

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MÁQUINAS EXTRUSORAS DE CINTAS DE POLIPROPILENO**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

**JULIO CARLOS RUBÉN POSADAS VIELMAN
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

Guatemala, Abril de 1,999

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 tesis titulado:

Plan de mantenimiento preventivo para máquinas extrusoras de cintas de polipropileno,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 2 de abril de 1997.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "JRP", with a long horizontal flourish extending to the right.

JULIO CARLOS RUBÉN POSADAS VIELMAN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2o.	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3o.	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4o.	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL 5o.	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Jaime Enrique Cáceres Díaz
EXAMINADOR	Ing. Héctor Arnoldo Cárdenas E.
EXAMINADORA	Inga. Marta Guisela Gaitán Garavito
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala,
4 de mayo de 1998

Ingeniero
Francisco Gómez
Director de la escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ciudad

Señor director

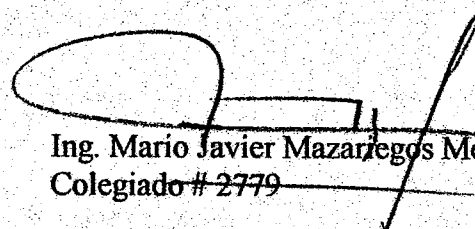
Atentamente, me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de tesis del estudiante JULIO CARLOS RUBÉN POSADAS VIELMAN, previo a obtener el título de Ingeniero Mecánico Industrial.

El trabajo en mención se titula PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS EXTRUSORAS DE CINTAS DE POLIPROPILENO. He asesorado y revisado el trabajo y considero que llena, satisfactoriamente, los requisitos para su aprobación. Además, estimo que el trabajo refleja dedicación y responsabilidad y constituye un adecuado material de apoyo para los estudiantes de Ingeniería Mecánica Industrial.

Los conceptos, ideas y comentarios expuestos en el desarrollo del trabajo son responsabilidad del autor, la que se extiende a mi persona al dar la aprobación al trabajo mencionado, dada mi calidad de asesor.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente, me suscribo,

Atentamente,



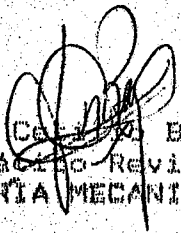
Ing. Mario Javier Mazarregos Mendizábal
Colegiado # 2779



FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis 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 de Tesis al trabajo de tesis titulado PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS EXTRUSORAS DE CINTAS DE POLIPROPILENO, presentado por el estudiante universitario Julio Carlos Rubén Posadas Vielman, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Baeza Gamar
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, agosto de 1998



emds

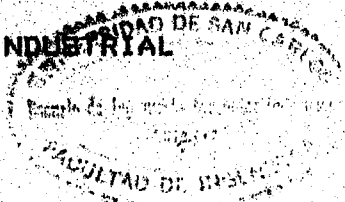


FACULTAD DE INGENIERIA

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 con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS EXTRUSORAS DE CINTAS DE POLIPROPILENO**, presentado por el estudiante universitario **Julio Carlos Rubén Posadas Vielman**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, marzo de 1999.

emds



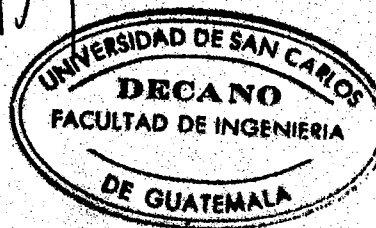
FACULTAD DE INGENIERIA

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 tesis titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINAS EXTRUSORAS DE CINTAS DE POLIPROPILENO**, presentado por el estudiante universitario Julio Carlos Rubén Posadas Vielman, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO

Guatemala, marzo de 1999



emds

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por sus bendiciones

DEDICATORIA

A: mis padres Dr. Héctor Alfredo Posadas Vásquez

Marta Elizabeth Vielman Herrera de Posadas

Por guiarme y apoyarme en todo lo que he realizado en mi vida y por el ejemplo que me han dado, que una persona debe vivir con ética y honradez.

mis hermanos Diana Elizabeth, Sofia Lorena

Julia Ester, Héctor Alfredo

Por el apoyo moral que he recibido

mi sobrina Esly Elizabeth

Por los momentos alegres que nos ha hecho vivir

Ing. Mario Lionel Estrada

Por la enseñanza y la ayuda moral que me ha proporcionado

a lo largo de mi carrera

mi familia y amigos

Por su apoyo incondicional

Universidad de San Carlos de Guatemala

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	III
INTRODUCCIÓN	VIII
1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE CINTAS DE POLIPROPILENO	
1.1 Breve descripción del proceso.	1
1.2 Problemas más comunes que se dan en dicho proceso.	6
1.2.1 Fundición deficiente	6
1.2.2 Abrasividad	6
1.2.3 Calidad de la materia prima	7
1.2.4 Cintas reventadas	7
1.2.5 Rollos mal embobinados	8
1.2.6 Cintas con partes sin orientar	8
1.2.7 Rotura de la malla	8
2. MANTENIMIENTO	
2.1 Conceptos fundamentales sobre mantenimiento.	9
2.1.1 Mantenimiento	9
2.1.1.1 Mantenimiento correctivo	9
2.1.1.2 Mantenimiento de avería	9
2.1.1.3 Mantenimiento predictivo	10
2.1.1.4 Mantenimiento preventivo	10
2.2 Organización del departamento de mantenimiento.	10
2.3 Responsabilidades del departamento de mantenimiento.	12
2.4 Importancia del mantenimiento preventivo.	16

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1	Área mecánica	20
3.1.1	Clasificación de las partes de la máquina extrusora.	20
3.1.1.1	Máquina extrusora básica.	20
3.1.1.2	Máquina extrusora de cintas de plástico	21
3.1.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.	24
3.1.3	Frecuencia de realización de las actividades del mantenimiento.	24
3.1.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento	28
3.1.5	Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.	31
3.2	Área eléctrica	
3.2.1	Clasificación de las partes de la máquina extrusora.	32
3.2.1.1	Máquina extrusora básica.	32
3.2.1.2	Máquina extrusora de cintas de plástico	35
3.2.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.	37
3.2.3	Frecuencia de realización de las actividades del mantenimiento.	37
3.2.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento	41
3.2.5	Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.	42
3.3	Área neumática	
3.3.1	Clasificación de las partes de la máquina extrusora.	43
3.3.1.1	Máquina extrusora de cintas de plástico	43
3.3.2	Actividades de mantenimiento preventivo a realizar.	43
3.3.3	Frecuencia de realización de las actividades del mantenimiento.	43
3.3.4	Razones para realizar las actividades de mantenimiento	44
3.3.5	Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo.	45

3.4	Plan de lubricación para una máquina extrusora de cintas de polipropileno.	46
3.4.1	Razones para utilizar los lubricantes recomendados	48
4.	REPORTES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
4.1	Orden de trabajo.	50
4.2	Control de inventarios.	52
4.3	Historial del mantenimiento preventivo.	55
4.4	Calendario de las actividades del mantenimiento preventivo y programa de lubricación a realizar.	57
4.5	Control del mantenimiento de avería.	71
	CONCLUSIONES	73
	RECOMENDACIONES	74
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	BIBLIOGRAFÍA	76
	APÉNDICE	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Pág.
1	Organigrama de la organización del departamento de mantenimiento	12
2	Formato de la orden de trabajo.	51
3	Formato del control de inventarios	54
4	Formato del historial de mantenimiento.	56
5	Formato del control del mantenimiento de averías.	72
6	Partes básicas de una máquina extrusora.	78
7	Partes complementarias de una máquina extrusora de cintas de polipropileno	79
8	Sección longitudinal de una máquina extrusora	80

TABLAS

No.	Título	Pág.
I	Relación de tamaño barril vrs. dado	3
II	Actividades de mantenimiento, área mecánica	24
III	Razones para realizar las actividades de mantenimiento, área mecánica	28
IV	Actividades de mantenimiento, área eléctrica	37

V	Razones para realizar las actividades de mantenimiento, área eléctrica	41
VI	Actividades de mantenimiento, área neumática	43
VII	Razones para realizar las actividades de mantenimiento, área neumática	44
VIII	Actividades de lubricación	46
IX	Razones para utilizar los lubricantes en máquinas extrusoras.	48
X	Calendario de actividades del mantenimiento preventivo, área mecánica	58
XI	Calendario de actividades del mantenimiento preventivo, área eléctrica	63
XII	Calendario de actividades del mantenimiento preventivo, área neumática	67
XIII	Calendario de las actividades de lubricación	68

GLOSARIO

- Abrasivo** Material duro que desgasta o pule por fricción.
- Aceite Gear Compound EP-320** Aceite para engranajes industriales, formulados con aditivos de extrema presión que le dan buena capacidad de carga, anticorrosivo, protege del desgaste, antioxidante.
- Aceite hidráulico AW 46** Aceite refinado con aditivos antidesgaste, antioxidantes, anticorrosivos, adecuados para usarse en cajas reductoras con sistema circulatorio, debido a que pueden utilizarse en períodos prolongados sin sufrir alteración alguna.
- Aceite Omala 68** Aceite refinado con aditivos antidesgaste, antioxidantes, anticorrosivos, adecuados para utilizarse en cajas reductoras con sistema circulatorio, debido a que pueden ser utilizados en períodos prolongados sin sufrir alteración alguna.
- Aceite Omala 220** Aceite para engranajes industriales, formulados con aditivos de extrema presión, que protegen del desgaste y rayado, no es corrosivo, baja tendencia a la formación de espuma, estable a la oxidación, índice de viscosidad 82.
- Aceite Omala 460** Aceites para engranajes industriales, formulados con aditivos de extrema presión, que protegen del desgaste y rayado, no es corrosivo, baja tendencia a la formación de espuma, estable a la oxidación.

- Calibre** Grosor de la película de plástico, determinado por el grosor de la abertura de la boquilla del dado.
- Cinta** Tejido largo y estrecho, que sirve para atar, adornar, rodear, ajustar o apretar.
- Compresión** Acción y efecto de comprimir, apretar, reducir a menor volumen.
- Concentración de esfuerzos** Irregularidad de la distribución de tensiones, producida por cambios bruscos de forma, se producen por presencia de orificios, nervios, hendiduras, marcas, rayaduras. En dicho punto donde se concentran los esfuerzos, se produce rotura, por cargas repetitivas o por fatiga.
- Costos indirectos** Costos que no están relacionados directamente con las actividades productivas, considerados costos de un departamento que presta un servicio que es de particular beneficio para otros departamentos.
- Dosificación** Graduar la cantidad o porción de otras cosas.
- Elasticidad** Propiedad de un cuerpo de recobrar su extensión y figura inicial, tan pronto como termina la acción de la fuerza que la alteraba.
- Fricción** Rozamiento que se produce entre dos superficies que están en contacto, fuerza que se opone al movimiento.
- Fundir** Hacer pasar del estado líquido al estado sólido.

Grasa Duralith EP-2 Grasas industriales elaboradas a base de arcillas procesadas, aceites minerales de alta calidad y aditivos de extrema presión, antioxidantes y anticorrosivos, brinda gran capacidad de carga, resiste altas temperaturas, es insoluble en el agua.

Grasa Red Bentone EP-2 Grasa de extrema presión, para servicio pesado, hecho de litio con aditivos que le imparten excelente capacidad de carga, tienen buena resistencia mecánica, estable a la oxidación, soporta temperaturas altas, número NLGI 2, consistencia media.

Homogéneo Dícese del compuesto cuyos elementos son de igual naturaleza.

Homogenizar Transformar en homogéneo un compuesto.

Lubricación Control de la fricción y el desgaste mediante la introducción de una película reductora de la fricción entre superficies en contacto con movimiento relativo.

Mesh Número de hilos por pulgada cuadrada en una malla o cedazo.

Motores AC Motores que utilizan para su funcionamiento corriente alterna, su uso es más frecuente, porque no necesitan equipo especial para conversión de la corriente, aunque la energía que produce varía bastante de su valor promedio, mucho más en comparación con un motor DC.

Motores DC Motores que utilizan para su funcionamiento corriente directa, necesitan equipo especial para transformarla a corriente alterna, la energía que produce no varía casi nada de su valor promedio, por lo

que es utilizado en situaciones que se requiere una cantidad de energía exacta.

Polipropileno Material termoplástico, semi cristalino, abrasivo, resistente a los rayones, buen brillo superficial, resiste elevadas temperaturas. A bajas temperaturas se torna quebradizo.

Productividad Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie cultivada, equipo industrial, etc.

Propela Hélice.

Propiedades mecánicas Propiedades físicas de los materiales, que le permiten tener ciertas características de dureza, resistencia y elasticidad.

Reprocesado Material que no es virgen, que ya ha sido utilizado en algún proceso de producción, y que vuelve a ser usado para el mismo efecto.

Resina Sustancia sólida o de consistencia pastosa, polímero, compuesto por moléculas rígidas, dispuestas tridimensionalmente.

Resistencia Característica de un material a oponerse a un cambio o deformación de sus características en su estructura.

Revestimiento Capa con que se resguarda o adorna una superficie.

Sedimento Materia que, habiendo estado suspendida en un líquido, se posa en el fondo por su mayor gravedad, indeseado en un proceso de producción.

- Temperatura ambiente** Temperatura que tiene el aire que rodea un cuerpo en un momento determinado.
- Temperatura de fusión** Temperatura a la cual el material cambia sus características de estado de estado sólido a estado líquido.
- Tensión** Estado de un cuerpo, estirado por la acción de fuerzas interiores o exteriores. Reacción de un cuerpo elástico, a la fuerza que pretende deformarlo.
- Termoplástico** Plásticos que pueden ser repetidamente fundidos por calor y endurecidos por enfriamiento.
- Vida útil** Intervalo que transcurre desde el inicio del uso de un elemento, hasta que éste se descompone y se vuelve inoperante.

INTRODUCCIÓN

Con la apertura de mercados y el constante aumento de la competencia industrial, ser productivo y fabricar productos de primera calidad, es una necesidad prioritaria. Ésto involucra usar materias primas de la mejor calidad, contratar personal capacitado y poseer la maquinaria en perfecto estado. Este trabajo de tesis es una guía útil para las personas que trabajan en el departamento de mantenimiento de una empresa de plásticos y en las cuales la base es una máquina extrusora.

Aunque esta tesis trata principalmente sobre el mantenimiento de máquinas extrusoras de cintas de polipropileno, en general, puede servir de guía a cualquier empresa que posea una máquina extrusora y produzca cualquier elemento de plástico, como lazos, bolsas plásticas, juguetes, por mencionar algunos y utilice como materia prima cualquier clase de plástico, polipropileno, polietileno, etc., porque se ha establecido el programa de mantenimiento preventivo no solo para una máquina que produce cintas sino en general, para una máquina extrusora básica.

Por otro lado, este trabajo también se dirige a los estudiantes de ingeniería, que inician como trabajadores en la industria de plásticos, para que obtengan el conocimiento sobre los aspectos más importantes que se deben saber sobre lo que son máquinas extrusoras, además de los aspectos básicos del mantenimiento preventivo que se les debe realizar, de tal forma que lo puedan adaptar a las condiciones y necesidades de las industrias en las cuales se desenvuelven. Además, se busca que adopten una filosofía dirigida a darle la importancia que se merece, el tener un programa de mantenimiento preventivo, de tal forma que se mantenga la maquinaria, en condiciones eficientes de funcionamiento, en cualquier momento, cuando se le requiera.

1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE CINTAS DE POLIPROPILENO

1.1 Breve descripción del proceso

La materia prima (resina sólida de polipropileno en forma de esferas de diámetro aproximado de cuatro milímetros), es introducida dentro de una tolva que tiene como función mezclar los diferentes tipos de resina que se necesitan para obtener un producto final con ciertas características, como consistencia, color y brillantez.

Luego de mezcladas las resinas, se introducen manualmente dentro de la tolva de alimentación (ver figura 6) para ser extruída. Ésta tolva comunica directamente con el barril (ver figura 6) el cual tiene en su interior un tornillo sin fin, fabricado de acero cromo-molibdeno o cromo-níquel revestido con cromo a aleaciones duras. La función del tornillo es la de arrastrar, comprimir, fundir y homogenizar la resina, transportándola a través de y todo el barril, dicho tornillo obtiene su movimiento por medio de la caja reductora principal, que está conectada al motor principal. El barril está dividido en tres zonas (ver figura 8), la de alimentación, en la cual la resina empieza a ser triturada y fundida; la de compresión, en la cual la resina es comprimida, fundida y mezclada y la de dosificación, en la cual se homogeniza la mezcla fundida, y se aumenta la fuerza para forzar el paso de la mezcla hacia el dado.

El proceso de fundición dentro del barril, se obtiene mediante dos situaciones:

a). El incremento de la temperatura dentro del mismo, esto se da mediante el roce del tornillo sinfin con la resina sólida y con las paredes del barril, produciendo una fricción tal que la resina se derrite casi por completo.

b). Mantener las temperaturas dentro del rango, que oscila por los 215 °C en la zona de alimentación, los 225 °C en la zona de compresión y los 235 °C en la de dosificación, esto a través de conectar unos heaters o calentadores o resistencias, a lo largo del barril, los que lo calientan, provocando que la resina se derrita por completo.

Al terminar la resina su recorrido por el barril, llega al portamallas (ver figura 6), aquí la resina ya se debe encontrar completamente en estado líquido. Ésta parte de la máquina tiene como función el evitar que elementos extraños pasen al siguiente componente de la misma, ya que pueden influir en que la característica del producto se vea afectada en lo que se refiere a apariencia y a propiedades mecánicas, tales como la resistencia. La manera de impedir el paso de éstos elementos no deseables es por medio de una malla de acero, de un mesh entre 7 y 28 (entre 7 hilos por centímetro cuadrado y 28 hilos por centímetro cuadrado), que atraviesa transversalmente el portamallas y únicamente permite el paso de la resina que se encuentra completamente en estado líquido. La malla es colocada sobre el "auto-screen", éste es atravesado por la malla; el "auto-screen", tiene en la parte de entrada una cuña que sirve para dar el paso libre a la malla, y se logra con unos tornillos que lo aprietan o aflojan. En la parte de salida, se tienen unos "heaters", los cuales calientan dicha región, con el objetivo de fundir la resina que ha quedado atrapada en el filtro, de tal forma que la malla se mueva con facilidad para realizar su cambio, que es realizado automáticamente por el "auto-screen", el cual tiene un marcador de tiempo, el cual controla la duración del movimiento de la malla, lo cual está en función del tipo de resina a utilizar y de la pureza de la mezcla, porque depende básicamente de la cantidad de reprocesado a utilizar y del tipo de malla.

Ya la resina sin impurezas, pasa al adaptador (ver figura 6), cuya función es servir de guía a la resina fundida desde el cilindro hasta el dado en forma homogénea, sin estancamiento y con la temperatura adecuada, la cual debe ser la misma temperatura que se tiene en la zona de dosificación del barril (235 °C), de tal forma que las características de la resina fundida continúen sin variación alguna.

Luego de terminar su recorrido por el adaptador, la resina pasa al dado (ver figura 6), en dicho elemento, la resina fundida obtiene una forma especial, según la forma de la boquilla del dado; para la producción de cintas, dicha boquilla es un orificio de precisión completamente plano y recto, y la altura de tal orificio, está en función del calibre de la película que se vaya a producir y el largo del dado está en función de la capacidad a la cual se haya construido la máquina, o sea el tamaño del extrusor, que está determinado por el diámetro interior del cilindro, son recomendadas las relaciones siguientes:

Tabla I. Relación de tamaño barril vrs. dado

diámetro interior del cilindro (cms)	tamaño del dado (cms)
6.5	hasta 92
9	de 60 a 152
4.5	de 92 a 183
6.0	de 152 a 305

El dado debe mantenerse a cierta temperatura (235 °C), mediante la colocación de "heaters" o resistencias a lo largo de dado, con el objeto de conservar intactas las características de la resina fundida. Debido a que la salida del dado comunica al exterior, o sea al medio ambiente, la resina fundida al terminar su recorrido a través de él, tiene contacto con la temperatura ambiente, la cual permite que dicha resina se solidifique y conserve la forma que se ha determinado.

Las partes básicas de una máquina extrusora terminan con el dado, de aquí en adelante únicamente se hablará en sí de una que produce cintas de plástico.

Posteriormente la película de plástico atraviesa un tanque de agua (ver figura 7), con una temperatura entre 25 y 35 ° C, el cual tiene como función, enfriar y solidificar dicha película. En el fondo del tanque se tiene un juego de dos rodillos, por debajo de los

cuales el plástico pasa, de tal forma que la película permanezca en todo momento en contacto con el agua más fría, que es la que se encuentra en el fondo del mismo, ya que como el agua se calienta, ésta tiende a subir, por lo que las tomas de reciclaje están en la parte de arriba del tanque y las entradas de agua permanecen en la parte más baja.

Al salir la película del tanque de agua, pasa a través de unas persianas, colocadas en la escalera (ver figura 7), éste elemento tiene como función, secar la película de plástico, exprimiéndola, esto se logra, atravesándola en forma de zigzag a través de una persiana de hierro, de tal forma que el contacto entre ambos haga que la película se seque y tenga un enfriamiento adecuado, además la presión que producen dos rodillos de metal, uno con revestimiento de hule, que la presionan, termina de eliminar el agua.

Al terminar su recorrido por la escalera, la película de polipropileno atraviesa al portacuchillas, el cual tiene un número cualquiera de cuchillas de acero, directamente proporcional al número de cintas menos uno, que se quieran obtener al final del proceso, dichas cuchillas que están colocadas a lo ancho de todo el portacuchillas, que únicamente sirve de base, cortan la película de plástico en cintas de un ancho definido.

$$\text{NÚMERO DE CUCHILLAS} = \text{NÚMERO DE CINTAS} - 1.$$

Para que el corte de la película de plástico sea el adecuado, y con esto producir cintas de polipropileno con un corte homogéneo, es necesario que éstas estén tensadas, y esto se logra utilizando (según el diseño), de tres a seis rodillos de acero para maquinaria, revestidos con cromo duro, llamados "godet" A, dicho elemento (ver figura 7), jala la película que sale del dado, haciéndola pasar por el tanque de enfriamiento, por la escalera y las cuchillas. Las cintas de plástico atraviesan los rodillos del "godet" A, en forma de zigzag y de ésta forma se logra crear y conservar la tensión que es necesaria tener entre el dado y dicho elemento.

El "godet" A, son rodillos que giran por la transmisión de potencia de un motor de corriente directa conectado a un reductor de velocidad variable. La velocidad se regula por medio de una manivela ubicada en el reductor, bajo una dimensional de metros por minuto (mts / min).

Las cintas después de ser tensadas por el "godet" A, pasan al horno (ver figura 7), el cual tiene como función, orientar las partículas de plástico de las cintas de polipropileno, de tal forma que se aumente la resistencia de tales, esto se logra teniendo una temperatura de 240 °C en el horno, de tal forma que se estiren las cintas en una relación de 9 a 1.

Al terminar su recorrido en el horno, las cintas se han estirado, son más resistentes. El calor en el horno, es producido por resistencias eléctricas, las que calientan todo el sistema, además éste tiene en su interior unas propelas o hélices, que giran y producen aire que circula constantemente a través de todo el horno, dicho aire al tener contacto con el calor que existe dentro del tal, se calienta y de esta forma se logra variar las propiedades de las cintas en forma homogénea.

Pero al salir las cintas del horno, éstas deben estar más estiradas, más alargadas, por el calor que hay en el sistema, por eso, la velocidad de las cintas al final del horno, debe ser mayor que la velocidad entre el dado y el "godet" A. Para que eso suceda, se utilizan unos rodillos llamados "godet" B (ver figura 7), el cual consta de tres a seis rodillos de acero, con velocidad mayor a la velocidad del "godet" A, porque cuando la cinta atraviesa el horno, ésta se estira, por lo que para obtener una relación de estirado óptima, debe aumentarse la velocidad del "godet" en una relación de 9 a 1. Las cintas al igual que en el "godet" A, atraviesan en forma de zigzag los rodillos del B. La velocidad de dicho "godet", se obtiene mediante la utilización de un motor de corriente directa, conectado a un reductor de velocidad variable.

Finalmente, la cinta se embobina alrededor de unos rodillos (ver figura 7), los cuales obtienen su movimiento giratorio, al tener contacto con un motor eléctrico de corriente alterna. Éstos tienen un elemento llamado mariposa, la cual se mueve a lo largo del rodillo de izquierda a derecha y viceversa, permitiendo que la cinta que se embobina y que gira alrededor del rodillo embobinador, se traslade longitudinalmente a través de todo el rodillo y permita un embobinado parejo alrededor de dicho rodillo. Cuando el rollo de cinta llega a tener un ancho especificado, se corta la cinta produciendo de esta forma cintas de polipropileno en rollos. Para iniciar otro rollo, se coloca un nuevo rodillo en el cual se amarra la cinta que sigue siendo extruída.

1.2 Problemas más comunes que se dan en dicho proceso

1.2.1 Fundición deficiente

El polipropileno en comparación con otras resinas, tiene mayor dureza, ya que su estructura molecular es más unida, esto hace que el procesarlo para producir cintas, sea más dificultoso, ya que se necesitan temperaturas más altas de fundición, entre 215 y 240 °C, según las condiciones de operación, para poder fundir la resina y obtener una película de calidad, sin ningún defecto, tales como al no fundirse por completo la resina, ésta forme ciertas protuberancias, las cuales salen impregnadas en toda la película de plástico, y esto ocasiona que en esos puntos, no se tenga la apariencia normal que se debe tener y que se produzca una concentración de esfuerzos, lo que provoca la rotura del plástico.

1.2.2 Abrasividad

Éste tipo de resina al ser trabajada, libera un polvo que es muy abrasivo y provoca un desgaste acelerado en los elementos de la máquina, principalmente en las cuchillas, y tiene efectos dañinos sobre la salud de los operarios de dichas máquinas. Otro problema que causa dicho polvo es que al momento de embobinar la cinta, éste cae

dentro de la caja del rodillo embobinador, que se encuentra llena de aceite, y éstos se mezclan entre sí, obteniendo un aceite muy denso, y unido a que se tienen altas fuerzas y velocidades de giro del eje, poco a poco, esto hace que el movimiento de la mariposa sobre el eje sea más difícil, lo que al final ocasiona que dicha mariposa se estanque y posteriormente se quiebre.

La abrasividad ocasiona otro problema, el desgaste de la mariposa del eje embobinador; ésta tiene en su centro, una guía, que no es más que un agujero circular, donde la cinta se coloca, para poder embobinarla; éste por la misma abrasividad que produce el polvillo que suelta el polipropileno, va perdiendo su forma original, y se va transformando en un elemento de forma triangular por todo el roce que se produce entre la guía y el plástico abrasivo, y ocasiona que la cinta se trabe en la guía y se rompa, lo que afecta al proceso de embobinado.

1.2.3 Calidad de la materia prima

Cuando la materia prima utilizada es mala calidad, ésta no será apta para trabajarla bajo las condiciones normales de temperatura y velocidad establecidas, por lo que el producto final, se verá afectado en sus características físicas y mecánicas, obteniendo un producto de mala calidad.

1.2.4 Cintas reventadas

Cuando se tiene éste problema, puede ser que sobre la película o cintas de plástico, se tengan objetos no deseados, basura o polvo, que afecten las propiedades de dichos elemento. Éstos elementos no deseados, pueden encontrarse a lo largo de todo el proceso, pero hay que poner gran atención, al barril, portamallas y dado, donde la resina puede quedar acumulada a lo largo de cada elemento, y también en el horno, ya que aquí pueden quedar residuos que se adhieran a las cintas y varíen sus propiedades. También provocan que las cuchillas que cortan la película para obtener

cintas, no tengan el filo adecuado, por lo que dichas cintas se traban en ellas, al momento de pasar por el corte respectivo ya que el corte es defectuoso. Las cintas también se pueden reventar si la relación de estirado entre los "godets" A y B es demasiado alta, por lo que se tiene que mantener una relación adecuada según la velocidad de trabajo.

1.2.5 Rollos mal embobinados

Se da cuando la velocidad de los embobinadores no es la adecuada y esto puede crear un exceso o falta de tensión, según sea el caso.

1.2.6 Cintas con partes sin orientar

Éste problema se tiene, cuando se usa una cantidad excesiva de reprocesado o material que ya ha sido utilizado, por consiguiente, sus propiedades no son las mismas que las de un material virgen. También se debe a la falta de calefacción en el horno, lo cual hace que las condiciones de operación no sean las adecuadas.

1.2.7 Rotura de la malla

Este problema se produce, porque la resina está muy contaminada, ya sea con basura, polvo o cualquier otro elemento no deseado, y esto puede dificultar el paso de la resina fundida a través de la malla, lo cual provoca el aumento de presión en el portamallas, y termina rompiendo dicha malla. También lo que causa la rotura de las mallas, es que la cuña a la entrada del "auto-screen", esté muy apretada, entonces la malla no puede movilizarse con facilidad al momento de cambiarse automáticamente.

2 MANTENIMIENTO

2.1 Conceptos fundamentales sobre mantenimiento

2.1.1 Mantenimiento

Es una serie de actividades que deben realizarse con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipo, instalaciones); para operar en condiciones de funcionamiento seguras, eficientes, económicas y especialmente para mantener el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

El mantenimiento se clasifica en: correctivo, de avería, predictivo y preventivo.

2.1.1.1 Mantenimiento correctivo

Está dirigido a reducir y mejorar las condiciones insatisfactorias en maquinaria y equipos, se produce después de realizar una inspección que ha sido solicitada en cualquier momento, y se llega a la conclusión de que es necesario cambiar algún repuesto dañado, o sea, se corrige lo dañado.

2.1.1.2 Mantenimiento de avería

Se realiza cuando se produce algún paro de producción, debido a alguna avería o falla imprevista en la maquinaria y es necesario repararla. En cualquier industria es necesario llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo para evitar se tengan averías en la maquinaria.

2.1.1.3 Mantenimiento predictivo

En éste no se sabe con exactitud las frecuencias de cambio de algún repuesto dañado, aunque su mantenimiento sea planificado con anticipación, ya que dicha frecuencia varía en función del desgaste que tenga la pieza que ha sido inspeccionada, es un mantenimiento costoso, por el hecho de que en muchos casos se necesitan elementos especiales, que midan o indiquen si las características de dichas piezas están dentro de los límites permisibles para su uso, la ventaja es que la vida útil de los repuestos se aprovecha al máximo.

2.1.1.4 Mantenimiento preventivo

En éste se planifican y programan las actividades de mantenimiento a desarrollar, de tal forma que se eliminen las averías que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para la realización de este mantenimiento, tengan la menor influencia posible sobre la producción.

La diferencia entre este tipo de mantenimiento y el predictivo, está en que con el preventivo, se planifica un cambio de repuesto para algún día determinado, y ese día se tiene que cambiar, mientras que con el predictivo, si el repuesto resiste y su cambio puede esperar un tiempo prudencial, no se cambia y se sigue utilizando.

2.2 Organización del departamento de mantenimiento

La organización del departamento de mantenimiento de una empresa, dependerá del tamaño de la misma, de las funciones y objetivos que debe cumplir éste dentro de ella, de las necesidades que tenga que satisfacer, así como de las políticas generales sobre mantenimiento adoptadas por la dirección de la empresa. El departamento de mantenimiento de una empresa que tiene máquinas extrusoras dentro de su estructura debe estar organizado de tal forma que existan seis áreas, éstas son:

1 El área administrativa del mantenimiento, conformada por:

- El jefe de mantenimiento.
- El supervisor de mantenimiento.

Las personas que conforman el área administrativa son los encargados y responsables de administrar y coordinar todas las actividades de mantenimiento que se deben realizar.

2 El área mecánica, conformada por:

- Tres técnicos mecánicos, por cada tres máquinas.

Los técnicos mecánicos son los encargados de proteger y mantener en buenas condiciones todos los sistemas mecánicos de la empresa; un técnico por cada turno.

3 El área eléctrica, conformada por:

- Tres técnicos electricistas, por cada tres máquinas.

Los técnicos electricistas son los encargados de proteger y mantener en buenas condiciones todos los sistemas eléctricos de la empresa; un técnico por cada turno.

4 El área de máquinas y herramientas, conformada por:

- Un tornero, por cada tres máquinas.

El tornero es el responsable de la construcción y/o reconstrucción de las piezas de reemplazo o mejora de las mismas.

5 El área de bodega y repuestos, conformada por:

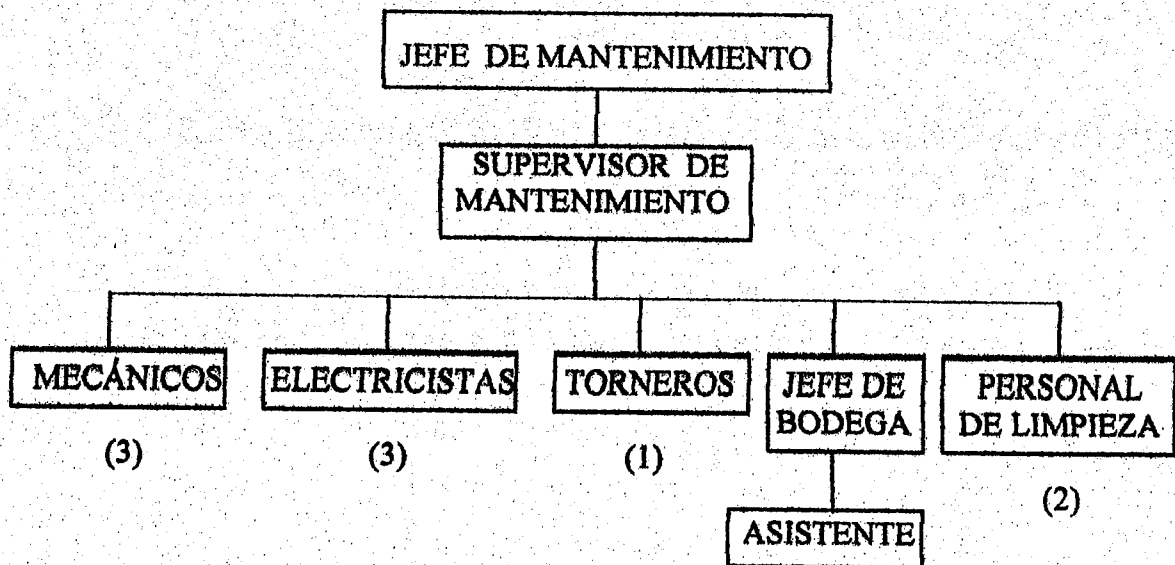
- El jefe de bodega.
- Un asistente.

Son los encargados de administrar la bodega de repuestos, ellos son los responsables de proveer los repuestos que se necesiten, en el momento en que sean requeridos, y de llevar el control del inventario de repuestos y materiales.

- 6 El área de mantenimiento de instalaciones generales, conformada por:
- El personal de limpieza.

Dos personas que conforman ésta área son las encargadas del mantenimiento y limpieza de edificios, áreas verdes, y en general de los trabajos de ésta índole en toda la empresa.

Figura 1. Organigrama de la organización del departamento de mantenimiento



2.3 Responsabilidades del departamento de mantenimiento

El jefe del departamento de mantenimiento, debe ser un ingeniero, una persona que al mismo tiempo, administre y se involucre con la maquinaria en la planta de producción, con el calor, grasa, polvo. Ésta persona debe ser el responsable de

velar que se cumplan las funciones y objetivos del departamento; él debe asegurarse que las siguientes actividades se cumplan:

- Mantener las instalaciones y maquinaria en condiciones satisfactorias de operación, basados en que se debe obtener productos de calidad a bajos costos.

Lo primordial en cualquier empresa, es tener más ingresos y menos egresos, por lo que toda decisión de cualquier jefe de un departamento, debe ser en función de tratar de tener los menores gastos posibles, sin descuidar por supuesto la calidad, por lo que mantener la maquinaria en buen estado significa menos tiempo perdido al arreglarla, en comparación al que se tiene, cuando no se posee de un programa de mantenimiento planificado.

- Elaborar y controlar el inventario del equipo.

Se debe estar consciente de la importancia que tiene llevar un control sobre el inventario del equipo que se tenga, así como de la cantidad de repuestos en bodega, para tener egresos solo cuando sea realmente necesario y evitar tener un stock de repuestos que no se utilicen normalmente, lo cual significa disminuir costos.

- Investigar y analizar los problemas de mantenimiento de la maquinaria y equipo de la empresa.

La persona que tiene a su cargo la dirección del departamento de mantenimiento debe ser capaz de analizar y encontrar una solución a los problemas de mantenimiento que se vayan suscitando, y para eso debe conocer a profundidad cada máquina, cada equipo, debe saber los principios de funcionamiento de cada elemento que los conforman; además, debe estar rodeado por personas capaces de arreglar cualquier elemento descompuesto.

- Sobre la base de las solicitudes de mantenimiento, planificar, organizar, dirigir y controlar el trabajo requerido.

El ingeniero de mantenimiento, debe ser una persona capaz de dirigir, de administrar el departamento, de tal forma que se planifiquen todas las actividades de mantenimiento preventivo a realizar, debe organizar al personal que llevará a cabo la realización de las actividades, debe saber dirigir de tal forma que lo planeado se lleve a cabo tal y como se debe realizar, en el momento adecuado, con el personal y equipo adecuado.

- Elaborar archivos técnicos para uso del departamento.

El jefe del departamento, es el responsable de llevar un historial de mantenimiento de todas las actividades desarrolladas, para poder analizarlas y poder mejorar cualquier actividad de mantenimiento; la información a considerar puede ser de dos clases; uno, un simple historial del mantenimiento preventivo realizado a lo largo del período planificado y dos, una serie de aspectos importantes con información precisa de lo que se debe considerar, sobre la máquina y cada uno de sus elementos, de tal forma que una persona cualquiera, en un futuro, tenga toda la información que requiere sobre una máquina en especial y pueda analizar las actividades de mantenimiento a realizar y perfeccionarlas sobre la base de información que se ha recopilado a lo largo del tiempo.

- Determinar los recursos humanos, técnicos y económicos, necesarios para la realización del mantenimiento.

El ingeniero debe de planificar las actividades de mantenimiento a realizar en función de la cantidad y calidad de recursos que se tienen, buscando siempre, disminuir

costos, sin disminuir la calidad de trabajo y servicio, y siempre debe ver hacia el futuro e invertir la cantidad de dinero necesaria, para que el servicio prestado sea eficiente y para bien del departamento y de cada uno de sus miembros.

- Analizar y determinar las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento.

El jefe del departamento de mantenimiento, es el que tiene la responsabilidad de delegar obligaciones y responsabilidades a cada uno de miembros del departamento, en función de las necesidades de la empresa, y es el que analiza las características y habilidades de sus trabajadores, para delegar dichas obligaciones, que deben ser cumplidas sin protesta, ni molestia alguna.

- Desarrollar al personal bajo su cargo.

El ingeniero de mantenimiento, debe ser una persona que tenga muy buenas relaciones humanas con todo el personal, no solo del departamento de mantenimiento, sino que con todo el personal de la empresa, debe ser una persona a la que le importe cada uno de sus trabajadores, él debe velar por el bienestar mental, físico y económico de cada miembro del departamento de mantenimiento, siempre debe tener la filosofía de poder dar un consejo, una ayuda, un permiso, una felicitación, una llamada de atención, a quien lo requiera. El jefe debe buscar la convivencia con su personal, no solo dentro de la empresa, sino que también fuera de ella, debe permitir organizar actividades sociales que busquen unir al personal, que busquen el desarrollo del trabajador.

- Vigilar y evaluar el desarrollo del mantenimiento.

La persona responsable de vigilar que lo planificado se realice, además de analizar las actividades desarrolladas y decidir cualquier posible cambio a cualquier actividad

de los programas de mantenimiento que se llevan a cabo, es el jefe del departamento. Ningún programa de mantenimiento es perfecto, por lo que siempre se pueden realizar mejoras a dichos programas, buscando la perfección.

- Coordinar la programación del trabajo, junto con el departamento de producción con la debida anticipación para desarrollar las actividades de mantenimiento, cuando el equipo está fuera de servicio, minimizando las pérdidas de producción.

Generalmente, las actividades de mantenimiento fuertes, que llevan mucho tiempo realizarlas y que necesitan que las máquinas estén fuera de servicio, se realizan en los periodos de feriado, esto con el objetivo de no estorbar, ni las actividades de producción ni las de mantenimiento, y para ello, debe existir un acuerdo entre el departamento de producción y el de mantenimiento, de tal forma que ambos planifiquen sus actividades en función de sus necesidades y las de la empresa.

2.4 Importancia del mantenimiento preventivo

A continuación se mencionan las ventajas que se obtienen, al desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, en cualquier empresa:

- Se tiene más tiempo para planificar y programar las reparaciones.

Por el mismo hecho de que se planifican las actividades de mantenimiento preventivo a desarrollar, se tiene el suficiente tiempo para poder tomar decisiones, en lo que respecta al cambio de actividades, sus frecuencias, personal que lo llevará a cabo, equipo a utilizar durante el mantenimiento, por lo que se puede acordar con el departamento de producción, fechas y horarios para la realización de las reparaciones e inspecciones, por lo que no hay ningún elemento que impida realizar dichas reparaciones, ya que todo ha sido planificado con suficiente tiempo y esto permite

observar y analizar cosas que nos pueden afectar la realización adecuada del programa de mantenimiento preventivo.

- La maquinaria y equipo es más eficiente.

Con la realización de un programa de mantenimiento preventivo, la maquinaria se puede mantener siempre en óptimas condiciones de funcionamiento, ya que las posibles causas que pueden afectar tal funcionamiento, son detectadas con anticipación, y se evita tener paros indeseados que afecten el proceso de producción, y se logra mantener a toda la maquinaria y equipo, funcionando cuando y como se le requiere.

- Se aumenta la productividad.

Esto se logra, desde varios puntos de vista, primero, como la maquinaria funciona cuando y como se le requiere, la producción llegará a sus niveles óptimos, ya que ésta aumenta en comparación con la producción que se logra obtener cuando las máquinas están detenidas por algún desperfecto que no ha sido detectado con anticipación, por lo que se produce más, además, el tiempo utilizado para reprocesar, puede ser utilizado para obtener más producto terminado, con lo cual se ahorra tiempo, y por supuesto dinero; por otro lado, cuando algún desperfecto de la maquinaria afecta su funcionamiento, y se produce un paro no deseado de ésta, por supuesto es necesario arreglarla, pero mientras tanto, los operarios de dichas máquinas, se quedan sin hacer su trabajo, y eso significa disminuir la producción, significa tiempo perdido, aumento de costos por ocio obligado de los trabajadores, cosas que se pueden prevenir con un adecuado programa de mantenimiento preventivo.

- Se reduce la probabilidad de fallas en la maquinaria y equipo.

Como el programa de mantenimiento preventivo se anticipa a los problemas que pueden afectar a una máquina, la probabilidad de que falle, se reducen, ya

que si es necesario cambiar algún elemento para que la maquinaria no tenga ningún problema en su funcionamiento, se cambia y eso disminuye la probabilidad de que falle.

- Se prolonga la vida útil de la maquinaria y equipo.

Como se busca anticipar los problemas de funcionamiento de la maquinaria, al momento de realizar las actividades de mantenimiento, se analiza si es necesario cambiar algún elemento, colocar un nuevo repuesto, y si ese es el caso, la maquinaria sigue funcionando como nueva, además limpiarla, lubricarla, todo eso influye en aumentar la vida útil de todo elemento que se busca mantener en buen estado, ya que las causas que disminuyen la vida útil del equipo desaparecen en gran porcentaje.

- Se reducen las existencias de repuestos en bodega.

Comprar solo la cantidad necesaria de repuestos que se utilizan en el mantenimiento, que se utilizarán específicamente en dicha actividad, disminuye considerablemente la existencia de repuestos en bodega, ya que no se tendrán repuestos que en ese momento no se utilizan, o no se tendrá una cantidad exagerada de algún repuesto en especial, que puede durar años en bodega, sino que se tendrá el repuesto necesario en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

- Se disminuye el tiempo en que los equipos permanecen fuera de servicio.

Por la planificación que se tiene, se sabe en que momento se va a realizar cada actividad de mantenimiento, lo que implica que al momento de realizarla, se conoce lo que se va a hacer, el personal que lo va a hacer y los repuestos que se van a utilizar, de tal forma que en ningún momento se va a producir alguna falla imprevista, lo cual hace que disminuya el tiempo en el cual los equipos permanecen fuera de servicio, lo cual disminuye los costos totales de producción.

- Se disminuyen los costos de reparación, pues se evitan los costos indirectos, debidos a imprevistos.

Prevenir una falla imprevista, significa ahorrar tiempo en su reparación, así como tener los operarios de la maquinaria, menos tiempo de ocio. Dicho tiempo puede ser utilizado para obtener mayor producción, así como también se disminuyen los costos al tener solo la cantidad necesaria de repuestos.

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La máquina extrusora está dividida en tres áreas: la mecánica, la eléctrica y la neumática. A continuación se mencionan para cada una de las áreas, todos los elementos importantes de la máquina que se van a mantener preventivamente y posteriormente se indica el mantenimiento que se debe realizar sobre cada uno de ellos, los cuales incluyen las actividades a desarrollar y la frecuencia de realización de las mismas. Se mencionan en un principio, en cada área, las partes básicas de cualquier máquina extrusora, y luego las partes de complementarias que forman una máquina extrusora de cintas de plástico.

3.1 Área mecánica

3.1.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora

3.1.1.1 Máquina extrusora básica

- En el motor principal:
 - Cojinetes.
 - Ventilador del motor.
 - Cojinetes del ventilador del motor principal.
 - Aspas del ventilador del motor principal.
 - Poleas.
- En la caja reductora principal:
 - Poleas.
 - Engranajes.
 - Fajas.

- Intercambiador de calor.
 - Serpentin del intercambiador de calor.
- En el barril:
 - Tornillo sin fin.
 - Ventilador del barril.
 - Motor del ventilador del barril:
 - Cojinetes.
 - Aspas del ventilador del barril.
- En el portamallas:
 - "Auto – screen".
 - Tornillos de cuña.
- En el dado:
 - Tornillos de ajuste.
 - Sellos o labios.

3.1.1.2 Máquina extrusora de cintas de plástico

- En el tanque de enfriamiento:
 - Rodillos.
 - Cojinetes.
- En la escalera:
 - Rodillos de la escalera.
 - Cojinetes.
 - Portacuchillas.
- En el "godet" A:
 - Motor del "godet" A.
 - Cojinetes.
 - Poleas.
 - Fajas.

- Reductor de velocidad variable.
 - Manivela de velocidad.
 - Cojinetes.
 - Engranajes.
 - Poleas.
- Rodillos del "godet" A.
 - Cojinetes.
 - Engranajes.
- Cadenas.
- En el horno:
 - Propela.
 - Motor de propela.
 - Cojinetes.
 - Poleas.
 - Fajas.
- En el "godet" B:
 - Motor del "godet" B.
 - Cojinetes.
 - Poleas.
 - Fajas.
 - Reductor de velocidad variable.
 - Manivela de velocidad.
 - Cojinetes.
 - Engranajes.
 - Poleas.
 - Rodillos del "godet" B.
 - Cojinetes.
 - Engranajes.
 - Cadenas.

- **En los embobinadores:**
 - **Motores de los embobinadores.**
 - **Cojinetes.**
 - **Engranajes.**
 - **Fajas.**
 - **Caja de la mariposa.**
 - **Mariposa.**
 - **Rodillo base de la mariposa.**
 - **Cojinetes.**
 - **Rodillos embobinadores.**
 - **Cojinetes.**

3.1.2 y 3.1.3 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área mecánica y frecuencia de realización de las mismas

Tabla II. Actividades de mantenimiento, área mecánica

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			Cada	1	3	6	12 meses
Motor principal	Cojinetes	Revisión y limpieza				X	
	Poleas	Revisión del ajuste				X	
Ventilador del motor principal	Cojinetes en el motor	Revisión y limpieza				X	
	Aspas	Revisión y limpieza				X	
Caja reductora principal	--	Revisión de ruidos extraños			X		
	Cojinetes	Revisión y limpieza				X	
	Poleas	Revisión del ajuste				X	
	Fajas	Revisión		X			
	Engranajes	Revisión				X	
Bomba de lubricación	Cojinetes en el motor de la bomba	Revisión y limpieza				X	
Intercambiador de calor	--	Revisar el funcionamiento		X			

Tabla II. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	3	6	12	meses
	Serpentín	Revisión y limpieza				X		
Barril	--	Revisión y limpieza					X	
	Tornillo sinfin	Revisión y limpieza					X	
Ventilador del barril	Cojinetes en el motor	Revisión y limpieza				X		
	Aspas	Revisión y limpieza				X		
Portamallas	"Auto-screen"	Limpieza y revisión del auto-screen				X		
	Tornillos de la cufía	Revisión de los tornillos			X			
Adaptador	--	Revisión y limpieza				X		
Dado	--	Revisión y limpieza				X		
	Tornillos de calibración	Revisión y ajuste		X				
	Sellos	Revisión			X			
Tanque de enfriamiento	--	Revisar el flujo, temperatura y limpieza del agua				X		
	Cojinetes en los rodillos	Revisión y limpieza				X		

Tabla II. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	3	6	12	meses
Escalera	Cojinetes en los rodillos	Revisión y limpieza				X		
	Portacuchillas	Revisión y ajuste			X			
"Godet" A y B	Cojinetes en los motores	Revisión y limpieza				X		
	Cojinetes en los rodillos	Revisión y limpieza				X		
	Engranajes en los rodillos	Revisión del ajuste				X		
	Cojinetes en los reductores de velocidad	Revisión y limpieza				X		
	Reductores de velocidad	Revisión de ruidos extraños			X			
	Manivelas en reductores de velocidad	Revisión del funcionamiento				X		
	Engranajes en los reductores de velocidad	Revisión				X		
	Cadenas	Revisión		X				
	Poleas en los motores	Revisión de ajuste				X		
	Fajas	Revisión		X				
	Poleas en los reductores	Revisión de ajuste				X		

Tabla II. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			cada	1	3	6	12
Horno	--	Limpieza				X	
	Propelas	Revisión y limpieza					X
	Poleas de las propelas	Revisión del ajuste				X	
	Fajas en las propelas	Revisión		X			
	Cojinetes en las propelas	Revisión y limpieza				X	
	Cojinetes en los motores de las propelas	Revisión y limpieza				X	
Embobinadores	Fajas en los motores	Revisión		X			
	Cojinetes en los motores	Revisión y limpieza				X	
	Cojinetes en los rodillos embobinadores	Revisión y limpieza				X	
	Cojinetes en los rodillos base de la mariposa	Revisión y limpieza				X	
	Engranajes	Revisión				X	
	Mariposa	Revisión		X			
	Rodillo base de la mariposa	Revisión y limpieza		X			

3.1.4 Razones para realizar las actividades de mantenimiento

Tabla III. Razones para la realización de las actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión y limpieza de cojinetes	Evitar la rotura del cojinete, por la fricción existente que ocasiona su desgaste, el aumento de temperatura que se produce y por el fin de su vida útil.
Revisión y limpieza de las las aspas de ventiladores	El polvo existente en el ambiente y el polvillo que suelta el polipropileno al procesarlo, se acumula en todos los elementos de la máquina y llega a dificultar el adecuado funcionamiento de las aspas.
Revisión de ruidos extraños en las cajas reductoras y reductores de velocidad	Permite detectar si algún elemento está funcionando inadecuadamente por alguna falla que se haya producido en forma imprevista.
Revisar el ajuste de poleas	Evitar un movimiento discontinuo que se produce al no tener bien alineadas las poleas entre sí, lo que ocasiona que no se transmita un movimiento forma adecuada.
Revisión de fajas	Rotura de fajas que se produce como consecuencia del desgaste de éstas, por el rozamiento que se tiene entre fajas y poleas. Evitar la transmisión no adecuada de movimiento por la disminución de la tensión de las fajas por el fin de su vida útil de servicio.

Tabla III. Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisar el funcionamiento del intercambiador de calor	No permitir el sobrecalentamiento de la caja reductora principal, que se produce al no tener un adecuado intercambio de calor agua - aceite.
Revisión y limpieza del serpentín del intercambiador de calor (agua-aceite)	Verificar que no hayan fugas en el serpentín o sedimentos que ocasionen que el intercambio de calor agua-aceite sea deficiente.
Revisión de engranajes	Evitar que se produzca una transferencia inadecuada de movimiento entre engranajes, por mal ajuste de tales o fin de la vida útil de dichos elementos.
Limpieza y revisión del barril, "auto-screen", dado y adaptador	Eliminar polvo, sedimentos o resina no fundida, que en dichos elementos dificulten el paso de la resina fundida y que además disminuyen la calidad de la misma.
Revisión y limpieza del tornillo sinfin	Eliminar del tornillo sinfin, los sedimentos o resina no fundida, y verificar si hay desgaste o no.
Revisión y ajuste de los tornillos de calibración del dado	Mantener el mismo calibre en todo lo ancho de la película.
Revisión de los sellos	Permitir que la resina fluya en forma homogénea y no se tenga fuga alguna a través del dado.

Tabla III. Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de los tornillos de la cuña del portamallas	Evitar que la cuña apriete la malla, lo cual produce la rotura de la misma y provocar fuga de resina.
Chequear el flujo, la temperatura y limpieza del agua del tanque de enfriamiento	Mantener la temperatura requerida del agua, para solidificar la película de plástico en forma adecuada. Mantener el agua limpia, para que ningún sedimento se adhiera a la película al momento de solidificarse.
Revisión y ajuste del portacuchillas	Mantener colocadas las cuchillas en forma homogénea, de tal forma que el corte sea el requerido y adecuado, y se obtenga el número de cintas buscado.
Revisión de cadenas en los "godets"	Mantener la transmisión adecuada de movimiento a través de todo el sistema.
Revisar el funcionamiento de las manivelas de control de velocidad en reductores	Verificar que la manivela funciona adecuada y fácilmente, posicionándola en diferentes velocidades, para no tener ningún problema en el momento que se deban cambiar las velocidades de trabajo.
Limpieza del horno	Eliminar el polvo que se acumula dentro de él, para que no se adhiera a las cintas de plástico y disminuya su calidad de apariencia y propiedades mecánicas.
Revisión y limpieza de las propelas del horno	Mantener la circulación de aire caliente en forma homogénea y constante a través de todo el horno.

Tabla III. Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de la mariposa del embobinador	Evitar el desgaste de dicho elemento, para que las cintas de plástico no se traben en ella y se rompan.
Revisión y limpieza del rodillo base de la mariposa	Evitar que cualquier elemento indeseable, basura o polvo, se mezcle con el aceite lubricante de la caja base de la mariposa que pueda dificultar el movimiento del rodillo.

3.1.5 Personal encargado del programa de mantenimiento preventivo en el área mecánica

Las personas que llevarán a cabo las actividades del mantenimiento preventivo son técnicos mecánicos. Como generalmente estos técnicos trabajan en turnos rotativos, para realizar el mantenimiento preventivo, se irán rotando, de tal forma que al final del ciclo, todos hayan participado y conocido el programa de mantenimiento preventivo que se recomienda.

3.2 Área eléctrica

3.2.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora

3.2.1.1 Máquina extrusora básica

- En el motor principal. DC
 - Rotor.
 - Carbones.
 - Panel de control.
 - “Switch”.
 - Contactor.
 - Térmico.
 - Resistencia.
 - Ventilador del motor.
 - Motor del ventilador. AC
 - Rotor.
 - Panel de control del ventilador.
 - “Switch”.
 - Contactor.
 - Térmico.
 - Resistencia.
 - Tarjeta principal.
- En el barril:
 - “Heaters”.
 - Termorregulador.
 - Termocopla.
 - Panel de control de los “heaters”.
 - Contactor.
 - “Switch”.

- Térmico.
- Resistencia.
- Ventilador del barril.
 - Motor del ventilador del barril.
 - Rotor.
 - Panel de control del ventilador.
 - "Switch".
 - Contactor.
 - Resistencia.
 - Térmico.
- En el portamallas:
 - "Heaters".
 - Termorregulador.
 - Termocopla.
 - Panel de control de "heaters".
 - "Switch".
 - Contactor.
 - Térmico.
 - Resistencia.
- Ventilador del portamallas.
 - Motor del ventilador del portamallas.
 - Rotor.
 - Panel de control del ventilador.
 - "Switch".
 - Contactor.
 - Resistencia.
 - Térmico.
- En el adaptador:
 - "Heaters".

- Termorregulador.
- Termocopla.
- Panel de control de los "heaters".
 - Contactor.
 - "Switch".
 - Térmico.
 - Resistencia.
- Ventilador del adaptador.
 - Motor del ventilador del adaptador.
 - Rotor.
 - Panel de control del ventilador.
 - "Switch".
 - Contactor.
 - Resistencia.
 - Térmico.
- En el dado:
 - "Heaters".
 - Termorregulador.
 - Termocopla.
 - Panel de control de heaters.
 - "Switch".
 - Térmico.
 - Contactor.
 - Resistencia.
 - Ventilador del dado.
 - Motor del ventilador del dado.
 - Rotor.
 - Panel de control del ventilador.
 - "Switch".
 - Contactor.

- Resistencia.
- Térmico.

3.2.1.2 Máquina extrusora de cintas de plástico

- En el "godet" A:
 - Motor del "godet" A. DC
 - Carbones.
 - Rotor.
 - Panel de control del motor del "godet" A.
 - "Switch".
 - Térmico.
 - Contactor.
 - Resistencia.
 - Tarjeta del motor del "godet" A.
- En el horno:
 - Propela.
 - Motor de propela. AC
 - Rotor.
 - Panel de control del motor de propela.
 - "Switch".
 - Contactor.
 - Térmico.
 - Resistencia.
 - Resistencias.
- En el "godet" B:
 - Motor del "godet" B. DC
 - Carbones.
 - Rotor.

- **Panel de control del motor del “godet” B.**
 - **“Switch”.**
 - **Térmico.**
 - **Contactador.**
 - **Resistencia.**
- **Tarjeta del motor del “godet” B.**
- **En el embobinador:**
 - **Motores de los embobinadores.**
 - **Rotor.**
 - **Panel de control de los motores de los embobinadores.**
 - **“Switch”.**
 - **Térmico.**
 - **Contactador.**
 - **Resistencia.**

3.2.2 y 3.2.3 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área eléctrica y frecuencia de realización de las mismas

Tabla IV. Actividades de mantenimiento, área eléctrica

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			cada	1	2	6	12 meses
Motor principal	--	Aspirado y limpieza					X
	"Switch", término, contactor y resistencia	Revisión y limpieza			X		
	Rotor y carbones	Revisión				X	
	Tarjeta electrónica	Revisión y limpieza			X		
Ventilador del motor principal	Motor del ventilador	Aspirado y limpieza					X
	"Switch", término, contactor y resistencia	Revisión y limpieza			X		
	Rotor	Revisión				X	
Bomba de lubricación de caja reductora principal	Motor	Aspirado y limpieza					X
	"Switch", término, contactor y resistencia	Revisión			X		
Panel de control	--	Aspirado y limpieza			X		
Zonas de calentamiento del barril	"Switch", término, resistencia y contactor de cada zona	Revisión			X		

Tabla IV. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	2	6	12	meses
	Termoregulador de cada zona	Calibración y ajuste					X	
	Termocoplas	Revisión					X	
Ventiladores del barril	"Switch", térmico, contactor y resistencia	Revisión		X				
	Motores de los ventiladores	Aspirado y limpieza					X	
	Rotor de motores AC	Revisión					X	
Zonas de Calentamiento del portamallas	"Switch", térmico, contactor y resistencia de cada zona	Revisión		X				
	Termoregulador de cada zona	Calibración y ajuste					X	
	Termocoplas	Revisión					X	
Ventilador del portamallas	"Switch", térmico, contactor y resistencia	Revisión		X				
	Motor del ventilador	Aspirado y limpieza					X	
	Rotor del motor AC	Revisión					X	
Zonas de calentamiento del adaptador	"Switch", térmico, contactor y resistencia de cada zona	Revisión		X				

Tabla IV. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	2	6	12	meses
	Termoregulador	Calibración y ajuste de cada zona					X	
	Termocoplas	Revisión					X	
Ventilador del adaptador	"Switch", térmico, contactor y resistencia	Revisión			X			
	Motor del ventilador	Aspirado y limpieza					X	
	Rotor del motor	Revisión					X	
Zonas de calentamiento del dado	"Switch", térmico, contactor y resistencia de cada zona	Revisión			X			
	Termoregulador de cada zona	Calibración y ajuste					X	
	Termocoplas	Revisión					X	
Ventilador del dado	"Switch", térmico, contactor y resistencia	Revisión			X			
	Motor del ventilador	Aspirado y limpieza					X	
	Rotor del motor AC	Revisión					X	

Tabla IV. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	2	6	12	meses
Motores de los "Godet" A y B	"Switch", térmico, contactor y resistencias	Revisión			X			
	--	Aspirado y limpieza					X	
	Rotor y carbones	Revisión					X	
	Tarjetas electrónicas	Revisión y limpieza				X		
Horno	Resistencias	Revisión			X			
Propelas del horno	"Switch", térmico, contactor y resistencias	Revisión			X			
	Rotor de los motores AC	Revisión					X	
	Motores de las propelas	Aspirado y limpieza					X	
Motores de los embobinadores	Rotor	Revisión					X	
	"Switch", térmico, contactor y resistencias	Revisión			X			
	--	Aspirado y limpieza					X	

3.2.4 A continuación se mencionan las razones por las cuales se deben desarrollar las actividades de mantenimiento eléctrico mencionadas

Tabla V. Razones para la realización de las actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Aspirado y limpieza de motores	Evitar la acumulación de polvo en dichos elementos.
Revisión de switches, térmicos, contactores y resistencias, en los motores y zonas de calentamiento del barril, portamallas, adaptador y dado.	Verificar que dichos elementos estén en buen estado, que no haya algún mecanismo dañado, quemado o desgastado y que su funcionamiento sea el requerido.
Revisión de carbones y rotor en los motores DC.	Evitar el desgaste de los elementos de los motores, que puedan limitar el rendimiento y funcionamiento de tales.
Revisión del rotor en los motores AC.	Obtener el máximo rendimiento de los motores y verificación de las características físicas de los elementos que lo conforman.
Revisión y limpieza de tarjetas electrónicas de los motores DC	Evitar la acumulación de polvo sobre dichos elementos, y verificar que se encuentren en buen estado, sin daño alguno.
Aspirado y limpieza del panel de control	Evitar la acumulación de polvo dentro del panel, por consiguiente sobre todos los mecanismos que dentro de él se encuentran.

Tabla V. Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Calibración y ajuste del termoregulador de las zonas de calentamiento del barril, dado, adaptador y portamallas, y revisión de termocoplas	Mantener en buen estado dichos elementos, que nos permiten conocer con exactitud la temperatura real existente en el sistema, y verificar que la conexión de tales elementos hacia la máquina sea la adecuada.
Revisión de las resistencias del horno	Mantener la temperatura requerida dentro del horno, que nos permita variar las características mecánicas del plástico, adecuadamente.

3.2.5 Personal encargado del mantenimiento preventivo en el área eléctrica

Las personas que llevarán a cabo las actividades del mantenimiento preventivo deberán ser técnicos eléctricos. Estos técnicos, trabajan en turnos rotativos, por lo que para la realización del mantenimiento preventivo, se irán rotando, de tal forma que al final del ciclo, todos hayan participado y conocido el programa de mantenimiento preventivo que se recomienda.

3.3 Área neumática

3.3.1 Clasificación de las partes de la máquina extrusora

3.3.1.1 Máquina extrusora de cintas de plástico

- En la escalera:
 - Sistema neumático.
 - Mangueras y filtro de aire.
 - Manómetro y "switch".
 - Compresor y depósito de aceite de lubricación.
- En el horno:
 - Sistema neumático.
 - Mangueras y filtro de aire.
 - Manómetro y "switch".
 - Compresor y depósito de aceite de lubricación.

3.3.2 y 3.3.3 Actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el área neumática y frecuencia de realización de las mismas

Tabla VI. Actividades de mantenimiento, área neumática

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA					
			cada	1	7	15	30	días
Escalera y horno	Mangueras y tuberías del sistema	Revisión					X	
	Manómetro y "switch".	Revisión			X			

Tabla VI. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			cada	1	7	15	30 días
	Filtro de aire, depósito de aceite de lubricación.	Controlar niveles y revisión		X			
	Compresor.	Verificación de la presión.		X			

3.3.4 A continuación se mencionan las razones por las cuales se deben desarrollar las actividades de mantenimiento sobre el sistema neumático

Tabla VII. Razones para la realización de las actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de mangueras, tuberías, y verificación de la presión en el compresor	La presión en el sistema debe ser la adecuada, el compresor debe funcionar adecuadamente, no debe tenerse ninguna fuga de aire a través de las mangueras y tuberías del sistema, ya que al existir una fuga, eso implica que el compresor debe trabajar más, comprimir más aire, lo que significa tener mayores costos de operación.
Revisión del "switch" y del manómetro	Es importante que ningún elemento se encuentre incompleto o quebrado, y que funcione en forma adecuada, el manómetro es necesario, porque

Tabla VII. Continuación

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
	<p>se debe saber siempre, si la presión es la requerida, ya que si se tiene menor presión en el sistema, eso puede ser indicio de que existe alguna fuga o algún elemento no funciona adecuadamente.</p>
<p>Controlar nivel del depósito de agua del filtro de aire y del depósito de aceite de lubricación y revisarlos</p>	<p>Hay que evitar que las gotas de agua producidas durante la compresión del aire, lleguen a cualquier elemento, ya que se corroen, además de disminuir el rendimiento de las herramientas. Lo mismo sucede con el aceite que lubrica el compresor, éste aceite en el aire comprimido, puede ocasionar problemas en el funcionamiento de instrumentos, por lo que es necesario la revisión de filtros.</p>

3.3.5 Personal encargado del mantenimiento preventivo en el área neumática

Las personas que llevarán a cabo las actividades del mantenimiento preventivo deberán ser técnicos mecánicos. Estos técnicos, trabajan en turnos rotativos, por lo que, para la realización del mantenimiento preventivo, se irán rotando, de tal forma que al final del ciclo, todos hayan participado y conocido el programa de mantenimiento preventivo que se recomienda.

3.4 Plan de lubricación de una máquina extrusora de cintas de polipropileno

Tabla VIII. Actividades de lubricación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO A LUBRICAR	LUBRICANTE A UTILIZAR	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN				
			cada	15	30	180	días
Motor principal	Grasera, lado izquierdo	Grasas Red Bentone * o Duralith EP-2 *			X		
	Grasera, lado derecho	Grasas Duralith EP -2 o Red Bentone			X		
Caja reductora principal	--	Aceites Omala 220 * o Gear Compound EP-320 *				X	
Rodillo de metal en escalera	Grasera, lado izquierdo	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Grasera, lado derecho	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
"Godet" A	Motor, grasera, lado derecho	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Cadenas	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Reductor de velocidad	Omala 68 * o Hidraulic Oil AW 46 *				X	

* Razón de utilizar dichos lubricantes, ver página 48

Tabla VIII. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO A LUBRICAR	LUBRICANTE A UTILIZAR	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN				
			cada	15	30	180	días
	Rodillos de metal, una grasera en cada rodillo, lado derecho	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Rodillos de metal, una grasera en cada rodillo, lado izquierdo	Grasas Duralith EP-2 Red Bentone o			X		
"Godet" B	Motor, grasera, lado derecho	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Cadenas	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Reductor de velocidad variable	Omala 68 o Hidraulic Oil AW 46				X	
	Rodillos de metal, una grasera en cada rodillo, lado derecho	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		
	Una grasera en cada rodillo, lado izquierdo	Grasa Red Bentone o Duralith EP-2			X		
Embobinadores	Rodillos, una grasera en cada rodillo lado izquierdo	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		

Tabla VIII. Continuación

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO A LUBRICAR	LUBRICANTE A UTILIZAR	FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN				
			cada	15	30	180	días
Caja base de la mariposa	--	Omala 460 o Gear Compound EP-320		X			
	Rodillos base, una grasera en cada rodillo, lado izquierdo	Grasas Red Bentone o Duralith EP-2			X		

3.4.1 A continuación se mencionan las razones por las cuales se deben utilizar los lubricantes recomendados en el programa de lubricación

Tabla IX. Razones para utilizar los lubricantes

ELEMENTO A LUBRICAR	LUBRICANTE UTILIZADO	UTILIDAD DEL LUBRICANTE
Graseras	Grasa Red Bentone * o Grasa Duralith EP-2 **	Se necesita una grasa que contenga aditivos de extrema presión, antioxidantes y anticorrosivos, que brinden las siguientes características: resistencia a altas temperaturas, a la oxidación, anticorrosivas, gran capacidad de carga, buena estabilidad térmica y mecánica, insoluble en agua.

Tabla IX. Continuación

ELEMENTO A LUBRICAR	LUBRICANTE UTILIZADO	UTILIDAD DEL LUBRICANTE
Caja reductora	Omala 220 * o Gear Compound EP-320 **	Para la caja reductora, es necesario utilizar un aceite especial para engranajes industriales, que proteja del desgaste y rayado, no sea corrosivo, sea estable a la oxidación, que ayude a extender la vida de operación de los engranajes.
Reductor de velocidad	Omala 68 * o Hidraulic Oil AW 46 **	Es necesario tener un aceite diseñado con aditivos que brinden buenas propiedades antidesgaste, que sea estable a la oxidación, antioxidante, que tenga buenas propiedades adhesivas, que no tenga tendencia a formar espuma, que no sea corrosivo para engranajes de bronce.
Caja base de la mariposa	Omala 460 * o Gear Compound EP-320 **	Se necesita utilizar un lubricante para engranajes industriales, que esté formulado con aditivos de extrema presión, que con mayor grado de viscosidad proporcione gran capacidad de carga y adhesión a los elementos que lubrica, que sea anticorrosivo y estable a la oxidación.

* Datos obtenidos de un estudio realizado por la Compañía Petrolera Shell, S.A.

** Datos obtenidos de un estudio realizado por la Compañía Petrolera Chevron, Ltd.

4. REPORTES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 Orden de trabajo

A continuación se presenta el formato de la orden de trabajo que debe llevarse y debe ser utilizado por los supervisores de producción, quienes deben indicar en tal formato, qué máquina necesita revisión y/o reparación, además del problema que se tiene en dicha máquina.

La solicitud debe ser recibida por el supervisor de mantenimiento y distribuida entre los técnicos mecánicos y/o eléctricos, para su realización. Tanto la persona que solicita el mantenimiento, como el que recibe la orden, deben firmar para responsabilizarse de que el trabajo se efectúe efectivamente.

Se debe indicar la fecha y el turno en el cual se solicita el servicio, además de la hora, y el tipo de trabajo a desarrollar; ya sea mecánico, eléctrico o neumático. También existe una sección en la cual se pueden hacer los comentarios u observaciones que se consideren importantes sobre la realización del mantenimiento, por parte de los supervisores.

El jefe de mantenimiento debe llevar el control sobre dicho formato, y debe ser el encargado de analizar periódicamente todos y cada uno de los trabajos realizados en cada una de las máquinas extrusoras de cintas de polipropileno, para encontrar posibles causas que afecten el funcionamiento de tales máquinas. La orden de trabajo tendrá dos copias, una que le quedará al departamento de producción y la otra al departamento de mantenimiento, con lo cual, cada uno, llevará su propio control de los servicios solicitados.

Figura 2. Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO	
MÁQUINA: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>
PROBLEMA: _____ _____ _____ _____	TURNO: A B C <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TIPO DE TRABAJO:	HORA DE SOLICITUD: <input type="text"/>
MECÁNICO <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICO <input type="checkbox"/>	TRABAJO SOLICITADO POR: <input type="text"/>
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	ORDEN RECIBIDA POR: <input type="text"/>

4.2 Control de inventarios

Es importante llevar un control de inventarios, ya que es un medio para controlar la existencia de todos los repuestos que forman parte de una máquina extrusora de cintas de polipropileno. Llevar un control sobre el inventario de repuestos permite que en cualquier momento se pueda tomar una decisión de qué repuestos comprar y cuándo se deben de comprar, con el objeto de que para el día en el cual se vaya a realizar el mantenimiento preventivo, se tengan todos y cada uno de los repuestos necesarios para dicho mantenimiento. El objeto de comprar los repuestos en una fecha cercana a la realización de las actividades de mantenimiento preventivo es disminuir existencias en bodega, lo cual disminuye costos al no tener un "stock" enorme de accesorios sin uso, almacenados en la bodega de repuestos, y con esto se busca tener el repuesto adecuado, en el momento adecuado, para el mantenimiento adecuado.

El formato de control sobre inventarios será utilizado básicamente por el personal de bodega de repuestos, a través de un programa de computación que permita la introducción de toda la información que se requiere. Dicho personal es el encargado de tener los repuestos, para cuando sean solicitados en el programa de mantenimiento preventivo.

La información requerida es la siguiente; el código del repuesto, el saldo existente en bodega, la descripción de los repuestos y las fechas de ingreso y salida en bodega de los mismos, incluyendo la cantidad, además de las máquinas que utilizan tales repuestos, cantidad que utilizan y los proveedores. Mantenimiento es el encargado de proporcionarle a bodega de repuestos, una copia de cada hoja del programa de mantenimiento preventivo a realizar sobre cada una de las máquinas existentes, en las cuales van incluidas todas y cada una de las fechas en las cuales se realizará dicho programa de mantenimiento, además de los repuestos a utilizar, identificados con su código y la cantidad de los mismos que se necesitarán.

El personal de bodega, cuatro días antes de la realización del mantenimiento preventivo, deben verificar todos los repuestos que se utilizarán; los siguientes dos días serán para obtener dichos repuestos, y tener preparado todo para el mantenimiento a realizar.

A continuación se presenta el formato de control sobre inventarios.

Figura 3. Formato de control de inventario

<u>CONTROL DE INVENTARIOS</u>									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MÁQUINAS QUE LO UTILIZAN	CANTIDAD QUE UTILIZAN	PROVEEDORES	ENTRADA		SALIDA		SALDO EXISTENTE
					FECHA	CANTIDAD	FECHA	CANTIDAD	

4.3 Historial del mantenimiento preventivo

Llevar un historial sobre las actividades de mantenimiento que se van realizando durante cierto tiempo es muy útil, porque queda plasmada información importante que puede ayudar a tomar decisiones importantes sobre las actividades de mantenimiento, que permitan perfeccionar el mantenimiento preventivo.

La información que se puede analizar en un historial de mantenimiento, permite contabilizar las fallas más frecuentes, y analizar por qué se producen, analizar cada cuánto tiempo se repiten, quienes son los técnicos que reparan determinada máquina, entre otras cosas, todo esto está plasmado en una hoja de historial del mantenimiento y permite tomar decisiones que mejoren la eficiencia del mantenimiento que se realiza.

Lo mencionado influye en los costos anuales de mantenimiento, los cuales disminuirían, por el hecho de realizar un programa más eficiente. El programa de mantenimiento debe ser adaptable a modificaciones en su estructura, de tal forma que lo mejore y perfeccione a través del paso del tiempo.

En la siguiente página se presenta el formato del historial del mantenimiento, un control que se debe llevar a través de un programa de computación, el cual facilite toda la información requerida sobre el mantenimiento de las máquinas extrusoras.

Figura 4. Formato de historial del mantenimiento

HISTORIAL DEL MANTENIMIENTO

MÁQUINA: _____

TRABAJO: MECÁNICO
 ELÉCTRICO
 HIDRAULICO

PARTE DE LA MÁQUINA	ACTIVIDAD REALIZADA	FECHA	TURNO	TRABAJO REALIZADO POR	REPUESTOS UTILIZADOS		TIPO DE MANTENI.
					código	cantidad descripción	

CORRECTIVO	M.C.
AVERÍA	M.A.

TIPO DE MANTENIMIENTO:

4.4 Calendario de actividades de mantenimiento preventivo a desarrollar

En las siguientes páginas se presenta el calendario de cada una de las actividades del mantenimiento preventivo sobre máquinas extrusoras y en especial, de cintas de polipropileno, a desarrollar a lo largo de un año, que es cuando el ciclo comienza de nuevo y cada una de las actividades se registrará de un nuevo calendario de actividades.

En el calendario se especifican las partes de la máquina extrusora a las cuales se les debe de dar mantenimiento, todas y cada una de las actividades a desarrollar, también se especifica el tipo de trabajo, ya sea, mecánico, eléctrico o neumático y se muestran las fechas en las cuales se deben de realizar tanto las actividades de mantenimiento preventivo como las actividades de lubricación; durante todo el año.

El departamento de mantenimiento en ciertas ocasiones debe aprovechar los periodos de feriado, para realizar parte del programa de mantenimiento, en el caso de que dichas partes del programa necesiten más tiempo para su completo desarrollo; por lo que las fechas deben quedar previstas y dependerá del acuerdo entre el jefe de mantenimiento y el jefe de producción, si se realizan dichas actividades, a lo largo de los días anteriores y/o posteriores a dicha fecha que se ha especificado.

Cada vez que se realice una actividad de mantenimiento preventivo, el técnico, ya sea el eléctrico o el mecánico, deberá llenar completamente, con lapicero, la casilla en donde se indica la fecha en la cual se realiza la actividad de mantenimiento, con el objeto de llevar un control sobre la realización de cada una de las actividades programadas.

Tabla X. Calendario de actividades de mantenimiento preventivo, área mecánica

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
MOTOR PRINCIPAL												
Revisión y limpieza de cojinetes del motor principal y del motor de su ventilador.	X							X				
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador del motor principal.	X							X				
Revisión del ajuste de poleas del motor principal	X							X				
CAJA REDUCTORA PRINCIPAL												
Revisión de ruidos extraños en la caja reductora principal.	X			X			X			X		
Revisión y limpieza de los cojinetes de la caja reductora principal y los de la bomba de lubricación de dicha caja.	X			X			X			X		
Revisión del ajuste de las poleas de la caja reductora principal.	X						X					
Revisión de fajas de la caja reductora principal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisar el funcionamiento del intercambiador de calor de la caja reductora principal.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza del serpentín del intercambiador de calor (aceite-agua) de la caja reductora.	X						X					
Revisión de engranajes en la caja reductora.	X						X					

Tabla X. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene 7	feb 7	mar 7	abr 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic 7
BARRIL												
Limpieza y revisión del barril.	X											
Revisión y limpieza del tornillo sin fin.	X											
Revisión y limpieza de cojinetes del motor del ventilador del barril.	X						X					
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador del barril.	X						X					
PORTAMALLAS												
Limpieza y revisión del Auto-Screen	X						X					
Revisión de los tornillos de la cuña	X				X		X				X	
ADAPTADOR												
Revisión y limpieza del adaptador.	X						X					
DADO												
Revisión y limpieza del dado.	X						X					
Revisión y ajuste de los tornillos de calibración del dado	X						X		X	X	X	X
Revisión de los sellos del dado	X						X					
TANQUE DE ENFRIAMIENTO												
Revisar el flujo, la temperatura y limpieza del agua del tanque de enfriamiento.	X							X				
Revisión y limpieza de los cojinetes de los rodillos del tanque de enfriamiento	X							X				

Tabla X. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
ESCALERA												
Revisión y limpieza de los cojinetes de los rodillos de la escalera.		X						X				
Revisión y ajuste del portacuchillas "GODET" A		X		X				X			X	
Revisión y limpieza de los cojinetes del motor del "godet" A y en el reductor de velocidad.			X					X				
Revisión del ajuste de las poleas en el reductor de velocidad variable			X					X				
Revisión de engranajes de el reductor de velocidad del "godet" A.			X					X				
Revisión de cadenas en rodillos del "godet" A.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza de cojinetes en los rodillos de los "godets".			X					X				
Revisión de engranajes de los rodillos de los "godets".			X					X				
Revisar el funcionamiento de la manivela del reductor de velocidad.			X					X				
Revisión de ruidos extraños en el reductor de velocidad del "godet" A.			X		X			X				X
Revisión de fajas en el reductor de velocidad "godet" A.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla X. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
HORNO												
Limpieza del horno.			X						X			
Revisión del ajuste de las poleas de las propelas del horno.		X			X				X			X
Revisión y limpieza de las propelas del horno.			X									
Revisión de fajas en las propelas del horno.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza de los cojinetes de las propelas y los de los motores de dichas propelas.			X						X			
"GODET" B												
Revisión y limpieza de los cojinetes del motor del "godet" B y en su reductor de velocidad				X						X		
Revisión del ajuste de las poleas en los reductor de velocidad variable				X						X		
Revisión de ruidos extraños en el reductor de velocidad del "godet" B.				X						X		
Revisión de fajas en el reductor de velocidad en "godet" B.				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla X. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
Revisión de engranajes de el reductor de velocidad del "godet" B.				X						X		
Revisión de cadenas en rodillos del "godet" B.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza de cojinetes en los rodillos de los "godets".				X						X		
Revisión de engranajes de los rodillos de los "godets".				X						X		
Revisión del funcionamiento de la manivela del reductor de velocidad.				X						X		
EMBOBINADORES												
Revisión de fajas en los motores y rodillos base de la mariposa.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza de los cojinetes de los rodillos base de la mariposa, los de los motores y los de los rodillos embobinadores.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión de los engranajes del sistema.				X						X		
Revisión de la mariposa.				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y limpieza del rodillo base de la mariposa.				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla XI. Calendario de actividades del mantenimiento preventivo, área eléctrica

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	agos.	sept.	oct.	nov.	dic.
MOTOR PRINCIPAL												
Aspirado y limpieza del motor principal y del motor del ventilador del motor principal.	X											
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia en el motor principal y en el motor del ventilador del motor principal.	X		X		X	X		X			X	
Revisión de carbones y rotor en el motor principal y revisión del rotor del motor del ventilador del motor principal.	X											
Revisión y limpieza de la tarjeta electrónica del motor principal.	X						X					
CAJA REDUCTORA PRINCIPAL												
Aspirado del motor de la bomba de lubricación de la caja reductora principal.	X											
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia en el motor de la bomba de lubricación.	X		X		X	X		X			X	
PANEL DE CONTROL												
Aspirado y limpieza del panel de control.	X			X		X				X		
BARRII												
Chequeo del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia, en el motor de los ventiladores del barril.		X		X		X		X		X		X
Aspirado y limpieza del motor de los ventiladores del barril.		X										
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia de cada zona de calentamiento del barril.		X		X		X		X		X		X
Calibración y ajuste del termoregulator de cada zona de calentamiento del barril y revisión de termocoplas.		X										
Revisión del rotor del motor de los ventiladores del barril.		X										

Tabla XI. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
PORTAMALLAS												
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia de cada zona de calentamiento del portamallas.	X			X		X		X		X		X
Calibración y ajuste del termoregulador de cada zona de calentamiento del portamallas y revisión de termocoplas.	X											
Revisión del "switch", térmico, contactor y la resistencia del ventilador del portamallas	X			X		X		X		X		X
Aspirado y limpieza del motor del ventilador del portamallas.	X											
Revisión del rotor del motor del ventilador del portamallas	X											
ADAPTADOR												
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia de cada zona de calentamiento del adaptador	X			X		X		X		X		X
Calibración y ajuste del termoregulador de cada zona de calentamiento del dado y revisión de termocoplas.	X											
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia del ventilador del adaptador.	X			X		X		X		X		X
Aspirado y limpieza del motor del ventilador del adaptador.	X											
Revisión del rotor del motor del ventilador del adaptador.	X											

Tabla XI. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
DADO												
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia de cada zona de calentamiento del dado.			X		X		X		X		X	
Calibración y ajuste del termoregulator de cada zona de calentamiento del dado y revisión de termocoplas.			X									
Revisión del "switch", del contactor, del térmico y la resistencia en el motor del ventilador del dado			X		X		X		X		X	
Limpieza y aspirado del motor del ventilador del dado			X									
Revisión del rotor del motor del ventilador del dado			X									
"GODET" A												
Revisión del "switch", del colector, del térmico y la resistencia en el motor del "gode" A.			X		X		X		X		X	
Limpieza y aspirado del motor del "gode" A			X									
Revisión de carbones y rotor del motor del "gode" A.			X									
Revisión y limpieza de la tarjeta electrónica del motor.			X									
HORNO												
Revisión del "switch", del colector, del térmico y la resistencia en los motores de las propelas del horno.			X		X		X		X		X	
Revisión de los rotores en los motores de las propelas.			X									
Aspirado y limpieza de los motores de las propelas.			X									
Revisión de las resistencias del horno.			X		X		X		X		X	

Tabla XI. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	mayo 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
"GODET" B												
Revisión del "switch", del contactor, del término y la resistencia en el motor del "gode" B.				X	X			X		X		X
Limpieza y aspirado del motor del "gode" B.				X								
Revisión de carbones y rotor del motor del "gode" B.				X							X	
Revisión y limpieza de la tarjeta electrónica del motor.				X								
EMBOBINADORES												
Revisión de rotores de los motores de los embobinadores.				X								
Revisión del "switch", del contactor, del término y la resistencia de los motores de los embobinadores.				X	X	X		X		X		X
Aspirado y limpieza de los motores de los embobinadores				X								

Tabla XII. Calendario de actividades del mantenimiento preventivo, área neumática

FECHAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
	ene. 7	feb. 7	mar. 7	abr. 7	may. 7	jun. 7	jul. 7	agos. 7	sept. 7	oct. 7	nov. 7	dic. 7
ESCALERA												
Revisión de mangueras y tuberías del sistema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y control del filtro de aire y del depósito de aceite de lubricación.		D	I	A	R	I	A	M	E	N	I	E
Verificación de la presión del compresor		D	I	A	R	I	A	M	E	N	I	E
Revisión del manómetro y "switch"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HORNO												
Revisión de mangueras y tuberías del sistema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión y control del filtro de aire y del depósito de aceite de lubricación.		D	I	A	R	I	A	M	E	N	I	E
Verificación de la presión del compresor		D	I	A	R	I	A	M	E	N	I	E
Revisión del manómetro y "switch"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla XIII. Actividades de lubricación

		FECHAS PARA LA REALIZACION DE LA LUBRICACION											
		enero	febr.	marzo	abril	mayo	junio	julio	agos.	sept.	oct.	nov.	dic
MOTOR PRINCIPAL		4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19
Grasera, lado izquierdo	Red Bentone o Duralith EP-2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grasera, lado derecho	Duralith EP-2 o Red Bentone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CAJA REDUCTORA PRINCIPAL													
	Omala 220 o Gear Comp.	X			X								
ESCALERA													
Rodillo de metal, Grasera, lado izquierdo	Red Bentone o Duralith EP-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grasera, lado derecho	Red Bentone o Duralith EP-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GODET A													
Motor, grasera, lado derecho	Red Bentone o Duralith EP-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cadenas	Red Bentone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reductor de velocidad	15 W - 40 o Hidraulic Oil	X			X								

Tabla XIII. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACION DE LA LUBRICACION																								
	enero		febrero		marzo		abril		mayo		junio		julio		agosto		sept.		oct.		nov.		dic		
	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4	19	4
Rodillos de metal, una graserá en Red Bentone o cada rodillo, Duralith EP-2 lado derecho.			X			X			X			X			X			X			X			X	
lado izquierdo			X			X			X			X			X			X			X			X	
Duralith EP-2																									
GODET B																									
Motor, graserá, Red Bentone o lado derecho			X			X			X			X			X			X			X			X	
Duralith EP-2																									
Cadenas			X			X			X			X			X			X			X			X	
Red Bentone o Duralith EP-2																									
Reductor.de velocidad			X									X													
15 W - 40 o Hidraulic Oil 46																									
Rodillos de metal, Una graserá en Red Bentone o cada rodillo, Duralith EP-2 lado derecho.			X			X			X			X			X			X			X			X	
lado izquierdo			X			X			X			X			X			X			X			X	
Una graserá en Red Bentone o cada rodillo, Duralith EP-2 lado izquierdo			X			X			X			X			X			X			X			X	

Tabla XIII. Continuación

	FECHAS PARA LA REALIZACION DE LA LUBRICACION											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.	nov.	dic
	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19	4 19
EMBOBINADORES												
Rodillos, Red Bentone o												
Una grasera en Duralith EP-2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
cada rodillo,												
lado izquierdo												
Caja base de la G. Compound u	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
mariposa Omala 460												
Rodillos base,												
Una grasera en Red Bentone o X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
cada rodillo, Duralith EP-2												
lado izquierdo												

4.5 Control del mantenimiento de avería

En la siguiente página se presenta el formato de control del mantenimiento de avería, dicho formato se utilizará para este tipo de mantenimiento y para el correctivo, ya que es un medio útil y general para llevar un control de todas las actividades que se han de realizar.

La información que debe llevar, incluye el nombre de la máquina en la cual se ha realizado el mantenimiento; el área o parte de la máquina afectada, también el problema que se ha detectado en dicha parte, y el tipo de trabajo que es, ya sea mecánico, eléctrico o neumático; otra información que se debe incluir, es la del nombre de la persona que ha realizado el mantenimiento, debe recordarse que toda la información es para almacenarla para que posteriormente el jefe de mantenimiento la analice y llegue a la conclusión de qué es lo que está afectando el buen funcionamiento de la máquina.

Otra información necesaria, es la fecha y hora de realización del mantenimiento, y también toda la información acerca de los repuestos utilizados, la que incluye, el código, la cantidad y la descripción de dichos repuestos. Por último, se debe especificar si el mantenimiento que se ha realizado, ha sido correctivo o de avería.

Este formato de control de avería, es utilizado por los técnicos mecánicos o eléctricos, y al final de su turno de trabajo, se lo entregan al supervisor de mantenimiento, que día a día los agrupa y se los proporciona al jefe de mantenimiento para su respectivo análisis.

Figura 5. Formato de control del mantenimiento

<u>CONTROL DEL MANTENIMIENTO</u>							
<p>MAQUINA: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p style="text-align: right;">MANTENIMIENTO REALIZADO POR: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>FECHA: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>HORA: DE: <input style="width: 100%;" type="text"/> A: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>TRABAJO: MECÁNICO: <input style="width: 100%;" type="text"/> ELÉCTRICO: <input style="width: 100%;" type="text"/> NEUMÁTICO: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>TIPO DE MANTENIMIENTO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">AVERÍA</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">CORRECTIVO</td> </tr> <tr> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </table>	AVERÍA	CORRECTIVO	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
AVERÍA	CORRECTIVO						
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>						
<p>PROBLEMA SURGIDO</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">REPUESTOS UTILIZADOS</th> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CANT</th> <th style="text-align: center;">CODIGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"><input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	REPUESTOS UTILIZADOS	DESCRIPCIÓN	CANT	CODIGO	<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>
REPUESTOS UTILIZADOS	DESCRIPCIÓN						
CANT	CODIGO						
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>						

CONCLUSIONES

1. Las condiciones de operación, como temperatura o velocidad, se determinan por el tipo de materia prima utilizada. Para ello se toma en consideración, si el plástico es duro o es suave, la cantidad de material reprocesado que se utiliza y las condiciones de la maquinaria.
2. Las propiedades mecánicas de las cintas están en función de la velocidad que se tenga al pasar éstas a través del horno que permite orientar las partículas en forma adecuada y en función de pruebas realizadas en el departamento de control de calidad. Dicha relación se obtiene aumentando la velocidad del "godet" B, en una relación de nueve a uno en comparación con la velocidad del "godet" A.
3. El polipropileno es un plástico difícil de trabajar en comparación con otros, porque es un material muy abrasivo; además, su estructura molecular es más unida, por lo que su dureza es mayor y requiere mayores temperaturas para su fundición.
4. Es importante que para realizar un programa de mantenimiento preventivo adecuado, se tenga buena comunicación con el departamento de producción y que las personas involucradas tengan la seguridad de que lo mejor para una empresa es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, por sencillo que sea.
5. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo es la medida correcta para que una máquina cualquiera tenga un adecuado funcionamiento acorde a las necesidades de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Las personas de otros departamentos, como producción y compras, que en forma indirecta se involucran en el programa de mantenimiento preventivo, deben apoyar las actividades programadas, ya que es lo mejor para la empresa, considerando que se prevén posibles problemas que ocurren a lo largo de un proceso de producción, lo cual influye en la calidad del producto.
2. En las empresas deben utilizarse materias primas de primera calidad, considerando que se quiere obtener al final del proceso un producto de óptima calidad y esto incluye todo lo que se involucra a lo largo del proceso de producción.
3. Es importante enfatizar la capacitación del personal que labora en el departamento de mantenimiento, para aumentar la eficiencia del trabajo que lleva a cabo, a través de la motivación y del conocimiento actualizado de todos los aspectos que se involucran en el mantenimiento de la maquinaria.
4. En la Universidad de San Carlos debe apoyarse a los estudiantes de ingeniería para realizar tesis más experimentales que teóricas, donde se aprendan a fondo los procesos productivos, a través de seminarios y visitas a empresas; de tal forma que se obtenga por parte de los estudiantes, el conocimiento y el criterio, sobre los aspectos que se involucran en tales procesos, en lo referente a producción, mantenimiento, o cualquier área de la ingeniería.

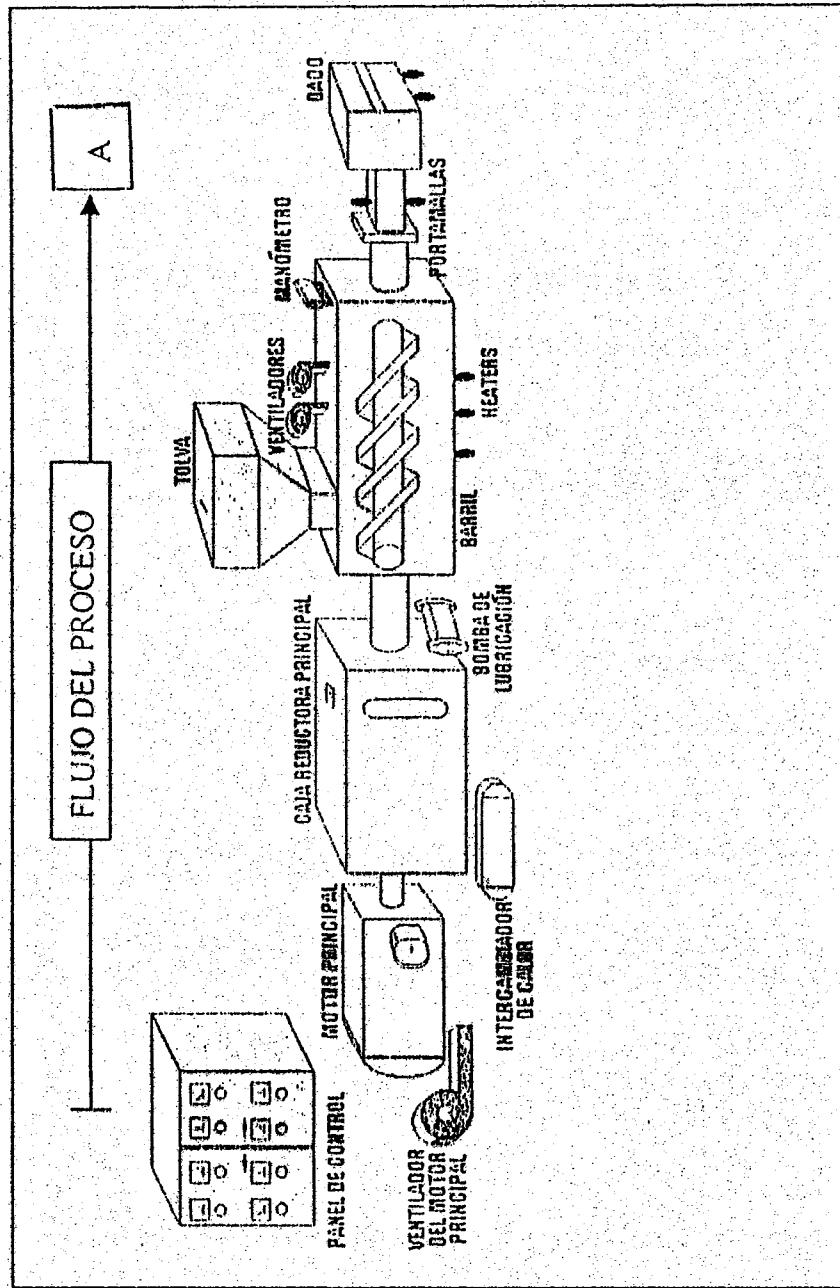
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Compañía Petrolera Chevron Ltd. Estudio técnico de lubricación en máquinas extrusoras. Área polipropileno. 1995.**
2. **Ricardo Flores Martínez. Folleto técnico de lubricantes y especialidades. (2ª. Edición. Shell Guatemala, S.A. 1996.).**
3. **Océano, S.A. Diccionario de la lengua española. (Barcelona, España : Publicaciones Reunidas, S.A., 1990.)**
4. **Spotts, M.F. Proyecto de elementos de máquinas. (España: Editorial Reverté, 1982.)**
5. **Ernesto Barrón Ureta. Polímeros. Estructura, propiedades y aplicaciones.**
6. **Juan Manuel León Ramírez. La máquina para el proceso extrusión soplado de plásticos.**

BIBLIOGRAFÍA

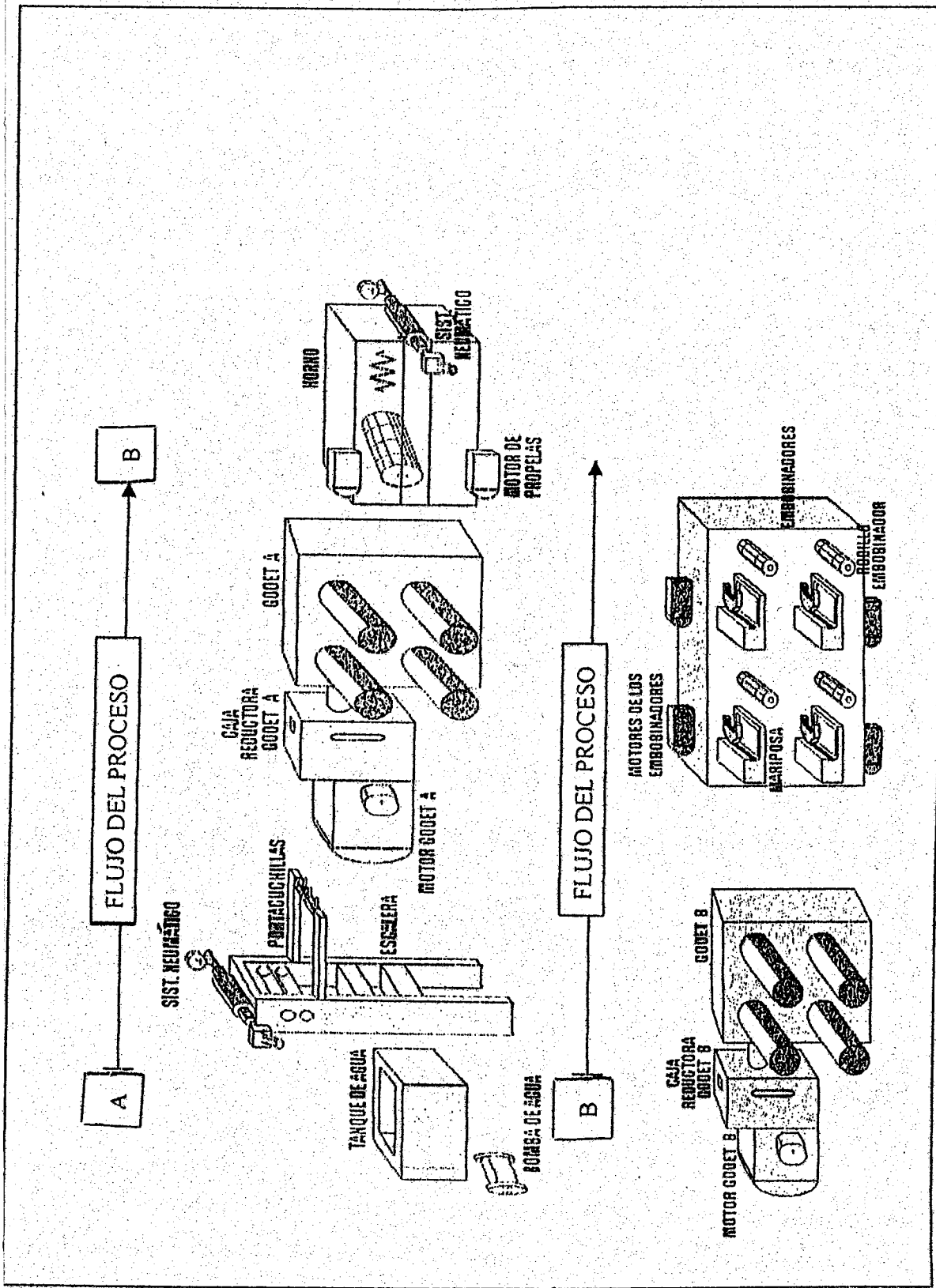
1. **ALVORD, Lincoln. Engineering blow moulding. Part design.**
Estados Unidos: s.e. s.a.
2. **BAUMEISTER, Theodore. Manual del Ingeniero Mecánico.**
8ª edición. Estados Unidos: Editorial McGraw Hill. México:
Editorial Calypso. 1987.
3. **GENERAL Electric. Engineering blow moulding processing.**
Estados Unidos: s.e. 1992.
4. **MEZA Yela, Ramón Rafael. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la industria de fibro-cemento.**
5. **BENÍTEZ de León, Guillermo Alberto. Implantación de un programa de mantenimiento a una fábrica de ruedas abrasivas.**

APÉNDICE



Partes básicas de una máquina extrusora

FIGURA 6.



Partes complementarias de una máquina extrusora de cintas de polipropileno

FIGURA 7.

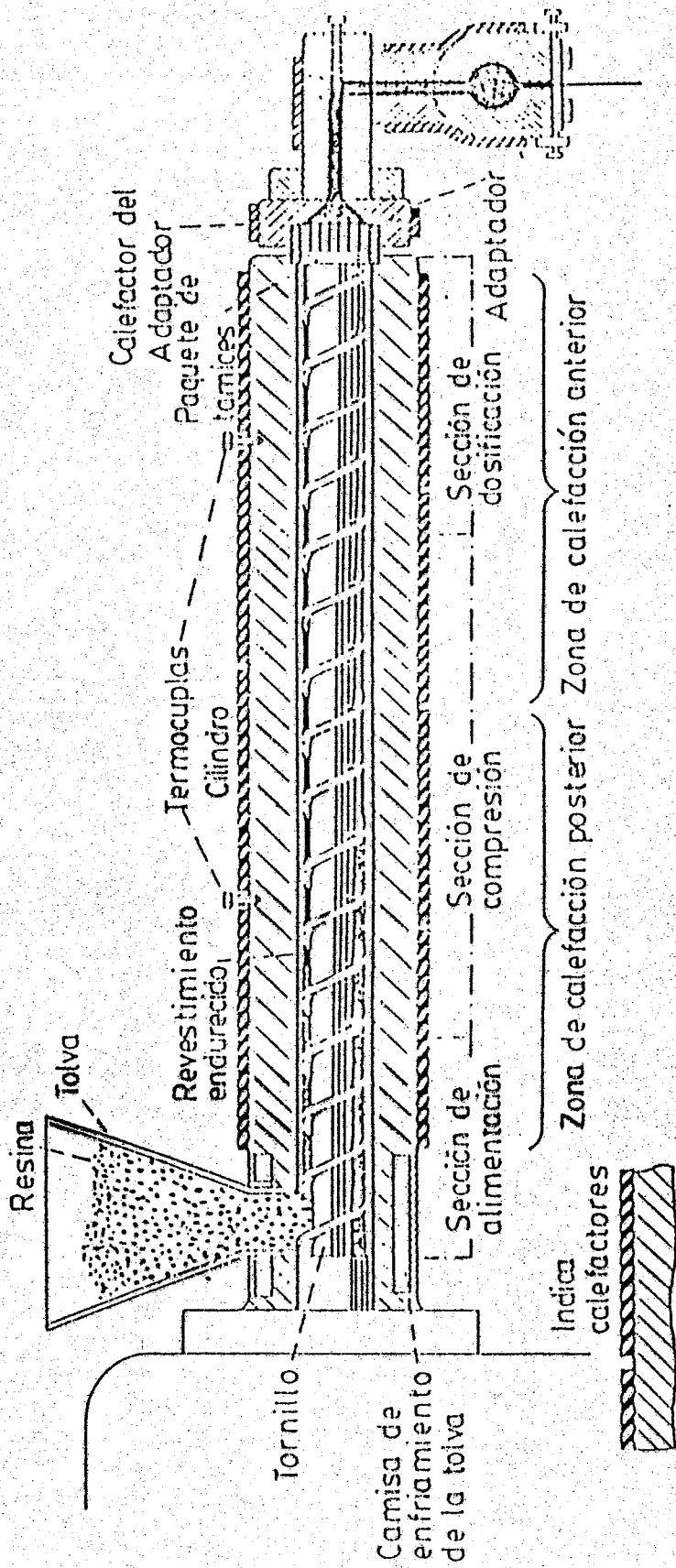


FIGURA 8. Sección longitudinal típica de un extrusor