, como también para realizar las entradas o salidas de la materia prima, producto terminado y materiales de producción.

Figura 14. Única puerta de ingreso y egreso a la empresa



Fuente: Transproductos, S.A. (20-Febrero-08)

2.13.5.3 Áreas de proceso que representan mayor riesgo

Para poder determinar las áreas de trabajo en la empresa más vulnerables o de mayor riesgo, se realizó visitas presenciales a todas las áreas de la planta de Transproductos, S.A., como también entrevistas directas a los trabajadores, los riesgos mas notorios en cada área de proceso se presenta a continuación:

- **Área de peletizado:** No existe ningún tipo de señalización, los niveles de ruido producido por el molino de corte supera los 95 dB; excesivo calor por proceso de peletizado.

Ninguno de los operarios utiliza equipo de protección personal, pues argumentan que es incómodo, además existe una mala ubicación de los únicos dos extintores y éstos no poseen agente extintor.

- **Área de extrusión y corte:** En la mezcla de materias primas, los empleados tienen contacto directo con los componentes sólidos para determinar la consistencia necesaria, la maquinaria no tiene resguardos en partes móviles, los operarios no utilizan ninguna protección personal, no hay señalización de ningún tipo, únicamente existe un extintor pero éste no funciona, se requiere levantar y transportar cargas de más de 150 lb. Desorden y falta de limpieza por residuos sólidos propios del proceso, la iluminación es muy deficiente.
- **Área de impresión flexográfica:** existe un contacto directo con los componentes químicos al momento de realizar las mezclas de solventes y tintas pudiéndose presentar situaciones en que la mezcla salpique al empleado y le produzca afecciones a la piel o en los ojos; así también que los vapores son demasiado fuertes y a la no utilización de mascarillas de protección puede presentarse una intoxicación; Material altamente inflamable, no hay señalización industrial, tampoco hay extintores y es el área más propensa a conatos de incendios, se requiere levantar y transportar bobinas de más de 100 lb. Ventilación muy deficiente.
- **Área de producto terminado:** el producto terminado se apila sobre tarimas de madera, para evitar que se dañe el producto; no hay extintores contra incendios, no hay control sobre la proliferación de plagas (roedores), el producto es altamente inflamable.
- **Área de bodega de solventes:** no hay extintores contra incendios, solventes y tintas sin identificación, no hay ningún tipo de señalización, desorden y falta de limpieza, la iluminación es muy deficiente.

2.14 Protección personal

El equipo de protección personal con el que cuenta la planta de la empresa Transproductos, S.A., no es lo suficiente o el adecuado. La mayor parte de los puestos de trabajo de todas las áreas, exigen el uso de los equipos de protección.

No existe supervisión sobre el uso de los equipos de protección, por lo cual los trabajadores no los utilizan. Esto también a que les produce incomodidad y por el poco conocimiento que tienen sobre las ventajas y beneficios que trae la utilización adecuada de los mismos.

2.15 Capacitación

Ninguno de los trabajadores de la empresa cuenta con algún tipo de capacitación referente a seguridad e higiene industrial. Por tal motivo, ninguno de los operarios puede utilizar o manejar un extintor de fuego y desconocen la importancia de la utilización del equipo de protección personal.

2.16 Ergonomía

La ergonomía estudia el sistema ambiental y condiciones de seguridad que motivan al trabajador para aumentar de alguna manera la productividad, reducir al mínimo el esfuerzo humano requerido para el manejo de las máquinas y mejorar el rendimiento de las mismas.

El análisis ergonómico de las áreas de la empresa se realizó en base a visitas y observaciones directas, como también entrevistas con los operarios, esto para determinar las condiciones y factores que influyen en el desarrollo adecuado de las actividades cotidianas.

2.16.1 Área de peletizado

Las condiciones ergonómicas actuales en el área de peletizado son las que se presentan a continuación:

Tabla XX. Ergonomía de área de peletizado

FACTOR	MÍNIMO	MÁXIMO	NORMAL	CRÍTICO
Trabajo de pie		X		
Postura anormal		X		
Levantamiento de pesos o uso de fuerza			X	
Intensidad de la luz			X	
Calidad del aire				X
Tensión visual			X	
Tensión auditiva				X
Tensión mental	X			
Monotonía mental	X			
Monotonía física			X	

Fuente: Análisis ergonómico de áreas de trabajo de Transproductos, S.A. (15-Diciembre-08)

2.16.2 Área de extrusión y corte

Las condiciones ergonómicas actuales en el área de extrusión y corte son las que se presentan a continuación:

Tabla XXI. Ergonomía de área de extrusión y corte

FACTOR	MÍNIMO	MÁXIMO	NORMAL	CRÍTICO
Trabajo de pie		X		
Postura anormal			X	
Levantamiento de pesos o Uso de fuerza				X
Intensidad de la luz				X
Calidad del aire				X
Tensión visual		X		
Tensión auditiva			X	
Tensión mental		X		
Monotonía mental			X	
Monotonía física			X	

Fuente: Análisis ergonómico de áreas de trabajo de Transproductos, S.A. (16-Diciembre-08)

2.16.3 Área de impresión

Las condiciones ergonómicas actuales en el área de impresión son las que se presentan a continuación:

Tabla XXII. Ergonomía de área de impresión

FACTOR	MÍNIMO	MÁXIMO	NORMAL	CRÍTICO
Trabajo de pie			X	
Postura anormal	X			
Levantamiento de pesos o Uso de fuerza				X
Intensidad de la luz			X	
Calidad del aire				X
Tensión visual				X
Tensión auditiva			X	
Tensión mental			X	
Monotonía mental			X	
Monotonía física			X	

Fuente: Análisis ergonómico de áreas de trabajo de Transproductos, S.A. (16-Diciembre-08)

3. DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

3.1 Inventario de maquinaria

La creación de un inventario físico de la maquinaria que se tiene actualmente en la empresa Transproductos, S.A., permite conocer de forma clara y sencilla los datos principales de cada máquina y determinar el grado de importancia de cada una dentro de la planta de producción.

Los datos que se describen en el inventario de la maquinaria son los siguientes:

1. Número de inventario: numero correlativo del inventario de las máquinas.
2. Nombre: se refiere al nombre de la máquina o como se le conoce en la planta industrial de la empresa.
3. Marca: casa constructora o de fabricación de la máquina, si lo tiene.
4. Modelo: Tipo de modelo de la maquinaria, si lo tiene.
5. Serie: número de serie de cada maquinaria, si lo tiene.
6. Costo estimado: valor económico promedio según las condiciones que posea, en el mercado actual. Estos precios fueron obtenidos en base a consultas con varias empresas que se dedican a la compra y venta de maquinaria industrial similares a los que se tiene en la planta.

Tabla XXIII. Inventario actual de maquinaria en la empresa

 INVENTARIO DE MAQUINARIA <small>TRANSPRODUCTOS S.A.</small>					
No.	NOMBRE DE MAQUINARIA	MARCA	MODELO	SERIE	COSTO ESTIMADO
1	Molino de corte	Kuali			Q 9,000
2	Peletizadora	Hechizo			Q 70,000
3	Extrusora grande	Hechizo			Q 90,000
4	Extrusora pequeña	Matila	CT-L35	MM40010339	Q 120,000
5	Cortadora-Selladora	Universal			Q 80,000
6	Impresora Flexográfica (6 colores)	Brightriver	YT-660		Q 160,000
7	Impresora Flexográfica (4 colores)	HSW			Q 50,000
8	Compresor de aire 1	Mark	B50055FT	V-380	Q 6,000
9	Compresor de aire 2	Ribao	V-0.17/7		Q 1,500

Fuente: Transproductos, S.A. (26-Septiembre-08)

3.1.1 Codificación de maquinaria

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina, y para cada uno de los sistemas o elementos importantes que lo integran, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

Para el diseño del código, se debe tener en cuenta que éste, tiene que contener solo la información necesaria y debe ser de fácil interpretación. La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

Tabla XXIV. Estructura de código

MAQUINARIA	UBICACIÓN	SISTEMA O UNIDAD
TP02	03	P

Fuente: Diseño de codificación de la maquinaria

La codificación de la maquinaria industrial existente en la empresa Transproductos, S.A., se realiza en base al orden que tienen las máquinas en los procesos productivos que se manejan en la planta y ésta se presenta en la tabla XXV:

Tabla XXV. Codificación de maquinaria industrial

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO
Molino de corte	TP01
Peletizadora	TP02
Extrusora grande	TP03
Extrusora pequeña	TP04
Cortadora-Selladora	TP05
Impresora Flexográfica (6 colores)	TP06
Impresora Flexográfica (4 colores)	TP07
Compresor de aire 1	TP08
Compresor de aire 2	TP09

Fuente: Diseño de codificación de la maquinaria (01-October-08)

La codificación según la ubicación en las distintas áreas de trabajo de la empresa, es la que se presenta en la tabla XXVI:

Tabla XXVI. Codificación de según ubicación en la empresa

UBICACIÓN EN LA EMPRESA	CÓDIGO
Área de peletizado	01
Área de extrusión y corte	02
Área de impresión flexográfica	03

Fuente: Diseño de codificación de la maquinaria (01-October-08)

La codificación según el sistema o unidad de cada una de las máquinas, es la que se presenta en la tabla XXVII:

Tabla XXVII. Codificación según el sistema o unidad de la maquinaria

SISTEMA O UNIDAD	CÓDIGO
Sistema de Alimentación	A
Sistema de Enfriamiento	C
Sistema Eléctrico	E
Sistema de Extrusión	EX
Sistema Motriz	M
Sistema Neumático	N
Sistema de Peletizado	P
Sistema de Secado	S
Unidad de la Bandera	B
Unidad de Corte y Sello	CS
Unidad de Embobinado y Desembobinado	ED
Unidad de Impresión	I
Unidad de Propulsión	J
Unidad de Ajuste de Medida	L
Unidad de Moldeo y Estirado	ME
Unidad de Trituración	T

Fuente: Diseño de codificación de la maquinaria (01-October-08)

3.2 Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a la maquinaria

Después de analizar la situación del mantenimiento aplicado actualmente en toda la maquinaria de la empresa Transproductos, S.A., se opta a la implementación e introducción del mantenimiento preventivo en todas las máquinas y equipo industrial utilizadas en el proceso productivo.

Esto en base a que el mantenimiento preventivo es aplicable a cualquier tipo de empresa, no importando su tamaño ni tipo de producción y porque cualquier plan de mantenimiento preventivo deberá cumplir con los siguientes puntos:

1. Una inspección periódica de las máquinas y equipos para detectar situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
2. Es el mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

El desarrollo del mantenimiento preventivo en la maquinaria se realizará a través de las actividades y rutinas de mantenimiento que se describen en el inciso 3.7.

3.2.1 El mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. Es decir, el mantenimiento preventivo, se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.

Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla. En definitiva, se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que éstas se han producido.

Cualquiera que sea el nivel de mantenimiento preventivo aplicado, subsistirán inexorablemente fallas residuales de carácter aleatorio.

Y en forma general, reduciendo los imprevistos o fortuitos, se mejora el clima en cuanto a las relaciones humanas, porque sabemos que cuando sucede algún problema, se crea una tensión a nivel de personas.

3.2.1.1 Importancia del mantenimiento preventivo

Lo más importante del mantenimiento preventivo es que permite planificar con anticipación las actividades a realizar en la maquinaria, escoger al personal que realizará el trabajo, seleccionar las herramientas adecuadas a utilizar, la frecuencia de aplicación, enumerar las piezas que se van a reemplazar, chequear la lubricación de maquinaria, y también coordinar con producción las fechas más apropiadas para llevar a cabo los trabajos de inspecciones y reparaciones programados con suficiente anticipación.

Adicionalmente a esto, se obtendrá un ahorro en los costos de reparación y mantenimiento de inventarios. Existen varios factores que demuestran la importancia de la aplicación del mantenimiento preventivo en la maquinaria de la empresa, entre las cuales podemos mencionar:

- Reduce el número de fallas o averías en los equipos.
- Reduce el tiempo de paros en las líneas de producción permitiendo elevar los tiempos de fabricación.
- Se podrá identificar todos los equipos que originan gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de máquinas anticuadas.
- Se conocerá de una forma más exacta el intervalo de tiempo en que la maquinaria prestará sus servicios sin que se presente una falla en ella.

- Menor ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mejor condición general del equipo. Y de esta forma se incrementa la calidad de producto que se ofrece al mercado.

3.2.1.2 Ventajas del mantenimiento preventivo

La implementación del plan de mantenimiento preventivo es justificada por una gran cantidad de ventajas que dan como resultado de seguir un sistema de este tipo. A continuación se presenta las principales ventajas de este tipo de mantenimiento:

- Al desarrollarse el programa de mantenimiento preventivo, se podrá observar un alto rendimiento de la maquinaria y se tendrá un aumento en la vida útil, debido al mantenimiento periódico que se le brinda, esto influye a que se conserve el buen servicio y disponibilidad de la maquinaria y es un beneficio que se podrá observar a corto y largo plazo.
- El mantenimiento preventivo aplicado en las máquinas de la empresa, busca mantener el servicio de toda la maquinaria basándose en trabajos que requieren un costo mínimo para su ejecución, con el fin de corregir problemas que de no atenderse, puedan transformarse en un paro de mantenimiento correctivo de alto costo de mantenimiento.
- Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados, en fechas que no causen impacto en las líneas de producción.
- La asignación de tareas de mantenimiento preventivo a todos los operarios de la planta, disminuirá considerablemente el tiempo de ocio así como el pago de horas extras en trabajos que pueden programarse de una forma adecuada en la semana normal de trabajo.

- Se tiene una disminución de los accidentes durante la ejecución de mantenimientos a las máquinas, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.
- Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.

3.3 Otros tipos de mantenimiento aplicados en la industria

En la empresa se aplica a la maquinaria industrial otros tipos de mantenimientos los cuales se describen a continuación:

3.3.1 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en éste caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan. Ésta consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo.

El principal inconveniente con que nos encontramos en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. Sus características principales son:

1. Está basada en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.
2. Conlleva a la discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
3. Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.

4. Tiene un bajo nivel de organización.
5. Se denomina también mantenimiento accidental.

3.3.2 Mantenimiento condicional o predictivo

Este mantenimiento consiste en el análisis de parámetros de funcionamientos de las máquinas de la planta, cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves.

En general, el mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en que período de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando. La inspección de los parámetros se puede realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

3.3.2.1 Técnicas de ensayo no destructivos

Las herramientas de mantenimiento predictivo se pueden encontrar en un amplio rango de costos, sofisticación y niveles de experiencia y conocimientos requeridos para interpretar eficazmente los resultados del diagnóstico. Este tipo de ensayo esta dirigido fundamentalmente a la detección de defectos causados por fatiga.

Es sabido, estadísticamente, que la mayoría de las fallas estructurales, sobre todo en las piezas solicitadas por acciones dinámicas, se deben a la fatiga. En las piezas pueden existir múltiples defectos que no impiden la utilización racional de éstas. El problema real consiste en decidir, cuando se determinan una falla, si la misma es perjudicial o inofensiva. La elección del método más conveniente o apropiado está condicionada a diversos factores, siendo tan diversos los problemas de control, no resulta raro que un elemento mecánico deba ser sometido a más de un ensayo no destructivo.

Con la idea de poder reforzar el programa de mantenimiento en función de mejorar la calidad y la productividad de la planta, en forma general, éstas son algunas de las herramientas y los ensayos del mantenimiento predictivo más frecuentemente usados:

3.3.2.1.1 Análisis de aceite.

En el análisis de aceite se comparan los lubricantes usados con los nuevos, para determinar:

- Las condiciones del lubricante.
- La presencia de contaminantes.
- Las condiciones de las superficies de desgaste.

Tipos de ensayos:

- **Espectroscopia por emisión atómica:** Identifica las partículas metálicas muy finas disueltas en el lubricante y las partículas gruesas (desgaste severo) son analizadas.

- **Viscosidad:** Mide las capacidades del flujo de un lubricante.
- **Otros ensayos físicos y químicos:** Evalúa si el aceite es o no adecuado para el servicio y servicios de laboratorios costosos (anuales en equipos críticos.)

Aplicaciones:

- Monitoreo de equipos con tanques de lubricación
- Determinar el reemplazo del aceite, tomando como base las condiciones y no los calendarios/ medidores internos.
- Frecuentemente usado junto con el análisis de vibración para confirmar las conclusiones.

3.3.2.1.2 Termografía (análisis infrarrojo)

La termografía utiliza sistemas de cámaras sensibles a los rayos infrarrojos para capturar la radiación (calor) emitida por los objetos, con el fin de producir una “imagen”. Los patrones térmicos basados en las diferencias de temperatura, son registrados en videos para su inmediata reproducción, procesados por sistemas de análisis de imagen por computadoras y desarrollados en copias xerox impresas, a los fines de documentación y pedidos de trabajo.

La imagen térmica es útil para su aplicación en mantenimiento predictivo en dos modos:

1. Es un método de no-contacto para identificar componentes mecánicos y eléctricos que están “más calientes” que lo normal, frecuentemente es una indicación de falla inminente.
2. Indica la pérdida excesiva de calor, que usualmente es un signo de aislamiento incorrecto o inadecuado.

Aplicaciones:

- Durante el ensayo final (en fábrica) de los equipos nuevos.
- La puesta en marcha inicial in situ del equipo.
- Análisis /tendencias rutinarias.
- Verificación de acciones de reparación.
- Resolución de problemas.
- Ideal para la explotación de equipos eléctricos en busca de componentes defectuosos.

3.3.2.1.3 Análisis de vibración

Este análisis mide la frecuencia de las vibraciones del equipo para ayudar a diagnosticar el origen de las fallas y mide la amplitud para ayudar a determinar la severidad de las mismas. Las vibraciones pueden deberse a:

- Carga desequilibrada
- Falta de alineado
- Desprendimiento
- Correas defectuosas
- Cojinetes deteriorados
- Aflojamientos

Aplicaciones:

- Es mejor utilizada en ejes de alta velocidad y equipos giratorios
- Detecta los defectos de cojinetes/alineado

3.3.2.1.4 Monitoreo de motores eléctricos

Mediante diversas técnicas de análisis de motores, las fallas en motores eléctricos nuevos y existentes se pueden detectar y corregir antes de que el motor falle. Entre alguna de las técnicas de monitoreo de las condiciones del motor más tradicionales y comúnmente usadas, podemos citar:

- Resistencia a tierra (RTG): La condición monitoreada es la integridad del sistema aislante, poniendo a tierra los conductores de potencia.
- Ensayo comparativo de subida de voltaje o tensión. La inserción autónoma con pulsos eléctricos controlados en un motor.
Se usa para verificar la condición de arrollamiento de bobina, vuelta por vuelta y conexión a tierra. Este método de ensayo también revela el aislamiento fase por fase y la orientación de la bobina.
- Análisis de temperatura normalizada del motor.

Aplicaciones:

- Motores eléctricos

Cuando:

- Durante el ensayo final de los motores nuevos
- En la recepción de motores nuevos o reconstruidos
- Análisis/tendencias rutinarios
- Verificación de acciones de reparación

3.3.2.1.5 Inspección por ultrasonido

La inspección con ultrasonido es una técnica de ensayo no destructiva, que permite, utilizando vibraciones mecánicas de alta frecuencia, cumplimentar los objetivos siguientes:

- a) Detección y ubicación de discontinuidades externas e internas o bien heterogeneidades de los materiales
- b) Determinar diferencias en estructuras y propiedades físicas
- c) Medir espesores o variación de espesor con acceso por un solo lado
- d) En circunstancias favorables puede determinarse también tamaño, forma y posición de la falla

Aplicaciones:

- Detección de fugas de presión/vacío en conexiones, sellos, juntas, intercambiadores de calor, trampas de vapor y condensadores/calderas
- Detección de problemas mecánicos en cojinetes, válvulas, motores, bombas y cajas de engranajes
- Detección de fallas en componentes eléctricos

Cuando:

- Durante el ensayo final (en fábrica) del nuevo equipo
- En la puesta en marcha inicial in situ del equipo
- Análisis/tendencias rutinarios
- Verificación de acciones de reparación

3.4 Personal encargado del mantenimiento

La empresa Transproductos, S.A. actualmente no cuenta con el personal técnico calificado, ni mano de obra calificada para brindarle el mantenimiento respectivo a la maquinaria. Debido a esto, es imperativo la contratación de personal propio de la empresa, para la aplicación del mantenimiento.

Es importante aclarar que, debido al número de máquinas y al tipo de mantenimiento requerido, no es necesario contratar un gran número de técnicos, sino que solamente el necesario. Las personas encargadas del mantenimiento de la maquinaria en la empresa son:

- Técnico Mecánico Industrial
- Ayudante de mecánico

3.4.1 Descripción de puestos

A continuación se presenta los requisitos y funciones básicas que deben de tener cada persona para optar al puesto o cargo descritos anteriormente:

Tabla XXVIII. Descripción de puesto técnico mecánico industrial

	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS TÉCNICO MECÁNICO INDUSTRIAL	PUESTO No. 1
TRANSPRODUCTOS S.A.	TÍTULO DEL PUESTO: Técnico Mecánico Industrial PUESTO A QUE REPORTA: Gerente de producción SUPERVISION EJERCIDA: Ayudante y operarios encargados del mantenimiento	

Tabla XXVIII. Descripción de puesto técnico mecánico industrial (continuación)

<p>FUNCIÓN BÁSICA:</p> <ul style="list-style-type: none">• Realizar todos las actividades y rutinas de mantenimiento requeridos para el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria industrial de la empresa y efectuar los trabajos de mantenimiento correctivo cuando éstos se presenten.
<p>RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none">a) Llevar a cabo todas las tareas o trabajos de mantenimiento programados para la maquinaria y equipo industrialb) Revisión y seguimiento de las actividades desarrolladas por empresas o personas externas contratadas para el mantenimiento a la maquinaria (trabajos de torneado, soldadura, etc.)c) Verificación de calidad de materiales, repuestos y herramientas utilizadas en el mantenimientod) Dar mantenimiento correctivo de manera eficaz y efeciente a los equipos que lo necesiten a fin de no interrumpir el proceso productivo de la empresae) Desarrollar diariamente las actividades de mantenimiento preventivo.f) Reportar cualquier falla mayor al gerente de produccion a fin de tomar las medidas de corrección respectivag) Llenar las hojas de control para los reportes de los trabajos de mantenimientoh) Instalación y mantenimiento de bombas de agua para garantizar el suministro de agua para toda la empresa y para los procesos que lo requierani) Desarrollar el mantenimiento correctivo y preventivo de todo el sistema y equipo eléctrico de la empresa

Fuente: Diseño de puestos de personal encargado de mantenimiento (05-Diciembre-08)

La descripción del puesto de ayudante del mecánico, se presenta a continuación en la tabla XXIX:

Tabla XXIX. Descripción de puesto ayudante de mecánico

 <p>TRANSPRODUCTOS S.A.</p>	PUESTO No. 2
DESCRIPCIÓN DE PUESTOS AYUDANTE DE MECÁNICO	
<p>TITULO DEL PUESTO: Ayudante de mecánico PUESTO A QUE REPORTA: Técnico Mecánico Industrial SUPERVISION EJERCIDA: Operarios encargados del mantenimiento</p>	
<p>FUNCIÓN BÁSICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auxiliar al técnico mecánico industrial encargado del mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria de la empresa, en todas las tareas o actividades que este realice o programe. 	
<p>RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Llevar a cabo todas las tareas o trabajos de mantenimiento programados para la maquinaria y equipo industrial b) Ayudar al técnico o personas externas contratadas para el mantenimiento respectivo a la maquinaria c) Desarrollar diariamente las actividades de mantenimiento preventivo d) Reportar cualquier falla al técnico encargado del mantenimiento e) Llenar las hojas de control para los reportes de los trabajos de mantenimiento f) Operar algunas máquinas en ausencia de operarios de la misma. 	

Fuente: Diseño de puestos de personal encargado de mantenimiento (05-Diciembre-08)

3.4.2 Competencia necesaria

Las competencias laborales son el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que aplicadas o demostradas en situaciones del ámbito productivo, se traducen en resultados efectivos que contribuyen al logro de los objetivos de la organización o empresa. Y estos son los necesarios a fin de que las personas encargadas del mantenimiento realicen su trabajo de una manera eficaz.

En otras palabras, la competencia laboral es la capacidad que una persona posee para desempeñar una función productiva en escenarios laborales usando diferentes recursos bajo ciertas condiciones, que aseguran la calidad en el logro de los resultados.

En las tablas XXX y XXXI se presenta las competencias requeridas y necesarias para el personal encargado del mantenimiento en la empresa:

Tabla XXX. Competencias necesarias para puesto No. 1

TÉCNICO MECÁNICO INDUSTRIAL
<p>EDUCACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • NIVEL: Técnico • ESPECIALIDAD: Mecánica Industrial o Electromecánica
<p>CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neumática Básica • Electricidad • Mantenimiento de extrusoras de polietileno (alta y baja densidad) • Mantenimiento de impresoras flexográficas
<p>EXPERIENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia mínima de 2 años en mantenimiento de maquinas industriales, compresores, motores eléctricos, lubricación y máquinas rotativas. • Experiencia mínima de 1 año en industrias con maquinaria para la producción de bolsas plásticas.
<p>VALORES Y/O ACTITUDES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puntualidad • Compromiso • Respeto • Proactividad

Fuente: Diseño de puestos de personal encargado de mantenimiento (05-Diciembre-08)

Tabla XXXI. Competencias necesarias para puesto No. 2

AYUDANTE DE MECÁNICO
<p>EDUCACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none">• NIVEL: Medio• ESPECIALIDAD: Bachiller industrial o mantenimiento industrial
<p>CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Electricidad• Mecánica General
<p>EXPERIENCIA</p> <ul style="list-style-type: none">• Experiencia mínima de 1 año en mantenimiento en máquinas industriales (No indispensable)
<p>VALORES Y/O ACTITUDES</p> <ul style="list-style-type: none">• Compromiso• Responsabilidad• Honradez• Puntualidad

Fuente: Diseño de puestos de personal encargado de mantenimiento (05-Diciembre-08)

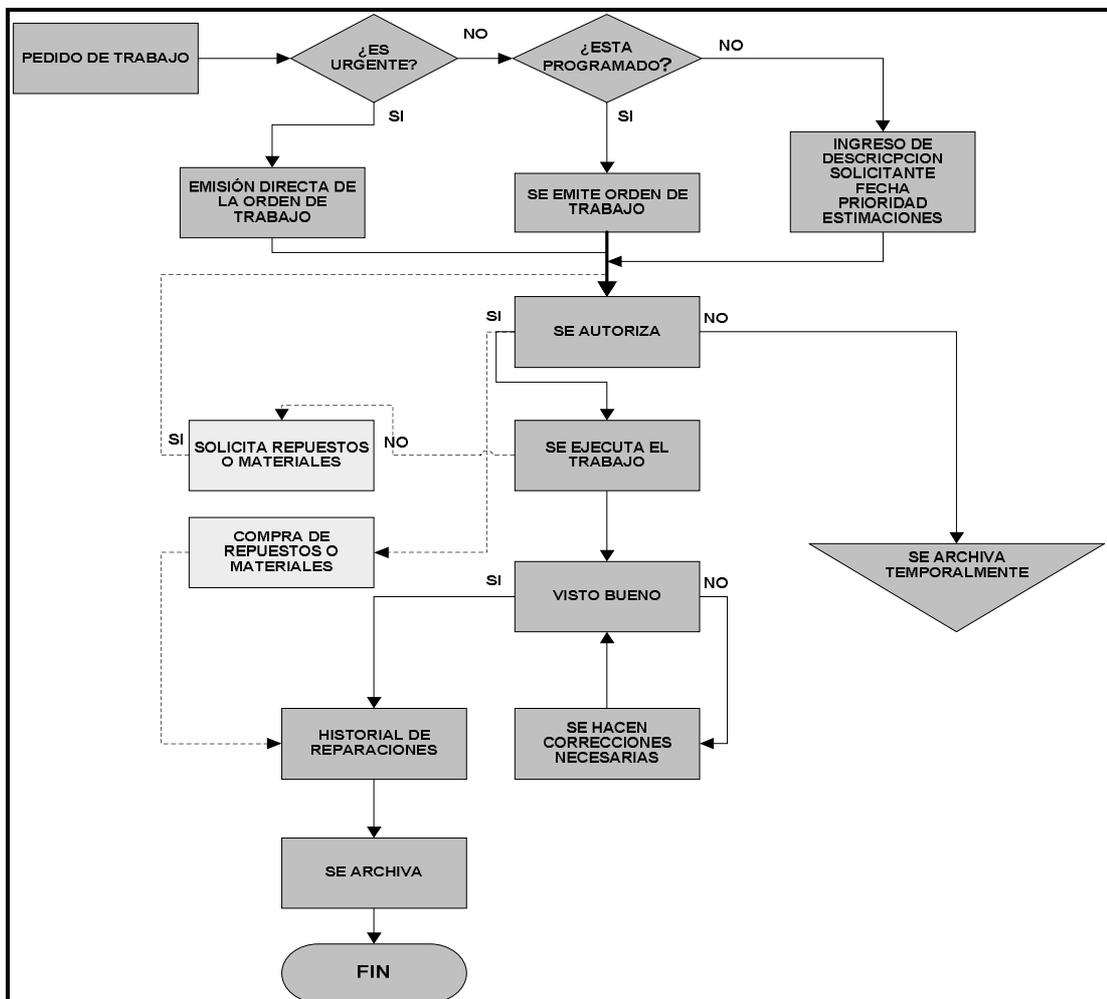
3.5 Procedimiento para realización del mantenimiento

El procedimiento o las secuencias de actividades que deben de realizarse a fin de poder ejecutar eficientemente todas las tareas relacionadas al mantenimiento preventivo de las máquinas y equipo industrial utilizado en la empresa, así como las fichas o formatos de control necesario, se presentan a continuación:

3.5.1 Diagrama de flujo de información para realización del mantenimiento

El flujograma de actividades para poder realizar un trabajo de mantenimiento preventivo en las máquinas de la empresa se presenta en la figura 15:

Figura 15. Flujograma de información para realizar mantenimiento



Fuente: Diseño de procedimiento para realización de mantenimiento (15-Diciembre-08)

3.5.2 Ficha de pedido de trabajo

Este formulario deberá contener datos como, tipo de máquina o equipo a tratar, respectivo código y ubicación, código de sistema o unidad, fecha en que se solicita, el grado de prioridad de la ejecución de la tarea, la descripción de la falla y el personal que lo solicita.

Éste último, en conjunto con el mecánico encargado del mantenimiento podrán proponer sugerencias para llevar a cabo adelante la reparación, colaborando con la efectividad y la eficacia de la intervención.

Figura 16. Ficha de pedido de trabajo

		PEDIDO DE TRABAJO	
TRANSPRODUCTOS S.A.		No. _____	
Fecha _____			
Persona que solicita _____			
Nombre de la máquina o Equipo		Descripción de la falla	
CÓDIGO	UBICACIÓN	Prioridad Urgente <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>	
Código de sistema o unidad			
Sugerencia para reparación:			
<div style="border: 1px solid black; height: 60px;"></div>			

Fuente: Diseño de ficha de pedido de trabajo (28-Noviembre-08)

3.5.3 Ficha de orden de trabajo

Este documento se utiliza para solicitar y autorizar un trabajo de mantenimiento. Una vez recibido y gestionado la ficha de pedido de trabajo, se deberá llenar la orden de trabajo para realizar las intervenciones cuando se considere oportuno.

Estas órdenes contendrán el número, fecha de egreso e ingreso, la máquina, equipo o instalación a reparar, su respectivo código y ubicación en la planta, el sistema o unidad a intervenir, el tipo de mantenimiento, la descripción de la tarea a realizar.

Por otro lado, él o los operarios designados para la reparación deberán anexar datos como el tiempo empleado, las posibles reparaciones o intervenciones adicionales que pudiera surgir, el posible origen de la falla si éste se desconoce y el tipo de falla que se tiene. Debido a que por lo general, al momento de efectuar una orden de trabajo se utilizan varios insumos, repuestos y materiales, debe de existir un espacio destinado específicamente para la descripción, la cantidad y el costo respectivo de todos materiales o repuestos utilizados al momento de ejecutar la tarea de la orden de trabajo.

El mecánico encargado del mantenimiento mediante su firma es la única persona que puede autorizar la ejecución de una orden de trabajo. Los datos que se piden en una orden de trabajo deben de llenarse de forma clara ya que de la información que se tenga dependerá el éxito del programa de mantenimiento preventivo.

Las órdenes de trabajo una vez ejecutadas en su totalidad serán eliminadas, si no ocurriera así se colocaran en una carpeta con el rotulo "*Pendientes*".

Figura 17. Ficha de orden de trabajo

	<h2 style="margin: 0;">ORDEN DE TRABAJO</h2>		
<p>TRANSPRODUCTOS S.A.</p>			
Fecha _____	No. _____		
Solicitado por _____			
Prioridad de tarea _____	Tipo de Mantenimiento _____		
Máquina o equipo	Código	Ubicación	Sistema o unidad
OPERARIO/S	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR		
	Falla:		
	Causa:		
	Solución:		
MATERIALES Y REPUESTOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	
Hora de inicio _____		Hora de finalización _____	
HORA Y FECHA DE ENTREGA _____			
F. _____ Encargado de mantenimiento		F. _____ Trabajo aceptado	

Fuente: Diseño de ficha de orden de trabajo (28-Noviembre-08)

3.5.4 Ficha de orden de compra

Este documento contiene datos sobre los elementos solicitados, que son necesarios para poder efectuar el mantenimiento, el número de ficha correlativo, la fecha de solicitud, el nombre, el material componente básico, la cantidad requerida, características del mismo, datos del proveedor, el uso respectivo y las firmas necesarias. La gestión del mismo es responsabilidad del encargado de compras de la empresa.

Figura 18. Ficha de orden de compra

		ORDEN DE COMPRA		
TRANSPRODUCTOS S.A.				
Fecha _____		No. _____		
CANTIDAD	ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS	MATERIAL	PROVEEDOR
USO: _____ _____				
f. _____ Solicitante		f. _____ Vo.Bo. Jefe de producción		

Fuente: Diseño de ficha de orden de compra (28-Noviembre-08)

3.5.5 Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

Este formato presenta todos los trabajos o actividades referentes a las rutinas de mantenimiento que se deben de efectuar en cada una de las máquinas de la empresa, éstas se realizan conforme el programa de mantenimiento o en base a las necesidades que se presenten. Los datos más importantes que se registran en este documento son: los trabajos o actividades de mantenimiento a realizar en las máquinas y fecha de programación de las próximas visitas.

Figura 19. Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

 TRANSPRODUCTOS S.A.	PROGRAMACIÓN DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO		No. _____											
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Máquina:</td> <td>Sistema o unidad:</td> </tr> <tr> <td>Elemento o componente</td> <td>Encargado:</td> </tr> <tr> <td>Fecha de realización</td> <td>Duración aproximada (min)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Observaciones</td> </tr> </table>	Máquina:	Sistema o unidad:	Elemento o componente	Encargado:	Fecha de realización	Duración aproximada (min)	Observaciones						
Máquina:	Sistema o unidad:													
Elemento o componente	Encargado:													
Fecha de realización	Duración aproximada (min)													
Observaciones														
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Actividades o tareas a realizar</th> <th style="width: 30%;">Última visita</th> <th style="width: 30%;">Próxima visita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Actividades o tareas a realizar	Última visita	Próxima visita											
Actividades o tareas a realizar	Última visita	Próxima visita												
f. _____														
Aprobación														

Fuente: Diseño de ficha de programación de rutinas de mantenimiento (28-Noviembre-08)

3.6 Recursos técnicos

Los recursos técnicos indispensables y recomendados para la empresa, para ayudar que el programa de mantenimiento preventivo se realice de una manera eficiente y cumpla con todos los objetivos por los cuales fue diseñado son los siguientes:

3.6.1 Recomendaciones del fabricante

Los fabricantes de la maquinaria proporcionan manuales en los cuales viene indicada la periodicidad con la que debe inspeccionarse y cambiarse las piezas, así como los intervalos de lubricación. Las máquinas de la empresa que no lo posean, deben de seguir las recomendaciones de máquinas similares propias o de empresas que trabajen con el mismo proceso productivo.

3.6.2 Recomendaciones de otras maquinas similares

El mantenimiento realizado en máquinas similares a los que la empresa posee son semejantes, lo cual es de mucha ayuda para tomar como referencia de un promedio de tiempo de vida útil de algunas piezas o las actividades de mantenimiento, y compararlas con la máquina o el equipo a la cual se le diseña un plan de mantenimiento preventivo.

3.6.3 Experiencia propia

En la empresa debe haber, no sólo información impresa, sino también: muestrarios de recubrimientos, muestrarios con piezas, etc. Una buena manera de trascender en el trabajo de mantenimiento, es dejar registros o documentos del trabajo que sea el resultado de la experiencia diaria de la labor.

Se debe documentar gráfica y literalmente en una bitácora. Todo esto, a fin de tener una guía o referencia sobre posibles fallas en el futuro.

3.6.4 Documentación técnica

Se debe de contar con una fuente de información referente al mantenimiento, así como saber mezclar la información obtenida buscando la mejor manera de manejarla. A continuación en la tabla XXXII se presenta la documentación técnica mínima que debe de tener la empresa:

Tabla XXXII. Documentación técnica necesaria para la empresa

Libros sobre mantenimiento	Manuales de ingeniería
Reglamentos y normas	Apuntes
Revistas nacionales y extranjeras	Diccionarios de mecánica
Historial de documentación de fallas	Bitácoras
Libros comerciales de editorial	Manuales de seguridad industrial
Manuales de operación de los equipos	Catálogos comerciales

Fuente: Análisis propio de documentación técnica necesaria (01-Octubre-08)

3.7 Diseño del programa de mantenimiento preventivo

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria en la empresa Transproductos, S.A., se basa en la necesidad de eliminar los paros continuos en la producción por desperfectos en las máquinas y a los altos costos de mantenimiento correctivo que conlleva efectuar las reparaciones necesarias.

3.7.1 Actividades de mantenimiento a realizar en maquinaria

Debido a la importancia del mantenimiento para la prolongación de la vida útil de los equipos, y en la continuidad de su funcionamiento adecuado, se han determinado diez actividades generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estas constituyen la base de las rutinas para cada uno de los equipos; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada máquina. Estas actividades son:

Tabla XXXIII. Actividades generales de mantenimiento

No.	ACTIVIDAD	NOTA
1	Inspección de condiciones ambientales	--
2	Limpieza integral externa	--
3	Inspección externa del equipo	Posible verificación funcional
4	Limpieza integral interna	--
5	Inspección interna	Posible verificación funcional
6	Lubricación y engrase	Posible verificación funcional
7	Reemplazo de ciertas partes	--
8	Ajuste y calibración	Posible verificación funcional
9	Revisión de seguridad eléctrica	Posible verificación funcional
10	Pruebas funcionales completas	Posible verificación funcional

Fuente: Diseño de actividades generales de mantenimiento (28-Noviembre-08)

3.7.1.1 Inspección de condiciones ambientales

Observar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el funcionando el equipo. Los aspectos que se recomienda evaluar son: humedad, exposición a vibraciones mecánicas, presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura. Para cada equipo deberán evaluarse la aplicabilidad de las condiciones.

Cualquier anomalía o no cumplimiento de éstas condiciones con lo establecido, debe ser notificado como observación en la rutina, o inmediatamente dependiendo de la situación, y siguiendo el procedimiento especificado en el presente programa.

Tabla XXXIV. Condiciones ambientales a evaluar

FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Humedad	La humedad del ambiente en el que trabaja el equipo, no debe ser mayor a la que especifica el fabricante. Si no se cuenta con esta información, o con los medios adecuados de medición, se puede evaluar por sus efectos, por ejemplo oxidación de la carcasa, levantamiento de pintura de paredes o del equipo, etc.
Vibraciones Mecánicas	Las vibraciones mecánicas pueden ser causa de falta de calibración mecánica o electrónica de algunos equipos, sobre todo los que necesitan determinada precisión en los procedimientos que realizan.
Polvo	Revisar que no haya una presencia excesiva de polvo en el ambiente, visualizando los alrededores del equipo, en el equipo mismo, o la existencia de zonas cercanas donde se produzca el mismo.
Seguridad en la instalación	Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil. Además verifique que la instalación eléctrica a la que éste está conectado, se encuentre protegida con medios de desconexión apropiados, y de instalación mecánica segura que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales.
Temperatura	La luz solar directa o la temperatura excesiva pueden dañar el equipo, o alterar su funcionamiento. Verificar cual es la temperatura permitida por el fabricante, si este dato no está disponible, corrobore que el equipo no esté en exposición directa al sol (a menos que se trate de un equipo de uso de intemperie), y que la temperatura no sea mayor a la del ambiente.

Fuente: Diseño de actividades generales de mantenimiento (28-Noviembre-08)

3.7.1.2 Limpieza integral externa

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desecho tanto químico como sólido, polvo, lodo o moho, en las partes externas que componen los equipos, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esta actividad incluye la limpieza de la carcasa de las máquinas industriales utilizando limpiador de superficies líquido, lija, limpiador de superficies en pasta y pinturas anticorrosivas.

3.7.1.3 Inspección externa del equipo

Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes y accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes de la máquina, tales como mangueras, fajas, conexiones eléctricas, alimentación de agua, fugas de lubricantes, vibración, sobrecalentamiento, desgastes, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas como también para tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

3.7.1.4 Limpieza integral interna

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos tanto químicos como sólidos, polvo o lodo., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir: limpieza de superficie interna utilizando limpiador de superficies líquido, lija u otros. También incluye limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador y brocha.

3.7.1.5 Inspección interna

Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas. Esta actividad podría conllevar de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de éste, para comprobar los signos mencionados anteriormente.

3.7.1.6 Lubricación y engrase periódico

Es una de las actividades más importantes del mantenimiento preventivo. Tiene gran influencia en la vida útil de las máquinas; una mala lubricación provoca en un buen porcentaje la aparición de averías en las máquinas. Esta actividad puede ser realizada en el momento de la inspección si se considera necesario.

La planificación de la lubricación de las máquinas, parte de la información proporcionada por el fabricante de la misma, dando la localización de los puntos que necesitan lubricación periódica, cambio y limpieza, así como el tipo de propiedades y aditivos que debe contener el lubricante.

3.7.1.6.1 Importancia de la lubricación

La lubricación es una operación que tiene por objeto anular o disminuir la resistencia debida, al rozamiento que aparece en el movimiento relativo entre dos superficies en contacto.

La lubricación es indispensable también para reducir el desgaste y la corrosión, y protege contra la contaminación de sólidos y líquidos. Para conseguir esto se intenta, siempre que sea posible, que haya una película de lubricante (gaseoso, líquido o sólido) de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste.

3.7.1.6.2 Frecuencia de lubricación

La frecuencia de lubricación de la maquinaria industrial se basa en los siguientes principios:

- a) El principio de mayor importancia es, no lubricar lo que no requiere lubricación. El exceso es tan perjudicial como la falta, tanto por los costos, como el funcionamiento correcto de los elementos lubricados.
- b) El tipo y marca de lubricante (aceite o grasa) a utilizar. Esto tiene que estar basado en la información del fabricante del equipo. Se debe comparar los lubricantes disponibles en el mercado, el comportamiento de estos contra lo que el fabricante espera y la mejor formulación para las condiciones de trabajo donde nos encontramos.
- c) El programa de lubricación tiene que ser bastante simple para implementarlo. Se tiene que simplificar y estandarizar las grasas y los aceites a utilizar en la lubricación de toda la maquinaria al mínimo posible a fin de que cubran todos los requerimientos necesarios.

3.7.1.6.3 Tipos de lubricantes a utilizar

La selección de un lubricante depende de la gama de temperatura, la velocidad de rotación y las condiciones ambientales y de funcionamiento.

- a) El aceite es el lubricante apropiado cuando la velocidad y/o las condiciones de funcionamiento son altas. O cuando es necesario evacuar el calor del rodamiento.

- b) En los casos en que el rodamiento funciona en condiciones normales de velocidad y temperatura se elige la grasa como lubricante. Como lubricante, la grasa presenta diversas ventajas con respecto al aceite; requiere un sistema más sencillo y barato, mejor adhesión, y protección contra la humedad y los contaminantes del ambiente de trabajo, cuando el acceso a la lubricación es difícil.

3.7.1.7 Reemplazo de ciertas partes

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de éstos son: las termocoplas, cojinetes, resistencias eléctricas, terminales, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

3.7.1.8 Ajuste y calibración

En el mantenimiento preventivo es necesario ajustar y calibrar los equipos, ya sea ésta una calibración o ajuste mecánico, eléctrico, o electrónico.

Para esto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en las actividades de inspección externa e interna del equipo. De ser necesario poner en funcionamiento el equipo y realizar mediciones de los parámetros más importantes de éste, de modo que éste sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante, o cualquier otra referencia para detectar cualquier falta de ajuste y calibración.

Luego de esto debe realizarse la calibración o ajuste que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste o falta de calibración.

3.7.1.9 Revisión de seguridad eléctrica

La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión, debido a que no todos los equipos o maquinaria manejan la misma carga eléctrica y por lo mismo el margen de seguridad eléctrica para cada una difiere de las otras.

3.7.1.10 Pruebas funcionales completas

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

3.7.2 Rutinas de mantenimiento a maquinaria de la empresa

Las rutinas de mantenimiento son actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento. Las rutinas de mantenimiento para toda la maquinaria y equipos de la empresa Transproductos, S.A. son las que se presentan a continuación:

Tabla XXXV. Rutina de mantenimiento de molino de corte

 RUTINA DE MANTENIMIENTO MOLINO DE CORTE						
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Conectores y cables						
Limpieza de cableado					X	
Revisar conexiones y estado de cables					X	
Revisar instalaciones eléctricas			X			
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>						
Motoreductor						
Cambio de aceite lubricante				X		
Escuchar ruidos y analizar vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcasa de motor					X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X		
Revisar temperatura exterior de funcionamiento		X				
Revisión de cojinetes y embobinado					X	
Fajas y poleas						
Revisar estado y tensión de fajas		X				
Alineación de poleas					X	

**Tabla XXXV. Rutina de mantenimiento de molino de corte
(continuación)**

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>UNIDAD DE TRITURACIÓN</u>						
Cámara de corte y trituración						
Afilar cuchillas (rotor y estator)				X		
Alineación de eje de rotor						X
Controlar nivel de ruido de operación	X					
Limpieza de cámara de molido	X					
Limpieza de cuchillas (rotor y estator)	X					
Limpieza de tamiz de fondo	X					
Limpieza y lubricación de chumacera			X			
Lubricación de cojinetes		X				
Revisar alineación de eje de rotor				X		
Revisar de tornillos de sujeción de cuchillas		X				
Revisar estado de graseras					X	
Revisar filo de cuchillas del estator y rotor		X				
Revisar material obstruido entre cuchillas	X					
Revisar soporte de cuchillas			X			
Revisar temperatura de cojinetes	X					
Cuerpo o bastidor de molino						
Limpieza de canal de salida	X					
Limpieza de tolva de alimentación					X	
Limpieza y lubricación de bisagras de sujeción			X			
Revisar montaje y vibraciones anormales			X			
Revisión y ajuste de pernos de anclaje				X		

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XXXVI. Rutinas de mantenimiento de peletizadora

						
RUTINA DE MANTENIMIENTO PELETIZADORA						
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
<u>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>	24	120	500	1500	3000	6000
Tolva de alimentación						
Alineación de poleas						X
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales	X					
Limpieza de aspas de tornillo		X				
Revisar estado de cojinetes y embobinado de motor				X		
Revisar estado de conexiones eléctricas			X			
Revisar la velocidad de alimentación	X					
Revisar temperatura de operación de motor	X					
Revisar tensión y estado de fajas		X				
Revisar y limpiar garganta de alimentación	X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>						
Motoreductores						
Cambio de aceite lubricante					X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X		
Revisar temperatura exterior de funcionamiento	X					
Revisión interna y externa			X			
Cajas reductoras						
Análisis de aceite y vibraciones mecánicas						X
Cambio de cojinetes					X	
Cambio de empaques y retenedores						X
Cambio de lubricante y limpieza interna					X	
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcasa de cajas reductoras		X				
Revisar nivel y fugas de aceite lubricante			X			
Revisar temperatura de trabajo	X					

Tabla XXXVI. Rutinas de mantenimiento de peletizadora (continuación)

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Fajas y Poleas						
Alineación de poleas						X
Revisar estado y tensión de fajas		X				
Carcasa de protección						
Aplicación de pintura protectora						X
Limpieza de residuos de material		X				
Limpieza interna de lodo y laca		X				
Cañón (Primario y secundario)						
Revisión interna				X		
Limpieza de residuos de material		X				
Control de temperatura	X					
Medirlo					X	
Rectificado						X
Gusano sin fin (Primario y secundario)						
Medir el husillo				X		
Verificar orientación de gusano	X					
Revisar estado				X		
Pulirlo con pasta				X		
Rectificado						X
Limpieza de husillo			X			
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Panel de control						
Calibración de pirómetros tipo K						X
Limpieza de variadores de velocidad					X	
Limpieza externa		X				
Revisar conexiones de cableado interno			X			
Revisar estado cables y empalmes			X			
Revisar estado de contactores			X			
Revisar funcionamiento de variadores					X	

Tabla XXXVI. Rutinas de mantenimiento de peletizadora (continuación)

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Revisar instalaciones eléctricas					X	
Revisar pirómetros tipo K				X		
Resistencias						
Limpieza externa de cintas calefactoras			X			
Revisar el voltaje de operación			X			
Revisar la continuidad de corriente			X			
Revisar la temperatura de operación			X			
Verificar estado de cintas calefactoras de cañones			X			
Verificar estado de cintas calefactoras laterales y frontales de portafiltro			X			
Termocoplas						
Cambio de las termocoplas						X
Revisar estado de funcionamiento		X				
Revisar y ajustar todas las termocoplas			X			
Terminales						
Ajustar conexiones a contactores			X			
Ajustar conexiones a resistencias		X				
Revisar estado de cables de alta temperatura			X			
Limpieza de cables conectores			X			
Revisar conexiones falsas o defectuosas			X			
<u>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</u>						
Batea de enfriamiento o pileta						
Aplicación de impermeabilizante						X
Aplicación de pintura anticorrosivo						X
Limpieza de pileta			X			
Revisar fugas de agua	X					

Tabla XXXVI. Rutinas de mantenimiento de peletizadora (continuación)

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Bombas de agua (Succión y propulsión)						
Cambio de lubricante					X	
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales		X				
Limpieza externa					X	
Limpieza y revisión de nivel de aceite				X		
Revisar manómetro de bomba de succión					X	
Revisar presión y caudal de operación		X				
Revisar temperatura externa de funcionamiento		X				
Revisión de cojinetes				X		
Chorros						
Limpieza externa				X		
Revisar estado de funcionamiento			X			
Revisar posibles obstrucciones			X			
Revisar que sistema este alimentado	X					
Red de tubería						
Revisar estado de toda la red (mangueras y tubería)				X		
Revisar caudal de circulación de agua					X	
Revisar posibles obstrucciones en codos					X	
Agua						
Revisión y análisis de contaminantes			X			
Controlar temperatura de agua	X					
Torre de enfriamiento						
Revisar panel de relleno			X			
Limpieza externa e interna				X		
Aplicación de pintura anticorrosivo						X
Revisar posibles obstrucciones			X			

Tabla XXXVI. Rutinas de mantenimiento de peletizadora (continuación)

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA DE PELETIZADO</u>						
Portafiltro						
Cambiar filtro	X					
Limpieza de residuos de material	X					
Rectificado						X
Revisar estado de molde o matriz			X			
Revisar fugas de material	X					
Revisar temperatura de operación	X					
Picadora						
Ajuste de resortes de presión			X			
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales	X					
Limpieza de cámara de molienda		X				
Limpieza de cubierta de picadora					X	
Limpieza de cuchillas desmoronadores		X				
Lubricación de cojinetes de rotor			X			
Lubricación de dientes de engranajes de rodillo			X			
Revisar estado de cuchillas desmoronadores			X			
Revisar estado de faja de rodillo de cuchillas					X	
Revisar estado de motor trifásico (motoreductor)			X			
Revisar estado de rodillo guía					X	
Revisar filo de cuchillas desmoronadores			X			

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XXXVII. Rutinas de mantenimiento de extrusora grande

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>						
Motoreductor						
Cambio de aceite lubricante					X	
Escuchar ruidos y analizar vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcaza de motor				X		
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Revisar temperatura exterior de funcionamiento	X					
Revisión interna y externa			X			
Fajas y poleas						
Alineación de poleas						X
Revisar estado de funcionamiento				X		
Revisar la tensión sobre poleas		X				
Caja reductora						
Alineación de todos los ejes						X
Análisis de aceite y vibraciones mecánicas						X
Análisis de sensor de calor		X				
Cambio de cojinetes					X	
Cambio de empaques y retenedores						X
Cambio de lubricante y limpieza interna					X	
Desarmar y revisar engranajes y cojinetes				X		
Escuchar ruidos y vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcaza de caja reductora			X			
Reapretar los tornillos					X	
Revisar el montaje de motor						X
Revisar nivel y fugas de aceite lubricante		X				
Revisar temperatura de trabajo	X					

**Tabla XXXVII. Rutinas de mantenimiento de extrusora grande
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Cañón o barril						
Control de presiones axiales en cuerpo				X		
Control de temperaturas de cuerpo	X					
Limpieza de todo el cañón			X			
Limpieza de tolva de alimentación						X
Medición de tamaño requerido					X	
Realizar análisis de expansión térmica						X
Rectificado de paredes internas						X
Revisión de conexiones falsas		X				
Revisión de estado interno				X		
Husillo o gusano						
Medir longitud del tornillo sin fin o gusano					X	
Pulir tornillo con pasta					X	
Realizar análisis de expansión térmica						X
Rectificado de gusano sin fin						X
Revisar la relación de compresión existente						X
Revisar y limpiar husillo o tornillo sin fin				X		
Adaptador o filtro						
Cambio de tamices	X					
Control de temperatura de operación	X					
Limpieza de cabezal			X			
Revisar estado del braker plate		X				
Dado						
Engrasar el acople					X	
Limpieza externa				X		
Limpieza interna				X		
Pulir dado con pasta				X		
Rectificado de dado						X
Revisión de estado interno			X			

**Tabla XXXVII. Rutinas de mantenimiento de extrusora grande
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Anillo de aire						
Calibración de molde	X					
Limpieza de anillo					X	
Limpieza de molde		X				
Revisar fugas de aire	X					
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Panel de control						
Calibración de pirómetros						X
Limpiar y revisar estado de contactores			X			
Limpieza externa e interna			X			
Revisar conexiones eléctricas internas		X				
Revisar estado de cables conectores				X		
Revisar estado de pirómetros tipo J					X	
Revisar estado de variadores de velocidad			X			
Revisar instalación eléctrica			X			
Termocoplas						
Cambiar termocoplas tipo J				X		
Revisar conexión a cañón, cabezal y molde		X				
Revisar estado de termocoplas tipo J			X			
Resistencias						
Revisar estado de todas las resistencias			X			
Revisar temperatura de operación	X					
Limpieza externa de cintas calefactoras			X			
Terminales						
Limpieza de cables conectores			X			
Revisar empalmes en cables de alta temperatura	X					
Revisar estado de cables para alta temperatura		X				
Revisar estado en panel de control		X				

**Tabla XXXVII. Rutinas de mantenimiento de extrusora grande
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Revisar estado en cintas calefactoras		X				
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>						
Compresor						
Consultar programa de mantenimiento respectivo						
Componentes neumáticos						
Purgar condensado	X					
Revisión de cilindros de simple efecto en nip rolls			X			
Revisión de FRL (Unidad de mantenimiento)		X				
Revisión de mangueras, válvulas y conectores	X					
<u>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</u>						
Turbina						
Cambio de filtro					X	
Limpieza de filtros			X			
Limpieza de motor			X			
Limpieza externa e interna			X			
Revisar cables conectores a panel de control			X			
Revisar rotación	X					
<u>UNIDAD DE MOLDEO Y ESTIRADO</u>						
Torre estabilizadora						
Revisar estado de persiana					X	
Graduación de persiana estabilizadora	X					
Limpieza de persiana			X			
Aplicar sellante o pintura						X
Nip Rolls						
Cambiar aceite lubricante de motoreductor				X		
Limpieza de rodillos de moldeo y estiramiento			X			

Tabla XXXVII. Rutinas de mantenimiento de extrusora grande (continuación)

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Limpieza y revisión de motor de caja reductora			X			
Lubricar cadena de eje de rodillo principal			X			
Lubricación de cojinetes			X			
Reapretar castigaderas de cojinetes			X			
Rectificar rodillos moldeo y estiramiento						X
Revisar estado de rodillos de moldeo			X			
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Revisar presión de operación	X					
Revisar velocidad de operación	X					
Embobinador						
Cambiar aceite lubricante de motoreductor				X		
Limpieza de barra embobinadora						X
Limpieza de rodillos guías de tela					X	
Limpieza y lubricación de sprockets de platos			X			
Lubricación de cadena			X			
Lubricación de chumaceras			X			
Lubricación de cojinetes			X			
Rectificar rodillos embobinadotes						X
Revisar calidad del producto	X					
Revisar estado de resortes de presión					X	
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Revisión de casco cónico corredizo						X
Revisión y limpieza de sistema de rueda dentada				X		
Verificar velocidad de operación	X					

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XXXVIII. Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>						
Motor principal						
Cambio de aceite lubricante					X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X		
Revisar temperatura exterior de funcionamiento	X					
Revisión interna y externa					X	
Poleas y fajas						
Alineación de poleas						X
Revisar estado y tensión				X		
Caja reductora						
Análisis de aceite y vibraciones mecánicas						X
Cambio de cojinetes					X	
Cambio de empaques y retenedores						X
Cambio de lubricante y limpieza interna					X	
Revisar nivel y fugas de aceite lubricante		X				
Cables						
Revisión del estado de cableado			X			
<u>SISTEMA DE EXTRUSIÓN</u>						
Cañón o barril						
Control de presiones axiales en cuerpo						X
Control de temperaturas de cuerpo	X					
Limpieza de todo el cañón				X		
Limpieza de tolva de alimentación			X			
Medir longitud del tornillo sin fin o gusano						X
Realizar análisis de expansión térmica						X

**Tabla XXXVIII. Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Rectificado de paredes internas						X
Revisar trampa magnética inferior de tolva	X					
Revisar y limpiar ranura de ventilación		X				
Revisar y limpiar garganta de alimentación	X					
Revisión de estado interno			X			
Husillo o gusano						
Pulir tornillo con pasta					X	
Realizar análisis de expansión térmica						X
Rectificado de gusano sin fin						X
Revisar dispositivo de mezcla en zona de dosificación						X
Revisar la relación de compresión existente					X	
Revisar y limpiar tornillo sin fin			X			
Adaptador o filtro						
Cambio de filtro	X					
Control de temperatura de operación	X					
Limpieza de cabezal			X	X		
Revisar estado del braker plate				X		
Dado						
Control de temperatura	X					
Engrasar el acople					X	
Limpieza externa e interna			X			
Pulir dado con pasta				X		
Rectificado de dado						X
Anillo de aire						
Calibración de molde	X					
Limpieza de anillo			X			
Limpieza de molde de extrusora				X		
Revisar fugas de aire	X					

**Tabla XXXVIII. Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Panel de control						
Limpiar y revisar estado de contactores				X		
Limpieza y revisión de conexiones eléctricas interna					X	
Revisar estado de cables conectores					X	
Revisar estado de pirómetros tipo J						X
Revisar estado de variadores de velocidad						X
Revisar instalación eléctrica				X	X	
Resistencias						
Limpieza externa de cintas calefactoras				X		
Revisar temperatura de operación	X					
Verificar amperaje y continuidad de corriente en resistencias				X		
Termocoplas						
Ajuste y revisión de termocoplas J				X		
Terminales						
Limpieza de cables conectores				X		
Revisar estado de terminales de panel de control				X		
Revisar estado de terminales en cintas calefactoras				X		
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>						
Compresor de aire						
Consultar programa de mantenimiento respectivo						
Red de aire comprimido						
Cortes en líneas de aire agujeros		X				
Detección de fugas de aire	X					
Drenaje de condensado		X				
Inspección completa de todo el sistema de tubería			X			
Inspección de uniones, tes, codos, acoplamientos			X			

**Tabla XXXVIII. Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Toma de la presión en puntos estratégicos				X		
Trampa manual de condensado	X					
FRL						
Calibrar el manómetro						X
Cambio de aceite al haber limpiado el tazón					X	
Detección de fugas de aceite			X			
Detección de fugas de aire	X					
Drenar el condensado del filtro	X					
Limpiar el paso del chorro de aceite				X		
Limpieza del tazón del filtro y aceitera						X
Recuperar el nivel del aceite				X		
Verificar presión del regulador de presión			X			
Válvulas de conexión de aire						
Accionamiento de la manija de la válvula	X					
Cambio de válvulas si es necesario						X
Fugas de aire en válvulas y accesorios de manguera	X					
<u>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</u>						
Turbina						
Cambio de filtro						X
Limpieza de filtros y motor				X		
Limpieza externa			X			
Limpieza interna				X		
Revisar cables conectores a panel de control				X		
Revisar sentido de rotación	X					
Motor de enfriamiento						
Escuchar ruidos anormales			X			
Limpieza externa				X		

**Tabla XXXVIII. Rutinas de mantenimiento de extrusora pequeña
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>UNIDAD DE MOLDEO Y ESTIRADO</u>						
Torre estabilizadora						
Graduación de persiana estabilizadora	X					
Limpieza de persiana					X	
Revisar estado de persiana					X	
Nip Rolls						
Limpieza de rodillos de moldeo y estiramiento					X	
Lubricar cojinetes				X		
Revisar estado de rodillos de moldeo y estiramiento						X
Revisar nivel de aceite lubricante en motoreductor			X			
Revisar presión y velocidad de operación	X					
Tratador de tela						
Limpieza de electrodos tratadores						X
Limpieza de rodillo						X
Limpieza externa e interna de panel de control					X	
Revisar amperaje y voltaje de operación						X
Revisar estado de funcionalidad					X	
Verificar distancia entre electrodo y rodillo						X
Embobinador						
Limpieza de rodillos guías de tela				X		
Limpieza y revisión de motor de caja reductora				X		
Revisar calidad del producto	X					
Revisar estado de cojinetes de rodillos guías de tela						X
Revisar estado de motor de torque						X
Revisar nivel de aceite lubricante en motoreductor				X		
Verificar velocidad de operación	X					

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XXXIX. Rutinas de mantenimiento de cortadora-selladora

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA DE LA BANDERA</u>						
Nip Rolls						
Engrasar cojinetes y chumaceras de rodillos de hule				X		
Limpieza de carbones de motor D/C					X	
Lubricación de sistema de rueda dentada			X			
Rectificado de rodillos de hule						X
Revisar caucho y eje de rodillos					X	
Revisar desgaste y limpieza de rodillos				X		
Revisar estado de motor D/C					X	
Revisión y ajuste de rodillos de hule		X				
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>						
Motor principal						
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales	X					
Lubricación de cojinetes					X	
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Revisión y limpieza de embobinado						X
Eje primario						
Lubricación y limpieza de chumaceras y cojinetes				X		
Revisar holgura de leva de corte, retroceso y sello		X				
Revisar si existe pandeo o desgaste de eje					X	
Revisar estado de polea y faja			X			
Eje secundario						
Ajuste de leva de corte, retroceso y sello					X	
Ajuste y revisión de estado físico de tornillos				X		

**Tabla XXXIX. Rutinas de mantenimiento de cortadora-selladora
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Lubricación de levas (retroceso, corte y sello)					X	
Limpieza, revisar desgaste, holgura de engranajes					X	
Revisar desgaste y pandeo de eje sellador						X
Revisar y limpiar cojinetes y mordazas					X	
Revisar estado de poleas y fajas			X			
Sistema de retroceso						
Revisar desgaste, holgura y limpieza de engranajes					X	
Revisar tensión y ajuste de presionador			X			
Revisión y limpieza de cojinetes					X	
<u>SISTEMA DE SELLO Y CORTE</u>						
Eje sellador						
Limpieza de cojinetes				X		
Lubricación de quijada caliente o mordaza		X				
Revisar ajuste y limpieza de sellador				X		
Revisar calentamiento de cabezal sellador	X					
Revisar resistencia				X		
Revisar y ajustar termocopla			X			
Revisión de pandeo o desgaste en el eje						X
Revisión y cambio de teflón de sellador				X		
Sistema de la cuchilla						
Calibración de cuchilla de corte						X
Limpiar y afilar cuchillas					X	
Limpieza de guía de cuchilla y de rieles						X
Lubricación de bases de cuchilla de corte		X				
Revisar filo de cuchilla			X			
<u>AJUSTADOR DE MEDIDA</u>						
Limpieza de carrito y arco y perilla					X	

Tabla XXXIX. Rutinas de mantenimiento de cortadora-selladora (continuación)

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Limpieza de cojinetes axiales			X			
Limpieza y revisar desgaste de engranaje sin fin						X
<u>SISTEMA DE PROPULSIÓN</u>						
Rodillos delanteros						
Ajustar y revisar resortes		X				
Ajuste y limpieza de los fijadores para cilindro						X
Engrasar rodillos (superior e inferior)				X		
Limpieza de cojinetes de eje					X	
Lubricación de dientes de engranajes			X			
Revisar caucho y eje de rodillo inferior y superior					X	
Revisar desgaste y limpieza de rodillos y rieles					X	
Revisión y ajuste de guía de cuchilla		X				
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Inspeccionar instalaciones eléctricas		X				
Revisar funcionamiento de variador de velocidad				X		
Panel de control						
Ajuste y revisión de cepillo antiestática		X				
Limpiar y revisar funcionamiento de barra quita estática		X				
Revisar estado de fusibles		X				
Revisar estado de pirómetro y termocopla		X				
Revisar funcionamiento de microswitch		X				
Revisar ruidos anormales en contactores	X					
Revisar y limpiar cableado dentro del panel					X	
Revisar y limpiar contactos de transformador		X				
Revisar y limpiar contador de bolsa				X		
Revisión y limpieza de selector on-off					X	

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores

 TRANSPRODUCTOS S.A.	RUTINA DE MANTENIMIENTO IMPRESORA FLEXOGRÁFICA DE 6 COLORES					
	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS				
<u>UNIDAD DE IMPRESIÓN</u>	24	120	500	1500	3000	6000
Rodillo portaplancha						
Análisis de vibraciones mecánicas					X	
Inspección ultrasónica o térmica						X
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo		X				
Limpieza de laca o lodo de engranes			X			
Limpieza de marcas de plancha fotopolímera				X		
Limpieza y lubricación de bushing de portasello			X			
Limpieza y lubricación de engranes fijos y locos			X			
Monitoreo de vibraciones anormales	X					
Revisar excentricidades de ejes por deflexión						X
Rodillo anilux						
Análisis de porosidad de celdas					X	
Análisis de vibraciones mecánicas						X
Inspección ultrasónica o térmica						X
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo		X				
Limpieza de laca o lodo de engranes			X			
Limpieza y lubricación de dientes de engranajes			X			
Monitoreo de vibraciones anormales	X					
Revisar desgaste de celdas de rodillo				X		
Revisar excentricidades de ejes por deflexión					X	
Rodillo de mesa						
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo		X				
Limpieza de laca o lodo de engranes			X			
Limpieza y lubricación de dientes de engranajes			X			
Revisar eje de rotación					X	

**Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Rodillo de hule						
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo		X				
Limpieza de laca o lodo de engranes			X			
Limpieza y lubricación de dientes de engranajes			X			
Revisar eje de rotación.					X	
Carro de impresión						
Limpieza de tornillos de ajuste de presión				X		
Limpieza externa					X	
Lubricación de guías respectivas.			X			
Revisar alineación y soporte.						X
Guía de registro						
Limpieza de doctor blade			X			
Limpieza externa de registro longitudinal y transversal					X	
Limpieza y lubricación de perillas de ajuste fino			X			
Lubricación de tornillo sin fin de registros				X		
Revisar volumen de tinta transferido.			X			
Bandeja de tinta						
Limpieza de residuos de tinta.		X				
Revisar fugas de tinta.	X					
Mordazas de sujeción						
Limpieza de mordazas de sujeción.		X				
Lubricación de chumaceras		X				
Revisar funcionamiento del mecanismo de trinquete			X			
Revisar presión en chumaceras de sujeción			X			

**Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>						
Panel de control						
Limpieza de contactos y tarjetas eléctricos				X		
Limpieza externa de control de mando					X	
Revisar instalaciones eléctricas			X			
Verificación de interruptores de operación			X			
Variador de tensión de tela						
Limpieza de contactos y tarjetas eléctricos				X		
Limpieza externa de control de mando					X	
Verificación de interruptores de operación			X			
Variador de velocidad						
Limpieza externa					X	
Revisar funcionamiento			X			
Verificar regulación de velocidad de sustrato	X					
Conectores y cables						
Limpieza y revisión de cableado interno			X			
Mecanismos de empalmes de bobinas					X	
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>						
Compresor de aire						
Consultar programa de mantenimiento respectivo.						
Ductos de circulación de aire						
Detección de fugas de aire	X					
Inspección completa de conductos de aire			X			
Inspección de uniones, tes, codos, acoplamientos			X			

**Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
FRL						
Calibrar el manómetro						X
Detección de fugas de aceite y agua				X		
Drenar el condensado del filtro	X					
Recuperar el nivel del aceite		X				
Verificar presión del regulador de presión			X			
Cilindros y válvulas						
Accionamiento de la manija de la válvula	X					
Cambio de válvulas si es necesario						X
Fugas de aire en válvulas y accesorios de manguera			X			
Lubricación de cilindros de simple efecto			X			
Revisión de cilindros de simple efecto		X				
<u>DESEMBOBINADO Y EMOBINADO</u>						
Motor embobinador						
Cambio de aceite lubricante				X		
Escuchar ruidos y analizar vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcasa de motor					X	
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Revisar temperatura exterior de funcionamiento	X					
Barra embobinadora y desembobinadora						
Limpieza de barra embobinadora					X	
Limpieza de engranes conectores de tensión			X			
Lubricación de cojinetes de ajuste transversal			X			
Revisar calidad del producto	X					
Revisar cojinetes lineales de ajuste transversal				X		
Revisar velocidad de giro	X					
Verificar orientación de rotación	X					

**Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Frenos						
Lubricación de frenos de polvo			X			
Limpieza de cadena de tensión				X		
Limpieza externa de freno						X
Limpieza y lubricación de engranes			X			
Revisar tensión de sustrato	X					
Unidad telar (Araña)						
Limpieza y lubricación de fijadores de sustrato					X	
Limpieza de guías de alimentación de cinta						X
Lubricación de cojinetes de rodillos locos						X
<u>SISTEMA DE SECADO</u>						
Blowers (secadores)						
Limpieza general y revisión interna					X	
Revisar amperaje de operación		X				
Revisar caudal de flujo de aire			X			
Revisar conexiones eléctricas		X				
Revisión de filtros de aire				X		
Secador entre unidad de impresión						
Limpieza general						X
Revisar alimentación eléctrica				X		
Revisar estado de resistencias eléctricas				X		
Revisar obstrucciones de rejillas de control		X				
Revisar temperatura de operación	X					
Ductos de circulación de aire						
Revisar caudal y presión de puntos estratégicos			X			
Revisar estado de mangueras					X	
Revisar fugas de aire	X					

**Tabla XL. Rutinas de mantenimiento de impresora de 6 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
<u>SISTEMA DE ARRANQUE</u>						
Motor						
Cambio de aceite lubricante				X		
Escuchar ruidos y analizar vibraciones anormales	X					
Limpieza de carcasa de motor					X	
Revisar nivel de aceite lubricante			X			
Poleas y fajas						
Alineación de poleas						X
Revisar estado de funcionamiento				X		
Tren de engranajes principales						
Lubricación de dientes de engranajes			X			
Escuchar ruidos y vibraciones anormales	X					
Limpiar lodo y laca de dientes de engranajes			X			
Limpieza de aparejo de engranajes				X		
Revisar desgaste de dientes de engranes				X		
Revisar puntos de apoyo sujetos a desgaste					X	

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XLI. Rutinas de mantenimiento de impresora de 4 colores

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Desembobinado y embobinado						
Limpieza de rodillos de embobinado/desembobinado		X				
Limpieza y lubricación de chumaceras de rodillos desembobinadores y embobinadores			X			
Limpieza y lubricación de rodillos guías de sustrato				X		
Limpieza y revisión de manecillas de ajuste de presión			X			
Lubricación de cojinetes de barras embobinadores/desembobinadores			X			
Revisar calidad del producto	X					
Revisar presión de cascos cónicos		X				
Revisar puntos de apoyo sujetos a desgaste			X			
Revisar resortes de reguladores de tensión				X		
Revisión de cojinetes de ajuste transversal embobinado/desembobinado			X			
Revisión de rodillos en contacto con sustrato impreso				X		
Revisión y limpieza de túnel de secado					X	
Panel de control						
Calibración de pirómetro						X
Limpieza de contactos eléctricos				X		
Limpieza externa de panel de control					X	
Limpieza externa de variador de velocidad					X	
Revisar conexiones falsas o defectuosas			X			
Revisar estado de contactores			X			
Revisar estado de pirómetro			X			
Revisar estado de todo el sistema de cableado interno			X			
Revisar instalaciones eléctricas				X		
Verificación de interruptores de operación		X				

**Tabla XLI. Rutinas de mantenimiento de impresora de 4 colores
(continuación)**

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	500	1500	3000	6000
Sistema de arranque						
Lubricación y limpieza de tren de engranes				X		
Cambiar aceite lubricante de motorreductor				X		
Escuchar ruidos y/o vibraciones anormales	X					
Revisar nivel de lubricante de motorreductor			X			
Revisar temperatura exterior de funcionamiento	X					
Sistema de secado						
Ajuste y limpieza de tornillos de rodillos fijadores de tela					X	
Limpieza de carcasa de turbina					X	
Revisar estado de conductos de aire				X		
Revisar estado de resistencias eléctricas en secador			X			
Revisar fugas de aire	X					
Servicio general para turbina de aire					X	
Verificar funcionamiento de turbina de aire			X			
Verificar la temperatura de operación	X					
Unidad de impresión						
Limpieza de bandeja de tinta		X				
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo anilux y de hule			X			
Limpieza de cuerpo y paredes de rodillo de mesa y portacliché			X			
Limpieza y lubricación de bushing de rodillo portacliché			X			
Limpieza y lubricación de perillas de ajuste			X			
Lubricación de manecillas de registro longitudinal y transversal			X			
Lubricación y limpieza de dientes de engranajes de rodillos		X				
Lubricación y limpieza de guías de registro		X				
Lubricación y limpieza de mordazas de sujeción			X			
Revisión y lubricación de chumaceras de mordazas				X		
Revisar fugas de tinta	X					
Revisar ruidos y/o vibraciones anormales	X					

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

Tabla XLII. Rutinas de mantenimiento de compresores de aire

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS				
	24	120	500	3000	6000
Revisar el nivel de aceite	X				
Limpiar y revisar purga de condensado	X				
Revisar la temperatura de descarga del aire	X				
Revisar el manómetro	X				
Limpieza de carcasa de compresor de aire		X			
Limpiar y revisar la válvula de condensado		X			
Revisar y limpiar el filtro de aceite		X			
Detectar posibles fugas de aire		X			
Revisar la válvula de seguridad			X		
Revisar las fajas y alineación de poleas (csn)			X		
Revisar el aceite (análisis de aceite)			X		
Lubricación de cojinetes y todos los mecanismos			X		
Detectar posibles fugas de aire			X		
Inspección completa de todo el sistema de tubería			X		
Limpiar y revisar el nivel de aceite (csn)				X	
Limpiar y revisar filtro de aire y de aceite (csn)				X	
Revisar cojinetes y mecanismos (csn)				X	
Limpieza y revisión de motor eléctrico				X	
Limpieza general del compresor de aire				X	
Revisar la instalación eléctrica				X	
Revisar fugas de aceite en las mangueras				X	
Revisar fugas de aceite en los sellos				X	
Revisar cojinetes de motor eléctrico (csn)				X	
Limpiar y revisar manómetro (csn)					X
Limpiar y revisar las banda y poleas (csn)					X
Cambiar filtro de aire					X
Revisar los contactos del arrancador					X

(cns) = Cambio si es necesario

Fuente: Diseño propio de rutinas de mantenimiento preventivo a la maquinaria (30-Enero-09)

3.8 Clasificación de defectos o averías en la maquinaria

La clasificación de los defectos o averías en las distintas máquinas, se hace con la finalidad de saber el grado de urgencia con la que se requiere brindarles el mantenimiento a los equipos, conforme estas aparecen. Estos se dividen en:

3.8.1 Defectos menores

Son todas las averías que no afectan en lo mínimo al proceso productivo. Las tareas de mantenimiento se realizarán programadamente. Si la tarea puede realizarse “en línea”, es decir con la planta funcionando, normalmente se espera que ocurra en un plazo no mayor a una o dos días.

3.8.2 Defectos mayores

Son los defectos que afectan la continuidad del proceso productivo, debido a fallas en los elementos de las máquinas. Las tareas de mantenimiento deben programarse, con la mayor prioridad. Habitualmente se admite que una tarea para corregir un defecto mayor, debe realizarse en un plazo determinado muy breve, por ejemplo: en las próximas 24 hrs. Esta condición aplica al caso de reparaciones que intentan evitar que se produzca en la máquina un defecto crítico.

3.8.3 Defectos críticos

Son todas las averías que provocan la paralización total del proceso productivo. Son requerimientos de intervención de equipos, no programadas, debido a fallas muy serias, que afectan directamente a la producción.

Esta clase de fallas deben atenderse en forma rápida e inmediata, sin demoras en tramitaciones administrativas y superando a las prioridades de las tareas programadas. Esta condición de "crítico", debe aplicarse excepcionalmente y justificadamente, ya que implicará el quiebre de la programación normal de actividades y traerá aparejado costos mayores.

3.9 Control del mantenimiento preventivo

Para el desarrollo de todos los trabajos de mantenimiento que se han de realizar en cada una de las máquinas industriales de la planta, se contará con una metodología de acción a seguir, la cual estará apoyada con formatos o fichas de control, para poder de esta forma plasmar y recolectar toda la información necesaria respecto a estas actividades de mantenimiento preventivo o correctivo.

3.9.1 Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento

Todos los trabajos de mantenimiento a ejecutarse en cada una de los equipos de la planta, son asignados o realizados por el mecánico de la empresa, éste debe de tomar en cuenta, todas las órdenes de trabajo existentes y la programación según el plan de mantenimiento preventivo. La metodología a seguir es el siguiente:

1. El mecánico revisa las órdenes de trabajo para ver la prioridad de las tareas y también el programa de mantenimiento, a fin de determinar las tareas a ejecutarse en la maquinaria de la planta.

2. Revisa las fichas de programación de tareas de cada máquina, para poder llenar las fichas de orden de trabajo a realizarse en cada día. Luego las registra en la ficha de control de órdenes de trabajo y proceda a asignar las tareas o ejecutarlas. (Con la colaboración del ayudante o los operarios según sea el caso).
3. Durante la ejecución de las tareas o al finalizar las mismas se debe de llenar todas las fichas de registro respectivo, a fin de poder llevar el control de las actividades realizadas, repuestos utilizados, servicios externos requeridos, etc.
4. Se entrega una copia al jefe de producción, para que éste también tenga un registro de todas las actividades de mantenimiento efectuados en la maquinaria de la planta de producción.
5. Cuando se ha terminado la semana de trabajo, el mecánico genera todos los informes necesarios para evaluar el rendimiento del programa de mantenimiento preventivo y archiva las órdenes de trabajos ejecutados para poder llevar un historial propio de cada máquina.

3.9.2 Ficha técnica de registro

En esta ficha se anotan todos los datos técnicos más importantes de cada una de las máquinas de la empresa, esta actividad es realizada por el mecánico encargado del mantenimiento de la planta, la finalidad de esto es tener una referencia rápida sobre los repuestos recomendables y parámetros generales de funcionamiento de las máquinas.

Los datos que se registran en esta ficha son: nombre de la máquina, modelo, serie, ubicación, código, elementos mecánicos mas importantes, tipo de lubricación, mantenimientos mas frecuentes, proveedor de repuestos recomendado.

Figura 20. Ficha técnica de registro

		FICHA TÉCNICA DE REGISTRO		
		TRANSPRODUCTOS S.A.		
NOMBRE DE LA MÁQUINA		MODELO:		
SERIE:		CÓDIGO:		
UBICACIÓN		FECHA DE MONTAJE E INSTALACIÓN:		
ELEMENTOS MECÁNICOS MÁS IMPORTANTES		TIPO DE LUBRICANTES A UTILIZAR		
Componentes mecánicos:		NOMBRE	CANTIDAD	
Componentes eléctricos:				
Componentes neumáticos::				
Componentes electrónicos:				
MANTENIMIENTOS MÁS FRECUENTES		PROVEEDORES DE REPUESTOS RECOMENDADOS		
		NOMBRE	DIRECCIÓN	TELÉFONO

Fuente: Diseño de ficha técnica de registro (01-Diciembre-08)

3.9.3 Ficha de control de costos

Esta ficha se utiliza para poder llevar un control de todos los costos que se incurren al efectuar los distintos trabajos de mantenimiento en las máquinas, esta ficha se llena con la información que se obtiene de las órdenes de trabajo que han sido ejecutadas. El encargado de llevar este de control es el jefe de producción de la planta, debido a que él es el único que autoriza, si un trabajo de mantenimiento es realizado o no.

En este registro también se discriminará en costos ocasionados por el mantenimiento correctivo o por el mantenimiento preventivo. Los datos que contienen esta ficha son: Período de informe, número de informe, nombre de la máquina, código de maquinaria, ubicación, costo total en quetzales del mantenimiento preventivo, costo en quetzales del mantenimiento correctivo.

Figura 21. Ficha de control de costos

	
<u>CONTROL DE COSTOS</u>	
TRANSPRODUCTOS S.A.	
Informe del _____ al _____ No. _____	
Nombre de máquina _____ Código _____ Ubicación _____	
COSTO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TOTAL (Quetzales)
COSTO POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	TOTAL (Quetzales)
TOTAL (Quetzales)	

Fuente: Diseño de ficha de control de costos (01-Diciembre-08)

3.9.4 Ficha de contratación de personal externo

Este documento se utiliza a fin de tener un control de todas las empresas o personas externas contratadas, en todos los trabajos de mantenimiento que así lo requieran. Se podrá tener una información concreta de la forma que realizan sus trabajos, los precios que solicitan y de esta manera poder evaluarlos y elegir a los que convengan más para los intereses de la empresa.

Los datos que contiene son: fecha, número correlativo de ficha, nombre de la empresa o persona contratada, servicios brindados, costo por servicio prestado, calificación respectiva y observaciones.

Figura 22. Ficha de contratación de personal externo

		CONTRATACIÓN DE PERSONAL EXTERNO	
TRANSPRODUCTOS S.A.			
Fecha de contratación: _____		No. _____	
NOMBRE DE EMPRESA O PERSONA CONTRATADA	SERVICIOS PRESTADO	COSTO (Quetzales)	
CALIFICACIÓN DE TRABAJO			
CALIDAD	CANTIDAD	PRECIO	FECHA DE ENTREGA
OBSERVACIONES: _____			

Fuente: Diseño de ficha de contratación de personal externo (01-Diciembre-08)

3.9.5 Ficha de control de órdenes de trabajo

Esta ficha se utiliza para poder llevar un control minucioso y detallado de todas las órdenes de trabajo que se efectúa o se efectuaron durante un período de tiempo específico. Esto con la finalidad de poder tener parámetros que permitan evaluar el rendimiento y eficiencia de todos los trabajos de manteniendo que se llevan a cabo en la empresa.

Los datos que contiene son: período de informe, número de orden de trabajo, maquinaria trabajada, encargado de ejecución, fecha planeada, fecha realizada, observaciones.

Figura 23. Ficha de control de órdenes de trabajo

	<u>CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO</u>			
TRANSPRODUCTOS S.A.				
Informe del _____ al _____			No. _____	
No. Orden	Máquina	Encargado	Fecha planeada	Fecha realizada
Observaciones _____				

Fuente: Diseño de ficha de control de órdenes de trabajo (01-Diciembre-08)

3.10 Planificación y anticipación de inventarios de repuestos

Es necesario llevar un control de los repuestos más utilizados, la frecuencia con la cual son reemplazados o requeridos, esto se hace con la intención de tomar la decisión de qué repuestos se deben comprar y cuándo debe efectuarse la compra, con el objeto de que el día que se realice el mantenimiento preventivo se cuente con ellos, para que dicho mantenimiento pueda realizarse en la forma que se planificó.

También ayuda a disminuir los costos, al no tener un inventario voluminoso de repuestos, ya que esto crea estancamiento del capital pudiéndose utilizar estos recursos económicos en áreas más productivas.

3.10.1 Stock mínimo de repuestos, materiales y herramientas

Debido a que actualmente el tipo de mantenimiento aplicado a la maquinaria de la empresa Transproductos, S.A. es el correctivo, no se tiene un registro histórico del consumo de los repuestos, ya que éstos se compran a medida que se vayan requiriendo en el mantenimiento aplicado.

Con la experiencia de los operarios se logró establecer un listado de los repuestos más utilizados o las herramientas requeridos en los mantenimientos a la maquinaria. Con este listado, se iniciará con un historial para cada repuesto a partir de la implementación del programa de mantenimiento, con la finalidad de establecer el control de inventarios de repuestos, materiales y herramientas.

Por el momento se propone iniciar con una mínima cantidad de cada repuesto y conforme el programa avance se podrá establecer definitivamente un stock de repuestos.

Tabla XLIII. Listado inicial de repuestos, materiales y herramientas.

CANTIDAD	REPUESTO, MATERIAL O HERRAMIENTA	MOTIVO DE USO O DESGASTE
6 unidades	Abrazaderas No. 40 2 1/4 – 3"	Se quiebran en las mangueras de la turbina de enfriamiento de la extrusora pequeña o bien se le barre la rosca. Su duración es superior a seis meses
2 galones	Aceite LUBRISA OIL GL-1 90	Es el aceite que se utiliza para lubricar todos los motoredutores de las máquinas
2 galones	Aceite Quin Cip	Para la lubricación de los compresores de aire
2 galones	Aceite SAE 80W-90 TEXACO	Lubricación de motor de arranque de tren de engranajes de impresora flexográfica de 6 colores.
5 galones	Aceite SHELL TELLUS 46	Es el aceite que se utiliza para la lubricación las cajas reductoras de peletizadora
5 galones	Aceite Teresso 43 ESSO	Lubricación de cajas reductoras de las extrusoras.
1 unidad	Alicate para electricista 7"	Utilizado para realizar mantenimiento eléctricos.
2 unidades	Brocha de 4"	Limpeza de elementos mecánicos.
5 metros	Cable No. 10 (Alta temperatura)	Conexiones a las terminales de la extrusora grande y peletizadora, se quema constantemente.
2 unidades	Caja para herramienta 24" con bandeja	Transportación de herramientas necesarias para efectuar trabajos de mantenimiento.
1 unidad	Cepillo con cerdas metálicas	Limpeza de residuos de plástico derretido en maquinarias.
1 unidad	Cepillo con cerdas plásticas	Limpeza de dado de las extrusoras.
2 unidades	Cojinete 1209 NTN	Se deterioran con el uso constante en el eje rotor de molino de corte.
4 unidades	Cojinete 6202 22C/2AS	Desgaste en punta de rodillos en unidades de impresión de impresora de 6 colores. Vida promedio 6 semanas.
2 unidades	Cojinete 6202 Z FAG	Desgaste por uso en punta de rodillo de barra embobinadora de extrusora grande
4 unidades	Cojinete 6204 Z FAG	Desgaste por uso en punta de barras embobinadores y desembobinadores de impresora de 6 colores.
2 unidades	Faja tipo B-53	Desgaste por uso en molino de corte. Su vida útil es menor de 3 meses.
2 unidades	Faja tipo B-63	Desgaste por uso en picadora de peletizadora.
2 unidades	Faja tipo B-75	Desgaste constante en motor principal de extrusora grande.
2 unidades	Filtro de aire para compresor	Mantenimiento a compresores de aire.
1 docena	Fusibles (5, 10 A)	Se quema frecuentemente en panel de control de cortadora-selladora.
2 galones	Gas o thinner	Remueve grasa, tinta o suciedad. También es utilizado para realizar otros trabajos de mantenimiento.
1 libra	Grasa grafitada	Lubricación de cojinetes de eje rotor de molino de corte.

Tabla XLIII. Listado inicial de repuestos, materiales y herramientas (continuación)

1 libra	Grasa MYSTIK JT-6	Lubricación de tren de engranajes principales de impresora flexográfica de 6 colores.
1 libra	Grasa ULTRALUBE	Lubricación de caja reductora de peletizadora
2 pares	Guantes de cuero	Utilizados en trabajos de mantenimiento donde se tenga que manipular elementos calientes.
4 hojas	Lija No. 120	Limpieza de moldes de las extrusoras.
1 unidad	Linterna de mano	Utilizado para mantenimiento internos de las maquinas donde se requiere iluminación.
1 unidad	Llave cola -corona 1 ¼	Necesario para del desmontaje de portafiltro de peletizadora.
1 unidad	Llave cola-corona ½	Usado en mantenimiento de cañón de extrusora grande.
1 juego	Llaves Allen Hexagonal 8-16 mm	Usados constantemente en diferentes trabajos de mantenimiento en las maquinarias.
1 metro	Malla metálica (Mesh)	Cambio de filtro de peletizadora y extrusoras
4 unidades	Mangueras corrugado (18 cm)	Se doblan y se queman fácilmente en extrusoras.
1 unidad	Martillo	Es usual la utilización en trabajos de mantenimiento.
1 galón	Pintura anticorrosivo color verde	Mantenimiento de carcazas o resguardos de maquinarias.
1 unidad	Resistencia 240 V – 750 W	Pierde sus propiedades con el uso.
1 bote	Spray lubricante ABRO	Utilizado constantemente en lubricación de partes móviles de todas las maquinas.
2 docenas	Terminales (Alta temperatura)	Se queman constantemente por las altas temperaturas que manejan.
4 unidades	Termocoplas tipo J	Se deterioran con el uso
2 unidades	Termocoplas tipo K	Se deterioran con el uso
1 unidad	Termómetro digital	Necesario para poder determinar con exactitud la temperatura real de operación.
6 unidades	Tornillos m6 paso 2	Utilizadas para apretar el molde en el cabezal de la extrusora grande.
6 libras	Wipe o mopa	Limpiador de grasa o suciedad, se desecha.

Fuente: Diseño de stock mínimo de inventarios de repuestos (21-Noviembre-08)

3.10.2 Costos incurridos en adquisición de stock de inventarios de repuestos

Los costos que se incurren para la adquisición del inventario de repuestos de la empresa Transproductos, S.A. se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XLIV. Costos en adquisición de stock de inventarios de repuestos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO TOTAL (Q)
Abrazaderas No.40 2 ¼ – 3"	6 unidades	5.25	31.50
Aceite LUBRISA OIL GL-1 90	2 galones	145.00	290.00
Aceite Quin Cip	2 galones	372.50	745.00
Aceite SAE 80W-90 TEXACO	2 galones	119.25	238.50
Aceite SHELL TELLUS 46	5 galones	105.00	525.00
Aceite Teresso 43 ESSO	5 galones	115.70	578.52
Alicate para electricista 7"	1 unidad	45.00	45.00
Brocha de 4"	2 unidades	22.80	45.60
Cable No. 10 (Alta temperatura)	5 metros	2.50	12.50
Caja para herramienta 24" con bandeja	2 unidades	195.00	390.00
Cepillo con cerdas metálicas	1 unidad	31.25	31.25
Cepillo con cerdas plásticas	1 unidad	24.75	24.75
Cojinete 1209 NTN	2 unidades	298.00	596.00
Cojinete 6202 22C/2AS	4 unidades	30.25	121.00
Cojinete 6202 Z FAG	2 unidades	30.25	60.50
Cojinete 6204 Z FAG	4 unidades	39.50	158.00
Faja tipo B-53	2 unidades	30.50	61.00
Faja tipo B-63	2 unidades	70.00	140.00
Faja tipo B-75	2 unidades	48.90	97.80
Filtro de aire para compresor	2 unidades	150.00	300.00
Fusibles (5, 10 A)	1 docena	1.00	12.00
Gas o thinner	2 galones	28.00	56.00
Grasa grafitada	1 libra	40.00	40.00
Grasa MYSTIK JT-6	1 libra	78.00	78.00
Grasa ULTRALUBE	1 libra	94.50	94.50
Guantes de cuero	2 pares	67.50	135.00
Lija No. 120	4 hojas	6.25	25.00
Linterna de mano	1 unidad	57.50	57.50
Llave cola -corona 1 ¼	1 unidad	97.75	97.75

Tabla XLIV. Costos en adquisición de stock de inventarios de repuestos (continuación)

Llave cola-corona ½	1 unidad	17.50	17.50
Llaves Allen Hexagonal 8-16 mm	1 juego	68.45	68.45
Malla metálica (Mesh)	1 metro	185.00	185.00
Mangueras corrugado (18 cm)	4 unidades	37.55	150.20
Martillo	1 unidad	42.00	42.00
Pintura anticorrosivo color verde	1 galón	53.75	53.75
Resistencia 240 V – 750 W	1 unidad	88.45	88.45
Spray lubricante ABRO	1 bote	48.45	48.45
Terminales (Alta temperatura)	2 docenas	24.00	48.00
Termocoplas tipo J	4 unidades	38.25	153.00
Termocoplas tipo K	2 unidades	42.60	85.20
Termómetro digital	1 unidad	1430.00	1430.00
Tomillos m6 paso 2	6 unidades	6.55	39.30
Wipe o mopa	6 libras	2.13	12.75
TOTAL			7,509.72

Tasa de Cambio actual Q 7.67 x US \$1.00

Fuente: Análisis de costos de inventarios de repuestos (01-Diciembre-08)

3.11 Capacitación al personal

La empresa debe considerar la capacitación y entrenamiento del personal como actividades prioritarias para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de su planilla y por supuesto, mejorar el nivel de producción. El personal administrativo determinará la metodología a emplear para el desarrollo de la capacitación y entrenamiento del personal, de acuerdo con las necesidades que se observen en la empresa. Con la capacitación del personal, la empresa Transproductos, S.A. busca:

- Lograr una ejecución más eficiente de las tareas de mantenimiento.
- Mejorar la productividad de las operaciones de la empresa.
- Mejorar la capacidad técnica del personal.
- Mejorar el manejo del equipo.

En ese sentido, la empresa solicitará información de cursos técnicos a diversas empresas como el INTECAP, entre otros y se procederá a enviar al personal para capacitarlos.

3.12 Reducción de costos en la planta

El objetivo primordial de cualquier empresa es la reducción de costos en todas sus operaciones pero sin descuidar la calidad del producto y servicio que se presta a los clientes. Esto se logra en la empresa al momento de realizar las siguientes acciones:

- a) Eliminar tareas innecesarias por medio de las actividades preventivas, realizando una adecuada selección tanto del personal que lo llevara a cabo como de las herramientas necesarias; lo cual nos permitirá tener un ahorro en el tiempo de ejecución del mantenimiento, mayor productividad de la mano de obra, evitando tiempos adicionales de trabajo.
- b) Llevar un buen control de repuestos e insumos a utilizar, como lo es, contar con los repuestos realmente necesarios, manteniendo un stock bastante liviano de los mismos. Realizar las compras unos días antes de las actividades de mantenimiento, para evitar retrasos en la ejecución del mantenimiento por falta de algún repuesto.
- c) Las revisiones e inspecciones serias y objetivas sobre como se está llevando a cabo el mantenimiento preventivo, nos dará como resultado una maquinaria en buen funcionamiento y estado, disminuyendo así la mala calidad en la producción, evitando de esta forma, pérdidas por desperdicios de materia prima, es otra forma de reducir los costos.

4. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA MAQUINARIA EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

4.1 Presentación del proyecto a trabajadores

La presentación del proyecto a los trabajadores, se hará en dos fases, las cuales deben ser apoyadas en un 100% por la gerencia de la empresa, a fin de evitar malas interpretaciones por parte del personal operativo de planta. Este anuncio dará a conocer que la gerencia apoya en su totalidad, lo necesario para la implementación del nuevo programa de mantenimiento preventivo.

- *Primera Fase:* presentación teórica del proyecto, dando a conocer la importancia de la introducción e implementación a corto plazo del programa de mantenimiento en todas las máquinas de la planta y también conceptos fundamentales y básicos respecto al mantenimiento industrial. Se realizarán varias presentaciones, apoyados con equipo audiovisual.
- *Segundo Fase:* aplicación práctica, esto en un porcentaje del programa de mantenimiento hacia las máquinas, a fin de familiarizarse con las rutinas de mantenimiento y dando a conocer de esta forma las actividades mas básicas a realizar por el personal operativo. Se realizarán cuando las órdenes de producción sean mínimas, a fin de tener suficiente tiempo y hacerlo de una manera correcta.

4.2 Adiestramiento y capacitación

Para efectuar cualquier trabajo se debe tener la capacidad de hacerlo, debido a esto, es vital que el personal encargado del mantenimiento y los propios operarios de la empresa Transproductos, S.A., tengan las habilidades ideales, y puedan ser capaces como responsables para desarrollar las actividades de reparación y mantenimiento en los equipos de la planta.

La metodología a utilizar en este proceso enseñanza-aprendizaje se presenta a continuación:

- Interactiva: con la única finalidad de establecer una dinámica entre los miembros de la empresa y el docente para integrar los aprendizajes y experiencias, que permitan, la mejor comprensión de los temas a tratar.
- Participativa: para que las personas involucradas se sientan parte integrales de este proceso de capacitación y de esta forma poder aportar cualquier información que sea gran utilidad para ambas partes, empleados y organización.
- Formativa: los trabajadores de la planta, tienen el deber de observar normas de conducta preestablecidas dentro y fuera del lugar del adiestramiento, mejorar el ambiente, desarrollar sus tareas y mantener una relación de cooperación y respeto.

4.2.1 Reuniones de sensibilización

Debe ser necesario, para que este programa vaya en marcha, hacerle ver a todos los operarios, que al implementar este nuevo sistema de mantenimiento a la maquinaria, no siempre se va a generar recortes de personal o reducciones de salario; sino que por el contrario será benéfico para ellos, debido a que con la implementación de este plan de mantenimiento, traerá grandes beneficios para la empresa y al crecer la empresa están asegurando un mejor salario y unas condiciones de trabajo más seguras y de mejor calidad.

4.2.2 Talleres

Los talleres serán impartidos con el único objetivo de introducir más a todo el personal de la empresa Transproductos, S.A., en relación al programa de mantenimiento que se va a implementar. Se recomienda varios talleres de capacitación que brinde al personal los conocimientos necesarios para la comprensión y aplicación del programa de mantenimiento preventivo, por lo que este tipo de capacitación deberá contener la siguiente información:

- Tipo de mantenimiento que se llevará a cabo en la maquinaria de la empresa.
- Definición de cada formato de ficha control, así como la presentación del diseño del mismo.
- Enseñar al personal de cómo llenar e interpretar cada formato de ficha de control.
- El procedimiento para la utilización de los mismos.
- Presentación de las actividades de mantenimiento a realizar en la maquinaria de la empresa.
- Presentación de las rutinas de mantenimiento en la maquinaria industrial.

Un conocimiento deficiente en la utilización como la aplicación de ésta información, puede ocasionar la falta de interés en el personal para aplicar el mantenimiento preventivo o tener una mala interpretación de los mismos.

4.2.3 Charlas directas

Se llevará a cabo con todo el personal, al momento de efectuarse alguna actividad o rutina de mantenimiento en la maquinaria. Esto con la finalidad de orientar sobre alguna deficiencia en la aplicación de las tareas del programa de mantenimiento.

Se tendrá una comunicación directa y eficaz con el personal encargado del mantenimiento de la maquinaria como también con el personal operativo, a fin de poder identificar posibles factores negativos que influyan sobre la implementación adecuada del nuevo sistema de mantenimiento. Se obtendrá información importante sobre posibles cambios en el programa, como también sugerencias y comentarios del personal, quienes son los responsables directos de que la implementación del proyecto sea un éxito.

4.2.4 Capacitación constante

La capacitación constante del personal de la empresa es vital debido al papel fundamental que estos desempeñan, estos programas de capacitación consiste en los siguientes aspectos:

1. Explicar y demostrar la forma correcta de realizar las actividades de mantenimiento.
2. Ayudar al personal a desempeñarse bajo supervisión.

3. Permitir que el personal se desempeñe solo, en las actividades y rutinas de mantenimiento programado.
4. Evaluar el desempeño laboral demostrado.
5. Capacitación de personal según los resultados de la evaluación.

Es posible que haya que repetir estos pasos varias veces antes de que un empleado capte correctamente lo que debe hacer. Cuando el empleado ha asimilado estos pasos, este puede realizar un paso más en este ciclo:

6. Afianzar sus conocimientos capacitando a otra persona.

Hay una gran diferencia entre explicar a un empleado cómo se hace una tarea y transmitir conocimientos teóricos y prácticos con éxito. Aún después de una demostración, los trabajadores pueden cometer errores al tratar de repetir el proceso. Algunos conceptos son difíciles de aprender; otros exigen mucha práctica. Durante la capacitación del personal, es necesario:

- Evaluar constantemente el nivel de comprensión;
- Adecuar el nivel de capacitación según el grupo de participantes.
- Presentar un número limitado de conceptos por vez.
- Separar las tareas de aprendizaje en varios conceptos simples.
- Involucrar a todos los empleados relacionados (para que todos participen activamente, no sólo observar la demostración de un individuo).
- Utilizar material visual y estimular a los participantes para que hagan preguntas sobre el tema.

Como en cualquier evento relacionado con el aprendizaje, los trabajadores van a sentirse más cómodos si el encargado es amable y les demuestra paciencia. Los elogios honestos y merecidos también ayudan.

Durante la capacitación de personal, las explicaciones y demostraciones son muy importantes, pero los empleados recordarán mejor la información si la aplican. Lamentablemente, este paso se elimina muy a menudo porque ocupa tiempo. Y también porque el observar a un trabajador que hace la tarea con dificultad requiere paciencia. En las primeras etapas, los métodos prácticos rinden mejores resultados que los teóricos.

Las explicaciones deben ser breves y simples, es necesario animar a los trabajadores a hacer y contestar preguntas. De este modo se comprueba la comprensión del tema expuesto. A medida que los conocimientos vayan mejorando, aumenta la importancia de la teoría.

La ayuda que se prestan los trabajadores entre sí afianza sus conocimientos y acorta el período necesario para la capacitación de todos ellos. De este modo, el supervisor puede dedicarse a otras tareas. Muchos trabajadores aprecian y disfrutan de la responsabilidad y prestigio de capacitar a sus compañeros.

4.3 Definir encargados en ejecución de tareas

Para poder llevar un mejor control del programa de mantenimiento que se implementará en la empresa, es necesario definir a los encargados en la ejecución de las actividades propias del programa, también se incluye las responsabilidades que recaen sobre cada persona, como la respectiva autoridad que estas adquieren, a fin de que la ejecución del nuevo sistema de mantenimiento se realice bajo lineamientos claramente definidos.

4.3.1 Responsabilidad

Las responsabilidades de las personas involucradas directamente con las actividades propias del programa de mantenimiento se describen a continuación:

Tabla XLV. Responsabilidades de técnico mecánico industrial

	TÉCNICO MECÁNICO INDUSTRIAL
<p data-bbox="320 904 507 927">TRANSPRODUCTOS S.A.</p> <ul data-bbox="352 981 1394 1877" style="list-style-type: none">• Ejecutar las rutinas de mantenimiento para cada maquinaria con la frecuencia definida en el programa de mantenimiento preventivo.• Verificar que las actividades de mantenimiento se realicen de una manera correcta y eficaz.• Autorizar las órdenes de trabajo en algún equipo o maquinaria cuando ésta así lo requiera.• Controlar y monitorear que todas las máquinas durante el proceso productivo, funcionen correctamente.• Verificar que los repuestos, materiales y herramientas adquiridas por la empresa para realizar un recambio, reajuste o trabajo de mantenimiento sean de buena calidad y con un costo menor.• Programar paros en la maquinaria para brindar mantenimiento respectivo, que no afecten a la producción de la planta.• Rediseñar posibles cambios en el programa de mantenimiento a fin de que éste sea lo más eficiente posible.• Verificar que los trabajos realizados por personas o empresas externas en relación con el mantenimiento sean efectuados de la mejor manera posible.• Llevar el control de todos los trabajos realizadas en cada maquinaria en una bitácora de actividades.• Verificar que los formatos de fichas de control del mantenimiento estén bien llenadas, sin alteraciones y autorizar, las que a él le compete.• Participar y contribuir en las capacitaciones que se requieran, para beneficio de la empresa.• Llevar un control del stock de inventario de repuestos y materiales a fin de que éste se mantenga en los niveles óptimos.	

Fuente: Diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria (10-Diciembre-08)

Tabla XLVI. Responsabilidades de ayudante de mecánico

 TRANSPRODUCTOS S.A.	AYUDANTE DE MECÁNICO
<ul style="list-style-type: none">• Ejecutar las actividades de mantenimiento de la mejor manera.• Colaborar en todas las rutinas de mantenimiento de la maquinaria, donde se requiera de un auxiliar para poder llevarse a cabo.• Llenar los pedidos de trabajo correctamente y verificar que los operarios lo hagan de la misma manera.• Trabajar eficientemente a fin de lograr los objetivos que se pretende con el programa de mantenimiento preventivo.• Participar en todas las capacitaciones y talleres a fin de adquirir más conocimientos para poder de esta forma desempeñarse de una mejor manera.	

Fuente: Diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria (10-Diciembre-08)

Tabla XLVII. Responsabilidades de personal operativo

 TRANSPRODUCTOS S.A.	PERSONAL OPERATIVO
<ul style="list-style-type: none">• Reportar cualquier anomalía en las máquinas que manejan en el menor tiempo posible.• Operar correctamente las máquinas a fin de evitar cualquier desperfecto o falla en éstas por un mal manejo.• No dañar, rayar, no golpear las máquinas para poder mantenerlos por más tiempo en buenas condiciones.• Colaborar con los trabajos de mantenimiento y efectuar las que se les asigne de una manera eficaz.• Llenar correctamente las órdenes o pedidos de trabajos de mantenimiento para las máquinas.• Participar en todas las capacitaciones y talleres programados a fin de adquirir más conocimientos para poder de esta forma desempeñarse de una mejor manera.	

Fuente: Diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria (10-Diciembre-08)

4.3.2 Autoridad

Debido a que la estructura organizacional que la empresa maneja, es la lineal o jerárquica, esto quiere decir que entre mas alto se esté en el organigrama, más autoridad se tiene para poder dirigir, coordinar y verificar las actividades que los subordinados realicen.

Esta sucesión de autoridad, incluye a los encargados del mantenimiento de las máquinas, en donde el mecánico, es el único que tiene la autoridad necesaria para efectuar las operaciones o actividades que el considere pertinentes y convenientes, al momento de efectuar alguna tarea o trabajo de mantenimiento, y éste por supuesto tiene que rendir los resultados al gerente de producción de la planta.

4.4 Tiempo requerido para la implementación

El tiempo de implementación de sistemas de mantenimiento similares en otras empresas varía, por lo cual los resultados de éste sistema de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria en la empresa Transproductos, S.A., empezarán a notarse después de seis meses.

Existe una gran cantidad de factores que influyen significativamente en el tiempo de implementación de este sistema de mantenimiento en la empresa. Entre estos factores podemos mencionar algunas:

1. Gran resistencia al cambio
2. Aprendizaje de actividades de mantenimiento en las máquinas.
3. Aprendizaje de utilización de formatos de fichas de control.

4. Mantenimiento correctivo imprevisto en la maquinaria industrial.
5. Aplicación total de las rutinas de mantenimiento en las máquinas.
6. Rutinas de mantenimiento con frecuencia de más de 6 meses.

4.5 Bitácora de actividades en maquinaria

Es un registro de las acciones o tareas de mantenimiento que se llevan a cabo en cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa Transproductos, S.A. En esta bitácora de actividades de mantenimiento se incluye todos los sucesos que tuvieron lugar durante la realización de dichas tarea, las fallas que lo produjeron, los cambios que se introdujeron, el tiempo que la maquinaria estuvo ocioso y los costos que ocasionaron.

4.5.1 Historial de reparaciones

Es un registro cronológico de todas las reparaciones que se le brinda a todas las máquinas de la planta, éstos pueden ser relevantes o no. Esto con la finalidad de tener un control de todas las actividades de mantenimiento que han sido realizados, a fin de predecir futuras fallas y tener en bodega los repuestos necesarios.

4.5.1.1 Ficha histórica

Este formato se utiliza para poder almacenar la totalidad de trabajos o tareas de mantenimiento que se ha efectuado en las máquinas o equipos de la planta. Esta ficha debe contener el nombre de la máquina, código, ubicación, elemento trabajado, descripción del trabajo realizado.

También se debe de anotar en esta ficha, los repuestos, materiales y herramientas utilizadas en la reparación, el costo de los mismos y las observaciones pertinentes.

Figura 24. Ficha histórica

	
<h2 style="margin: 0;">FICHA HISTÓRICA</h2>	
<p>TRANSPRODUCTOS S.A.</p>	
<p>Nombre de maquinaria _____</p>	<p>No. _____</p>
<p>Código _____</p>	
<p>Ubicación _____</p>	
<p>Fecha de mantenimiento _____</p>	
<p>Trabajo realizado</p>	<p>Elemento trabajado</p>
<p>Repuestos, insumos y herramientas utilizadas</p>	<p>Costo total incurrido</p>
<p>Observaciones:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>	

Fuente: Diseño de ficha histórica (03-Diciembre-08)

4.5.1.2 Ficha de control de paros

Este formato se utiliza en cada maquinaria de la empresa, para poder llevar un control detallado de todos los paros que se producen en éstos, debido a problemas de mantenimiento. Los datos que registra este documento son: nombre de la maquinaria, código, ubicación, número correlativo, fecha del paro, motivo del paro, duración del paro, firmas y observaciones.

Figura 25. Ficha de control de paros

		FICHA DE CONTROL DE PAROS	
TRANSPRODUCTOS S.A.			
Nombre de maquinaria _____		No. _____	
Código _____			
Ubicación _____			
Fecha	Motivo	Duración (tiempo real)	
f. _____ Mecánico		f. _____ Jefe de producción	
Observaciones:			

Fuente: Diseño de ficha de control de paros (03-Diciembre-08)

4.5.2 Frecuencia de mantenimiento

La decisión de incluir a un equipo o maquinaria en un programa de mantenimiento preventivo planificado, es una decisión que requiere de un análisis exhaustivo, debido a que es de vital importancia determinar el correcto período de intervención o frecuencia de mantenimiento. De lo contrario, pueden generarse pérdidas, básicamente debido a dos tipos de errores:

1. Sobre-mantenimiento
2. Sub-mantenimiento

El sobre-mantenimiento se produce cuando el mantenimiento preventivo interrumpe la vida útil y la operación normal de una máquina o equipo sin causa aparente. Por lo tanto la vida útil será totalmente desaprovechada y ocasionará una acumulación innecesaria de actividad de preventivo, que aumentará el gasto. Esto ha provocado en muchas ocasiones desacreditar el mantenimiento preventivo.

El sub-mantenimiento ocurre cuando se determinan inadecuadamente los tiempos medios entre las fallas y la programación. Para evitar estos problemas hay que analizar los siguientes aspectos:

- Recomendaciones del fabricante de las máquinas, especialmente en la primera etapa.
- La experiencia adquirida durante la primera etapa del funcionamiento en el mantenimiento correctivo.
- La fiabilidad del equipo realizada a partir de un histórico.
- La cantidad de equipos, máquinas y su complejidad.
- Datos estadísticos tomados de plantas o empresas similares.

- Estimación de los costos de preventivos y correctivos.

4.5.2.1 Ficha de informe de trabajos

Este formato se utiliza para poder reportar los trabajos de mantenimiento realizados en cualquiera de las máquinas, queda a discreción del mecánico encargado del mantenimiento, la frecuencia de entrega hacia la gerencia. Este documento debe contener: período de informe, número correlativo de informe, fecha de ejecución del trabajo, número de orden de trabajo, descripción del trabajo realizado, responsables de la ejecución, repuestos utilizados y costos incurridos.

Figura 26. Ficha de informe de trabajos

 INFORME DE TRABAJO					
TRANSPRODUCTOS S.A.					
Informe No. _____					
Período del día _____ mes _____ al día _____ mes _____					
Fecha	No. de orden de trabajo	Descripción del trabajo	Responsables del trabajo	Repuestos	Costo Incurrido
f. _____ Mecánico					

Fuente: Diseño de ficha de informes de trabajo (03-Diciembre-08)

4.6 Ejecución del programa de mantenimiento preventivo

Cuando se cuenta con el manual para cada máquina es más fácil realizar las tareas de mantenimiento a cada equipo, pero cuando no se tiene dicho manual se da el problema de no saber ¿Qué partes del equipo se deben inspeccionar y darle el mantenimiento respectivo? y ¿Cada cuanto debe de hacerse dichas tareas?

Este es el caso de las máquinas de la planta de producción, ya que éstas son hechizas o no poseen manuales de mantenimiento, por lo cual para poder iniciar con la ejecución del programa de mantenimiento en la empresa, se tiene que realizar en base a la experiencia de los operarios y técnicos e ir afirmando y corrigiendo con la recopilación de la información plasmada en las fichas de control y de esta forma poder determinar que partes, condiciones y variables de la máquina se deben inspeccionar.

Es por ello que para una correcta ejecución del programa de mantenimiento se deben contemplar los siguientes aspectos:

4.6.1 Visitas

Esto consiste en realizar verificaciones periódicas en cada área de trabajo y en cada una de las máquinas y equipos que lo conforman, con la finalidad de determinar la situación o condición en las que se encuentran. Estas visitas deben efectuarse diariamente y no deben de sobrepasar de una hora.

Con las visitas lo que se persigue es detectar posibles focos de fallas para su futura programación de reparación o poder efectuar una orden de trabajo de carácter urgente debido a la magnitud de lo observado.

Sirve también para poder observar si los métodos de operación de la maquinaria por parte del trabajador es el adecuado, ya que se ha comprobado que un porcentaje de las fallas es debido al descuido y mal manejo de los equipos por parte del operador. También con las visitas se pueden realizar reparaciones de corta duración pero indispensables para el perfecto funcionamiento de la maquinaria industrial.

4.6.2 Intervenciones preventivas

Las intervenciones preventivas son todas las actividades y rutinas descritas en el programa de mantenimiento a la maquinaria, debido a que con la ejecución de todas estas tareas de mantenimiento en cada una de los equipos que conforman el sistema productivo de la empresa, se estará reparando y previniendo los focos de averías y de esta forma evitar un posible paro, como también lograr que toda la maquinaria esté a un nivel de funcionamiento óptimo.

4.6.3 Reacondicionamiento de elementos mecánicos

Esto consiste en volver a adecuar algún elemento mecánico de los equipos que forman parte del sistema productivo de la planta, de tal forma que funcione nuevamente de acuerdo a su diseño original y si se puede, de mejor manera. Para ello debe de existir un estudio técnico previo a su ejecución, un estudio económico en el que se determine si vale la pena el gasto o inversión en reacondicionar determinado elemento.

4.7 Análisis de proveedores de materiales y repuestos

La empresa durante los distintos mantenimientos a efectuar a la maquinaria, requiere de ciertos materiales y repuestos, por lo cual es necesario evaluar a los proveedores de estos, con la finalidad de salvaguardar los propios intereses en la adquisición de productos que llenen los requisitos que se necesitan. En esta evaluación también se incluye a las personas que prestan servicios de mantenimiento por ejemplo: servicio de torno, servicio de soldadura, chequeo de motores, trabajos eléctricos y electrónicos, etc.

Para evaluar a los proveedores se debe establecer métodos razonablemente lógicos y apropiados para determinar su desempeño. Estos deben tenerse definidos antes de realizar intenciones de compra o contratación y deben ser comunicados previamente a los posibles proveedores para que estos, estén consientes de los requisitos con que debe cumplir.

Los factores a calificar a los proveedores y las ponderaciones necesarias son los siguientes:

Tabla XLVIII. Factores y ponderación a proveedores

MATERIALES Y REPUESTOS		SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	
Factor	Ponderación	Factor	Ponderación
Calidad	25%	Bueno	50%
Cantidad	25%	Regular	25%
Fecha de entrega	25%	Malo	0%
Precio	25%	Fecha de entrega	25%
		Precio	25%

Fuente: Análisis propio de evaluación de proveedores de repuestos y servicios (15-Febrero-09)

Debido a que los tres primeros factores de los servicios de mantenimiento son subjetivos, éstos son mutuamente excluyentes, esto quiere decir que si un trabajo es bueno, automáticamente anula a los otros factores (regular y malo), y a si respectivamente.

Las calificaciones necesarias o requeridas por la empresa Transproductos, S.A., se presentan en la tabla XLIX; esto a fin de poder seguir con la compra de materiales y repuestos con el proveedor evaluado o seguir contratando el servicio de mantenimiento requerido, según sea el caso.

Tabla XLIX. Calificaciones requeridas para la empresa

MATERIALES Y REPUESTOS		SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	
Calificación	Rango	Calificación	Rango
Óptimo	80 - 100 %	Óptimo	85 -100 %
Requerido	70 – 80 %	Requerido	75 -85 %
Crítico	< 70 %	Crítico	< 75 %

Fuente: Análisis propio de evaluación de proveedores de repuestos y servicios (15-Febrero-09)

Las evaluaciones a los proveedores de materiales y repuestos, como a las personas que prestan servicios de mantenimiento, serán realizadas cada dos meses o según se crea conveniente.

4.8 Evaluación de personal técnico encargado de mantenimiento

Toda actividad para que pueda ser completada con eficacia debe incluir una etapa de evaluación, debido a que evaluar es establecer una apreciación y valorar el desempeño efectuado, en este caso, el realizado por el personal técnico encargado del mantenimiento de las máquinas de la empresa.

Debe de efectuarse en un tiempo prudencial, a fin de poder tener indicadores claros sobre el desempeño efectuado y de esta forma poder tomar las acciones necesarias, según sea el caso de los resultados.

Se recomienda una evaluación cada 2 meses, debido a que éste es un tiempo prudencial para comprobar si las personas que efectúan las labores de mantenimiento en la empresa son las idóneas para el cargo o si poseen las competencias requeridas. Esto es fundamental debido a que estas personas deben de efectuar con eficiencia óptima todas las actividades y rutinas de mantenimiento del programa establecido.

4.9 Materiales indispensables en stock de repuestos y materiales

Se debe de llevar un control estricto de los repuestos e insumos que se utilizan en todas las tareas de mantenimiento, tanto preventivo o correctivo que se ejecutan en la empresa. Esto con el objetivo de generar un historial o registro de consumo de los repuestos y materiales, que son utilizadas por el personal encargado el mantenimiento a la maquinaria y de esta manera establecer los niveles máximos, mínimos y pedido óptimo de cada uno de ellos.

De tal forma que se evite una acumulación excesiva de repuestos que generan gastos elevados e innecesarios, o por el contrario que cuando se necesite en el momento oportuno, no se tenga disponibilidad de su utilización, por falta del repuesto, ya esto también generaría contratiempos innecesarios. Los repuestos o materiales, la cantidad y período de adquisición deben de ser analizados constantemente, para lograr mantener en stock de inventarios, únicamente los materiales indispensables para la ejecución correcta y eficaz de las tareas y actividades propias del nuevo programa de mantenimiento.

4.10 Retroalimentación de información sobre mantenimiento

La retroalimentación permite el control de un sistema y que éste tome medidas de corrección en base a la información retroalimentada. Para lograr el éxito del programa de mantenimiento, todas las personas de la empresa deben dar y recibir constante información sobre los aspectos mas importantes en la ejecución de todas las actividades referentes al programa. De esta manera, estarán en mejores condiciones de ir haciendo los ajustes que sean necesarios a fin de mejorar la productividad e implementar los cambios necesarios con el correr de los hechos.

4.10.1 Encuestas, sugerencias y comentarios

Para lograr obtener una retroalimentación de información sobre el mantenimiento de las máquinas en la empresa podemos utilizar lo siguiente:

- **Encuestas:** consiste en reunir datos entrevistando a todo el personal de la planta, utilizando un cuestionario diseñado en forma previa. Esto debe realizarse cada semana, para determinar si el desempeño está dentro de lo previsto y si se está cumpliendo con los objetivos que se persiguen con la implementación de este nuevo programa de mantenimiento.
- **Sugerencias:** son nuevas ideas o propuestas presentadas por los operarios de la empresa, para que se tenga en consideración a fin de poder mejorar el programa o corregir ciertas deficiencias que se tenga al momento de la implementación del proyecto.
- **Comentarios:** son observaciones hechas por las personas que participan en el proyecto, debe tomarse en consideración debido a que los propios operarios son los responsables directos del éxito de la implementación.

4.11 Costos por implementación de programa de mantenimiento

Para la implementación del programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria de la empresa Transproductos, S.A., es necesario realizar una inversión de capital que se traducen en costos. Estos son muy importantes para el desarrollo del programa, debido a que permitirá la adquisición del personal capacitado para la ejecución de las tareas de mantenimiento, los insumos a utilizar y los repuestos necesarios, a fin de poder realizar todos los trabajos de mantenimiento de una manera eficiente.

A continuación se presentan los rubros más importantes para la implementación del proyecto:

4.11.1 Mano de obra

Para el desarrollo, ejecución y control de las tareas del programa de mantenimiento preventivo es necesario contratar a una persona que con la experiencia adecuada pueda desempeñar el cargo de mecánico industrial y a su respectivo ayudante, debido a que hay tareas que necesariamente requiere de más de una persona para su ejecución. Los costos de mano de obra se presentan en la tabla L:

Tabla L. Costo por mano de obra

RUBRO	COSTO	OBSERVACIONES
MANO DE OBRA DIRECTA		
Técnico Mecánico Industrial	Q 4000.00	Tendrá 2 meses de prueba, a fin de considerar su inscripción en la planilla general de la empresa TRANSPRODUCTOS, S.A.

Tabla L. Costo por mano de obra (continuación)

MANO DE OBRA INDIRECTA		
Ayudante de Mecánico	Q 1800.00	Tendrá 2 meses de prueba, a fin de considerar su inscripción en la planilla general de la empresa TRANSPRODUCTOS, S.A.
Operarios de la empresa	Q 150.00	Bonificación incentivo por colaboración en ejecución de tareas de mantenimiento preventivo en la maquinaria.
TOTAL	Q 5950.00	

Tasa de Cambio actual Q 7.67 x US \$1.00

Fuente: Análisis propio de costos por implementación del proyecto (01-Diciembre-08)

4.11.2 Insumos

Los insumos a utilizar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo, incluyen los que se necesitan para llevar el control del programa, como la papelería y útiles a utilizar. Esto debido a que el utilizado actualmente es específicamente para el proceso de producción.

Tabla LI. Costo por insumos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO TOTAL (Q)
Aceite LUBRISA OIL GL-1 90	2 galones	290.00
Aceite Quin Cip	2 galones	745.00
Aceite SAE 80W-90 TEXACO	2 galones	238.50
Aceite SHELL TELLUS 46	5 galones	525.00
Aceite Teresso 43 ESSO	5 galones	578.52
Alicate para electricista 7"	1 unidad	45.00
Brocha de 4"	2 unidades	45.60
Caja para herramienta 24" con bandeja	2 unidades	390.00
Cepillo con cerdas metálicas	1 unidad	31.25
Cepillo con cerdas plásticas	1 unidad	24.75
Gas o thinner	2 galones	56.00
Grasa Grafitada	1 libra	40.00
Grasa MYSTIK JT-6	1 libra	78.00
Grasa ULTRALUBE	1 libra	94.50
Guantes de cuero	2 pares	135.00
Lija No. 120	4 hojas	25.00
Linterna de mano	1 unidad	57.50

Tabla LI. Costo por insumos (continuación)

Llave cola -corona 1 ¼	1 unidad	97.75
Llave cola-corona ½	1 unidad	17.50
Llaves Allen Hexagonal 8-16 mm	1 juego	68.45
Malla metálica (Mesh)	1 metro	185.00
Martillo	1 unidad	42.00
Pintura anticorrosivo color verde	1 galón	53.75
Spray lubricante ABRO	1 bote	48.45
Termómetro digital	1 unidad	1430.00
Wipe o mopa	6 libras	12.75
Hojas de 80 grs.	1 resma	36.00
Bolígrafos y marcadores	1 docena	24.00
TOTAL		Q 5,415.27

Tasa de Cambio actual Q 7.67 x US \$1.00

Fuente: Análisis propio de costos por implementación del proyecto (01-Diciembre-08)

4.11.3 Repuestos

Mantener en bodega los repuestos necesarios ayudará a minimizar el tiempo de reparación que se invierte en una máquina, debido a la falta de estos. Debido a los costos que genera mantener en stock, una gran cantidad de repuestos, se tendrá únicamente una cantidad mínima suficiente para prevenir estos paros.

Tabla LII. Costo por repuestos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO TOTAL (Q)
Abrazaderas No. 40 2 ¼ – 3"	6 unidades	31.50
Cable No. 10 (Alta temperatura)	5 metros	12.50
Cojinete 1209 NTN	2 unidades	596.00
Cojinete 6202 22C/2AS	4 unidades	121.00
Cojinete 6202 Z FAG	2 unidades	60.50
Cojinete 6204 Z FAG	4 unidades	158.00
Faja tipo B-53	2 unidades	61.00
Faja tipo B-63	2 unidades	140.00
Faja tipo B-75	2 unidades	97.80
Filtro de aire para compresor	2 unidades	300.00

Tabla LII. Costo por repuestos (continuación)

Fusibles (5, 10 A)	1 docena	12.00
Mangueras corrugado (18 cm)	4 unidades	150.20
Resistencia 240 V – 750 W	1 unidad	88.45
Terminales (Alta temperatura)	2 docenas	48.00
Termocoplas tipo J	4 unidades	153.00
Termocoplas tipo K	2 unidades	85.20
Tornillos m6 paso 2	6 unidades	39.30
TOTAL		Q 2,154.45

Tasa de Cambio actual Q 7.67 x US \$1.00

Fuente: Análisis propio de costos por implementación del proyecto (01-Diciembre-08)

Tabla LIII. Costo total por implementación del proyecto

RUBRO	COSTO (Q)
Mano de obra	5,950.00
Insumos	5,415.27
Repuestos	2,154.45
TOTAL	Q 13,519.72

Tasa de Cambio actual Q 7.67 x US \$1.00

Fuente: Análisis propio de costos por implementación del proyecto (01-Diciembre-08)

4.12 Beneficios de la implementación del programa de mantenimiento

Los beneficios que la empresa adquiere por la implementación del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria son varios, pero entre los más importantes podemos mencionar:

- a) La maquinaria e instalaciones son más eficientes, ya que con el plan de mantenimiento preventivo se mantienen en las condiciones deseadas de funcionamiento, lo cual beneficia en gran manera, debido a que los paros no deseados se evitan y el proceso de producción no es interrumpido.

- b) Se tiene en buen funcionamiento la toda la maquinaria logrando de esta forma, que la producción alcance niveles satisfactorios, ahorro de tiempo y utilizar en forma organizada y aprovechando al máximo el personal de mantenimiento. Esto se logra con la anticipación a los posibles problemas que la maquinaria e instalaciones puedan presentar en un futuro. Esto ayuda a prolongar la vida de la maquinaria e instalaciones.
- c) Se tendrá un control sistemático sobre todos los trabajos de mantenimiento a realizar, además con la creación de un historial de los trabajos que se realicen a la maquinaria de la empresa, se logrará crear un archivo que facilite la detección de futuras fallas y con ello corregirlas a tiempo.
- d) Por la planificación que se tiene, se sabe cual es el momento adecuado para realizar las actividades de mantenimiento, lo cual ayuda al momento de ejecutarlas, ya que se conoce con anticipación lo que se va a realizar, el personal que lo va a realizar y los repuestos que se van a utilizar y así disminuir el tiempo en el cual la máquina permanece fuera de servicio, disminuye también los costos de producción y los recursos humanos.
- e) Se tiene una reducción de los costos por mantenimiento correctivo ya que con el mantenimiento preventivo se busca mantener el servicio de toda la maquinaria basándose en trabajos que requieren un costo mínimo para su ejecución, con el fin de corregir problemas que de no atenderse, puedan transformarse en un paro de mantenimiento correctivo de alto costo de mantenimiento.

4.13 Control y monitoreo de actividades del programa de mantenimiento

El control y monitoreo de todas las actividades del programa nos permite seguir el desempeño del proyecto en cada paso de su ejecución, de forma que se pueda identificar los posibles problemas oportunamente y adoptar las acciones correctivas que permitan mantener el proyecto siempre enfocado hacia los objetivos que se pretenden cumplir.

Todo esto es debido a que, un proyecto exitoso no es aquel que no tuvo ningún problema; sino que, es aquel en que los problemas se solucionaron adecuada y oportunamente. Los principales beneficios que se obtiene son:

1. Se controla el avance de las rutinas o tareas de mantenimiento en ejecución.
2. Podemos comparar el desempeño efectivo de las tareas con lo planeado.
3. Es posible medir los resultados reales, en función de lo planeado y corregir fallas.
4. Se puede revisar la calidad del trabajo de mantenimiento efectuado o en progreso.

4.14 Verificación de cumplimiento de tareas de mantenimiento

Son visitas presenciales que deben realizarse directamente al punto de trabajo, con la finalidad de asegurar que se cumplan con los métodos y procedimientos específicos, tanto técnicos y prácticas establecidos en el programa de mantenimiento. Los puntos más importantes a tomar en consideración son:

- a) La tarea de mantenimiento se realice realizarse conforme lo indique el programa de mantenimiento de la empresa.
- b) La tarea de mantenimiento que se esté ejecutando sea la especificada por la orden de trabajo respectivo.
- c) El personal que está efectuando las tareas de mantenimiento entiende las instrucciones de mantenimiento de las órdenes de trabajo.
- d) Las personas que realizan los trabajos sean las asignadas o autorizadas.
- e) Las condiciones de seguridad durante la tarea de mantenimiento cumplan con los requisitos mínimos y recomendados.
- f) La tarea de mantenimiento que se está efectuando no esté expuesta a condiciones ambientales que puedan causar daño a los componentes.
- g) Se cumpla con la ejecución de la tarea de mantenimiento en cuestión.

4.15 Evaluación del proyecto de mantenimiento preventivo

A continuación se presenta el análisis costo-beneficio de la implementación del nuevo sistema de mantenimiento a la maquinaria de la empresa Transproductos, S.A., el cual permitirá valorar si el proyecto justifica su realización o si es mejor continuar con las operaciones actuales y de esta forma decidir la conveniencia de llevar a cabo todas las inversiones.

Método actual: el mantenimiento que es aplicado a toda la maquinaria de la empresa es el correctivo, por lo que en la tabla LIV se presenta los costos que se incurre en la empresa al momento de aplicación de este tipo de mantenimiento:

Tabla LIV. Costos de mantenimiento de septiembre 2008 a febrero 2009

Año	Mes	Costo de mantenimiento (Q)
2008	Septiembre	24,336.00
2008	Octubre	16,221.87
2008	Noviembre	31,664.00
2008	Diciembre	12,226.20
2009	Enero	22,355.50
2009	Febrero	27,879.90

Fuente: Transproductos, S.A. (27-Febrero-09)

De la tabla anterior se puede observar que de los seis meses observados el promedio mensual por costos de mantenimiento correctivo aplicado a las distintas máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa es de Q 22, 447.24. Esta cantidad representa el beneficio económico que tiene la empresa, debido a que es el ahorro que se tendrá al no incurrir en costos de reparación al aplicar el mantenimiento correctivo en la maquinaria.

Método propuesto: según la tabla LIII el costo total por la implementación del plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria tomando en consideración la mano de obra, repuestos e insumos, asciende a la cantidad de Q 13,519.72.

Relación Beneficio/Costo = $Q\ 22,447.24 / Q13,519.72$

Relación Beneficio/Costo = $1.66 > 1$, por lo cual el proyecto de mantenimiento en la empresa es rentable.

Además se presenta una comparación entre ambos sistemas de mantenimiento, con la finalidad de conocer las desventajas y ventajas que cada uno de ellos proporciona.

Tabla LV. Esquema de ventajas y desventajas método actual

Método Actual		Método Propuesto	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<p>Se está consiente de que la maquinaria puede fallar en cualquier momento, por lo que se está preparado para atender la avería cuando se presente.</p> <p>La erogación del gasto se produce hasta que la falla ocurre.</p>	<p>No existe un historial de maquinaria no se puede pronosticar cuando ocurrirá la avería, por lo que puede darse en el momento menos pensado.</p> <p>Al presentarse una falla, puede ocurrir que no solo la pieza que va ha fallar resulte rota, sino que también sean dañadas otras piezas que estén en buen estado.</p> <p>Pérdida de tiempo en la producción, durante la atención de la máquina, debido a la falta de repuestos, o por falta de personal.</p> <p>Pérdida en materia prima, debido que las fallas ocasionan defectos en los productos elaborados y en ocasiones la destrucción de las unidades fabricadas.</p>	<p>Reduce el tiempo de paro en las líneas de producción permitiendo elevar así los tiempos de fabricación.</p> <p>Optimiza las actividades y hace que las cargas de trabajo del personal de mantenimiento sean más uniformes, debido a que todas las actividades son programadas.</p> <p>Incrementa la calidad de producto que se ofrece, por la disminución de producto defectuoso a causa de las fallas en las máquinas.</p> <p>Disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.</p>	<p>No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación del programa de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento, debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara.</p>

Fuente: Análisis de ventajas y desventajas del proyecto

4.16 Compromiso y mejora continua

Todo el personal que labora en la empresa se debe de concienciar de la gran importancia que conlleva la implementación de este nuevo sistema de mantenimiento, tanto los beneficios personales como de la organización y a la vez comprometerse a brindar toda la ayuda necesaria, a fin de lograr todos los objetivos trazados y/o propuestos.

La mejora continua se hará en base a la aplicación de una acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales:

Planificar: en base a la situación actual y a los recursos de que se dispone definir plenamente los objetivos que queremos cumplir con la implementación del programa de mantenimiento, e ir avanzando y asegurando cada uno de ellos.

Ejecutar el programa: una vez fijado el punto de partida y a los objetivos a los que se quiere llegar, debemos gestionar los recursos disponibles para lograrlos.

Controlar: es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, el control de los resultados se realizara en comparación con las metas prefijadas.

Actuar: si existen desviaciones entre el modelo prefijado y los resultados, se debe proceder a corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciéndose así la retroalimentación del sistema.

5. MEJORAS AL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES DE LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.

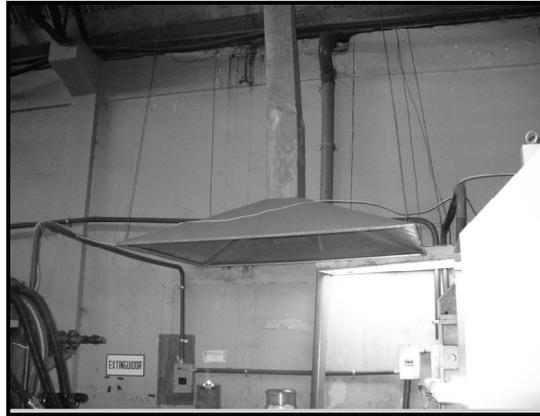
5.1 Condiciones generales en área de impresión flexográfica

En el área de impresión flexográfica de la empresa Transproductos, S.A., la utilización de solventes para diluir las tintas utilizadas durante el proceso de impresión de bobinas plásticas, para envasado de líquidos, genera condiciones insalubres y peligrosas para la salud de operarios directos en el proceso productivo, debido a la emanación de vapores contaminantes e inflamables, como también olores desagradables, esto afecta indirectamente al resto de personal que laboran en las distintas áreas de la planta.

Debido a la demanda de producción que se tiene en este proceso, se debe de trabajar durante períodos prolongados y esto genera malestar general, debido a que en horas picos de la jornada el olor es tan desagradable y fuerte. Por razones de seguridad, la entrada principal y único acceso de aire al ambiente, se mantiene cerrada durante toda la jornada de trabajo, generando una acumulación excesiva interna de los olores y vapores.

El sistema de extracción de vapores y olores actual, es obsoleto, está mal ubicado y no tiene el diseño adecuado, hay una campana de captación de vapores en el área de impresión, pero esta no funciona desde hace varios años.

Figura 27. Campana de extracción actual en área de impresión



Fuente: Transproductos, S.A. (12-Septiembre-08)

La temperatura del aire en el interior de la planta es, generalmente, mayor a la temperatura del aire exterior, por lo que el peso de porción de aire en el interior de la planta es menor que el peso de misma porción del aire exterior, esta diferencia de pesos referida a un área determinada da una diferencia de presiones que recibe el nombre de tiro natural y que establece una corriente de aire del exterior al interior de la planta a través de las aberturas en los niveles inferiores. El aire frío que entra por la parte inferior de la planta toma calor del inferior formándose corrientes ascendentes que encuentran su salida por los extractores en el techo, en un nivel superior. Este efecto es conocido como de chimenea.

El sistema de ventilación general de la planta es insuficiente e inadecuado, ya que existen únicamente cuatro extractores de techo, de los cuales solo dos están operando normalmente y lo hacen únicamente por el cambio de presión que existe en el aire. Por tal razón, el personal presenta constantemente problemas de salud generados por la exposición e inhalación a estos vapores.

Figura 28. Extractor de aire en el techo de la empresa



Fuente: Transproductos, S.A. (12-Septiembre-08)

Para una mejor comprensión del peligro que se presenta en el área de impresión de la empresa, respecto a la exposición e inhalación de los vapores y olores contaminantes generados por los solventes industriales utilizados, a continuación se presenta información general sobre la toxicología industrial y los efectos dañinos sobre el ser humano.

5.1.1 Toxicología Industrial

La toxicología puede definirse como el estudio de las interacciones entre sustancias químicas y sistemas biológicos con el objetivo de determinar la capacidad de estas sustancias para producir efectos adversos en los organismos vivos, e investigar su naturaleza, incidencia, mecanismo de producción, factores influyentes y reversibilidad de dichos efectos adversos. Estos efectos adversos se conocen con el nombre de efectos tóxicos y la probabilidad de que una sustancia produzca efectos tóxicos se llama riesgo.

El riesgo dependerá de la toxicidad de la sustancia y de las posibilidades de entrar en contacto con ella, que a su vez vendrán determinadas por las circunstancias de exposición asociadas con su uso, como la ubicación y concentración en el ambiente, duración y frecuencia de la exposición, sistemas de protección y por sus propiedades fisicoquímicas como volatilidad (inhalación), solubilidad (en el agua de consumo) o lipofilia (absorción por la piel).

El principal objetivo de la toxicología industrial es identificar y cuantificar los riesgos antes mencionados para precisar los niveles admisibles de exposición y las pertinentes medidas de intervención con el fin de prevenir efectos indeseables sobre la salud de los trabajadores.

5.1.1.1 Vías de ingresos al organismo

Es importante saber que los contaminantes pueden ingresar a nuestro organismo de diferentes formas. No todos los materiales peligrosos se comportarán igual en este sentido y no siempre sabremos con claridad, cual de estas formas de ingreso será la preferida de un producto en particular. Por ello debemos tomar conocimiento de las tres y estar siempre protegidos en cada uno de estos aspectos.

Tabla LVI. Vías de ingreso de contaminantes al organismo

VÍA DE INGRESO	DESCRIPCIÓN
Respiratoria	Los tóxicos se mezclan con el aire que respiramos, llegando a través de los pulmones con gran velocidad, a todo el resto del organismo a través del torrente sanguíneo. Un elemento pueda ser inhalado, no necesariamente siendo un gas. Los líquidos pueden mezclarse con el aire en forma de aerosoles, así como los sólidos pueden viajar por el aire en forma de polvo en suspensión.

Tabla LVI. Vías de ingreso de contaminantes al organismo (continuación)

Digestiva	No sólo por la ingesta directa del producto, sino a través de elementos contaminados que llevamos hasta nuestra boca y nariz. Estos contaminantes ingresan a nuestro organismo mezclados con la saliva. Por ello no debemos fumar o comer sin habernos alejado a la zona de seguridad y sin habernos lavado muy bien manos y cara.
Absorción cutánea	Muchos contaminantes pueden ingresar al torrente sanguíneo a través de los poros de nuestra piel. Al igual que una crema humectante, son capaces de ser absorbidos con cierta rapidez por nuestra piel. Tampoco debemos confiarnos en que la absorción cutánea es siempre acompañada de dolor o irritación, puesto que muchos productos tóxicos pueden ingresar por esta vía, sin que siquiera nos demos cuenta de ello.

Fuente: www.bomba18.c/manuales1/2/fundamentos_toxicocologia.pdf (01-Octubre-08)

5.1.1.2 Valores de exposición y concentración

Existen una serie de términos y unidades de medida, que sirven para expresar los valores de concentración de contaminantes y las dosis recibidas por un organismo.

Tabla LVII. Valores de exposición y concentración de contaminantes

VALORES DE CONCENTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Dosis Letal 50 (LD50)	Es la dosis inyectada, absorbida cutáneamente o ingerida que provoca la muerte del 50% de los individuos de la muestra. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso del individuo.
Concentración Letal 50 (LC50)	Es la concentración inhalada de un producto que es capaz de provocar la muerte del 50% de los individuos de una muestra, en un período de tiempo (normalmente 1 hora). Se expresa en partes por millón (ppm) para gases y vapores, en miligramos por metro cúbico (mg/m ³) para polvos.
Partes por Millón (ppm)	Unidad de medida especialmente usada para establecer la concentración de un elemento. Para tener una idea de su significado numérico, podemos decir que 1 PPM corresponde a 6 gramos de aceite en un tanque de 8.000 litros de agua. También se usan unidades aún más pequeñas como partes por billón (PPB) o trillón (PPT). 1 PPT es equivalente a un grano de sal en 10.000 toneladas de papas fritas.

Fuente: www.bomba18.c/manuales1/2/fundamentos_toxicocologia.pdf (01-Octubre-08)

Las siguientes unidades son ampliamente usadas en norteamérica y muchas de ellas están enfocadas al cuidado de los trabajadores en una industria o proceso productivo en general. Por lo que consideramos importante conocer su existencia y significado. Como norma general a nivel mundial se considera el uso de los elementos de protección personal como el último recurso para la protección de la salud de las personas.

Esta es la razón por la que las unidades de medida que se presentan a continuación, corresponden a exposiciones sin el uso de estos elementos de protección. Las fijaciones de los diferentes límites permisibles, está a cargo de la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)

Tabla LVIII. Unidades de medida de exposición sin protección

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
TLV/TWA	Es la concentración máxima que puede haber en el ambiente de un determinado elemento, sin que provoque daños a la salud su exposición durante 8 horas diarias en jornadas de 40 horas semanales. Mientras menor sea el número del TWA para un producto, mayor será su toxicidad. Se expresa en ppm o mg/m ³
TLV/STEL	Es el límite de concentración que permite trabajos de 15 minutos un máximo de 4 veces al día, con descansos de al menos 60 minutos entre ellos. Existen algunos productos a los que el organismo americano encargado de fijar estos límites, no ha logrado aún determinar el TLV/STEL y sólo en esos casos, recomienda aplicar 3 veces el TLV/TWA para trabajos de 30 minutos diarios.
TLV/C	Aquella concentración que jamás debe ser superada ni siquiera durante un instante sin equipo de protección personal. Se supone que una exposición instantánea en forma muy esporádica en el límite TLV/C aún no produce daños a la persona. Existen algunos productos s, no ha logrado aún determinar el TLV/C y sólo en esos casos, recomienda aplicar 5 veces el TLV/TWA.
IDLH	Es el nivel de concentración que es inmediatamente peligroso para la salud y la vida. A diferencia del TLV/C, alcanzar este límite aún durante una mínima exposición, puede significar la muerte o un daño irreversible. Existen algunos productos a los que no ha logrado aún determinar el IDLH y sólo en esos casos, recomienda aplicar 10 veces el valor TLV/TWA.
ERPG-2	Este límite fue desarrollado por la (AIHA) American Industrial Hygiene Association) como una guía para establecer un valor aceptable de concentración, que permita una cierta tranquilidad de no provocar daños irreversibles en las personas que durante un incidente puedan estar expuestas al contaminante durante 1 hora. Este límite fue expresado como el equivalente al 10% del IDLH.

Fuente: www.bomba18.cl/manuales1/2/fundamentos_toxicologia.pdf (01-Octubre-08)

5.1.2 Requerimiento de mejoras al sistema de extracción de vapores

Los requerimientos necesarios para las mejoras al sistema de extracción de vapores inflamables y olores contaminantes en la empresa Transproductos, S.A., se basan en la necesidad de la empresa de reducir los riesgos físicos que se presenta actualmente ya que la exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores y también el proteger la salud de todos los operarios y personal que labora en las instalaciones de la planta.

Asimismo, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores.

A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, la irradiación excesiva y, en particular, los olores desagradables. En los locales de trabajo cerrados como la planta industrial de la empresa Transproductos, S.A. deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

- a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25° C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C.
- b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 %, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 %.

c) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

- Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
- Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
- Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

d) La renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores contaminantes o desagradables.

Los aspectos de mejoras más importantes a considerar en la empresa son los que se presentan a continuación:

a) Diseñar un sistema de ventilación general para toda la planta industrial a fin de poder controlar las altas temperaturas en el ambiente de trabajo y brindarle mantenimiento a los extractores de aire que existen actualmente.

- b) Diseñar un sistema específico de extracción de vapores y olores para el área de impresión flexográfica, para reducir riesgos físicos por inhalación y exposición prologado de todo el personal de la empresa.
- c) Proponer y establecer un programa de seguridad y salud ocupacional en la empresa, con la finalidad de proteger la integridad física y mental de los trabajadores de la planta como también los bienes materiales de la empresa.

5.1.3 Diseño de ventilación general de la planta

La planta industrial de la empresa Transproductos, S.A., tiene las siguientes dimensiones:

Tabla LIX. Dimensiones de la planta industrial

DIMENSIÓN	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS
Alto (H)	8.50 m	27.88 ft
Ancho (A)	15.70 m	51.50 ft
Largo (L)	30.00 m	98.40 ft

Fuente: Transproductos, S.A. (05-Septiembre-08)

Cálculo de flujo de aire: Primero se calcula el espacio volumétrico al que se hará la renovación de aire.

$$\text{Volumen} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Altura}$$

$$\text{Volumen} = 98.40 \text{ ft} \times 51.50 \text{ ft} \times 27.88 \text{ ft}$$

$$\text{Volumen} = 141,273.71 \text{ ft}^3 = 4,003.50 \text{ m}^3$$

Luego por medio de la tabla LX que indica que para una bodega es adecuado de 3-10 minutos por cambio de aire. Por lo tanto el volumen en pies cúbico por minuto requeridos es:

$$\text{CFM} = 141,273.71 \text{ pies}^3/10 \text{ min} = 14,127.37 \text{ cfm}$$

Tabla LX. Minutos por cambio de aire para algunas aplicaciones

ESPACIO A SER VENTILADO	MIN/CAMBIO DE AIRE	ESPACIO A SER VENTILADO	MIN/CAMBIO DE AIRE
Sala de sesiones	3 -10	Cocinas	1-3
Auditorios/teatros	3-8	Laboratorios	1-5
Homeadoras	1-3	Lavanderías	1-3
Bancos	3 -10	Vestidores	1-8
Bares	2-5	Taller de máquinas	3-5
Granero	10-15	Molinos	2-3
Salón de belleza	2-5	Oficinas	2-8
Cuarto de calderas	2-4	Empacadoras	2-5
Pista de boliche	2-8	Casa de chapeado	1-5
Iglesias	3-10	Plantas de impresión	3-8
Corredores	6-20	Cuartos de proyección	1-3
Lecherías	2-5	Cuarto de recreación	2-8
Dormitorios	5-8	Restaurante/comedores	3-10
Secadoras de limpieza	1-5	Sanitario/tocadores	4-8
Cuarto de motores	1-3	Sala de ventas/reuniones	3-10
Fábrica	4-10	Escuelas/aulas	5-10
Fundidoras	1-5	Tiendas	5-8
Talleres de reparación	3-10	Baños	2-5
Gimnasio	2-10	Cuarto de transformadores	1-5
Cuarto de tratamiento de calor	1-2	Bodegas	3-10

Fuente: Carlos Rubio, Consideraciones para la selección e instalación de un sistema de ventilación de un taller industrial, Pág. 32

Selección del ventilador:

Para escoger con más ventaja un equipo, los fabricantes de ventiladores proporcionan tablas y curvas que muestran los factores para cada tipo de ventilador, con una gran gama de presiones estáticas entre ellas.

Dos factores importantes en la selección de sistemas de ventiladores son la eficiencia, que afecta al costo de operación, y el ruido. El costo inicial y el espacio ocupado se consideran secundarios. Los ventiladores deberán seleccionarse para trabajar a eficiencia máxima sin ruido. Cuando el ventilador lo produce, puede ser por la inadecuada selección del tipo de ventilador o por la velocidad muy alta para el tamaño escogido.

Para seleccionar adecuadamente el ventilador a utilizar, se toma en cuenta el número de pies cúbicos de aire por minuto que van a circularse en toda la planta, CFM =14,127.37 cfm (23,733 m³/hr), y según la tabla LXI, para esa cantidad de cfm, el ventilador a utilizar requiere una potencia de ¾ HP.

Tabla LXI. Características técnicas de ventiladores helicoidales tipo HGB-T

CARACTERISTICAS TECNICAS								
Modelo	Velocidad R.P.M.	Potencia HP	Intensidad Maxima			Caudal descarga libre m ³ /hr	Nivel Sonoro dB(A)*	Peso aproximado Kg
			Trifásicos 440 V~	Monofásicos 220 V~ 127V~				
HGB 800 1/2	530	1/2	-----	4.6	9.2	12146	58	41
HGT 800 1/2	530	1/2	0.8	1.6	-----	12146	58	41
HGT 800 3/4	700	3/4	1.6	3.3	-----	16200	66	41
HGB 800 1	800	1	-----	7.8	17.3	18340	69	41
HGT 800 1	800	1	1.8	3.6	-----	18340	69	41
HGT 1000 3/4	550	¾	1.6	3.3	-----	24666	67	48
HGB 1000 1	610	1	-----	7.8	17.3	27630	69	48
HGT 1000 1	610	1	1.8	3.6	-----	27630	69	48
HGT1000 1 1/2	700	1½	2.6	5.2	-----	31663	72	48
HGB 1250 1	450	1	-----	7.8	17.3	32300	68	61
HGT 1250 1	450	1	1.8	3.6	-----	32300	68	61
HGT1250 1 1/2	500	1½	2.6	5.2	-----	35833	70	61
HGB 1250 2	540	2	-----	13.3	27.0	38900	72	65
HGT 1250 2	540	2	3.3	6.6	-----	38900	72	65
HGT 1250 3	610	3	5.5	11.0	-----	43750	74	76

*Nivel sonoro medido de acuerdo a norma 300/96 AMCA y 301.

Fuente: www.solerpalau.es (19-Septiembre-08)

Se utilizará un ventilador del tipo helicoidal, debido a que son utilizados para ventilación general en oficios industriales, para mover grandes volúmenes de aire a bajas velocidades y en general, en todos aquellos ambientes en los cuales el nivel sonoro sea un factor importante. Las características técnicas más importantes se presentan a continuación:

Tabla LXII. Características técnicas del ventilador a utilizar en ventilación general

NOMBRE	Extractor Helicoidal HGB-T
MODELO	HGT 1000 ¾
VELOCIDAD (rpm)	550
POTENCIA (HP)	¾
CAUDAL (m³/hr)	24666
NIVEL SONORO (db (A))	67
PESO APROX. (Kg)	48

Fuente: www.solerpalau.es (19-Septiembre-08)

5.1.4 Diseño de ventilación en área de impresión flexográfica

Debido a que no existen divisiones entre cada área de proceso en la planta, el espacio volumétrico para el área de impresión flexográfica es el mismo de la planta total.

$$\text{Volumen} = 141,273.71 \text{ pies}^3 = 4,003.50 \text{ m}^3$$

Luego por medio de la tabla LX que indica que para una planta de impresión es adecuado de 3-8 minutos por cambio de aire. Por lo tanto el volumen en pies cúbico por minuto requeridos es:

$$\text{CFM} = 141,273.71 \text{ pies}^3 / 8 \text{ min} = 17,659.21 \text{ cfm}$$

Tabla LXIII. Características técnicas de ventiladores helicoidales tipo HXA-P

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
Modelo	Velocidad	Potencia	Potencia máxima absorbida	Intensidad máxima (A)		Nivel de presión sonora dB(A)*	Caudal Máximo	Peso
	R.P.M	H.P.	KW	440V	220V		m ³ /h	Kg
HXA/P-4-800/L0	1725	1.5	1.37	2.4	4.8	73	14,500	22
HXA/P-4-800/L1	1725	2.0	1.54	3.1	6.2	74	16,250	25
HXA/P-4-800/L	1725	3.0	2.3	3.0	6.0	79	24,270	37
HXA/P-4-800/H	1725	5.0	4.2	7.0	14	82	31,240	52
HXA/P-6-800/L	1150	0.75	1.18	1.4	2.8	70	19,210	31
HXA/P-6-800/H	1150	1.0	1.22	1.8	3.6	72	21,099	36
HXA/P-4-1000/L	1725	5.0	4.40	7.4	15	84	39,690	67
HXA/P-4-1000/H	1725	7.5	7.20	11	23	87	52,500	95
HXA/P-6-1000/L	1150	1.5	1.40	2.4	4.8	75	29,160	54
HXA/P-6-1000/H	1150	2.0	2.33	4.1	8.2	78	36,970	62
HXA/P-8-1000/L	814	0.5	0.72	1.4	2.9	68	21,500	68
HXA/P-8-1000/H	814	1.0	1.10	2.3	4.7	72	25,920	71

*Nivel sonoro medido de acuerdo a norma 300/96 AMCA y 301.

Fuente: www.solerpalau.es (19-Septiembre-08)

Selección del ventilador:

Después de analizar el caudal= 17,659.21 cfm (29,667.47 m³/hr), según la tabla LXXII, la potencia requerida es de 5 HP.

El ventilador a utilizar en el área de impresión flexográfica es un ventilador del tipo helicoidal. Las características técnicas del ventilador a utilizar se presentan en la tabla LXIV:

Tabla LXIV. Características técnicas del ventilador a utilizar en área de impresión flexográfica

NOMBRE	Extractor Helicoidal de alta eficiencia HXA-P
MODELO	HXA/P-4-800H
VELOCIDAD (rpm)	1725
POTENCIA (HP)	5
POTENCIA MÁXIMA ABSORBIDA (KW)	4.2
INTENSIDAD MÁXIMA A)	440 V- 7.0 , 220 V-14.0
CAUDAL (m³/hr)	31,270
NIVEL SONORO (db (A))	82
PESO APROX. (Kg)	52

Fuente: www.solerpalau.es (19-Septiembre-08)

Diseño de campana de extracción de vapores:

Las campanas son diseñadas para confinar un contaminante (gas o vapor) y prevenir que se escape a las áreas adyacentes. Esto es importante para reducir malestares de salud, eliminación de la volatilidad, humos explosivos y mejorar la comodidad en el área de trabajo.

Para capturar efectivamente el contaminante, la campana debe ser más grande que la fuente. La campana debe sobrepasar en todos sus cuatros lados una distancia del 40% del alto entre la campana y la parte alta de la fuente. Las dimensiones de la campana de extracción a utilizar son las siguientes:

➤ **Dimensiones de la campana**

$L = 2 \times (0.4 \times \text{altura sobre impresora}) + \text{dimensiones de la impresora}$

Altura sobre la impresora = 0.25 m = 0.82 ft

Ancho de la campana = $2 \times 0.4 \times 0.25 + 2.44 = 2.64 \text{ m} = 8.66 \text{ ft}$

Largo de la campana = $2 \times 0.4 \times 0.25 + 2.44 = 2.64 \text{ m} = 8.66 \text{ ft}$

➤ **Para una cabina cerrada**

Para calcular el diámetro del ducto, según la tabla LXV para vapores, la velocidad requerida es 50 pies/minuto.

Tabla LXV. Velocidades de aspiración en cubiertas sobre zona de producción del polvo o gas

MÉTODO DE PRODUCCIÓN DEL POLVO	VELOCIDAD (pies/min)	PROCESOS
Formación con movimiento apreciable	50-100	Evaporaciones, lavado, soldadura
Formación a baja velocidad	100-200	Sopleteado, pinturas, inspección, envasado, mezcladores rotativos
Formación activa	200-300	Limpieza de cajas en las fundiciones, molindas, cribado.

Fuente: Juan Francisco Gómez Cristiani. Sistemas de evacuación y ventilación para ambientes con alta concentración de polvos. Pag. 50

Caudal = Ancho x Alto x Velocidad

Caudal = $8.66 \text{ ft} \times 0.82 \text{ ft} \times 50 \text{ ft/min}$

Caudal = 355.06 cfm

El caudal es $Q=AV$, de donde despejando A, tenemos que:

$A=Q/V = (355.06 \text{ cfm})/(50 \text{ pies/min})= 7.1012 \text{ pies}^2$

El área de un círculo $(A)= \pi r^2$, despejando radio (r), tenemos que:

$r = \sqrt{(A/\pi)} = \sqrt{(7.1012 / \pi)} = 1.50 \text{ pies}$ y el diámetro = $2r$

Diámetro del ducto = $(1.50 \text{ pies}) \times 2 = 3 \text{ pies}$

Tabla LXVI. Dimensiones básicas de campana de extracción

DIMENSIONES	SISTEMA INGLES	SISTEMA MÉTRICO
Largo	8.66 pies	2.64 metros
Ancho	8.66 pies	2.64 metros
Altura	0.82 pies	0.25 metros
Diámetro	3 pies	0.91 metros

**Fuente: Diseño de dimensiones básicas de campana de extracción de vapores
(20-Septiembre-08)**

5.1.5 Costo por implementación de sistema de ventilación en la empresa

De acuerdo a la prioridad con que se tome el problema dentro de la empresa Transproductos, S.A., y del presupuesto con el que cuenta para el mismo, determina el tiempo que se requerirá para la instalación del sistema de ventilación y extracción de vapores.

Se realizaron varias cotizaciones de las unidades de ventilación con cuatro empresas que se dedican a la venta e instalación de equipos de ventilación industrial. La empresa que tuvo las mejores ofertas y los mejores diseños, tanto en los ventiladores como en la campana de extracción de vapores fue la empresa SOLER Y PALAU.

El costo que representa para la empresa la implementación del sistema de ventilación se presenta a continuación:

Tabla LXVII. Costo por implementación del sistema de ventilación

CANTIDAD	RUBRO	COSTO
1	Ventilador Helicoidal Modelo HGB 1000 ¾	Q 9555.60
	Instalación de ventilador HGB 1000 ¾	Q 325.00
	Mantenimiento a extractores de aire	Q 425.00
1	Ventilador Helicoidal Modelo HXA/P-4-800H	Q 11,037.01
	Instalación de ventilador HXA/P-4-800H	-----
1	Campana de extracción de vapores (según medidas expuestas)	Q 855.65
	Instalación de campana de extracción de vapores	-----
	TOTAL	Q 22,198.26

Tasa de Cambio actual Q 7.43 x US \$1.00

Fuente: Análisis de costos por implementación del sistema de ventilación (19-Septiembre-08)

5.1.6 Beneficios de mejoras en sistema de extracción de vapores

Son varios los beneficios que generaran las mejoras en el sistema de extracción de vapores en la empresa Transproductos, S.A., entre las más importantes podemos mencionar los siguientes:

- Se reduce los efectos dañinos hacia los operarios y personal administrativo, como enfermedades respiratorias y de la piel por exposición e inhalación prolongada de vapores y olores desagradables.
- Reducción significativa en los olores fétidos en todas las áreas que componen la planta industrial debido a los vapores producidos en el proceso de impresión flexográfica.
- Se mejora las condiciones ergonómicas ambientales actuales en la planta industrial, convirtiendo en un lugar contaminado y caluroso en un lugar cómodo para los empleados. Esta condición permite que los operarios trabajen con mayor eficiencia.

- Se reduce considerablemente el riesgo de incendios, por emanación de los vapores inflamables en el proceso de impresión flexográfica.
- Se extrae otras partículas volátiles peligrosas, producidas en los demás procesos productivos de la planta (humo, polvo, etc.).

5.2 Programa de salud y seguridad ocupacional

Las propuestas de mejoras que se presentan a continuación se basan en la necesidad de mejorar la seguridad e higiene en las diferentes áreas de trabajo de la planta ya que presentan riesgos físicos para los trabajadores, así como las acciones de riesgo llevadas a cabo por los mismos trabajadores.

5.2.1 Programa contra incendios

Debido a las características de la empresa (empleo de materias primas con características pirofóricas, como lo son: tintas, solventes, polietileno, etc.), es muy vulnerable y propenso a producirse en ella, conatos de incendios, es necesario la creación de un pequeño programa contra incendios, los factores más importantes a considerar se describen a continuación:

5.2.1.1 Extintores

Los extintores que actualmente se tiene en la empresa Transproductos, S.A., son del tipo industrial clase ABC, estos deberán ser inspeccionados mensualmente para determinar los consumos y el estado del extintor. Además con el objetivo de que siempre estén recargados se deberá llenar una hoja de control, la cual se presenta a continuación:

Figura 29. Formato de control de consumo y recarga de extintores

		CONTROL DE CONSUMO Y RECARGA DE EXTINTORES																					
		TRANSPRODUCTOS S.A.																					
Ubicación (código de área):										No. Extintor:													
Mes:										Año													
En		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ag		Sep		Oc		Nov		Dic	
C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R

Fuente: Diseño de formato de control de consumo y recarga de extintores (05-Enero-09)

5.2.1.2 Agua

El agua deberá ser utilizado únicamente para poder controlar los incendios con fuego tipo A, es decir el producido por elementos sólidos, como cartón, papel, madera, etc. Los lugares más vulnerables a la aparición de este tipo de fuego, son los estantes de producto terminado y las tarimas con cajas de hilo.

Debido a la proximidad con la pila de agua de uso común, no es necesario la instalación de algún deposito de agua, únicamente verificar que éste mantengan siempre un nivel óptimo para ser utilizado en caso de presentarse una emergencia.

Tabla LXVIII. Enfermedades profesionales más propensas a contraer en la empresa

ENFERMEDAD PROFESIONAL	AGENTE CAUSANTE
Sordera, Alteración nerviosa y cardiaca, Insomnio.	Ruido excesivo y prolongado
Deshidratación, Vejez prematura, Desorientación	Exceso de calor
Ansiedad, Depresión, Stress	Exceso de trabajo y Presión laboral
Paludismo, Helmintiasis, Fiebre tifoidea	Plagas (roedores, cucarachas, insectos etc.)
Neumoconiosis, Afecciones broncopulmonares,	Inhalación de vapores (solventes, tintas, humos)
Asma ocupacional	Inhalación de polvo, vapores, gases
Intoxicación aguda, Neumonitis, Bronquitis	Inhalación prolongado de químicos tóxicos
Intoxicación de metales	Soldadura (Vapores)
Dermatitis eccematosa	Contacto con sustancias químicas irritantes

Fuente: Análisis de enfermedades profesionales más propensas a contraer en Transproductos, S.A. (20-Noviembre-08)

5.2.3 Accidentes laborales

Son los que ocurren en el trabajo, provocando directa o indirectamente lesión corporal, perturbación funcional o enfermedad que de como resultado la muerte, la pérdida total o parcial, permanente o temporal, de la capacidad para el trabajo. La causa de los accidentes radica en hacer lo que no debería haberse hecho o en omitir hacer algo que sí debería haberse hecho.

5.2.3.1 Accidentes más frecuentes en la planta

Para determinar los accidentes más frecuentes dentro de la planta de la empresa Transproductos, S.A., fue necesario tomar datos durante 3 meses, dentro de los cuales se pudieron detectar los siguientes accidentes laborales, los cuales se presentan a continuación:

Tabla LXIX. Frecuencia de accidentes en la planta

Accidente laboral	Ocurrencia
Quemaduras de 1ero y 2do grado	7
Golpes en los dedos	6
Corte en los dedos	4
Caídas leves	3
Golpes muscoesqueléticas	3
Pinchazo en dedos	2
Golpes en la cabeza	2

Fuente: Análisis de accidentes laborales más frecuentes en la planta (05-Diciembre-08)

5.2.4 Equipo de protección personal

El equipo de protección personal está diseñado para proteger al trabajador en su lugar de trabajo de lesiones, accidentes o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con material químico peligroso, condiciones físicas inseguras, fuentes eléctricas u otros.

5.2.4.1 Descripción del equipo a utilizar

Los equipos de protección personal necesarios en la planta de Transproductos, S.A., debe ser el que satisfaga las necesidades de protección al trabajador en su puesto y a continuación se desglosan los equipos, con sus características y funciones para lo cual fueron diseñadas:

- **Botas de seguridad:** son de cuero con protección de punta de acero, para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento y proteger los pies por la caída de herramientas, equipo o accesorios pesados, además de brindar un apoyo seguro al personal de mantenimiento al aislarlo eléctricamente y con suela antideslizante.

- **Casco de seguridad:** Un casco esta diseñado para proteger al trabajador contra impactos y penetraciones en caso de que algún objeto sólido llegara a golpear la cabeza, como también proteger al mismo en caso de una descarga eléctrica. Es obligatorio para todo el personal de la empresa.

- **Guantes:** Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, manos y brazos, con frecuencia se deben usar equipos protectores, como los guantes, y de acuerdo a sus materiales y sus diversas adaptaciones hace que tengan un amplio uso de acuerdo a las consideraciones correspondientes a su aplicación.
 - a) **Guantes para altas temperaturas:** Contienen una manga que protege el antebrazo, contra el calor radiante, llamas y chispas, debe ser utilizado por el personal de la peletizadora, y extrusoras, debido a las altas temperaturas con que se trabaja ciertos elementos.

 - b) **Guantes contra químicos:** deben ser suficientemente largos como para llegar por encima de la muñeca, pero habrán de ser diseñados para que el ensanchamiento superior no atrape algunas salpicaduras, contaminando el interior del guante, es necesario elegir guantes fabricados de hule sintético como el nitrilo. Debe ser utilizado por el personal que trabaje en el área de impresión flexográfica.

 - c) **Guantes de cuero:** El uso del cuero es para el manejo materiales abrasivos o ásperos, además de evitar que entren el polvo, suciedad o metal caliente entre los guantes del trabajador. Contienen doble protección en la palma, para evitar que lastimen la palma de la mano. Los guantes de cuero deben ser utilizados por el personal de mantenimiento.

- **Cinturón de protección lumbar:** Este equipo se le brinda a personal que se mantiene un tiempo considerable llevando a cabo trabajos pesados, de transporte de cargas pesadas, para prevenir lesiones que a largo plazo son dañinas para la constitución de la espalda. Debe ser utilizado obligatoriamente por los operarios del área de extrusión y corte, e impresión flexográfica.

- **Dispositivos de protección facial y visual:** La protección de los ojos y el rostro mediante lentes o caretas, tiene como objetivo principal evitar lesiones en la cara y ayudar a prevenir enfermedades en los ojos. En algunas operaciones es necesario proteger la totalidad de la cara, y en algunos casos, se requiere de que esta protección sea fuerte para que los ojos queden salvaguardados del riesgo ocasionado por partículas volantes relativamente pesadas.
 - a) **Lentes de protección:** Los lentes serán utilizadas por los trabajadores del área de peletizado e impresión flexográfica. La función principal de los lentes de protección es evitar el paso de partículas sólidas suspendidas en el ambiente que afecten el sistema visual del trabajador.

 - b) **Careta de protección facial:** Debido a los diversos trabajos de mantenimiento se que efectúan en la planta, son propensas a crear lesiones en el rostro si no se utiliza el equipo adecuado. Esto también debido a impactos de alta velocidad (baja y media energía) y de salpicaduras, y es por lo cual, la importancia del uso de la careta, ésta debe ser usa utilizada en el área de extrusión y corte.

- **Dispositivos de protección auditivos:** Debido a que en la planta existen áreas de trabajo que sobrepasan los niveles permisibles de exposición a ruido (mayor a 90 dB), es necesario utilizar equipo de protección auditivo.

a) **Los tapones o dispositivos de inserción:** son aquellos que se colocan en el canal auditivo. Las cantidades de reducción de ruido dependerán del tipo de material con el que se encuentren fabricados, siendo más o menos absorbentes del ruido, pudiendo llegar hasta disminuir 15 dB. Debe ser utilizado por personal del área de peletizado como los del área de extrusión y corte.

b) **Orejeras:** es una barrera acústica que se coloca en el oído externo, y éstas proporcionan una atenuación varían grandemente de acuerdo a las diferencias de tamaños, formas, material sellador, armazón, y clase de suspensión. La clase de cojín o almohada que se usa entre la copa y la orejera y la cabeza tienen mucho que ver con la eficiencia de la atenuación. Es obligatorio para el operario del molino de corte.

- **Dispositivos de protección respiratoria:** Son utilizadas para proteger a los trabajadores a la exposición de contaminantes atmosféricos (humo, polvo, vapores) que pueda producir enfermedades crónicas, incomodidad muy marcada, o puedan resultar daños permanentes físicos, o la muerte después de exposiciones repetidas o prolongadas. La protección respiratoria es proporcionada por dos métodos: purificación del aire y suministro de aire.

Los respiradores purificadores de aire están divididos en dos clases: filtrador de partículas y filtrador de vapor y gas.

a) Respiradores filtradores de partículas (PFR, por sus siglas en inglés) proporcionan una barrera física contra el polvo, aerosoles, gases y fibras. Los PFR más sencillos son desechables y se colocan sin apretar sobre la nariz y la boca. Los respiradores desechables protegen contra pequeñas cantidades de contaminantes no tóxicos. Un PFR no protege contra gases/vapores o falta de oxígeno. Son conocidos comúnmente como mascarillas N95. Debe ser utilizado por personal del área de peletizado y en el área de extrusión y corte.

b) Respirador contra gases y vapores: los gases y vapores (producidos por los solventes) se disuelven en el aire y no pueden atraparse con un filtro de partículas. Los respiradores para gases y vapores filtran el aire inhalado a través de uno o más cartuchos o tanques que contienen químicos o por lo general carbón activado.

Algunos contienen más de una clase de cartucho para filtrar varios vapores peligrosos a la vez. Los cartuchos tienen códigos de colores para identificar qué tipo de contaminantes filtran. Es obligatorio para los operarios del área de impresión flexográfica y el área de solventes

5.2.4.2 Equipo de protección personal por áreas de trabajo

Por los procesos y el tipo de trabajo que se manejan actualmente en la planta de producción de la empresa, es muy notoria la necesidad de la utilización del equipo de protección personal en todos los operarios.

Para asignar el equipo de protección personal en las áreas de trabajo se tomaron en cuenta los riesgos físico-químicos de cada uno de los puestos. La asignación queda de la siguiente manera:

Tabla LXX. Asignación de equipo de protección personal

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	PUESTO DE TRABAJO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orejeras ✓ Casco de seguridad ✓ Mascarilla N95 contra partículas 	Operario Molino de corte
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tapones ✓ Casco de seguridad, ✓ Guantes para alta temperatura ✓ Mascarilla N95 contra partículas 	Operarios Peletizadora
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botas de seguridad ✓ Casco de seguridad ✓ Guantes para alta temperatura, ✓ Careta de protección facial ✓ Mascarilla N95 contra partículas ✓ Cinturón de protección lumbar ✓ Tapones 	Operarios Extrusoras
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botas de seguridad ✓ Casco de seguridad ✓ Cinturón de protección lumbar ✓ Tapones 	Operario de Cortadora-selladora
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botas de seguridad ✓ Casco de seguridad ✓ Guantes contra químicos ✓ Lentes de seguridad ✓ Respirador con carbón activado ✓ Cinturón de protección lumbar 	Operarios Impresoras Flexográficas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botas de seguridad ✓ Casco de seguridad ✓ Guantes de cuero ✓ Cinturón de protección lumbar 	Mecánico y ayudante encargados del mantenimiento

Fuente: Diseño propio de asignación de equipo de protección a personal (10-Diciembre-08)

5.3 Capacitación y motivación

Cualquier programa de salud y seguridad industrial será inútil, sino se capacita y se motiva al personal para comprenderlo y ejecutarlo eficazmente. Tanto la capacitación como la motivación conllevarán a una serie de actividades que la gerencia deberá seguir e institucionalizar en beneficio de la empresa.

5.3.1 Capacitación

La capacitación es un proceso diseñado para instruir a los trabajadores sobre aspectos de salud y seguridad industrial, ya que por medio de éste podrá transferirse a los trabajadores el conocimiento de los riesgos a los que están sujetos y la forma como prevenirlos o eliminarlos en su actividad laboral, así también podrá utilizarse para enseñar técnicas y procedimientos en el uso de maquinaria y procesos de trabajo. La capacitación se realizará cuando las órdenes de producción sea menor o cuando la gerencia lo considere adecuado, los cursos de mayor interés que se sugieren de acuerdo con las respuestas obtenidas en una encuesta realizada al personal de la planta de Transproductos, S.A. son:

- Simulacros de evacuación en la planta.
- Uso y manejo de extintores de fuego existentes en la empresa.
- Significado de carteles o señales de advertencia, precaución, obligación y emergencia.
- Manejo y uso de sustancias químicas del proceso de impresión flexográfica.

5.3.2 Motivación

La motivación de los operarios es de gran importancia, debido a que es la forma en que la gerencia demuestra a los empleados, que son una parte integral de la empresa y que se vela por su seguridad y salud. El clima organizacional se verá beneficiada cuando todos los trabajadores se encuentren motivados, pues se mantendrán mas alertas ante riesgos potenciales y cooperarán en gran manera para que el programa de salud y seguridad ocupacional cumpla con los objetivos trazados.

Para motivar al personal respecto al programa no es necesario invertir mucho dinero, simplemente se recomienda hacer las siguientes actividades:

- ✓ Colocar en las carteleras de la planta, las normas de seguridad, tratando que éstas llamen la atención de los operarios, esto puede ser realizarse mediante dibujos o caricaturas para darle un toque humorístico.
- ✓ Felicitar públicamente a los trabajadores que han colaborado constantemente para llevar a cabo el programa de seguridad y salud ocupacional.
- ✓ Poner en práctica las ideas proporcionadas por los trabajadores para mejorar el ambiente de trabajo.
- ✓ Dar un bono incentivo a los operarios de las áreas de trabajo de la empresa que presenten el menor número de accidentes en un período determinado.
- ✓ Al final de todos los talleres de capacitación respecto a los temas de seguridad y salud ocupacional, dar un pequeño refrigerio.

5.4 Adiestramiento de los trabajadores

El adiestramiento de los trabajadores será de carácter práctico, esto es necesario en toda clase de trabajos, e indispensable aún suponiendo una capacitación previa. Consiste en asignarle una tarea al operario, indicarle cómo debe hacerlo, ordenarle que lo haga, corregir hasta que lo haga bien y vigilarlo para que lo siga haciendo bien.

El adiestramiento deberá impartirse por medio de instrucción, demostración y repetición, bajo la vigilancia de una persona competente. Es responsabilidad de la gerencia brindar un adiestramiento básico y eficaz a todos los trabajadores de la empresa a fin de poder lograr la integración total de estos en el programa de seguridad y salud ocupacional a implementar.

5.5 Costos involucrados en el programa de salud y seguridad

Para implementar el programa propuesto se ven asociados diferentes costos, desde la compra de equipos de protección personal, hasta la capacitación al personal para utilizarlo. Estos costos se deben asimilar como una inversión, debido a que son medidas precautorias y de prevención necesarias para proteger al recurso humano y las instalaciones de Transproductos, S.A.

5.5.1 Presupuesto de equipos de seguridad industrial

Los costos de adquisición de los equipos de protección personal se describen en el siguiente presupuesto:

Tabla LXXI. Presupuesto para adquisición de equipo de protección personal

ÁREA DE TRABAJO Y EQUIPO DE PROTECCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Área de peletizado			
Orejeras	1	Q 182.43	Q 182.43
Casco de seguridad	2	Q 64.03	Q 128.07
Mascarillas N95 contra partículas	6	Q 5.32	Q 31.96
Tapones	12	Q 1.62	Q 19.44
Guantes para alta temperatura	2	Q 41.57	Q 83.14
Área de extrusión y corte			
Botas de seguridad con punta de acero	3	Q 170.57	Q 511.72
Casco de seguridad	3	Q 64.03	Q 192.09

Tabla LXXI. Presupuesto para adquisición de equipo de protección personal (continuación)

Guantes para alta temperatura	2	Q	41.57	Q	83.14
Careta de protección facial	2	Q	69.24	Q	138.50
Mascarillas N95 contra partículas	6	Q	5.32	Q	31.96
Cinturón de protección lumbar	3	Q	85.00	Q	255.00
Tapones	12	Q	1.62	Q	19.44
Área de impresión flexográfica					
Botas de seguridad con punta de acero	2	Q	170.57	Q	341.14
Casco de seguridad	2	Q	64.03	Q	128.07
Guantes contra químicos	4	Q	16.21	Q	64.85
Lentes de seguridad	2	Q	116.15	Q	232.30
Respirador con carbón activado	2	Q	142.43	Q	284.87
Cinturón de protección lumbar	2	Q	85.00	Q	170.00
Personal encargado de mantenimiento					
Botas de seguridad con punta de acero	2	Q	170.57	Q	341.14
Casco de seguridad	2	Q	64.03	Q	128.07
Guantes de cuero	2	Q	67.50	Q	135.00
Cinturón de protección lumbar	2	Q	85.00	Q	170.00
TOTAL					Q3,672.33

Tasa de Cambio actual Q 7.71 x US \$1.00

Fuente: Análisis de costos de adquisición de equipo de protección personal (19-Diciembre-08)

5.5.2 Costos por accidentes y lesiones

En la empresa Transproductos, S.A., los costos más representativos son los provocados por accidentes con trabajadores, donde padecen consecuencias que pueden ser materiales, como gastos y pérdida de ingresos; e intangibles, como el dolor y el sufrimiento, en ambos casos se pueden dar de corta o de larga duración. Estos costos para la empresa no son siempre fáciles de calcular, ya que hay pérdidas asociadas a los accidentes laborales difíciles de evaluar.

En la mayoría de los casos la cuantía de estos costos está directamente relacionada con la gravedad de los accidentes, de forma que, a mayor gravedad la cuantía del costo es más elevada. Los costos en los que se ve involucrado la empresa a consecuencia de los accidentes y lesiones ocurridos en la planta se dividen en costos directos e indirectos, estos se presentan a continuación:

- **Costos directos**

Son aquéllos costos en los que la empresa puede contabilizar y cuantificar fácilmente. Los costos directos son:

Tabla LXXII. Costos directos por accidentes laborales

COSTOS DIRECTOS
<ul style="list-style-type: none">• Costo de las horas perdidas tanto por los trabajadores accidentados como por sus compañeros, mandos, etc., el día del accidente.• Costo asociado a la pérdida de producción el día del accidente.• Costo de parada de maquinaria, si quedara precintada hasta que su estado se considere seguro o porque haya que repararla o reponerla.• Costo de la atención médica en la empresa: material de primeros auxilios, horas dedicadas por el servicio médico, etc.• Costo de materiales: pérdidas de materias primas, productos dañados en el accidente, etc.• Costo de equipos o maquinaria: costo de la reparación de los daños sufridos en el accidente.• Costo para la recuperación de la producción: costo de horas extras, costo de rotación de personal, costo de subcontratación, etc.• Costos administrativos por el tiempo dedicado a las gestiones que requiere un accidente.

Tabla LXXII. Costos directos por accidentes laborales (continuación)

- Costos asociados a la contratación de nuevo personal: costos de anuncios, procesos de selección, contratación, formación, etc.
- Costos por nueva distribución de los puestos de trabajo: sustituciones, formación, reentrenamiento, etc.
- Sanciones, multas, recargos de prestaciones, recargos en los seguros, indemnizaciones, etc.

Fuente: www.tecniseguros.com.ec (30-Enero-09)

- **Costos indirectos**

Son aquellos costos que no se pueden medir de manera real ni exacta, pero que están indudablemente asociados al accidente. Los principales costos indirectos son:

Tabla LXXIII. Costos indirectos por accidentes laborales

COSTOS INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none">• Costos por la pérdida de imagen a causa del accidente laboral.• Costos por pérdida de contratación, cuando se valora la integración de la prevención de riesgos.• Costos de conflictos laborales: deterioro en las relaciones laborales entre los trabajadores y con la empresa.• Costos por disminución de la moral de los trabajadores tras un accidente laboral.• Costos por la pérdida de la experiencia del trabajador accidentado.

Fuente: www.tecniseguros.com.ec (30-Enero-09)

Se debe señalar que, si bien los accidentes laborales suponen un costo importante para la empresa, éste no es comparable, con el costo personal, familiar y social que también generan, y además, mucho más difícil de cuantificar.

Como en el caso del costo empresarial hay costos sociales que se pueden evaluar más fácilmente que otros. Entre los que a priori parece que se pueden calcular mejor estarían: costos de las pensiones, costos de las incapacidades, costo de la asistencia médica, costo de la asistencia social, costo de los gastos no cubiertos por seguros, indemnizaciones, costo de la pérdida de impuestos.

En cambio, el cálculo se complica a la hora de hablar de pérdida de calidad de vida, pérdida de ganancias potenciales, pérdida de desarrollo personal o pérdida de producción futura. Y aún es más difícil cuantificar el dolor, el sufrimiento o la muerte prematura que puede ocasionar un accidente laboral.

CONCLUSIONES

1. Un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una programación de las actividades que deben de efectuarse en cada una de las máquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla o anomalía y mantenerlas en óptimas condiciones de funcionalidad.
2. El poco interés y apoyo por parte de la gerencia general, y la falta de presupuesto respecto al mantenimiento de las máquinas, se refleja en los constantes paros de producción por fallas en los equipos, ya que no se le brinda el mantenimiento adecuado y necesario.
3. El tamaño actual de la empresa es idónea para implementar el programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria, ya que las máquinas en la planta de producción son pocas, esto beneficia en que se puede tener un mayor control de todas las actividades y/o rutinas de mantenimiento planificados en cada uno de ellos.
4. La poca capacitación y motivación hacia el personal operativo, generará una desatención total respecto al cuidado y mantenimiento de las máquinas, ya que no existe interés por parte de los empleados en colaborar para mantener los equipos en buen estado.

5. La contratación de personal propio encargado del mantenimiento, es de gran beneficio para la empresa, ya que anteriormente por pequeños fallos que se presentaban, se contrataba a una persona externa para repararlas, y nadie podía verificar la calidad del trabajo por desconocimiento total de los trabajos de mantenimiento.
6. El sistema de ventilación actual de la empresa es obsoleto y con un diseño inadecuado, y los únicos extractores de aire que existen en la planta industrial, tampoco reciben el mantenimiento necesario para su óptimo funcionamiento.
7. Por los procesos que se manejan en la empresa y a la no utilización de equipo de protección personal en los operarios, se presentan altos riesgos para la salud de los mismos. Es necesario proporcionarles equipo de protección personal a todos, según el tipo de actividad que desarrollan, a fin de evitar daños irreversibles en la salud de los empleados.
8. La empresa no proporciona capacitación a sus operarios con respecto a seguridad e higiene, generando en éstos falta de conocimiento de los aspectos esenciales, como primeros auxilios, control de conato de incendios, uso y manejo adecuado del equipo de protección.
9. Los extintores con que se cuenta en la empresa son insuficientes y con una mala ubicación. Debido al manejo de materias primas altamente inflamables, existe una probabilidad muy alta de presentarse conatos de incendios en la planta de producción.

RECOMENDACIONES

1. Revisar constantemente el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria, a fin de actualizarlo y mejorarlo en los aspectos que sean convenientes para generar resultados más eficaces; esto significa revisar las actividades y rutinas de mantenimiento, sus frecuencias de aplicación y el tiempo de ejecución.
2. La capacitación del personal encargado del mantenimiento a las máquinas, debe realizarse en forma periódica, para aumentar la eficiencia en su desempeño, y mantenerlos actualizados en aspectos que se relacionen con el mantenimiento del tipo de maquinaria industrial que se tiene en la planta.
3. Realizar un estudio sobre la distribución de equipo industrial con el fin de determinar áreas seguras para el trabajador, ya que debido a la carencia de espacio libre en la planta de producción, conlleva a la desorganización de áreas y puestos de trabajo, generando de esta forma condiciones inseguras para los empleados.
4. Es necesario que el gerente general visite con más frecuencia las distintas áreas de trabajo, para que conozcan realmente, las condiciones ambientales y laborales en que se encuentran y se desarrollan cada uno de los trabajadores.

5. Se debe de realizar un estudio respecto a la utilización de los solventes, ya que la mayoría utilizados actualmente son altamente tóxicos e inflamables; buscando productos sustitutos que representen menos riesgo para la salud de los operarios y de los bienes de la empresa.

6. Involucrar a todos los trabajadores, para que asuman un papel participativo dentro del programa de salud y seguridad ocupacional, a través de la capacitación, difusión del programa y cumplimiento de las normas preventivas que se establezcan en la empresa para el desarrollo de las actividades operativas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Torres, D. Leandro. Mantenimiento, su implementación y la introducción de mejoras en la producción, 2da. Ed. Argentina: Editorial Universitas, 2006.
2. Escobedo, Otto. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo en la industria de artes gráficas de impresión offset y su regulación con la calidad del producto final, Trabajo de graduación Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999.
3. Rubio, Carlos. Consideraciones para la selección e instalación de un sistema de ventilación de un taller industrial, Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.
4. Grimaldi, John V. La seguridad industrial: su administración, 2da. ed. Editorial Alfaomega, México 1996.
5. Criollo, Roberto. Estudio del trabajo, 2da. ed. Editorial McGraw-Hill, México 2005.
6. Reyes Vargas, Roberto José. Rediseño del programa de mantenimiento preventivo y sistema de reducción de desechos sólidos en la empresa industrial Doble B. Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007.

7. Carranza Guzmán, Lenin Rafael. Programa de operación y mantenimiento de extrusoras para la manufactura de bobina plástica a base de polietileno. Trabajo de graduación Ing. Mecánico, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004.
8. Figueroa Monzón, Carlos Francisco. Sistema de seguridad e higiene industrial y plan de mantenimiento para turbos y compresor de la planta de lámina galvanizada Aceros de Guatemala S.A. Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007.
9. Ruiz Díaz, Erwin Vinicio. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las líneas de producción de alimentos para animales y diseño de un plan de seguridad e higiene industrial, para la planta de alimentos de animales "Del Prado". Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007.
10. www.mantenimientomundial.com (11-Noviembre-08)
11. www.solerpalau.es (19-Septiembre-08)
12. www.ciaquimica.com.ar (04-Febrero-09)
13. www.bomba18.cl/manuales1/2/fundamentos_toxicocologia.pdf
(01-October-08)

ANEXOS

A. HOJAS TÉCNICAS DE SOLVENTES UTILIZADOS EN PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA

Tabla LXXIV. Hoja técnica de acetato de isopropilo

ACETATO DE ISOPROPILO	
• IDENTIFICACIÓN DEL SOLVENTE	
Nombre del producto	Acetato de isopropilo
Otras asignaciones	Acetato de 1-Metil etilo, 2-acetoxipropano, acetato de 2-propilo
Descripción	Se obtiene por esterificación del ácido acético con alcohol isopropílico
Usos	Se usa como componente de thinners, lacas y sellos; como solventes en usos varios
• COMPOSICIÓN O INGREDIENTES	
Nombre químico	Acetato de isopropilo
Fórmula química	C ₅ H ₁₀ O ₂
Peso molecular	102,13
Número de CAS	108-21-4
Concentración	Aproximadamente 90%, el resto se trata mayoritariamente de alcohol isopropílico.
• IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
Carcinogénesis	No figura en los listados de cancerígenos
Resumen de riesgos	Los vapores de acetato de isopropilo a 200 ppm son irritantes a los ojos, la exposición a concentraciones mas altas puede causar irritación a nariz y garganta. El contacto con ojos y piel puede causar irritación. Por contacto repetido o prolongado con la piel puede producir pérdida de gratitud, con aparición de grietas y desecamiento. La ingestión puede causar irritación del tracto gastrointestinal, náuseas, vómitos y diarrea.
Órganos afectados	Tractos respiratorio y gastrointestinal, ojos y piel
Forma de entrada	Contacto con ojos y piel, inhalación o ingestión.
Efectos agudos	La sobreexposición severa puede causar debilidad, somnolencia e inconsciencia.
Efectos crónicos	La exposición crónica puede causar daños al hígado. El valor de 250 ppm como TLV es para prevenir irritación significativa de ojos y tracto respiratorio.
• MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Ojos	Enjuagar con abundante cantidad de agua durante por lo menos 15 minutos. Consultar al médico si persiste la irritación.
Piel	Rápidamente quitar la ropa contaminada. Lavar la zona de contacto con abundante agua y jabón. Consultar al médico si persiste la irritación.
Inhalación	Remover a la persona afectada al aire libre. Si los síntomas persisten llamar al médico.
Ingestión	Si el paciente esta consciente y alerta, hacer ingerir 2 o 3 vasos de agua o leche. No provocar el vomito. Nunca hacer ingerir algo a una persona inconsciente. Llamar inmediatamente al médico.
Nota para el médico	Hacer observación y seguimiento luego de los primeros auxilios.
• MEDIDAS DE EXTINCIÓN	
Flash point (OC)	4.4 °C
Temperatura autoignición	460 °C
LFL	1.8 % V/V

UFL	8 % V/V
Medios de extinción	Anhídrido carbónico, niebla de agua, espuma para alcohol.
Riesgos poco usuales de incendio o explosión	El producto es muy inflamable, presenta alto riesgo de incendio y riesgo moderado de explosión por exposición al calor, chispas o llama. Los vapores son más pesados que el aire y pueden recorrer distancias considerables hasta fuente de ignición, con retroceso de llama. Los vapores forman mezclas explosivas con el aire.
Procedimientos especiales de lucha contra incendio	El personal afectado a la lucha contra incendio, debe estar provisto de equipos de respiración autónomos y de equipo completo de ropa protectora.
• MEDIDAS DE FUGAS ACCIDENTALES	
<p>Derrames y fugas: En caso de derrame informar al personal de seguridad y ventilar el área. Eliminar fuentes de calor o ignición.</p> <p>Métodos de limpieza: En casos de pequeños derrames, recoger con papel u otro sólido absorbente para su disposición. Si es posible, contener el derrame y recoger el material para recuperación o disposición; usar agua para arrastrar el derrame hasta la zona de contención. Evitar el drenaje del residuo a desagües o cursos de agua. Colocar residuos en recipientes cerrados hasta su disposición. Proveer al personal de limpieza de equipo protector al contacto con el líquido y a la inhalación de vapores o nieblas.</p>	
• MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	
<p>Manipuleo: Manipular con cuidado y con la protección adecuada. Utilizar en el manipuleo herramientas a prueba de chispas.</p> <p>Almacenamiento: Almacenar en recipientes cerrados, en área seca y bien ventilada, alejados de calor, chispas, llamas y/o agentes incompatibles, en área preparada para almacenar inflamables.</p>	
• CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL	
CMP	250 ppm (950 mg/m ³)
CMP-CPT	320 ppm (1185 mg/m ³)
OSHA	1998
PEL-TWA (8 horas)	250 ppm (950 mg/m ³)
PEL-STEL	310 ppm (1290 mg/m ³)
<p>Máscaras En trabajos de rutina utilizar antiparras o máscaras para evitar salpicaduras. Evitar el uso de lentes de contacto en el manipuleo del producto, ya que las lentes blandas pueden absorber sustancias irritantes y todas las lentes las concentran.</p> <p>Protección respiratoria En caso de exposición a concentraciones de vapores por encima del TLV utilizar mascararas con filtro para vapores orgánicos. Para concentraciones que exceden 5000 ppm utilizar equipo de respiración autónomo.</p> <p>Otros elementos Usar guantes, botas, delantales y ropa protectora de material impermeable (resistente al acetato de isopropilo) para evitar el contacto con la piel.</p> <p>Ventilación Mantener sistemas de ventilación local y general de forma de disminuir la concentración de vapores. Todo el sistema debe tener diseño a pruebas de explosiones.</p>	

Dispositivos de seguridad	
Disponer en el área de lava ojos, lluvias de seguridad.	
Separar y lavar la ropa contaminada, antes de volver a usar.	
Nunca comer, beber o fumar en áreas de trabajo.	
Lavarse siempre las manos, cara y brazos antes de comer, beber o fumar.	
• PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Aspecto y olor	Líquido claro, incoloro, con olor característico a frutas
Densidad (20/20 °C)	0.860
Presión de vapor, 20 °C	43 (mmHg) (Componente puro)
Punto de fusión	-69 °C (Componente puro)
Punto de ebullición	90 °C (Componente puro)
Velocidad de evaporación	5 (relativa al Acetato de Butilo)
Solubilidad en agua, 20 °C	2.9 % P/P (Componente puro)
• ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad	El acetato de isopropilo es estable en condiciones normales de manipuleo y almacenamiento.
Polimerización	No se produce polimerización
Incompatibilidad química	Nitratos, agentes oxidantes fuertes, ácidos y bases fuertes. El acetato de isopropilo ataca algunas tipos de plástico, goma y recubrimiento.
Productos de descomposición	La descomposición térmica del producto genera monóxido de carbono y/o dióxido de carbono.
• INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
Rata, oral, LD50	3000 mg/Kg
Rata, inhalación, LCLO	32000 ppm / 4 horas
Humano, inhalación, TCLO	200 ppm
Humano, ojo	200 ppm, 15 minutos

Fuente: www.ciaquimica.com.ar

Tabla LXXV. Hoja técnica de acetato de etilo

ACETATO DE ETILO	
• IDENTIFICACIÓN DEL SOLVENTE	
Nombre del producto	Acetato de etilo
Otras asignaciones	Ester Etil acético, etanoato de etilo, acetoxietano, éter acético.
Descripción	Se puede obtener por condensación entre el ácido acético y el alcohol etílico en presencia de un catalizador.
Usos	Se usa como componente de thinners, lacas, tintas, como solventes en usos varios
• COMPOSICIÓN O INGREDIENTES	
Nombre químico	Acetato de etilo
Fórmula química	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃
Peso molecular	88,1
Número de CAS	141-78-6
Concentración	Se presenta al 99.5% y al 99% de concentración siendo el resto alcohol etílico y agua.
• IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
Carcinogénesis	No figura en los listados de cancerígenos
Muta génesis	No hay evidencia de muta génesis en humanos.
Resumen de riesgos	Los vapores de acetato de etilo son irritantes a los ojos y al tracto respiratorio por encima de 400 ppm. La exposición a concentraciones excesivas puede causar dolor de cabeza y narcosis. El líquido es irritante a ojos y piel. Repetido o prolongado contacto con la piel tiene un efecto desengrasante y puede causar secado y grietas; el contacto con los ojos puede causar irritación dolorosa de la conjuntiva. La ingestión puede causar dolor de cabeza, somnolencia e inconsciencia.
Órganos afectados	Piel, ojos, sistema respiratorio.
Forma de entrada	Piel e inhalación.
Efectos agudos	Por inhalación a valores altos puede producir narcosis, lo que es poco probable ya que las propiedades irritantes provocan la salida del área contaminada.
Efectos crónicos	La sobre exposición crónica puede causar anemia con leucocitosis y daño al hígado y riñones. Una vez en el cuerpo se hidroliza a etanol y ácido acético.
• MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Ojos	No permitir que la víctima cierre o restriegue los ojos. Levantar suavemente los párpados y enjuagar con abundante cantidad de agua. Consultar inmediatamente al médico.
Piel	Rápidamente quitar la ropa contaminada. Enjuagar con agua por lo menos durante 15 minutos. Lavar la zona de contacto con abundante agua y jabón.
Inhalación	Remover a la persona expuesta al aire libre y si es necesario aplicar inmediatamente respiración artificial. Llamar inmediatamente al médico.

Ingestión	Nunca hacer ingerir algo a una persona inconsciente o con convulsiones. Si se ingirió y la persona esta conciente, hacer ingerir 1 o 2 vasos de agua o leche. No inducir al vomito a menos que reciba instrucciones. Llamar al medico.
• MEDIDAS DE EXTINCIÓN	
Punto de inflamación	- 4.4 °C
Temperatura autoignición	427 °C
LFL	2.0 % V/V
UFL	11.5 % V/V
<p>Medios de extinción Usar agentes químicos secos, espuma de alcohol, anhídrido carbónico y niebla de agua. No usar chorro de agua ya que el mismo puede dispersar y extender el incendio. El uso de agua no es efectivo que no enfría el producto por debajo del punto de inflamación. Para incendios chicos, usar agentes químicos secos y anhídrido carbónico, para incendios grandes usar espuma de alcohol y niebla de agua. Enfriar con agua los contenedores expuestos al fuego.</p> <p>Riesgos poco usuales de incendio o explosión El acetato de etilo es inflamable tipo IB, tiene riesgo alto de incendio y moderado riesgo de explosión, al ser expuesto al calor, chispas o llama abierta. Los vapores forman mezclas explosivas o inflamables con aire a temperatura ambiente.</p> <p>Procedimientos especiales de lucha contra incendio Usar máscara facial completa con equipo de respiración autónomo y ropa de protección. Los vapores son más pesados que el aire y pueden movilizarse hacia la fuente de ignición y luego retroceder. Mantenerse alejado de las zonas bajas. Controlar el líquido proveniente de la lucha contra el fuego, impidiendo que vaya a desagües o cursos de agua.</p>	
• MEDIDAS DE FUGAS ACCIDENTALES	
<p>Derrames y fugas: En caso de derrame informar al personal de seguridad. Eliminar cualquier fuente de ignición. Ventilar el área con máxima protección contra explosión.</p> <p>Métodos de limpieza: El personal involucrado en el operativo de limpieza, debe tener equipo protector contra inhalación y contacto con piel y ojos. Absorber pequeños derrames con papel o vermiculita. Contener los derrames grandes y si es posible, absorberlos con arena o vermiculita. Colocar el residuo en recipientes cerrados empleado para ello herramientas a prueba de chispas. Impedir el drenaje del acetato de etilo a desagües o cursos de agua.</p>	
• MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	
<p>Manipuleo: Los recipientes deben ser conectados a tierra cuando se hace el llenado para evitar el riesgo de chispas por estática. No fumar en el área cuando se manipula este producto.</p> <p>Almacenamiento: Almacenar el acetato de etilo en contenedores cerrados, en un área seca, bien ventilada y alejada de agentes oxidantes, fuentes de ignición, chispas y llamas. El área debe cumplir con las exigencias de almacenamiento para inflamables clase 1B. No fumar en el área donde se almacena este producto. Evitar el daño de los contenedores. Mantener los niveles de concentración en áreas confinadas por debajo del 25% del LFL.</p>	
• CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL	
CMP	400 ppm (1400 mg/m ³)
PEL-TWA (8 horas)	400 ppm (1400 mg/m ³)

1997 – ACGIH	400 ppm (1400 mg/m ³)
El acetato de etilo ataca ciertas formas de plásticos, goma o recubrimientos. Seleccionar el material impermeable que resista el contacto con el producto.	
<p>Máscaras Utilizar mascararas faciales y/o antiparras para proteger cara y ojos. Evitar el uso de lentes de contacto en el manipuleo de acetato de etilo, ya que las lentes blancas pueden absorber sustancias irritantes y todas las lentes las concentran.</p> <p>Protección respiratoria Utilizar máscaras con provisión de aire o equipos de respiración autónomos en situaciones de excesiva concentración de vapores o niebla. Para trabajos de emergencia o no rutinarios (limpieza de derrames, reactores y tanque), utilizar equipos de protección completa, con aparatos de respiración autónomos. Las máscaras con purificación de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.</p> <p>Otros elementos Usar guantes, botas, delantales y ropa protectora impermeable, para evitar el contacto con la piel, prolongado y repetido, de materiales como goma Butilo; no se recomienda el uso de goma, neoprene, goma nitrilo, PVC, Vitón.</p> <p>Ventilación Mantener sistemas exhaustivos de ventilación local o general de forma de mantener los niveles de contaminación ambiental en valores bajos, así como para disminuir el riesgo de inflamabilidad. Los ventiladores y todo el material eléctrico deben ser antichispas y diseñados a prueba de explosiones.</p> <p>Dispositivos de seguridad Disponer en el área de lava ojos, lluvias de seguridad. Separar y lavar la ropa contaminada, antes de volver a usar. Nunca comer, beber o fumar en áreas de trabajo. Lavarse siempre las manos, cara y brazos antes de comer, beber o fumar.</p>	
• PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Aspecto y olor	Líquido claro, incoloro y volátil, con olor característico frutal, sin dejar olor residual por evaporación.
Presión de vapor	76 mmHg a 20 °C, 100 mmHg a 25 °C
Punto de ebullición	77 °C
Punto de fusión	-83 °C
Peso específico	0.902
Densidad del vapor (Aire=1)	3.0
Velocidad de evaporación	6.2 (Acetato de Butilo = 1)
Coefficiente de partición octanol/agua	Log P = 0.66
Solubilidad en agua	8.7 % P/P a 20 °C
Soluble en	Etanol, acetona, cloroformo, éter etílico
Producto muy volátil que puede ser hidralizado por ácidos fuertes y saponificados por bases fuertes.	
• ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
<p>Estabilidad: El acetato de etilo es estable a temperatura ambiente en recipientes cerrados y bajo condiciones normales de manipuleo y almacenamiento. El calor contribuye a la inestabilidad. En presencia de agua puede hidrolizar lentamente a etanol y acido acético.</p> <p>Polimerización : No se produce polimerización</p>	

Incompatibilidad química: El acetato de etilo reaccionará vigorosamente con ácido clorosulfónico, oleum, t-butoxido de potasio, hidruro de litio y aluminio y 2-clorometil furano. El contacto con nitratos, ácidos, álcalis u oxidantes fuertes pueden causar fuego o explosión.

Productos de descomposición

La descomposición térmica oxidativa del acetato de etilo puede producir vapores de monóxido y dióxido de carbono.

• **INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

Rata, oral, LD50	10200 mg/Kg
Rata, inhalación, LC50	19600 ppm / 4 horas de exposición
Humano, inhalación, TCLo	400 ppm (irritación)

Fuente: www.ciaquimica.com.ar

Tabla LXXVI. Hoja técnica de alcohol isopropílico

ALCOHOL ISOPROPÍLICO	
• IDENTIFICACIÓN DEL SOLVENTE	
Nombre del producto	Alcohol Isopropílico
Otras asignaciones	IPA, Isopropanol, 2-propanol, Alcohol sec-propílico
Descripción	Líquido claro, incoloro, móvil, transparente como el agua, extremadamente volátil con olor fuerte y característico al alcohol.
Usos	Diluyentes para Pinturas, Esmaltes, lacas, barnices, selladores, adhesivos, resinas, tintas, removedores, derivados de celulosa, etc.
• COMPOSICIÓN O INGREDIENTES	
Nombre químico	Isopropanol
Fórmula química	CH ₃ CHOHCH ₃
Peso molecular	60.1
Número de CAS	63-63-0
Contenido	Se presenta con contenido mínimo 99.0% P/P, siendo el resto agua en su mayoría.
• IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
<p>Precaución: Utilizar equipos de protección respiratoria. Absorber el líquido con material absorbente, contener el derrame y depositarlo en tambores cerrados. Ventilar el área. Restringir el ingreso a toda persona que no esta interviniendo en la operación de limpieza.</p> <p>Resumen de riesgos Almacenar en tambores metálicos firmemente cerrados (libres de aire) en un espacio fresco, seco y bien ventilado lejos de fuentes de calor y materiales incompatibles. Controlar los inventarios seguido. Proteger a los tambores contra golpes y daños físicos. Antes de usar el producto a granel, controlar una pequeña cantidad para verificar la calidad, así como el contenido de peróxidos.</p>	
Órganos afectados	Piel, Ojos, Sistema respiratorio, CNS.
Forma de entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Absorción: El contacto con los ojos puede causar ceguera y daños en los tejidos. El contacto con la piel puede causar irritación. • Ingestión: Dolor abdominal, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad. • Inhalación: Los vapores causan irritación del tracto respiratorio superior con tos, disnea, dolor de cabeza, congelación, salivación, suave deshidratación, bronquitis, neumonitis química y/o edema pulmonar y efectos sobre el sistema nervioso central.
• MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Ojos	Lavar inmediatamente con agua durante 15 minutos (mínimo), buscar atención médica.
Piel	Quitar toda la ropa contaminada, lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua y buscar atención médica.
Inhalación	Sacar a la persona del lugar de exposición. Proveer asistencia respiratoria y RCP. Derivar a centro medico asistencial.

Ingestión	Buscar atención medica inmediata a centro de toxicología. No inducir al vómito.
Datos para el médico	Cualquier desorden del sistema nervioso puede ser agravado por la exposición.
• MEDIDAS DE EXTINCIÓN	
Flash point (OC)	12 °C- (53°F)
Temperatura autoignición	399 °C (750 °F)
LEL	2.0 %
UEL (a 100°C)	12.7 %
Medios de extinción	Utilizar Polvo Químico Seco, spray de agua, espuma, dióxido de carbono en fuegos pequeños.
Riesgos poco usuales de incendio o explosión	Líquido combustible que puede incrementar el quemado de los materiales. Los contenedores pueden explotar en incendios.
Procedimientos especiales de lucha contra incendio	Use ropa de protección total y equipo de respiración autónomo. No utilice spray para diluir el derrame. Dispersar los vapores para mantener los contenedores fríos.
• MEDIDAS DE FUGAS ACCIDENTALES	
<p>Derrames y fugas: En caso de derrame informar al personal de seguridad. Eliminar cualquier fuente de ignición. Ventilar el área con máxima protección contra explosión.</p> <p>Métodos de limpieza: El personal involucrado en el operativo de limpieza, debe tener equipo protector contra inhalación y contacto con piel y ojos. Absorber pequeños derrames con papel o vermiculita. Contener los derrames grandes y si es posible, absorberlos con arena o vermiculita. Colocar el residuo en recipientes cerrados empleado para ello herramientas a prueba de chispas. Impedir el drenaje del acetato de etilo a desagües o cursos de agua.</p>	
• MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	
<p>Manipuleo: Los recipientes deben ser conectados a tierra cuando se hace el llenado para evitar el riesgo de chispas por estática. No fumar en el área cuando se manipula este producto.</p> <p>Almacenamiento: Almacenar el acetato de etilo en contenedores cerrados, en un área seca, bien ventilada y alejada de agentes oxidantes, fuentes de ignición, chispas y llamas. El área debe cumplir con las exigencias de almacenamiento para inflamables clase 1B. No fumar en el área donde se almacena este producto. Evitar el daño de los contenedores. Mantener los niveles de concentración en áreas confinadas por debajo del 25% del LEL.</p>	
• CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL	
CMP	400 ppm (983 mg/m ³)
CMP-CPT	400 ppm (983 mg/m ³)
TLV-TWA	400 ppm (983 mg/m ³)
TLV-STEL	500 ppm (1230 mg/m ³)
PEL-TWA (8 horas)	400 ppm (983 mg/m ³)
<p>Máscaras Utilizar mascarar faciales y/o antiparras para proteger cara y ojos. Evitar el uso de lentes de contacto en el manipuleo de alcohol isopropílico, ya que las lentes blancas pueden absorber sustancias irritantes y todas las lentes las concentran.</p> <p>Protección respiratoria Utilizar máscaras con provisión de aire o equipos de respiración autónomos en situaciones de excesiva concentración de vapores o niebla. Para trabajos de emergencia o no rutinarios (limpieza de derrames, reactores y tanque), utilizar equipos de protección completa, con aparatos de respiración autónomos. Las máscaras con purificación de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.</p>	

Otros elementos

Usar guantes, botas, delantales y ropa protectora impermeable, para evitar el contacto con la piel, prolongado y repetido, de materiales como goma Butilo; no se recomienda el uso de goma, neoprene, goma nitrilo, PVC, Vitón.

Ventilación

Mantener sistemas exhaustivos de ventilación local o general de forma de mantener los niveles de contaminación ambiental en valores bajos, así como para disminuir el riesgo de inflamabilidad. Los ventiladores y todo el material eléctrico deben ser antichispas y diseñados a prueba de explosiones.

Dispositivos de seguridad

Disponer en el área de lava ojos, lluvias de seguridad. Separar y lavar la ropa contaminada, antes de volver a usar. Nunca comer, beber o fumar en áreas de trabajo. Lavarse siempre las manos, cara y brazos antes de comer, beber o fumar.

• **PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Aspecto y olor	Líquido claro, incoloro, móvil, transparente como el agua, extremadamente volátil con olor fuerte y característico al alcohol.
Presión de vapor	33 mmHg a 20 °C
Punto de ebullición	83 °C (181 °F)
Punto de fusión	-88.3 °C (-127 °F)
Densidad 20/4 °C	0.79 gr/ml
Densidad del aire saturado (Aire=1)	2.07
Solubilidad en agua	Miscible en agua
Otras solubilidades	Soluble en alcohol, éter, cloroformo y benceno.
PH	5
Viscosidad a 20 °C	42000 c.s.p.
Índice de refracción a 20 °C	1.38

• **ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

Estabilidad: El alcohol Isopropílico es estable bajo condiciones de almacenaje y de la operación. Evite el contacto con el material incompatible. Guarde lejos de calor, de la llama, y de otros fuente de ignición.

Polimerización: Bajo que condiciones normales la temperatura y presión no se espera que ocurra riesgo de polimerización peligrosa.

Incompatibilidad química: Reacciona violentamente en contacto con oxido fuerte, acido inorgánicos, aldehídos e isoctanos. Enciende en contacto con muchos óxidos metálicos.

Productos de descomposición Cuando se lo calienta hasta descomposición, el alcohol isopropílico emite humos, que incluye dióxido de carbono (CO₂) gaseoso.

• **INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

Absorción	El contacto con los ojos puede causar ceguera y daños en los tejidos. El contacto con la piel puede causar irritación.
Ingestión	Dolor abdominal, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad.
Inhalación	Los vapores causan irritación del tracto respiratorio superior con tos, disnea, dolor de cabeza, congelación, salivación, suave deshidratación, bronquitis, neumonitis química y/o edema pulmonar y efectos sobre el sistema nervioso central.

Fuente: www.ciaquimica.com.ar

Tabla LXXVII. Hoja técnica de aguarrás

AGUARRÁS	
• IDENTIFICACIÓN DEL SOLVENTE	
Nombre del producto	Aguarrás
Otras asignaciones	Solvente Alifático, Mezcla de Hidrocarburos, Hidrocarburo de Petróleo, White Spirit
Descripción	Líquido claro e incoloro de olor característico.
Usos	Elaboración de pinturas, barnices, esmaltes y sus correspondientes diluyentes, para elaborar ceras para pisos, pomadas, productos asfálticos y como solvente de limpieza en general.
• COMPOSICIÓN O INGREDIENTES	
Nombre comercial	AGUARRÁS
Fórmula	Mezcla de alcanos que destilan entre 150 °C y 200 °C
Número de CAS	8006-64-2
Contenido	Alcanos en su mayoría.
• IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
<p>Precaución: Utilizar equipos de protección respiratoria. Absorber el líquido con material absorbente, contener el derrame y depositarlo en tambores cerrados. Ventilar el área. Restringir el ingreso a toda persona que no esta interviniendo en la operación de limpieza.</p> <p>Resumen de riesgos Almacenar en tambores metálicos firmemente cerrados (libres de aire) en un espacio fresco, seco y bien ventilado lejos de fuentes de calor y materiales incompatibles. Controlar los inventarios seguido. Proteger a los tambores contra golpes y daños físicos. Antes de usar el producto a granel, controlar una pequeña cantidad para verificar la calidad, así como el contenido de peróxidos.</p>	
Órganos afectados	Piel, ojos, sistema respiratorio, CNS.
Forma de entrada	Inhalación, absorción de piel, ingestión.
Efectos agudos	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalación: los vapores causan irritación del tracto, respiratorio superior con tos, disnea, dolor de cabeza, congestión, salivación, suave deshidratación, bronquitis, neumonitis química y/o edema pulmonar y efectos sobre el sistema nervioso central. • Absorción: el contacto con los ojos puede causar ceguera y daños en los tejidos. El contacto con la piel puede causar irritación. • Ingestión: Dolor abdominal, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad.
• MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Ojos	Lavar inmediatamente con agua durante 15 minutos (mínimo), buscar atención médica.
Piel	Quitar la ropa contaminada. Lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua y buscar atención médica.
Inhalación	Sacar a la persona del lugar de exposición. Proveer asistencia respiratoria y RCP. Derivar a centro medico asistencial.

Ingestión	Buscar atención medica inmediata a centro de toxicología. No inducir al vomito.
Datos para el médico	Cualquier desorden del sistema nervioso puede ser agravado por la exposición.
• MEDIDAS DE EXTINCIÓN	
Flash point (OC)	38 °C – (100 °F)
Temperatura autoignición	Mayor a 200 °C (392 °F)
LEL	0.8 %
UEL (a 100 °C)	6.0 %
Medios de extinción	Utilizar Polvo Químico Seco, spray de agua, espuma, dióxido de carbono en fuegos pequeños.
Riesgos poco usuales de incendio o explosión	Líquido combustible que puede incrementar el quemado de los materiales. Los contenedores pueden explotar en incendios.
Procedimientos especiales de lucha contra incendio	Use ropa de protección total y equipo de respiración autónomo. No utilice spray para diluir el derrame. Dispersar los vapores para mantener los contenedores fríos.
• MEDIDAS DE FUGAS ACCIDENTALES	
<p>Derrames y fugas: En caso de derrame informar al personal de seguridad. Eliminar cualquier fuente de ignición. Ventilar el área con máxima protección contra explosión.</p> <p>Métodos de limpieza: El personal involucrado en el operativo de limpieza, debe tener equipo protector contra inhalación y contacto con piel y ojos. Absorber pequeños derrames con papel o vermiculita. Contener los derrames grandes y si es posible, absorberlos con arena o vermiculita. Colocar el residuo en recipientes cerrados empleado para ello herramientas a prueba de chispas. Impedir el drenaje del acetato de etilo a desagües o cursos de agua.</p>	
• MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	
<p>Manipuleo: Los recipientes deben ser conectados a tierra cuando se hace el llenado para evitar el riesgo de chispas por estática. No fumar en el área cuando se manipula este producto.</p> <p>Almacenamiento: Almacenar el producto en contenedores cerrados, en un área seca, bien ventilada y alejada de agentes oxidantes, fuentes de ignición, chispas y llamas. El área debe cumplir con las exigencias de almacenamiento para inflamables. No fumar en el área donde se almacena este producto. Evitar el daño de los contenedores. Mantener los niveles de concentración en áreas confinadas por debajo del 25% del LEL.</p>	
• CONTROL DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL	
CMP	100 ppm (475 mg/m ³)
CMP-CPT	375 ppm (1781 mg/m ³)
TLV-TWA	300 ppm (1425 mg/m ³)
TLV-STEL	375 ppm (1781 mg/m ³)
PEL-TWA (8 horas)	500 ppm (12350 mg/m ³)
<p>Máscaras Utilizar mascararas faciales y/o antiparras para proteger cara y ojos. Evitar el uso de lentes de contacto en el manipuleo de este producto, ya que las lentes blandas pueden absorber sustancias irritantes y todas las lentes las concentran.</p> <p>Protección respiratoria Cuando se encuentra a exposiciones a más de 250 ppm se deberá utilizar Equipos Autónomos de Protección Respiratoria.</p>	

Para trabajos de emergencia o no rutinarios (limpieza de derrames, reactores y tanque), utilizar equipos de protección completa, con aparatos de respiración autónomos. **Las máscaras con purificación de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.**

Otros elementos

Usar guantes, botas, delantales y ropa protectora impermeable, para evitar el contacto con la piel, prolongado y repetido, de materiales como goma Butilo; no se recomienda el uso de goma, neoprene, goma nitrilo, PVC, Vitón.

Ventilación

Mantener sistemas exhaustivos de ventilación local o general de forma de mantener los niveles de contaminación ambiental en valores bajos, así como para disminuir el riesgo de inflamabilidad. Los ventiladores y todo el material eléctrico deben ser antichispas y diseñados a prueba de explosiones.

Dispositivos de seguridad

Disponer en el área de lava ojos, lluvias de seguridad. Separar y lavar la ropa contaminada, antes de volver a usar.

Nunca comer, beber o fumar en áreas de trabajo. Lavarse siempre las manos, cara y brazos antes de comer, beber o fumar.

• PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto y olor	Líquido claro e incoloro de con olor característico.
Punto de ebullición	145 °C (293 °F) aprox.
Densidad 20/4 °C	0.7850 gr/ml
Densidad del aire saturado (Aire=1)	Mayor a 1.0
Solubilidad en agua	Insoluble en agua
Otras solubilidades	Soluble en alcoholes, éter, cloroformo, acetona y solventes no polares

• ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Normalmente estable. Evite el contacto, las chispas, la llama y los productos encendidos del tabaco.
Polimerización	No polimeriza. Bajo que condiciones normales la temperatura y presión no se espera que ocurra riesgo de polimerización peligrosa.
Incompatibilidad química	Evitar el contacto con ácido nítrico, ácido nítrico + ácido sulfúrico
Productos de descomposición	de Cuando se lo caliente hasta descomposición, emite humos, que incluye dióxido de carbono (CO ₂)

• INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Absorción	El contacto con los ojos puede causar ceguera y daños en los tejidos. El contacto con la piel puede causar irritación.
Ingestión	Dolor abdominal, náuseas, vómitos, tos, somnolencia, dolor de cabeza, jadeo, debilidad.
Inhalación	Los vapores causan irritación del tracto respiratorio superior con tos, disnea, dolor de cabeza, congestión, salivación, suave deshidratación, bronquitis, neumonitis química y/o edema pulmonar y efectos sobre el sistema nervioso central.
Carcinogénesis	No hay datos
Órganos de impacto	Piel, ojos, sistema respiratorio, CNS.

Fuente: www.ciaquimica.com.ar

B. DIMENSIONES Y CURVAS CARACTERÍSTICAS Y DE VENTILADORES HELICOIDALES A UTILIZAR

Figura 31. Dimensiones de ventilador a utilizar en ventilación general

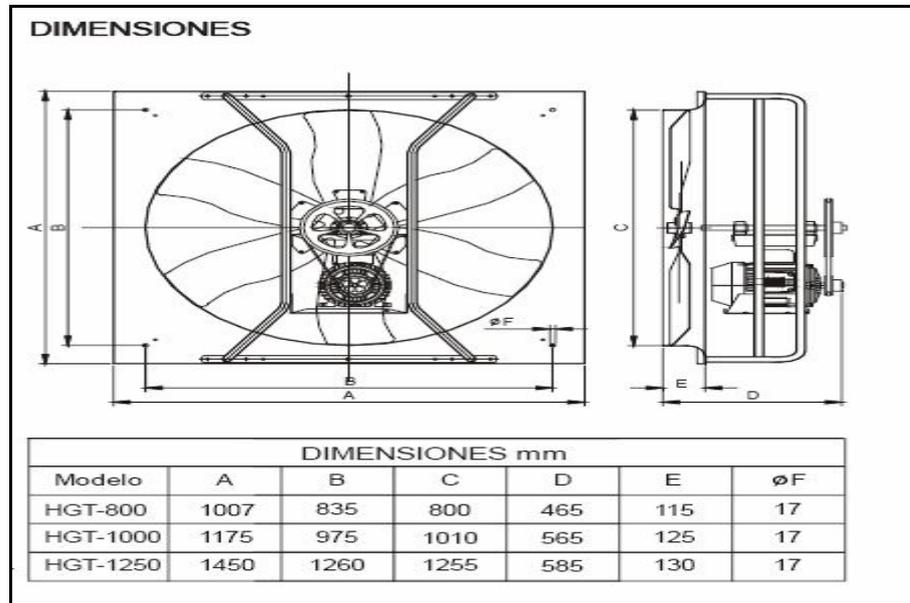


Figura 32. Curva característica de ventilador helicoidal tipo HGT

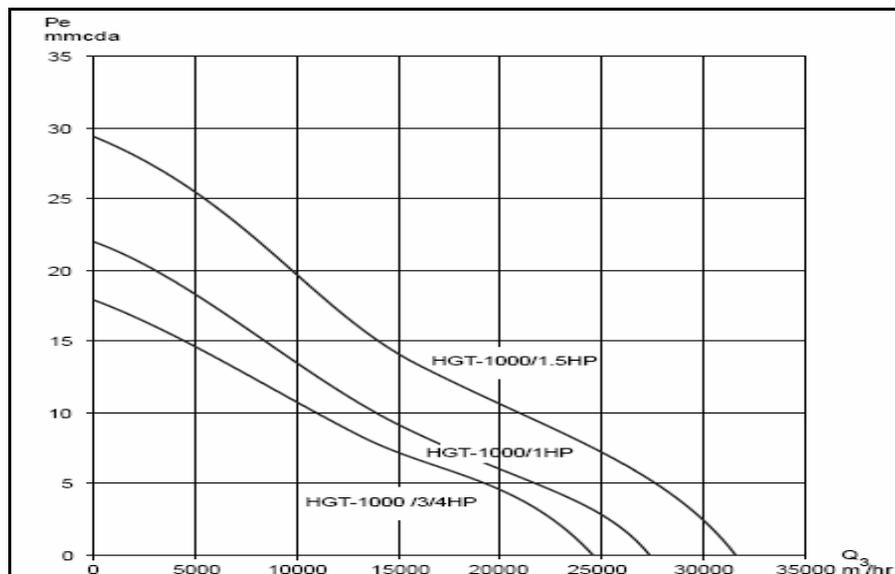


Figura 33. Dimensiones de ventilador a utilizar en área de impresión flexográfica

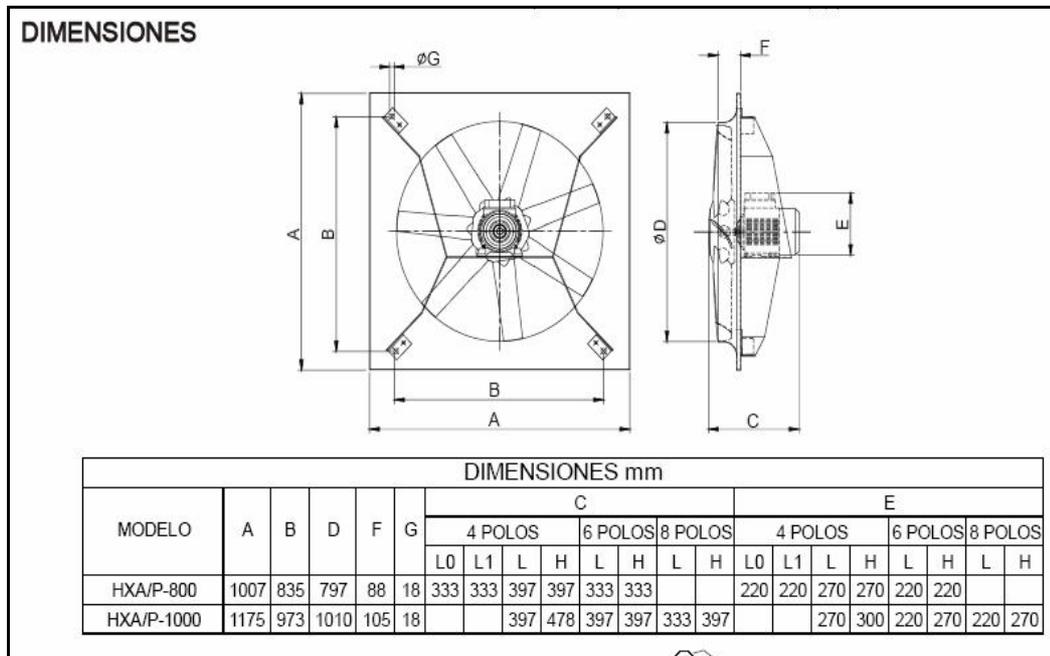


Figura 34. Curva característica de ventilador helicoidal tipo HXA-P

