Portada original
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOZALCO

"DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS DE EXTRUSION-SOPLADO EN BOTELLAS DE POLIETILENO"

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A :

JACINTO ALEJANDRO HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F. JUNIO 2012

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD AZCAPOTZALCO

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE **INGENIERO MECÁNICO**

DEBERÁ DESARROLLAR EL C. **JACINTO ALEJANDRO HERNANDEZ GONZALEZ**

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS DE EXTRUSIÓN-SOPLADO EN BOTELLAS DE POLIETILENO

El desarrollo de un programa de mantenimiento para la máquina Sopladora Graham utilizada dentro de la Industria en el proceso de extrusión-soplado de envases de polietileno; evitando fallas y paros innecesarios, siendo transcendental para aumentar la productividad, calidad y generar un ambiente seguro.

EL TEMA COMPRENDERÁ LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. **GENERALIDADES**
2. **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**
3. **LOS PLÁSTICOS EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES**
4. **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

México, D.F. a 22 de Junio del 2012

ASESOR **ASESOR**

ING. JOSÉ GUADALUPE TORRES Y ORTEGA ***ING. MARINA ESPITIA BADILLO***

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
IPN
Departamento de Trayectorias y Servicios Académicos
E.S.I.M.E.
UNIDAD AZCAPOTZALCO

Vo. Bo.

EL DIRECTOR

DR. EMMANUEL ALEJANDRO MERCHÁN CRUZ

NOTA: Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

AT-084/2012
P.S. 95-03
EAMC/AMG/MEB/mebm*

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a dios por darme la vida y ser mi guía, mi proveedor, por cuidar de mis pasos de darme la dicha de tener una familia para lograr mis metas, a la virgen de Guadalupe y de San Juan de los Lagos que cuidan de mí todos los días y que me cubren con su manto sagrado.

Agradezco a mis padres por haberme apoyado con su sabiduría y su paciencia y el gran amor que día a día me brindan por darme la estabilidad emocional, económica y sentimental para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. Gracias por darme la posibilidad de ser una mejor persona y que tenga una familia junto a ustedes.

A mi madre que siempre serás mi inspiración para alcanzar mis sueños por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo al final se obtiene los resultados tú amor y comprensión se convirtió en tu triunfo y el mío te amo madre mía.

A mi padre que siempre me enseño a ser una persona responsable cumplida y honesta que con su amor y cariño me encuentro hoy cumpliendo una de mis metas gracias padre por enseñarme a trabajar y ser lo que ahora soy.

A mis hermanas y hermano que siempre me dieron ánimos de salir adelante que su cariño y amor, me hicieron una mejor persona, siempre que los necesite nunca me dieron la espalda y siempre tuvieron un consejo que darme, un abrazo para fortalecerme, una palabra de ánimo cuando las cosas se complicaban y que siempre confiaron en mí que lo lograría una de mis metas.

A mi cuñado Federico Julián que siempre ha sido un ejemplo a seguir por ser una gran persona que con su apoyo y consejos fueron cosas fundamentales para llega a mis metas.

A todos mis amigos y amigas que a lo largo de mi vida me han apoyado con su gran amistad y cariño por todos aquellos que se encuentran lejos.

A la gran institución **INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL** que me vio crecer a mi casa de estudios superiores **ESIME AZCAPOTZALCO** que me brindo la oportunidad de llenarme de conocimientos aprendiendo día con día que todos tenemos la oportunidad de ser una gran persona que el único límite que tenemos para crecer es el que nos ponemos nosotros mismos. Que sin obstáculos no hay metas grandes o triunfos pequeños, que sin esfuerzo y dedicación no hay éxito en la vida.

La educación, la honestidad y la dedicación son algunas de las bases que forjan a grandes personas y profesionistas, que los años que se dedican y se sacrifican en estudiar, se convierten en los cimientos de nuestra estabilidad económica para nuestra familia.

A todos los profesores que con su sabiduría y empeño compartiendo su experiencia y conocimientos día a día, nos hacen mejores personas preparadas para hacerle frente a la vida laboral dentro de la industria.

A mis asesores Ing. José Guadalupe Torres y Ortega, Ing. Marina Espitia Badillo por apoyarme en este proyecto de mi titulación.

A la Ing. Miriam Espinosa López por ser el mayor impulso para este proyecto en mi titulación.

MARCOLEGAL

A través del tiempo y la renovación de las maquinas y la tecnología es necesario implementar mantenimientos preventivos y correctivos en los equipos que nos ayuden a obtener la mayor eficiencia formando un historial de cada componente de nuestras máquinas para realizar nuestras producciones elaborando piezas con calidad.

Ya que la prevención de fatiga y desgaste en nuestros equipos es lo primordial, es por ello que como empresa de grado alimenticio debe seguir ciertos lineamientos que se deben cumplir.

Así también debemos cumplir con reglas de calidad internas tanto en la producción como el mantenimiento de nuestros equipos industriales.

JUSTIFICACION

La realización de este tema es por la gran importancia que tiene y seguirá teniendo el mantenimiento dentro de la industria en todas sus diferentes áreas y es por ello que esta tesis es basada mi experiencia profesional, ponemos al descubierto cuanto grande es el campo de acción de la ingeniería mecánica industrial en este caso en la implementación de un programa de mantenimiento a la maquinaria de extrusión soplo.

El ingeniero mecánico tiene una amplia relación y conocimiento en las diferentes áreas de la industria y esta se debe llevar a cabo un programa de mantenimiento que se adecue a las necesidades de producción de la planta logrando la mayor eficiencia de nuestros equipos de producción. De aquí el interés en la elaboración del tema además de ser una de las ramas en nuestro campo laboral en nuestro trabajo.

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A MAQUINARIA PARA PROCESOS DE EXTRUSION-SOPLADO EN BOTELLAS DE POLIETILENO

Capitulo 1 Generalidades…….……..……. 1

1.1 Antecedentes históricos……..... 2

Capitulo 2 Mantenimiento industrial……...……... 6

2.1 Historia del mantenimiento …….. 6

2.2 Conceptos y objetivos del mantenimiento industrial……..... 7

2.3 Tipos de mantenimiento……..…….. 8

2.3.1 Mantenimiento correctivo…….……..... 8

2.3.2 Mantenimiento preventivo……...……... 8

2.3.3 Mantenimiento predictivo……...……. 9

2.3.4 Mantenimiento productivo total (TPM)……...…… 10

2.4 Conceptos asociados al mantenimiento. Fiabilidad……...…… 10

2.5 Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo……...… 11

2.6 Tiempo medio entre fallas (MTBF)…… 12

2.7 Tiempo medio hasta la avería (MTTF)……. 13

2.8 Modelos matemáticos de distribución de Probabilidad de fallos……. 13

2.8.1 Ley exponencial de fallos…… 13

2.8.2 Ley weibull…… 14

2.9 Fiabilidad de sistemas…… 15

2.10 Conceptos asociados al mantenimiento mantenibilidad……...……. 17

2.11 Media de los tiempos técnicos de reparación MTTR……...…….. 18

2.12 Conceptos asociados al mantenimiento. Disponibilidad…… 18

2.13 Planificación del mantenimiento industrial…… 20

2.14 Políticas de mantenimiento: preventivo y correctivo…… 21

2.14.1 Reparación o sustitución a intervalo fijo Antes del fallo…….……. 22

2.14.2 Mantenimiento según condición……..... 22

2.14.3 Mantenimiento de oportunidad…… 22

2.14.4 Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo…… 23

2.14.5 Mantenimiento modificativo…….. **23**

2.15 Plan de mantenimiento……. **23**

2.15.1 Clasificación e identificación de equipos…… **24**

2.15.2 Recogida de información……..…….. **24**

2.15.3 Selección de la política…….. **24**

2.15.4 Programa de mantenimiento preventivo……. **27**

2.15.5 Programa de mantenimiento correctivo……. **27**

2.16 Mantenimiento según condición de estado……... **28**

2.17 Tipos de control o condición de estado……. **29**

2.18 Métodos de control o condición de estado…… **29**

2.18.1Técnicas de control con maquina produciendo……..…… **29**

2.18.2Técnicas de control con maquina en paro…… **31**

2.18.3Técnicas de control de condición de aplicación general…… **32**

2.19 Control de lubricantes……..…… **32**

2.19.1 Técnicas de control de lubricantes……..... **33**

2.19.2 Anomalías detectadas mediante el control de lubricantes……..…… **34**

2.20 Control de temperatura…….. **35**

2.20.1 Localización de las medidas de temperatura…… **35**

2.20.2 Instrumentos para el control de temperatura…….…… **35**

2.21 Averías detectables mediante el control de temperatura…….…… **37**

2.22 Monitorización de vibraciones y ruidos…….…….. **38**

2.22.1 Elección entre medida de ruido y vibración…….…… **39**

2.22.2 El equipo……..…….. **39**

2.22.3 La vibración o señal de ruido……..…… **40**

2.22.4 Técnicas practicas de monitorización de vibración……..…… **42**

2.22.5 Localización de los puntos de medición y montaje de transductores…… **42**

2.22.6 Análisis de frecuencias…….. **42**

2.22.7 Monitorización de señales pico…… **43**

2.23 Métodos de diagnostico en el mantenimiento predictivo……... **43**

2.23.1 Diagnostico basado en modelos……. **43**

2.23.2 Mantenimiento predictivo basado en sistema experto…… **44**

2.23.3 Mantenimiento predictivo basado en redes neuronales…… **44**

Capitulo 3 Los plásticos y materiales…… **45**

3.1 La historia de la industria del plástico en México…… **45**

3.2 Aplicación…… **47**

3.3 Obtención del polietileno…….. **50**

3.4 Características y propiedades…… **52**

3.5 La maquina de inyección…… **54**

3.6 Tipos de máquinas y equipos…….. **55**

3.7 Que es el moldeo por extrusión soplo…… **58**

3.8 Máquina rotativa Graham…… **59**

3.9 Sistema de extrusión…… **61**

3.10 Descripción de los componentes periféricos de Graham…… **63**

3.11 Moldeado por extrusión soplo…… **66**

3.12 Operación de sopladoras Graham…… **67**

3.13 Etapas de moldeo…… **69**

Capitulo 4 Desarrollo de un programa de mantenimiento…… **72**

4.1 Desarrollo del mantenimiento…….. **74**

4.2 Mantenimiento y aplicación de 5’s…….. **75**

4.3 Mantenimiento autónomo…… **80**

4.4 Mantenimiento progresivo…… **82**

4.5 Programas de mantenimiento…….. **85**

4.6 Mantenimiento autónomo…… **101**

4.7 Resultados del mantenimiento autónomo…… **102**

Conclusiones…… **107**

Bibliografía…….. **108**

CAPITULO 1

GENERALIDADES

Desde el inicio de la industrialización en la vida del hombre sea generado la necesidad de mantener sus equipos o herramientas en condiciones óptimas

Debido a la producción continúa de nuestros equipos y maquinas, ha provocado el mayor porcentaje de problemas, y se hacía necesario mantener esos equipos porque ya era imposible seguir utilizándolos con fallas tan constantes para obtener el mayor beneficio de ellos para el que fueron creados.

Esta cultura, sin embargo, está empezando a cambiar. Mantener los equipos en las mejores condiciones posibles, debe ser una meta más a conseguir por toda aquella organización que quiera avanzar.

La industria de hoy es una lucha continua por sobrevivir. La reducción de los costos de manufactura es un objetivo vital para las empresas ahí, y la atención obviamente también se ha puesto en reducir el costo de Mantenimiento.

Pero reducir éste costo no quiere decir necesariamente reducir la calidad de éste servicio. Significa más bien tener un control de la organización, saber dónde estamos concentrando los esfuerzos y redirigirlos allí donde nos interese.

Para controlar el mantenimiento y facilitarlo, la información de lo que ocurre en nuestras instalaciones es vital. Hacerlo de forma manual requiere un gran esfuerzo en tiempo y en recursos, por tanto se hace necesario desarrollar entornos informáticos que nos permitan tener una organización competitiva.

Un sistema de registro de actividades qué nos permitirá enfocarse en todas aquellas áreas donde, con datos reales, se estén concentrando los recursos, tanto humanos como materiales, y permitirá tomar decisiones con un margen de error mínimo.

Algunos de los aspectos relativos a costos directos de Mantenimiento que mejora la vida útil de nuestros equipos se relatan a continuación y pueden ser la base comparativa para justificar su implementación.

- Tiempo que gasta el personal buscando materiales.
- Tiempo que gasta el personal en la gestión de devolución de material innecesario.
- Tiempo que se utiliza para entender exactamente el trabajo que hay que realizar, y por tanto buscando detalles adicionales.
- Tiempo que se pierde por una deficiencia en la prioridad de los trabajos, y cuántos de éstos trabajos se dejan sin hacer.
- Tiempo que se pierde por una programación inadecuada.

- Tiempo que se pierde por una falta de información de los cambios en los equipos sobre los que se va a trabajar.

- Porcentaje de veces que se necesita un material y no se tiene.

- Reducción del inventario a través de la Planificación.

Adicionalmente, y gracias a la información facilitada por el sistema, hay que evaluar también el aumento de eficiencia y productividad en los equipos gracias al seguimiento de los mantenimientos.

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde el principio de los tiempos, el hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se remplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico, Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Mantenimiento... (No es Reparación)

El Mantenimiento es una profesión que se dedica a la conservación de equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Sin embargo, al paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad total en muchos negocios. Las sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado global.

En meses recientes, hemos visto un impresionante avance de estas técnicas asociadas con el mantenimiento industrial. En especial, como sabemos es tarea de todos en las empresas buscar oportunidades para hacer nuestro trabajo de una manera más eficiente cada día, y esto representa hacerlo con mayor calidad y a menor costo. Una de las tareas más críticas de mantenimiento es sin duda el Mantenimiento Preventivo. La optimización de esa tarea ha demostrado ser una fuente de grandes ahorros y aumento importante de la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

Tal como engranes finamente integrados en una pieza de maquinaria, Producción, Seguridad, Ingeniería, Mantenimiento y otros miembros de la organización tales como Administración, Mercadotecnia, Compras, Planeación, etc., deben trabajar en conjunto para alcanzar la excelencia.

El reto para los profesionistas de hoy y todos los que estamos involucrados en la profesión del mantenimiento, es descubrir estas nuevas oportunidades. Esto requiere que establezcamos estándares para las prácticas de mantenimiento y confiabilidad, creando un sistema adecuado de información para reunir los hechos y generar el entusiasmo, e iniciando planes que impulsen la acción.

Uno de los grandes factores en la optimización de este proceso es sin duda la implementación cada día más extendida del Mantenimiento preventivo y correctivo, o dicho de manera más precisa, Mantenimiento Total. La importancia de mantener nuestra planta en condiciones óptimas de operación no recae solamente en un pequeño grupo de técnicos o ingenieros. Todos nos beneficiamos de un equipo en condiciones óptimas y por lo tanto todos debemos buscar la oportunidad de participar en este proceso de conservación.

Es vital que se comprenda ampliamente la cobertura y significado del mantenimiento. Es un compromiso de Toda la Organización o Empresa, incluidos los altos directivos. El asegurar que se Mantiene la Capacidad Productiva del Negocio es una tarea que asegura la competitividad y por tanto la estabilidad de nuestra fuente de trabajo. En los tiempos económicos que estamos viviendo este concepto cobra una muy alta relevancia. Cualquiera que sea nuestra función en una empresa, todos debiéramos estar en busca de oportunidades para preservar el equipo que produce nuestros productos, así como toda clase de aparatos y mobiliario que nos permite hacer nuestro trabajo.

Mantenimiento es una actividad verdaderamente crucial en las empresas de hoy.

BENEFICIOS

Los beneficios que se esperan obtener en la implantación de un Sistema de Información de Mantenimiento, y en una Organización que esté situada en unos niveles de Eficiencia entorno al 80%, pueden enumerarse como sigue:

- Esfuerzo Anual en Mantenimiento reducido en un 40% debido a la optimización de los recursos humanos.
- Uso Anual de Materiales y refacciones reduciendo en un 20%
- Por Optimización en la Compra de Materiales 15%
- Reducción de Inventarios en Almacén de Recambios en un 20%
- Aumento de la Eficiencia de las Instalaciones en un 45%.

BREVE HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Hechas las primeras consideraciones, podemos decir que el Mantenimiento ha evolucionado en cuatro fases que exponemos a continuación:

Primera Fase

En ésta etapa, el mantenimiento se dedica exclusivamente a corregir los fallos ya producidos. La planificación es mínima, y si la hay, se basa únicamente en la experiencia acumulada por el paso de los años. Es el **Mantenimiento Reactivo**.

Segunda Fase

Alrededor de 1950, nace un nuevo enfoque basado en las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

Obviamente los fallos inesperados se reducen, por tanto las pérdidas en costos asociados a Mantenimiento disminuyen, pero sigue siendo un Mantenimiento muy caro:

a) Se cambian partes de los equipos en función del tiempo de función de vida del mismo, y en muchas ocasiones se observa que esas partes podían haber durado más.
b) El tiempo empleado en estas operaciones es elevado.

Aumenta el grado de planificación y aparece el concepto **de Mantenimiento Preventivo Basado en Tiempo**.

Tercera Fase

Las necesidades y las exigencias aumentan, aparece un concepto que cambia radicalmente el enfoque de Mantenimiento hasta entonces.

El objetivo no es ya mantener a los equipos, sino mejorar su rendimiento para aumentar la productividad de las instalaciones. Requiere, por tanto, que todo el personal de Mantenimiento y así mismo el personal operativo que esté bien formado técnicamente. Los conocimientos técnicos junto con las nuevas tecnologías de medición permiten predecir la vida de los equipos y realizar mejoras que la aumentan.

Este concepto engloba al Mantenimiento Preventivo Basado en tiempo, Basado en Condiciones, de Mejora, Es el **Mantenimiento Productivo**

Cuarta Fase.

A partir de la cuarta fase, aparece una filosofía o cultura completamente nueva e innovadora que predica que la productividad de las instalaciones, y por tanto el beneficio total, puede aumentar considerablemente si se involucra a toda la organización del negocio, y no sólo a Mantenimiento, en una mejora continua de las instalaciones y en todos los aspectos.

- Aumento de la Eficiencia.
- Aumento de la Productividad de los Equipos
- Reducir número de defectos.
- Reducir el reproceso de materiales.
- Reducir los paros no programados.
- Reducir horas de mantenimiento.
- Reducir Costos de mantenimiento.
- Reducir Costos de material.
- Reducir costos de energía.
- Reducir inventarios de refacciones.
- Reducir el número de accidentes.
- Eliminar Incidentes dentro de los equipos e instalaciones.
- Mejorar los requerimientos legales.
- Incrementar el número de mejoras por persona y año.

CAPITULO 2

EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

En la actualidad, la mayor parte de los bienes y servicios se obtienen y se hacen llegar a sus destinatarios mediante unos "sistemas de producción-distribución" o, más brevemente "*sistemas productivos*", a menudo de gran dimensión tanto por el número de personas que trabajan en ellos como por el tamaño y el valor de las instalaciones y equipos que utilizan.

A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases. La última de ellas es la de construcción y puesta en marcha, hasta que se alcanza el régimen normal de funcionamiento.

Durante esta última fase, llamada de operación, que es la única auténticamente productiva, el sistema se ve sometido a fallos que entorpecen o, incluso, interrumpen temporal o definitivamente su funcionamiento. El objeto del mantenimiento es, precisamente, reducir la incidencia negativa de dichos fallos, ya sea disminuyendo su número o atenuando sus consecuencias.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

En general, todo lo que existe, especialmente si es móvil, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo. Puede ser a corto plazo o a muy largo plazo. El solo paso del tiempo provoca en algunos bienes, disminuciones evidentes de sus características, cualidades o prestaciones.

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus piraguas, etc.

Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo. A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físico- químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de avenas y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo y por las presiones la de Medio Ambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma.

Se vaticina que los costos de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento.

2.2 CONCEPTO Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y prestablecidas de Operación.
- Reducir costos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Actualmente existen variados sistemas para cumplir con el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.

Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes:

Mantenimiento correctivo
Mantenimiento preventivo Mantenimiento predictivo Mantenimiento productivo total

2.3.1 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso costo, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.

2.3.2 Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el remplazó de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del remplazó o cambio prematuro.

Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Costo en inventarios: el costo en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.

Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.

Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una *degeneración* del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

2.3.3 Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

2.3.4 Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance TPM)

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

***Mantenimiento*:** Para mantener siempre las instalaciones en buen estado

***Productivo*:** Esta enfocado a aumentar la productividad

Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes.

Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

2.4 *CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. FIABILIDAD*

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones, etc.).
Se define la variable aleatoria **T** como la vida del bien o componente. Se supone que **T** tiene una función **F(t)** de distribución acumulada expresada por:

$$F(t) = P(T \leq t)$$

Además existe la función **f(t)** de densidad de probabilidades expresada por la ecuación:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

La función de fiabilidad R(t), también llamada función de supervivencia, se define como:

$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

En otras palabras, R(t) es la probabilidad de que un componente nuevo sobreviva más del tiempo t. Por lo tanto, **F(t)** es la probabilidad de que un componente nuevo no sobreviva más del tiempo t.
Por otra parte, la probabilidad de que un componente nuevo falle entre t y t+s (s es un incremento de tiempo respecto a t) es igual a:

$$P\{t < T \leq t+s | T > t\} = \frac{P\{t < T \leq t+s\}}{P\{T > t\}} = \frac{F(t+s) - F(t)}{R(t)}$$

Dividiendo entre s y haciendo que **s** tienda a cero:

$$\lambda(t) = \lim_{s \to 0} \frac{1}{s} \frac{F(t+s) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

(t) es la función de tasa de fallos o función de riesgo o tasa instantánea de fallos, y es una característica de fiabilidad del producto.

La función de tasa de fallas no tiene interpretación física directa, sin embargo, para valores suficientemente pequeños de t se pude definir como la probabilidad de fallo del componente en un tiempo infinitamente pequeño **dt** cuando en el instante **t** estaba operativo.

2.5 Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo. Curva de bañera

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

I.- Juventud. Zona de mortandad infantil.

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

Errores de diseño
Defectos de fabricación o montaje

Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta a punto deseada.

II.- Madurez. Periodo de vida útil.

Periodo de vida útil en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se remplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.

III.- Envejecimiento

Corresponde al agotamiento, al cabo de un cierto tiempo, de algún elemento que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento.
Estos tres periodos se distinguen con claridad en un gráfico en el que se represente la tasa de fallos del sistema frente al tiempo. Este gráfico se denomina “Curva de bañera” (figura 1).

Aunque existen hasta seis tipos diferentes de curva de bañera, dependiendo del tipo de componente del que se trate, una curva de bañera convencional se adapta a la siguiente figura:

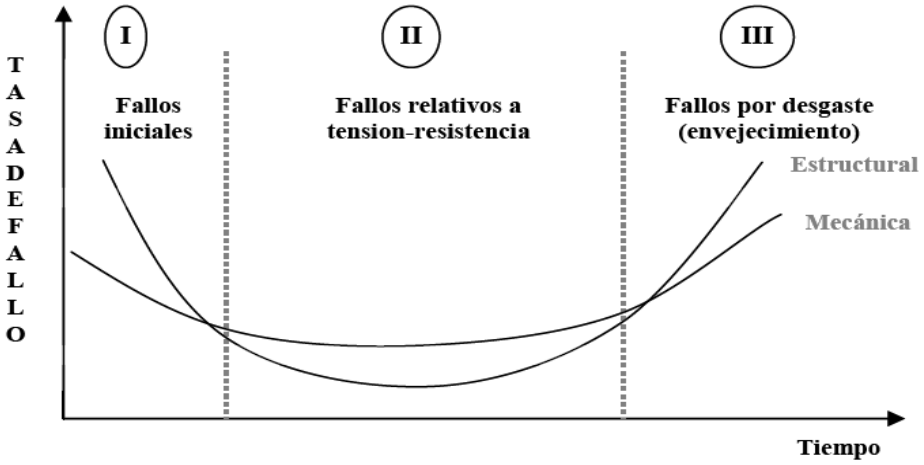


Figura 1. Curva de "bañera"

En una curva de la bañera de tipo convencional se aprecian las tres zonas descritas anteriormente:

I. Zona de mortandad infantil: Las averías van disminuyendo con el tiempo, hasta tomar un valor constante y llegar a la vida -útil. En esta zona fallan los componentes con defectos de fabricación, por lo que la tasa de averías disminuye con el tiempo. Los fabricantes, para evitar esta zona, someten a sus componentes a un "quemado" inicial ("burn-in" en inglés), desechando los componentes defectuosos. Este quemado inicial se realiza sometiendo a los componentes a determinadas condiciones extremas, que aceleran los mecanismos de fallo. Los componentes que pasan este periodo son los que nos venden los fabricantes, ya en la zona de vida útil.

II. Zona de vida útil, con tasa de fallos aproximadamente constante. Es la zona de mayor duración, en la que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se remplazan antes de que alcancen la zona de envejecimiento.

iii. Zona de envejecimiento: La que la tasa de averías vuelve a crecer, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características por el transcurso de tiempo. Aún con reparaciones y mantenimiento, las tasas de fallos aumentan, hasta que resulta demasiado costoso el mantenimiento.

2.6 Tiempo medio entre fallas (MTBF)

En la práctica, la fiabilidad se mide como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallos consecutivos (*Mean Time Between Failures;* ***MTBF***).

Por ejemplo si disponemos de un producto de **N** componentes operando durante un periodo de tiempo **T**, y suponemos que en este periodo han fallado varios componentes (algunos en varias ocasiones), para este caso el componente i-ésimo habrá tenido $\mathbf{n_i}$ averías, luego el número medio de averías para el producto será:

$$\bar{n} = \sum_{i=0}^{N} \frac{n_i}{N}$$

Siendo el **MTBF** el cociente entre ***T*** y $\bar{n}$, es decir:

$$MTBF = \frac{T}{\bar{n}}$$

2.7 Tiempo medio hasta la avería (MTTF)

El tiempo medio hasta la avería (*Mean Time To Failure;* ***MTTF***), es otro de los parámetros utilizados, junto con la tasa de fallos **(t)** para especificar la calidad de un componente o de un sistema.

Por ejemplo si se ensayan **N** elementos idénticos desde el instante **t=0**, y se miden los tiempos de funcionamiento de cada uno hasta que se produzca alguna avería. Entonces el **MTTF** será la media de los tiempos ti medidos, es decir:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}$$

2.8 Modelos matemáticos de distribución de probabilidad de fallas

2.8.1 Ley exponencial de fallas. Tasa de fallas constante.

La distribución exponencial juega un papel fundamental en la teoría y la práctica de la fiabilidad, porque describe con exactitud las características de fallo de muchos equipos en funcionamiento.

En el caso de que la tasa de fallos sea constante, su expresión es: **λ (t) =λ**

La probabilidad de que una unidad que está trabajando falle en el próximo instante es independiente de cuánto tiempo ha estado trabajando. Esto implica que la unidad no presenta síntomas de envejecimiento. Es igualmente probable que falle en el instante siguiente, cuando está nueva o cuando no lo está.

En este caso, la función de fiabilidad correspondiente se puede escribir como:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Por lo tanto la función de distribución F(t) se expresa:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Y la función de densidad f(t):

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

2.8.2 Ley Weibull. Tasas de fallas crecientes y decrecientes.

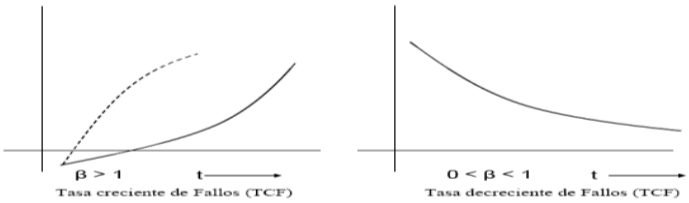
Una gran mayoría de los equipos reales no tienen una tasa de fallos constante, sino que es más probable que fallen a medida que envejecen. En este caso la tasa de fallos es creciente.

Por otra parte, también nos podemos encontrar con bienes que posean tasas de fallos decrecientes.
La función para tasas de fallos crecientes o decrecientes tiene la forma:

$$\lambda(t) = \alpha\beta t^{\beta-1}, \ siendo \ \ \alpha \ \ y \ \ \beta > 0$$

En este caso, **λ (t)** es una función polinomial en la variable **t**, que depende de los dos parámetros **a y B .**

Cuando **B> 1, λ (t)** es creciente.



Cuando **0 <B< 1, λ (t)** es decreciente

Esta forma de **(t)** da como resultado una expresión para la función de fiabilidad **R (t):**

$$R(t) = e^{-\alpha t}\beta \ \ para \ \ toda \ \ t \geq 0$$

Es decir:

$$F(t) = 1 - e^{-\alpha t}\beta \ \ para \ \ toda \ \ t \geq 0$$

Con frecuencia se cumple que las funciones empíricas de frecuencia de fallo se aproximan mucho a la descrita mediante la distribución de Weibull.

Cuando B= 1 la distribución de Weibull es igual a la exponencial.

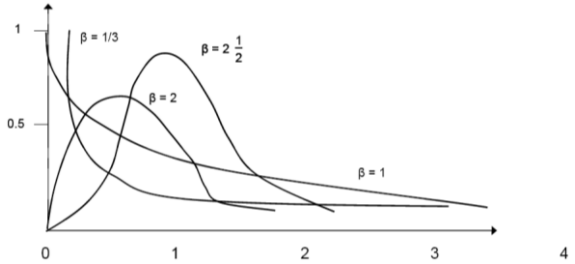


Figura 2. Densidades de Weibull para distintos valores

2.9 Fiabilidad de sistemas

El problema básico de la fiabilidad de sistemas consiste en el cálculo de la fiabilidad **R(t),** a partir de las fiabilidades **R_1(t), R_2 (t), ... , R_n(t)** de sus componentes.

A continuación se desarrollan las configuraciones básicas más usuales con la que se suelen encontrar distribuidos los componentes en un sistema:

Sistemas en serie

Se denomina sistema en serie a aquél por el cual el fallo del sistema equivale al de un solo componente, es decir, el sistema funciona si, todos los componentes funcionan correctamente.

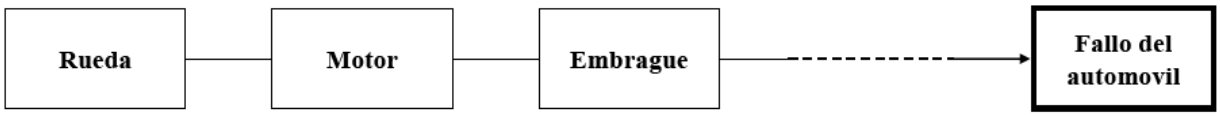


Figura 3. Ejemplo clásico de un sistema en serie. Caso sencillo de un automóvil

Para **"n"** componentes en serie la fiabilidad del sistema será:

$$R(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t)$$

En una configuración en serie, la fiabilidad se puede aumentar mediante:

- Reducción del número de componentes.
- Elección de componentes con una tasa de fallos baja, o lo que es lo mismo, con una fiabilidad elevada.
- Aplicación a los componentes de unos esfuerzos adecuados

Sistemas en paralelo

Un sistema en paralelo se caracteriza porque el sistema falla si todos los componentes fallan en su operación. Siendo la probabilidad de que se presente este evento el producto de probabilidades de los eventos componentes, se deriva que no su fiabilidad es el producto de las no fiabilidades de su **n** componentes, o sea:

$$F(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot \ldots \cdot F_n(t)$$

Y de aquí resulta:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Luego la fiabilidad del sistema es:

$$R(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - R_i(t))$$

De esta expresión se deducen una gran cantidad de casos particulares.

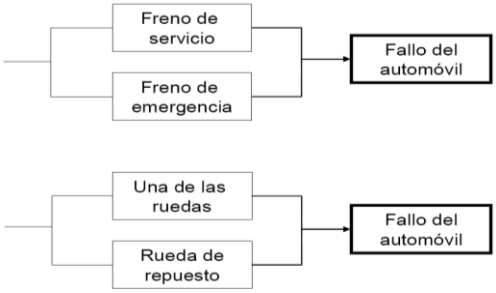


Figura 4. Ejemplo de sistema en paralelo. Fallo en el automóvil

La característica inherente al modelo paralelo se llama ***redundancia***: Es decir existe más de un componente para desempeñar una función dada. La redundancia puede ser de dos clases:

Redundancia activa.- En este caso, todos los elementos redundantes están activos simultáneamente durante la misión.

Redundancia secuencial (llamada también stand-by o pasiva).- En esta ocasión, el elemento redundante sólo entra en juego cuando se le da la orden como consecuencia del fallo del elemento primario. Hasta que llega ese momento el elemento redundante ha permanecido inactivo, en reserva, pero ha podido estar:

-Totalmente inactivo (Ejemplo: La rueda de repuesto de un automóvil)

-Energizado total o parcialmente (Ejemplo: Un grupo electrógeno)

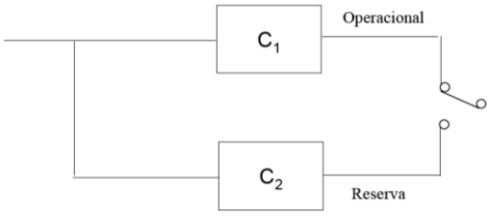


Figura 5. Ejemplo de un sistema redundante en espera

La fiabilidad de un sistema en reserva formado por dos componentes (el operacional y el de reserva) como se muestra en la Figura 5 es la probabilidad de que la unidad operacional funcione correctamente durante el tiempo t, o bien de que habiendo fallado en el tiempo $\mathbf{t_1}$, la unidad en reserva no falle al entrar en funcionamiento y continúe operando con éxito hasta que haya transcurrido el tiempo que hay entre $\mathbf{t_1}$ y **t.**
De ese modo la fiabilidad **R(t)** del sistema será:

$$R(t) = R_1(t) + F(t_1) \cdot R_2(t-t_1)$$

Donde:

R_1 (t): Fiabilidad de la unidad operacional en el tiempo **t.**

F (t1): Probabilidad de fallo de la unidad operacional en el tiempo **t_1.**

R_2 (t - t_1): Probabilidad de fallo de la unidad de reserva en el tiempo **t - t_1**

2.10 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad es una característica inherente a un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica.

Así, la mantenibilidad podría ser expresada cuantitativamente, mediante el tiempo **T** empleado en realizar la tarea de mantenimiento especificada en el elemento que se considera, con los recursos de apoyo especificados. Intervienen en la ejecución de estas tareas tres factores:

***Factores personales*:** Habilidad, motivación, experiencia, capacidad física, etc.

***Factores condicionales*:** Representan la influencia del entorno operativo y las consecuencias que ha producido el fallo en la condición física, geometría y forma del elemento en recuperación.

***El entorno*:** Temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibración, momento del día, viento, etc.

Consecuentemente, la naturaleza del parámetro **T** para la tarea de mantenimiento también depende de la variabilidad de estos parámetros.

T= f *(factores personales, condicionales y ambientales)*

Ante esta situación, el único camino posible en el análisis de mantenibilidad es recurrir a la teoría de probabilidades.

Existe cierto paralelismo entre el estudio estadístico de la fiabilidad y el de la mantenibilidad.

- La variable aleatoria en el tiempo es “la duración de la intervención”
- La densidad de probabilidad del tiempo de reparación se llama **g(t)**
- La función Mantenibilidad **M(t)** es la probabilidad de reparación de una duración **T < t**

$$M(t) = P(T < t)$$

λ (t) es la función de tasa de reparación y es igual a:

$$\mu(t) = \frac{g(t)}{1 - M(t)}$$

2.11 Media de los tiempos técnicos de reparación (MTTR)

En la práctica la tasa de reparación se puede medir a través de la Media de los tiempos técnicos de reparación (Mean Time To Repair **MTTR**).

2.12 CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO. DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido.

Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento.
Suponiendo que la tasa de fallos y la tasa de reparación son constantes:

Tasa de fallos **=8(t) = λ**
Tasa de reparación **=*u*(t) = *u***

Entonces:

MTBF = 1 / λ (Tiempo medio entre fallos)
MTTR = 1 / *u* (Tiempo medio de reparación)
A (Availability): Disponibilidad del sistema

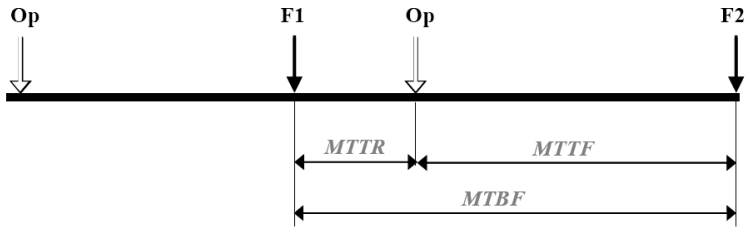


*Figura 6. Relación entre el tiempo medio de reparación **(MTTR),** tiempo medio hasta la avería **(MTTF)** y tiempo medio de reparación **(MTBF)***

En la Figura 6 se muestra un ciclo de operación, **"Op"** indica el instante en que el elemento, producto o sistema comienza a estar operativo. **Fl** y **F2** muestran los instantes en que se producen los fallos 1 y 2 respectivamente.

Luego, de acuerdo a la Figura 6 podemos expresar la disponibilidad **(A)** así:

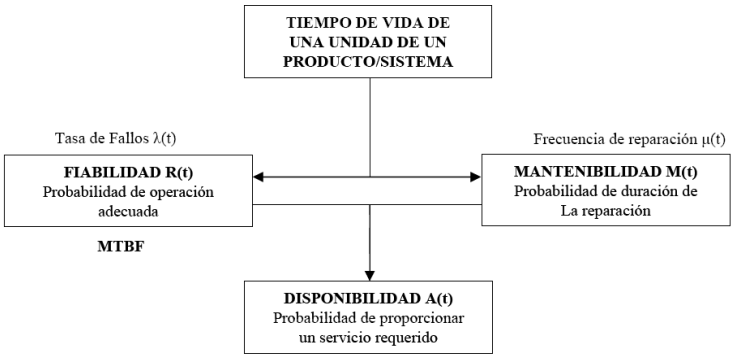
$$A = \frac{Tiempo \quad total \quad en \quad condiciones \quad de \quad servicio}{Tiempo \quad total \quad del \quad intervalo \quad estudiado}$$

$$A = \frac{K \cdot MTBF}{K \cdot (MTBF + MTTR)} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\mu}} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$$

K: Representa el número de ciclos-reparación.

Anteriormente, son determinantes de la disponibilidad.

MANTENIBILIDAD M(t) Probabilidad de duración de La reparación como se ve en la expresión anterior, se tendría una disponibilidad del **100%** ante un fallo si el **MTTR=0,** es decir que no se tardase casi nada en reparar un fallo, lo cual no se cumple (sería ideal), pero se aspira a ello. Tanto la fiabilidad como la mantebilidad estudiadas anteriormente, son determinantes de la disponibilidad.



La disponibilidad del producto durante un periodo de utilización prefijado, llamada calidad de funcionamiento, está en función de la fiabilidad y de la mantenibilidad del mismo.

Actualmente, es política común de los ingenieros de diseño, incluir en el DISEÑO DEL PRODUCTO innovaciones constantes que generen un aumento tanto de la fiabilidad como de la mantenibilidad, con la finalidad de generar ahorros para los futuros Costos de Post-Venta (como en el servicio de mantenimiento).

2.13 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Introducción

Una planta compleja puede ser dividida, atendiendo a su funcionalidad, en tres niveles distintos. La delegación de responsabilidad para las decisiones de reparación o sustitución de un nivel en particular es distinta entre plantas, pero los gestores de más alto nivel son los responsables de las decisiones sobre la sustitución de unidades y los gestores de mantenimiento son los responsables de la sustitución o reparación de los equipos y sus componentes.

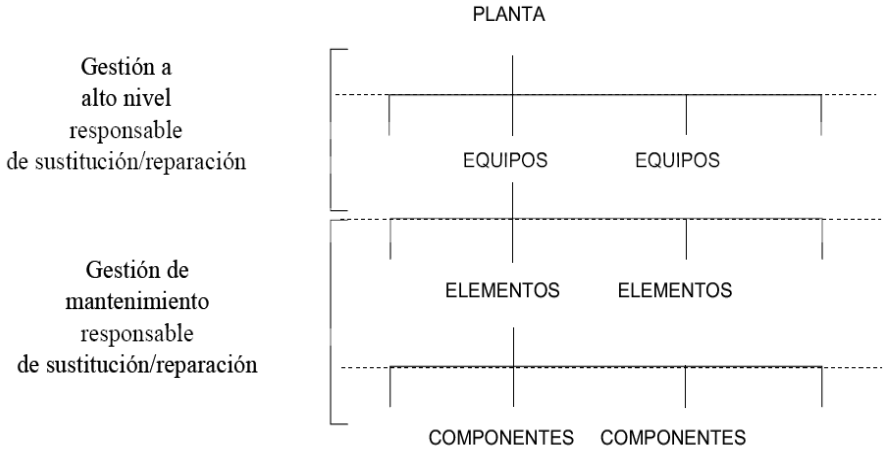


Figura 7. Relación entre la estructura de la planta y la cadena de toma de decisión

Esta división de responsabilidad es obligada dado que la estrategia de sustitución de los equipos se ve influida tanto por factores externos (la mayoría a largo plazo), tales como obsolescencia, ventas y costo del capital, como por factores internos (la mayoría a corto plazo), como el costo de mantenimiento y el costo de operación.

En consecuencia, la sustitución de unidades se puede considerar como parte de la estrategia corporativa. Sin embargo, se necesita un plan de mantenimiento, a menor plazo, para el mantenimiento de las unidades, mediante la adopción de las políticas de mantenimiento apropiadas (Por. ejemplo, reparación, sustitución, modificación, etc.) para los equipos y componentes.

Estrategia y plan están interrelacionados ya que el costo de mantenimiento influye sobre la sustitución de la unidad, la cual, a su vez, influye en el plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento debería establecer unas bases racionales para poder formular un programa de mantenimiento preventivo y debería así mismo estipular las líneas maestras del mantenimiento correctivo.

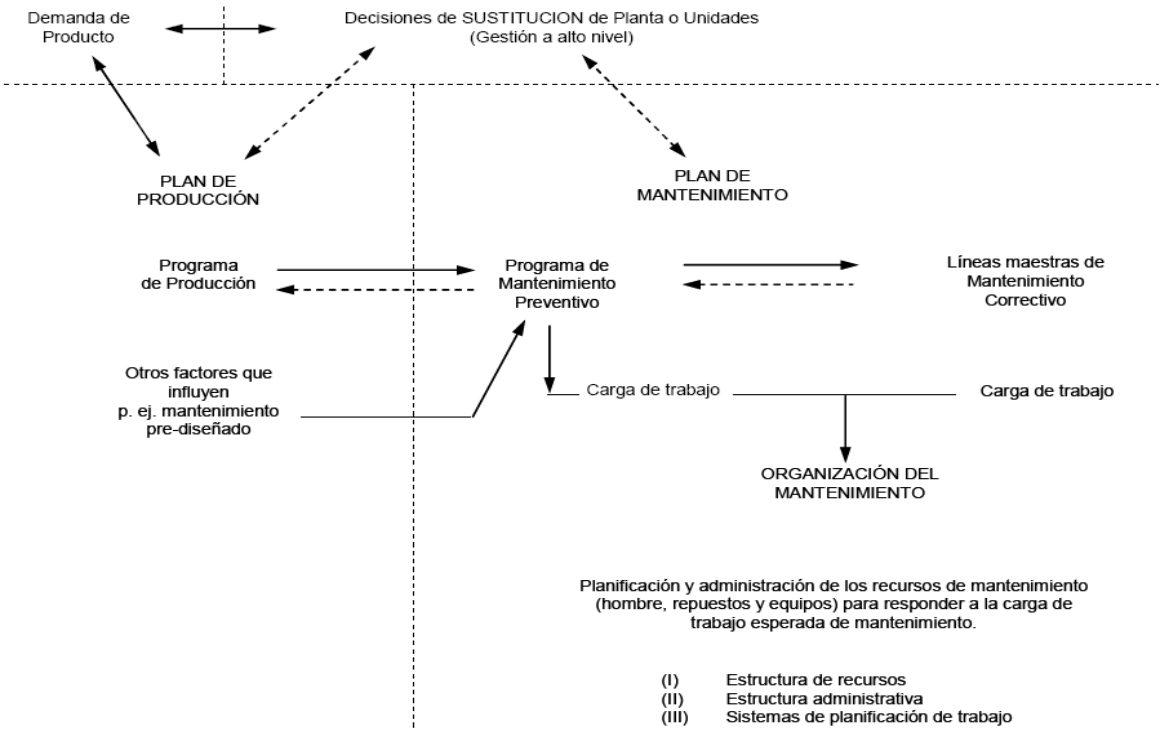


Figura 8. Aproximación sistemática para la formulación de un plan de mantenimiento

2.14 Políticas de Mantenimiento: Preventivo y Correctivo

Para cada equipo de una planta pueden formularse varias políticas de mantenimiento, individualmente o en combinación. La suma racional de tales políticas especificadas, para el total de la planta, constituye el plan de mantenimiento.

Las acciones que pueden llevarse a cabo antes de producirse el fallo serán preventivas. Las que se lleven a cabo después, correctivas.

Debido a que, por definición, las acciones de mantenimiento preventivo son determinísticas, pueden ser programadas y realizadas generalmente por separado, según un programa de mantenimiento preventivo.

Debido a la naturaleza probabilística del fallo, y la incertidumbre que rodea a la toma de decisiones en mantenimiento correctivo, éste no puede ser programado. Sin embargo, para unidades críticas resulta esencial que las líneas maestras del mantenimiento correctivo están formuladas para poder llevar a cabo la toma de decisiones después del fallo.

Para poder planificar el mantenimiento es necesario conocer las diferentes políticas de trabajo que se pueden seguir para realizar dicho mantenimiento:

2.14.1 Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo

Esta política será efectiva sólo cuando el modelo de fallo del elemento dependa claramente del tiempo, esperándose que el elemento se agote en el intervalo de vida de la unidad y cuando los costos totales (directos e indirectos) de su sustitución sean mucho menores que los de fallo y reparación. Es decir, cuando el elemento pueda ser clasificado como de fácil sustitución.

Esta política no es apropiada para equipos de difícil sustitución porque:

Cuanto más complicado sea el elemento, menor posibilidad habrá de que su patrón de fallo dependa claramente del tiempo.

Los elementos complejos son caros de sustituir o reparar y además muestran posteriores problemas de “mantenimiento por manipulación”.

2.14.2 Mantenimiento según condición

El momento oportuno para llevar a cabo el mantenimiento correctivo se debe determinar monitorizando alguna condición, aunque no siempre es fácil encontrar un parámetro fácilmente moni toreable que muestre el deterioro del equipo.

En el caso de que sí se pueda, se reduce, o incluso se elimina, el factor probabilístico en la predicción del fallo, maximizándose la vida del elemento y minimizándose las consecuencias del fallo. Sin embargo, el mantenimiento basado en el estado o condición puede ser costoso el tiempo e instrumentación.

La conveniencia de esta política y su periodicidad dependerá de las características de deterioro del equipo estudiado y de los costos que éste implica.

En el extremo más simple, los equipos de fácil sustitución, como puede ser una pastilla de freno, pueden comprobarse a intervalos cortos y con poco costo. En el extremo contrario, los equipos de difícil sustitución, por ejemplo, un motor, pueden requerir un desmontaje completo para su inspección visual, pero con este tipo de equipos se pueden utilizar técnicas de monitorización de vibraciones, pulsos de choque, análisis de aceite, termografías. El alto costo de instrumentación se justificará por los elevados costos de reparación o por las pérdidas de indisponibilidad.

2.14.3 Mantenimiento de oportunidad

Este término se aplica a acciones de mantenimiento realizadas después del fallo o durante reparaciones realizadas a intervalo fijo o según el estado, pero en otros elementos de aquéllos que eran la causa principal de su reparación.
Esta política es la más apropiada para los elementos de difícil sustitución o en funcionamiento continuo, con altos costos de paros y/o de indisponibilidad.

2.14.4 Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo no sólo aparece cuando un elemento falla, sino también cuando es indicado por criterio basado en la condición. La tarea básica es establecer la forma más económica de restaurar la unidad a un estado aceptable. Por ejemplo, para el fallo de un elemento de difícil sustitución las alternativas pueden ser las siguientes:

***Reparación in-situ*:** Desmontaje en el punto de operación y sustitución de los componentes defectuosos. Esto puede llevar a indisponibilidad de la unidad o de la planta.

***Sustitución del elemento completo*:** Por otro nuevo o reacondicionado. Esto minimiza la indisponibilidad. El elemento retirado puede ser reparado, reacondicionado o desechado en las instalaciones de mantenimiento.

Muchos son los factores que influyen en la elección reparación-sustitución. Los más importantes son el coste de indisponibilidad, el tiempo de reparación comparado con el de sustitución, la disponibilidad y el coste de los recursos. Todos estos factores están en continuo cambio, y esto, junto con las múltiples causas posibles de defecto y las múltiples posibilidades de reparación, hace que el plan de mantenimiento correctivo sólo pueda proporcionar una guía para ayudar a la toma de decisión.

2.14.5 Mantenimiento modificativo

En contraste con las políticas anteriores, cuyo objetivo es minimizar los defectos del fallo, el mantenimiento modificativo intenta eliminar la causa del fallo. Claramente, esto implica una acción de ingeniería en vez de mantenimiento. Pero habitualmente es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

Es una política habitual en áreas de alto costo de mantenimiento que existen debido a su mal diseño o porque el equipamiento está siendo utilizado fuera de sus especificaciones de diseño.

2.15 Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento de una planta deberá elaborarse a partir de la selección de la mejor combinación de las políticas enumeradas para cada elemento, coordinándolas para conseguir el uso óptimo de los recursos y el tiempo.

Idealmente, las acciones preventivas y correctivas para cada unidad de la planta deberían estar especificadas con cierto detalle por los fabricantes. Esto raramente se da en los equipo de difícil sustitución en los que el mantenimiento es caro y probabilista.

La gran cantidad de factores que influyen en la selección de la política de mantenimiento, hacen que sea necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo. Las etapas de este procedimiento se explican a continuación:

2.15.1 Clasificación e identificación de los equipos

Esta etapa es importante, pero habitualmente tediosa y difícil debido al volumen del trabajo y a la complejidad y tamaño de los equipos. Una buena clasificación de los equipos es la que se basa en su reemplazabilidad y función. El sistema de identificación más simple es el que se basa en la codificación numérica.

2.15.2 Recogida de información

La recogida de información que pueda ser relevante para la planificación del mantenimiento es esencial para todos los equipos de la planta. Debido a que el mantenimiento es inseparable de la producción es inevitable que la información más relevante sea: Modelo de producción (funcionamiento continuo, fluctuante o intermitente) y la naturaleza del proceso.

Una vez obtenida la información será posible elaborar un programa para cada equipo y para cada periodo considerado, del tiempo estimado disponible para mantenimiento que no conlleve pérdida de producción.

Otras informaciones (la mayoría de las cuales pueden ser proporcionadas por el fabricante) que pueden ser necesarias para cada elemento son:

Recomendaciones de mantenimiento de los fabricantes: Acciones, periodicidades, etc.

Factores de equipamiento (que ayuden a estimar la carga de trabajo de mantenimiento):

Características de fallo: tiempo medio a fallo, modo de fallo.

Características de reparación: Tiempo medio de reparación, tiempo tras el fallo antes de que la planta se vea afectada, nivel de redundancia.

Factores económicos (que ayuden a la predicción de las principales unidades críticas: Consecuencias del fallo, coste de sustitución antes del fallo, costo de material del equipo, costo de monitorización.
Factores de seguridad (que impones restricciones a la decisión): Internos, medio ambientales, legislación y reglamentos.

2.15.3 Selección de la política

La mejor política para cada equipo puede ser determinada, primero, identificando las políticas que sean efectivas y, después, decidiendo cuál es la más deseable. La elección dependerá de muchos factores y el criterio de decisión normalmente será el de costo mínimo, probado que se cumplan los criterios de seguridad, legales y otros.

***Equipos de fácil sustitución*:** El fabricante suele recomendar un programa detallado de acciones, periódicas y recursos necesarios. El problema será normalmente, hacer la mejor programación del gran número de diferentes acciones (para la totalidad de la planta) para poder coordinar los recursos y ajustarlos a los tiempo de paros previstos.

***Equipos de difícil sustitución*:** Los factores principales de equipamiento, seguridad y costo pueden ser clasificados en orden de importancia, y normalmente eso será todo lo necesario para seleccionar la mejor política de mantenimiento.

***Equipos no sustituibles*:** Debido a que no se esperan que fallen, se deben asumir que no necesitan ninguna acción concreta. Sin embargo, en el caso anormal de que falle, dicho fallo deberá ser registrado, analizado, y cuando sea necesario se identificará la política de mantenimiento apropiada o la modificación de su diseño.

Resumiendo:

La política de sustituciones a intervalo fijo es normalmente la más útil para los equipos de fácil sustitución, de bajo costo.

La política de mantenimiento basado en condición es normalmente la más útil para los equipos de difícil sustitución, de alto costo.

En todos los equipos que tengan alto costo de mantenimiento, sustituibles o no, deberá considerarse la modificación de su diseño.
Cuando no sea efectiva, o deseable, ninguna acción de mantenimiento preventivo o modificativo, el equipo se operará hasta su fallo.

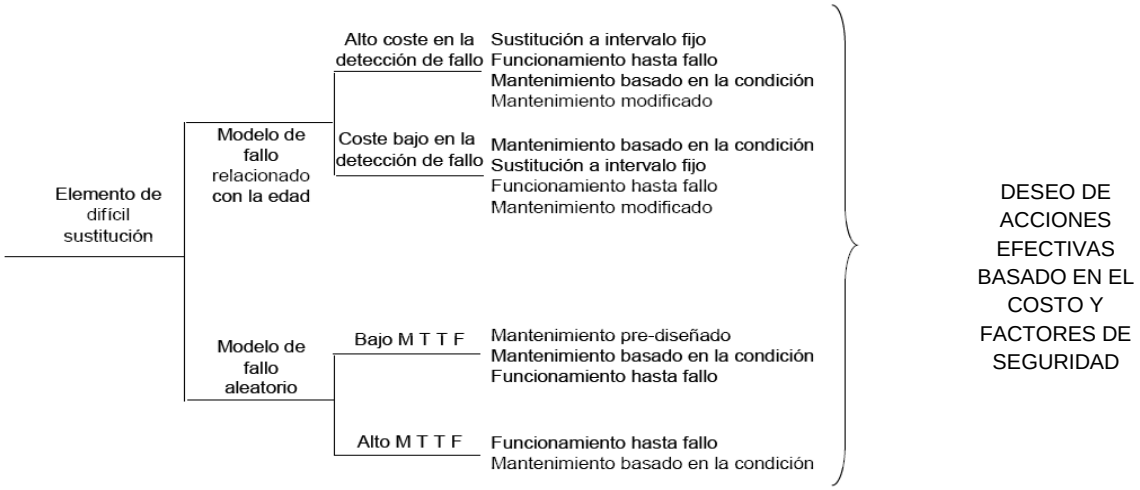


Figura 9. Selección de las políticas de mantenimiento para ítems de planta complejos

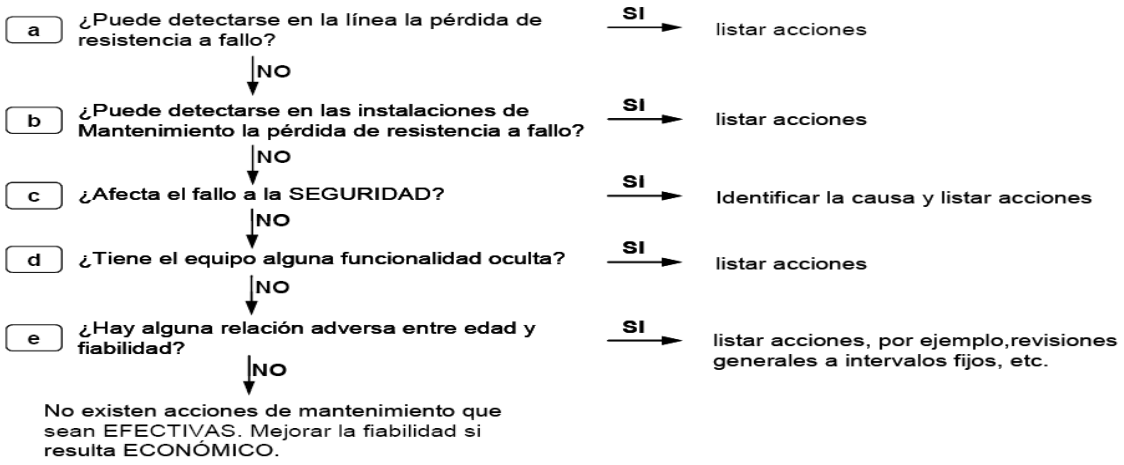


Figura 10. Diagrama de toma de decisión – valoración de la potencial efectividad de las acciones de mantenimiento

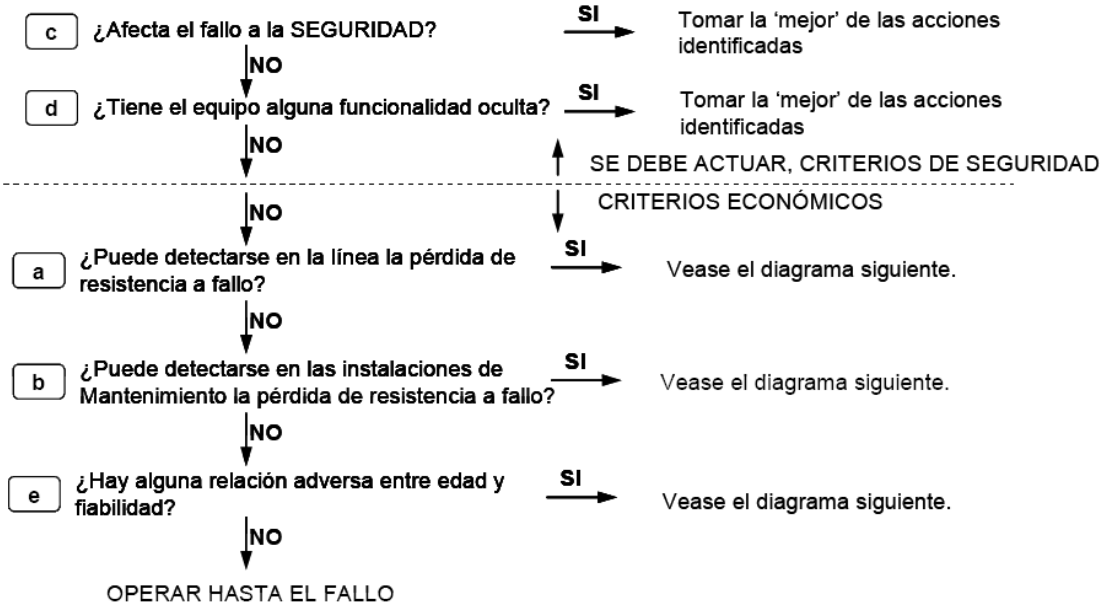


Figura 11. Diagrama de toma de decisión – valoración de la necesidad de las políticas de mantenimiento identificadas como efectivas

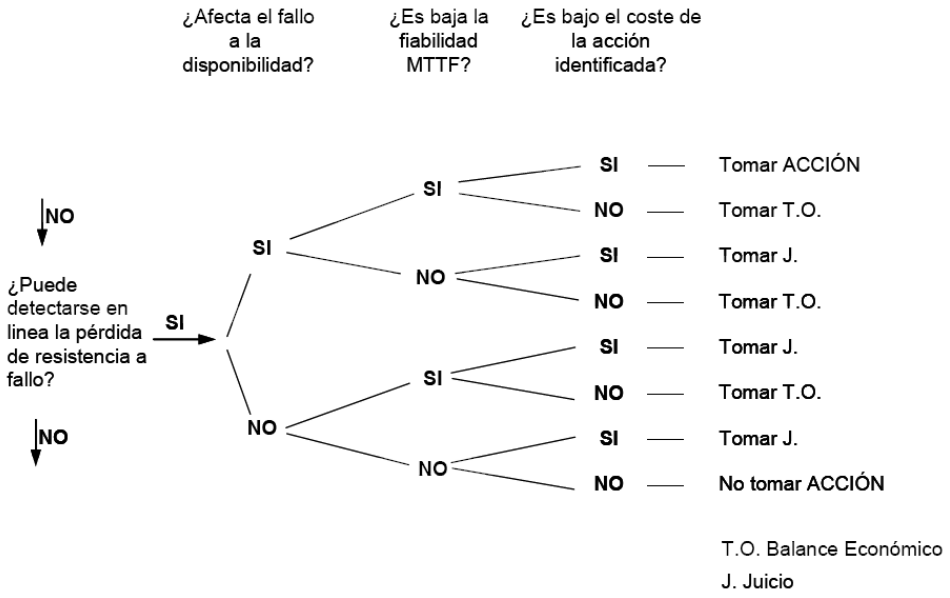


Figura 12. Diagrama de toma de decisión – determinación de la mejor política

2.15.4 Programa de Mantenimiento Preventivo

Cuando los análisis individuales estén terminados, entonces se examinarán las acciones relacionadas y las periódicas en conjunto, con el objeto de encontrar oportunidades de coordinación (mediante la programación conjunta, en periodos fijos, de todas las acciones a realizar sobre un grupo de equipos o en una unidad).

Esto llevará a un compromiso entre los programas individuales óptimos, el uso más económico de la mano de obra y la máxima disponibilidad de la planta.

Estos periodos predeterminados deberán tener una tolerancia en tiempo para admitir contingencias tales como la incertidumbre en la planificación de producción.

De este análisis resultan los programas de inspección, de lubricación, de otros servicios y de las revisiones generales.

2.15.5 Programa de Mantenimiento Correctivo

Cuando la planta es nueva, incluso después de haber realizado los análisis mencionados con anterioridad, resulta difícil predecir el nivel y la naturaleza de la carga de mantenimiento correctivo. Durante la vida inicial de la planta la predicción es muy imprecisa y dependerá fundamentalmente de la información proporcionada por los fabricantes y de la experiencia de los ingenieros de planta.

Obviamente, esta predicción mejorará con la vida de la planta y, en consecuencia, la carga de mantenimiento correctivo podrá ser planificada con mayor precisión.

La decisión crítica a este respecto es fijar el nivel de repuestos en existencias. Cuanto más se tengan, menor será el costo de indisponibilidad en caso de fallo, y además será más fácil organizar el mantenimiento correctivo; pero por otro lado, los costos de inmovilizado serán cada vez mayores.

El problema del gestor de mantenimiento es minimizar la suma de estos costos, para lo que es esencial identificar las unidades o los equipos críticos en la planta y asegurarse de que se adopta el mejor plan de mantenimiento correctivo.

2.16 MANTENIMIENTO SEGÚN CONDICIÓN O ESTADO

El mantenimiento realizado en base al deterioro significativo de un equipo, señalado por la variación de un parámetro controlado e indicativo del funcionamiento o rendimiento de dicho equipo, se denomina “Mantenimiento según condición o estado”, también llamado “Mantenimiento Predictivo”.

El mantenimiento según condición difiere del mantenimiento por avería (correctivo) y del realizado a plazo fijo en que requiere el control de algún parámetro indicativo del funcionamiento del equipo a mantener.
En general, el mantenimiento según condición será más eficiente y flexible que cualquiera de los otros tipos de mantenimiento. Cuando haya indicación de deterioro se puede programarla parada del equipo con anterioridad al fallo. Por otra parte, se puede reducir la cantidad de piezas sustituidas innecesariamente con carácter preventivo; mientras que si las consecuencias del fallo son catastróficas, la condición o parámetro controlado puede ser empleado para indicar un posible fallo inminente antes de que la probabilidad del mismo sea significativa.

Existen dos razones fundamentales para, en ciertas circunstancias, no aplicar el mantenimiento según condición. Primera, no todas las causas de fallo de la planta pueden ser detectadas con antelación. Si la causa más probable de fallo de una unidad cae en esta categoría la monitorización de condiciones será de poco valor. Segunda, el control de condición es por su propia naturaleza, costoso en mano de obra, o en equipos, o en ambos.

Únicamente si el costo de monitorización es inferior a la reducción esperada en los costos de la mano de obra de mantenimiento y de la indisponibilidad, o si la seguridad personal es un hecho relevante, es beneficioso aplicar el mantenimiento según condición.

2.17 Tipos de control o condición de estado

El control de condición o estado se divide en dos clases:

Control que puede llevarse a cabo sin interrupción de la operación del equipo

Control que requiere la parada del equipo, o al menos alejarse de sus condiciones normales de funcionamiento

2.18 Métodos de control o condición de estado

La mayoría de las técnicas de control de condición o estado suponen la aplicación sistemática de los métodos comúnmente aceptados de diagnosis de fallos. El número de métodos aplicados es muy amplio. Ciertos métodos tienden a ser asociados con determinadas plantas o industrias en particular. A continuación se detallan los métodos más comunes.

2.18.1. Técnicas de control con maquina en producción

Inspección visual, acústica y al tacto de los componentes accesibles

La holgura de los componentes accesibles no rotativos se detecta rápidamente. Los restos de material por desgaste o corrosión, procedentes de las juntas de fricción tales como las uniones atornilladas, remachadas o embutidas, son un claro síntoma de holgura.
Un desplazamiento relativo tan pequeño como 1mm en la interface entre dos componentes puede percibirse por el tacto de los dedos.

Se puede aplicar una laca frágil sobre la junta para obtener una señal del desplazamiento relativo entre las partes.

El movimiento entre componentes puede detectarse acústicamente y las juntas con holgura responden al golpeteo con un sonido apagado y muy amortiguado.

Las partes internas inaccesibles de las máquinas se pueden examinar usando la inspección boroscópica u otras técnicas ópticas.

Control de la temperatura

Las variaciones frecuentes de la temperatura de un equipo se pueden monitorizar fácilmente. Los sensores de temperatura son los termómetros, termopares, termistores, pinturas y polvos térmicos y cámaras de infrarrojos.

Dos ejemplos donde el monitorizado de temperatura nos alerta de problemas mecánicos son la temperatura del lubricante de salida de cojinetes y la temperatura del agua de refrigeración de la máquina

Control del lubricante

La utilización de filtros magnéticos en la salida en las unidades de lubricación es de toda conocida. La existencia de partículas magnéticas de material da información del estado de las superficies de las partes desgastadas de los cojinetes. Examinar el aceite y los filtros revelará la existencia de partículas en suspensión o depositadas en los filtros.

Tanto el desgaste de un nuevo tren de engranajes como el inicio de la fatiga en el contacto están acompañados de pérdida de material. Pero la forma de las virutas es muy distinta en ambos casos.

Detección de pérdidas

Se dispone de varias técnicas para la detección de fugas que incluyen los métodos de agua jabonosa. El uso de preparados específicos puede hacer el método más efectivo, capaz de detectar pérdidas tan insignificantes como 1 l/s.

Monitorizado por vibraciones

Este método puede utilizarse para detectar una amplia gama de fallos en la maquinaria, teniendo una aplicación más amplia de control que cualquier otra técnica.

Por ejemplo, la medida de vibraciones cerca de los cojinetes de la máquina puede detectar y diferenciar entre desequilibrio, des-alineamiento del eje, fallo de cojinetes, fallo en engranajes y otro elemento de transmisión, desgaste, cavitación y numerosos fallos más.

Aunque los métodos básicos de monitorización son simples, en muchos casos se puede extraer una gran cantidad de información procedente de las medidas si se aplican las técnicas de procesado de señal.

Control de ruidos

Además de en la detección de sonidos espaciales, como los generados por las fugas, el control de ruidos se puede aplicar de la misma forma que la monitorización de vibraciones. Sin embargo, aunque un ruido es indicador del estado de un equipo, éste se origina a partir de la vibración de alguna parte de dicho equipo, por lo que normalmente es más efectivo monitorizar la vibración original.

Control de corrosión

Algunos dispositivos eléctricos cambian su resistencia a medida que progresa la corrosión. Usando probetas especiales se puede medir la velocidad de corrosión a partir de la resistencia de polarización de la probeta, ya que la simple medida del potencial entre el electrodo de referencia y el sistema indicará si existe corrosión.

2.18.2. Técnicas de control con maquina en paro

Inspección visual, acústica y al tacto de las partes en movimiento o inaccesibles

El estado de la mayoría de los componentes de las transmisiones puede examinarse visualmente de una forma rápida, así por ejemplo el estado superficial de los dientes de los engranajes nos ofrece mucha información.

Los problemas de sobrecarga, fatiga, desgaste y pobre lubricación de los engranajes pueden diferenciarse a partir del aspecto de sus dientes.

Detección de fisuras

La mayoría de los fallos importantes están precedidos por el crecimiento de una grieta a partir de un punto de concentración de tensiones o de un defecto del material en la superficie del componente. Los fallos por fatiga generalmente aparecen sin aviso. Sin embargo, lo que ocurre es que los inicios de las fisuras no son normalmente visibles en una inspección somera.
Para superar estas dificultades se han desarrollado varias técnicas de detección de fisuras.

1. *Ensayo de líquidos penetrantes en la superficie de las fisuras*: Las fisuras hasta tamaño de 0,025 m se pueden observar a simple vista.

2. *Ensayo de pulverizado de partículas magnéticas*: Una fisura u otro defecto que cruza las líneas del campo magnético (que se induce localmente en la superficie del material utilizando imanes tipo –U) origina que el polvo magnético se localice alrededor de la grieta sobre la superficie. La existencia de este campo y, por tanto, la fisura se localiza utilizando las partículas magnéticas.

3. *Ensayo de resistencia eléctrica*: La presencia de la fisura aumentará la resistencia medida entre dos probetas en contacto con la superficie. A pesar de las dificultades con la superficie de contacto, este método puede usarse para detectar y medir la profundidad de las grietas.

4. *Ensayo de corrientes inducidas*: Una bobina por la que circula corriente situada cerca de la superficie induce corrientes de Foucoult en el material. Estas corrientes se detectan o por un cambio en la inductancia de la bobina generadora o en la de otra bobina. Aunque no es necesario disponer de una superficie suave y limpia, pueden aparecer problemas de interpretación de resultados.

5. *Ensayo de ultrasonidos*: Los ultrasonidos generados en la superficie del equipo se reflejarán en cualquier superficie en el trayecto del sonido en el caso de detectarse algún fallo. El tiempo de retraso entre la generación del pulso del sonido y la detección de la reflexión proporciona una medida de la distancia de la superficie a la fuente. El rango de operación normal en acero se encuentra entre 0,5 y 300 mm.

6. ***Examen radiográfico*:** Las imperfecciones pueden fotografiarse utilizando Rayos X o gamma con una fuente radioactiva y material fotográfico especial. Se pueden detectar fisuras y un cambio de espesor del 2%. El espesor suele limitarse a 50 mm. El método puede requerir desmantelar la unidad a examinar y plantea problemas asociados con la protección del personal a las radiaciones.

Detección de fugas

La detección por ultrasonidos puede aplicarse a las unidades fuera de servicio colocando un generador ultrasónico en el interior del equipo que se examina.

Ensayo de vibraciones

La respuesta de un sistema a una vibración puede revelar mucha información. Uno de los ensayos más comunes para máquinas rotativas es el de "RUN-DOWN" que se realiza cuando se está procediendo a la reducción de la velocidad que antecede a la parada total y que aplica el efecto de amplificación de las vibraciones cuando el sistema entra en resonancia.

Control de corrosión

Además de los métodos descritos en servicio, el avance de la corrosión se puede determinar instalando probetas en el equipo y retirándolas periódicamente para su posterior medida y pesada. Las medidas de espesor por ultrasonidos detectarán el cambio en las dimensiones debidas a la corrosión.

2.18.3. Técnicas de control de condición de aplicación general

Sólo tres de las técnicas de control de condición descritas anteriormente pueden ser consideradas como verdaderos métodos de control de "aplicación general". Estas son el control de temperatura, de lubricación y de vibración. En cada uno de los tres, el parámetro que se está controlando contiene información que ha sido transmitida por la máquina.

Estas tres técnicas se describen con mayor detalle en apartados posteriores.

2.19 Control de lubricantes

No es posible examinar los elementos de trabajo de una máquina compleja en operación, ni tampoco conveniente desmontar la máquina. Sin embargo, el aceite que circula a través de esta máquina muestra las condiciones en que se hallan las partes de la misma con las que se encuentra durante su recorrido. Analizar el aceite y alguna de las partículas que arrastra, permite controlar el estado del equipo en carga o parada. Para ello se utilizan varias técnicas, algunas de ellas muy simples y otras que requieren ensayos laboriosos y equipos caros.

2.19.1. Técnicas de control de lubricantes

El examen de lubricantes puede revelar los residuos depositados, las partículas en suspensión o el estado del aceite propiamente dicho.

Residuos depositados

De las partículas arrastradas por el lubricante, las más grandes pueden ser recogidas en filtros o colectores magnéticos.

1. ***Filtros:*** La cantidad de residuos acumulados en un filtro se controla en operación midiendo la presión diferencial a través del filtro. La extracción del filtro, que se puede hacer con la máquina en marcha si está convenientemente diseñada, y el posterior análisis de los residuos con el microscopio para establecer su tamaño y contorno, y con un espectrómetro para determinar su composición, proporciona un método para detectar cambios significativos en alguno de los componentes que han estado en contacto con el Lubricante.

2. ***Colectores magnéticos de residuos*:** Son un medio adecuado para la recogida de componentes ferrosos. Las placas magnéticas pueden diseñarse para ser desmontadas fácilmente con la máquina en operación. El colector magnético se puede examinar sin extraerse, dando una indicación de la composición de los residuos.

Residuos en suspensión

Las partículas más pequeñas arrastradas por el lubricante permanecerán en suspensión. Está confirmado que el análisis de las partículas en suspensión avisa más rápido de daños en los componentes de la máquina. Para realizar las medidas cuantitativas hay que tener en cuenta las pérdidas de lubricante durante el funcionamiento y el efecto diluyente del relleno del aceite fresco sobre los residuos.

1. ***Análisis del aceite con espectrómetro (SOA)*:** La concentración de materiales de desgaste críticos en el aceite se determina por un espectrómetro de emisiones o con un espectrómetro atómico de absorción, y cualquiera de los dos pueden medir la concentración de los elementos. Sin embargo, sólo proporciona información acerca de la velocidad de formación y su composición porcentual, pero no proporciona información sobre su forma.

2. ***Análisis ferrográfico del aceite:*** Es un medio para decantar partículas magnéticas, de una muestra de aceite en substrato, distribuidas en función del tamaño. Las partículas pueden ser analizadas por concentraciones, tamaño, distribución y forma.

Estado del aceite usado

El aceite en sí mismo puede ser analizado más ampliamente como indicación de otras anomalías. Algunos de los síntomas y causas se muestran en la tabla siguiente:

Síntoma	*Causas*	*Acción*
Espuma	Exceso de agitación o paso bajo presión a través de restricciones	Revisar el sistema
	Contaminación por detergentes	Cambiar el aceite
Emulsión		
Se separa naturalmente	Agua mezclada	Drenar el agua
Se separa con centrifugación	Agua mezclada	Cambiar el aceite
Color oscurecido	Oxidación del aceite	Cambiar el aceite
	Exceso de temperatura	
	Combustión o existencia de otros productos en el aceite	

2.19.2. Anomalías detectadas mediante el control de lubricantes

Un cambio en la cantidad de los residuos recogidos indica un cambio en la condición de la máquina.

Durante la puesta en marcha, el porcentaje de recogida de residuos disminuirá con el tiempo a menos que ocurra un fallo.

Durante la vida normal, el porcentaje de residuos, su composición, tamaño y forma permanecerán constantes.

Cuando ocurra un cambio, el conocimiento de las variaciones en la composición de los residuos nos ayudará a determinar qué componente de la máquina ha cambiado.

Las partículas normales tienden a ser planas, mientras que las desprendidas por corte o abrasión suelen tener forma de espiral. La fatiga de superficie produce partículas angulares más largas.

Un análisis simple de la cantidad de residuos recogidos en filtros o placas magnéticas indicará daños en los cojinetes o superficies de deslizamiento, tales como engranajes u otros componentes de la transmisión. El uso de la espectrometría o ferrografía enriquecerán este control con datos que ayudarán en la determinación de los componentes dañados.

2.20 Control de temperatura

El control de la temperatura del componente de una máquina persigue uno de estos tres propósitos:

1. Permitir controlar manualmente la temperatura de un proceso o comprobar que está siendo controlada adecuadamente.

2. Detectar un incremento en la generación de calor debido a alguna disfunción, como por ejemplo un cojinete dañado.

3. Detectar cambios en la transmisión de calor de una máquina al exterior, causado por cambios en algunos de sus componentes tales como: Fallo en el circuito de refrigeración o deposiciones de ceniza en una caldera.

El primer punto se aplica con mucha frecuencia; sin embargo, el uso del control de la temperatura para la detección de disfunciones generales no es tan utilizado.

2.20.1. Localización de las medidas de temperatura

El control puede llevarse en un punto en el interior de un equipo, por ejemplo: temperatura del agua de caldera, de la superficie de un componente o un rodamiento. Las medidas superficiales suministrarán información más general sobre la generación de calor en una máquina, y sobre las vías de transmisión de calor a la superficie exterior o de intercambio de calor.

Desafortunadamente, la medida de temperatura superficial es más compleja que la de inmersión, dada la fuerte discontinuidad del perfil de temperaturas que habitualmente se presenta en la superficie y que es fácilmente modificado por la instalación de sensores de temperatura. Por lo tanto, los sensores para medición en superficies deben restringirse a pequeños dispositivos como termopares, o sensores sin contacto, como medidores por radiación.

2.20.2. Instrumentos para el control de temperatura

Sensores de contacto

Los instrumentos más ampliamente usados son aquéllos que toman la temperatura del cuerpo con el que están en contacto y transmiten dicha información. Pueden proporcionar la indicación de la temperatura de manera local o remota. También pueden tener alguna función como en el caso de los termostatos.

El sistema de sujeción del sensor afecta tanto a la precisión como al tiempo de respuesta, por lo que es importante un buen contacto térmico. La mejor forma para medir la temperatura de la superficie es incrustar o soldar el sensor al cuerpo. El tiempo de respuesta está relacionado con el volumen del sensor, por lo que los más pequeños acusan más rápidamente los cambios de temperatura.

1. *Sensores basados en la dilatación o expansión de líquidos:* Son los sensores más utilizados. Los termómetros de mercurio o alcohol (de vidrio), son precisos pero frágiles. Estos dispositivos se utilizan cuando la indicación se necesita que esté disponible a una distancia entre 0,5 y 2 metros del sensor. Estos instrumentos son grandes, y por lo tanto inadecuados para medidas superficiales.

2. *Sensores bimetálicos de expansión:* Se pueden fabricar compactos y se emplean ampliamente en termómetros en los que la temperatura es alta o donde se necesita un elemento robusto. No se utilizan para la medida superficial y, en general, son menos precisos que los sensores basados en la dilatación de líquidos.

3. *Termopares:* Son los instrumentos de temperatura más pequeños y adaptables. Un par termoeléctrico, también llamado termopar, consiste en dos hilos de distinto metal soldados o unidos por uno de sus extremos y abiertos por el otro.

Completan el sistema de medida un par de hilos de conexión que sirven para unir los extremos del termopar con la caja de lectura, con lo cual la longitud del termopar queda extendida o prolongada hasta la misma. La sensibilidad de los termopares más usados (cobre, constatan, cromo, alumel) es de 40 V/ºC con una precisión de hasta 0,5ºC. Existen diversos tipos de medidores especiales compactos para medidas de termopares tanto con baterías portátiles como alimentados por red.

Las uniones pueden ser de hasta 0,5 mm de diámetro por lo que, usando las debidas precauciones para minimizar los errores de conducción de los hilos, los termopares se pueden usar en zonas en donde el gradiente de temperatura es elevado. Son apropiados para medir la temperatura superficial. Se pueden usar a elevadas temperaturas, recubiertos para protegerlos contra la corrosión.

4. *Termo-resistencias:* Se usan como sensores elementos que cambian su resistencia con la temperatura. Dicho elemento puede ser un hilo o una pequeña película pegada a una superficie. Como la resistencia de la mayoría de los metales varía sólo 0,003 /ºC, estos medidores son poco sensibles y necesitan un puente con un galvanómetro muy sensible.

Los termistores son semiconductores cuya resistencia varía rápidamente con la temperatura. Un termistor típico encapsulado en vidrio mide 1,5 mm de diámetro y es 10 veces más sensible que los metálicos. El rango de temperaturas está limitado a unos 300 ºC y la resistencia con el tiempo tiende a variar. Una aplicación típica de los termistores es la medida de la temperatura del agua de recirculación en máquinas de combustión interna. Existen también termómetros portátiles basados en termistores.

Pinturas, testigos de color y bolas

Un método muy simple de controlar la temperatura e el uso de pinturas, bolas y papeles que cambian de color a una temperatura conocida. Existen indicadores con cambios de color reversibles y con irreversibles, para la indicación de la máxima temperatura que se ha alcanzado. Las bolas indican la temperatura cuando se funden.

Existen materiales que marcan un rango de temperaturas de 40 a 1400 ºC en intervalos que varían de 3 ºC a rangos bajos hasta 30 ºC a final de rango.

Sensores sin contacto

La radiación de energía de un cuerpo varía con su temperatura absoluta T y la emisividad de la superficie radiante e de acuerdo con la ley de Stefan-Boltzmann:

$$E \quad \sigma \; T^4$$

Así, se puede deducir la temperatura del cuerpo a partir de la energía radiante, sin ningún contacto directo. La mayor causa de imprecisión es la variación de la emisividad. Los métodos de medida, en orden de coste creciente son:

***Pirómetro óptico*:** Una parte importante de la radiación a unos 500 ºC se emite en el rango de frecuencia visible. Este fenómeno se usa para comparar el color de la radiación del cuerpo con un filamento caliente, lo que proporciona la lectura de temperatura con un 2% de error.

***Pirómetro de radiación*:** Se usan termopilas o celdas de sulfato de plomo para medir la energía radiante recibida de una superficie caliente, tanto en una banda particular de Frecuencia (como por ejemplo infrarrojos) como en todo el espectro. La temperatura se indica en un medidor con una precisión de un 2% en el rango de temperaturas de 50 a 4000 ºC. El ángulo de visión varía entre 3º y 15º.

***Cámara infrarroja*:** Permite obtener un perfil de temperatura en escala de color sobre un monitor de televisión. Cubren un rango de 20 a 2000 ºC y tienen una resolución de 0,2 ºC a 20 ºC. Estos equipos a pesar de ser muy caros ofrecen aplicaciones muy valiosas como por ejemplo la detección de puntos calientes.

2.21 Averías detectables mediante el control de temperatura

Además de la función principal del control de la temperatura como comprobación de que el proceso o sistema funcionan correctamente, hay varios tipos de fallos que se pueden detectar mediante el control de temperatura:

***Daños en rodamientos*:** Los daños sufridos tanto por rodamientos como por cojinetes lubricados por grasa o aceite producirán un incremento en la generación de calor. Puesto que los cojinetes no incorporan un sistema de refrigeración controlado por temperatura, este incremento de calor se traduce en un aumento de temperatura en la superficie del soporte del cojinete. Esto se puede detectar mediante un sensor colocado en la superficie (como un termopar) o, incluso mejor, por la diferencia de temperaturas de dos sensores montados uno en la superficie y otro a una pequeña distancia bajo la superficie. Cualquier contacto superficial en el cojinete, producido como resultado de un daño o desgaste, producirá calor que deberá ser transmitido a alguna superficie exterior para poder ser eliminado, pudiendo detectarse en la superficie.

***Fallos de refrigeración*:** Los fallos de lubricación o refrigeración se pueden detectar por una elevación de la temperatura en algún punto de la superficie del equipo. Estos fallos pueden proceder de un mal funcionamiento de la bomba por problemas internos o fallos del accionamiento, bloqueo de la tubería, válvula o filtro, o un daño en el intercambiador del refrigerante.

Incorrecta generación del calor: Una combustión incorrecta en una máquina de combustión interna o en una caldera de fuel-oil puede causar una distribución de temperaturas irregular en la carcasa. Una serie de termopares adecuadamente localizados cuyas salidas sean registradas, puede mostrar una distribución irregular o un cambio en la misma. Para controlar rápidamente grandes zonas, se pueden utilizar pinturas sensibles a la temperatura o cámaras infrarrojas.

Depósitos de materiales: Los depósitos de residuos o sedimentos en líneas, de cenizas o polvo en calderas o conductos, y de subproductos corrosivos, provocarán el aumento de aislamiento térmico, y por tanto, variaciones de temperatura en las superficies donde se depositen.

Daños en el aislamiento: Cuando un elemento de la planta está aislado térmicamente los daños en el aislamiento se pueden detectar mediante cámara de infrarrojos. Las roturas en refractarias o en aislamientos darán lugar a puntos calientes o fríos.

Fallos en componentes eléctricos: Cuando una conexión eléctrica no es buena, se genera calor por la resistencia de contacto entre los componentes, el cual puede ser fácilmente detectado mediante una cámara de infrarrojos. Por ejemplo, las líneas de alta tensión se controlan regularmente para detectar fallos en cables, conexiones, aisladores, etc. usando cámaras operadas desde un helicóptero. Fallos en componentes como rectificadores, tiristores y devanados se detectan como puntos fríos.

2.22 Monitorización de vibraciones y ruidos

Todas las máquinas vibran. Es difícil equilibrar las partes móviles, por lo tanto las vibraciones se originan en los elementos rotativos no equilibrados y en las aceleraciones de los componentes con movimiento rectilíneo. Los componentes que se mueven, rozan o giran sobre elementos adyacentes generan vibraciones debido a la rugosidad de las superficies de contacto. Las holguras en el ajuste entre componentes en contacto producen impactos. Los componentes de los cojinetes de apoyo, sometidos a esfuerzos cíclicos se deforman bajo carga y por tanto transmiten vibraciones.

Las vibraciones de la máquina producen ruido, cuyo nivel depende de la superficie de las partes vibrantes y de la eficacia de transmisión de ruido desde la máquina.

2.22.1. Elección entre medida de ruido o vibración

La elección entre la monitorización de ruido o vibración debe decidirse para cada situación concreta. Los niveles de ruido son a menudo más fáciles de medir puesto que no se necesita ningún instrumento en contacto con la máquina. Sin embargo, los ruidos parásitos pueden provocar interferencias. La medida de la vibración es más selectiva y más repetible, por esta razón se emplea con preferencia sobre la medida de ruidos. El transductor se coloca sobre o cerca de la parte de la máquina que se quiere comprobar. Por ejemplo, el transductor se situaría sobre el soporte del rodamiento si se quiere comprobar el estado de éste y sobre la carcasa de la bomba, si lo que interesa es detectar su cavitación. La mayoría de las vibraciones están asociadas con partes mecánicas móviles, por tanto, el soporte del rodamiento será el lugar adecuado para la mayor parte de las medidas.

2.22.2. El equipo

El transductor de ruido es un micrófono que convierte señales de presión acústica en señales eléctricas. El elemento de conversión es normalmente un componente piezoeléctrico o capacitivo acoplado a un diafragma sensible a la presión.

El transductor de vibración más común, el acelerómetro piezoeléctrico, se caracteriza por su pequeño tamaño, construcción robusta y amplios rangos de frecuencia. Existen otros transductores de vibración de bobina móvil que miden velocidad, se emplean también con cierta frecuencia, pero son pesados y voluminosos. Estos transductores fueron los primeros que se emplearon para monitorizar vibraciones pero han sido sustituidos por los acelerómetros piezoeléctricos en la mayoría de las aplicaciones.

La principal desventaja de cualquier transductor basado en el efecto piezoeléctrico es que el movimiento se convierte en una corriente que se disipa en el equipo acondicionador de la señal y en el cable. Si la velocidad de cambio del movimiento es baja esta disipación afecta significativamente a la lectura. De este modo se establece un límite inferior de frecuencia para la utilización del aparato. Sin embargo, los amplificadores de corriente, con impedancias de entrada del orden de 100 G, permiten la realización de medidas a frecuencias de hasta 0,1Hz.

Todos los transductores necesitan un equipo acondicionador de la señal para convertir la señal de bajo nivel del transductor en una señal en la región de **1V r.m.s**. de lectura visual, cambio de rango y posibilidad de calibración, además del amplificador básico de señal, incorporando integradores para convertirla señal de aceleración en velocidad o desplazamiento. En la Figura 13 se muestra el diagrama esquemático de un medidor de vibración.

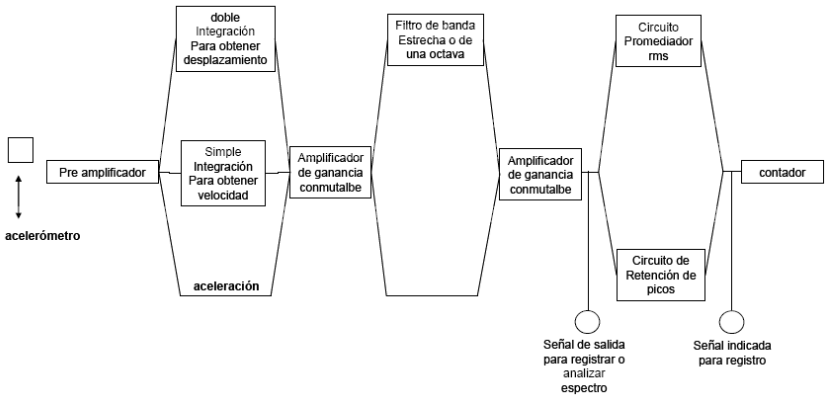


Figura 13. Diagrama esquemático de un medidor de vibración

2.22.3. La vibración o señal de ruido

Antes de discutir las variadas técnicas de monitorizado de señal es necesario examinar las características típicas de una vibración o señal de ruido y la forma en que se describen estas características.

La señal fluctúa temporalmente sobre un nivel medio.

La presión debida al ruido se superpone, y fluctúa, sobre la presión atmosférica. Un acelerómetro montado verticalmente está sometido a aceleración gravitacional constante además de a una vibración fluctuante, en tales casos, la componente constante se elimina en las etapas de procesamiento de la señal.

La señal puede tener una de las siguientes formas:

1. Sinusoidal pura como la que sería generada por un rotor desequilibrado. La señal está compuesta por una sola frecuencia. Para describir el tamaño de la señal se pueden usar el valor pico o el valor de la raíz cuadrada de la media de los cuadrados **(r.m.s.),** ya que para una onda sinusoidal está directamente relacionado, por ejemplo:

$$V_{pico} = \sqrt{2} \cdot V_{r.m.s.}$$

La señal se vuelve a repetir en periodos dados por 1/frecuencia.

2. Periódica pero no sinusoidal conteniendo como componentes muchas frecuencias discretas. La relación entre el pico y los valores **r.m.s**. de la señal y las magnitudes relativas de las componentes de las distintas frecuencias cambian ambas con la forma de la señal. Tal señal sería la generada por el movimiento del pistón de un motor de combustión interna y por las fuerzas de combustión. El periodo de repetición de esta señal corresponde al componente de frecuencia más bajo o fundamental, y viene dado por **1/fo.**

3. Aleatoria y no repetible. El flujo de un fluido generaría esta señal, así como el movimiento de superficies sólidas en contacto. El valor de pico no es de interés ya que, al menos en teoría, llega a infinito en periodos infinitesimales. En la práctica cualquier señal aleatoria tiene un límite superior de frecuencia, lo cual implica una limitación en el tamaño del pico. Así, una señal aleatoria se describe por su valor de **r.m.s**. y por su espectro de frecuencia, que es continuo en un amplio rango de frecuencias.

4. Cualquier combinación de sinusoidal, periódica y aleatoria, como por ejemplo, la que se puede medir en el cojinete de un pequeño motor eléctrico.

Así, cualquier señal se puede describir por una medida de sus magnitudes, por ejemplo, la raíz cuadrada de la media de los cuadrados del valor del tiempo medio, y una medida de su espectro de frecuencias.

La raíz cuadrada de la media de los cuadrados del valor del tiempo medio es la medida generalmente aceptada del tamaño de una señal. Se define por la expresión:

$$V_{r.m.s.} == \sqrt{\left[\frac{1}{T}\int_0^T V^2 dt\right]}$$

Donde V es el valor instantáneo de la señal, que fluctúa sobre cero. El tiempo medio, **T**, debe ser mucho mayor que el periodo del componente de más baja frecuencia de la señal.

No es casualidad que el valor del tiempo medio **r.m.s.** sea tan ampliamente aceptado. El cuadrado de la señal de vibración o la señal de ruido es una medida del contenido energético de la señal. La energía cinética es proporcional al cuadrado del desplazamiento y la energía acústica es proporcional a la presión al cuadrado. Así, el valor **r.m.s.** de una señal refleja el valor medio de la energía. Por tanto, el valor medio al cuadrado de una señal se puede obtener mediante el sumatorio de los valores medios al cuadrado de las frecuencias que componen la señal, esto es:

$$(V^T_{r.m.s.})^2 = \sum_n (V^n_{r.m.s.})^2$$

Donde n representa las distintas componentes dela señal. Para una señal periódica, la media cuadrática cinética total es simplemente la suma de la media de los cuadrados de cada frecuencia componente. En el caso de la señal aleatoria, la media cuadrática viene dada por el área comprendida por la curva del espectro de frecuencia. Este concepto de suma de los cuadrados de las medias de las componentes es importante cuando se trata del monitorizado de señales.

2.22.4 Técnicas prácticas de monitorización de vibraciones

La monitorización en marcha es el método más usado para control de vibración o ruido. A continuación se describen las técnicas aplicadas específicamente a vibraciones.

1. *Mediciones periódicas con instrumentos portátiles*. Este es un método básico que proporciona información sobre los cambios de condición o estado del equipo. Los instrumentos portátiles son utilizados intensivamente y con frecuencia por una sola persona. El intervalo entre mediciones debe ser determinado por la experiencia. Si la maquinaria controlada se avería frecuentemente el periodo entre mediciones deberá acortarse. En cualquier caso la frecuencia de medición puede ajustarse con la experiencia de cada tipo de máquina en relación con la frecuencia de averías, gravedad de los efectos de la avería y el grado de precisión ofrecido por el tipo de Instrumentación utilizada.

2. *Monitorización continúa con instrumentos instaladospermanentemente.* La monitorización continua se emplea cuando los fallos de la máquina ocurren muy rápidamente y/o cuando los resultados del fallo son totalmente inaceptables.

2.22.5. Localización de los puntos de medición y montaje de transductores

La localización de los transductores depende del tipo de defecto que se desee controlar. Es importante situar los transductores en elementos de máquinas que transmitan apropiadamente la vibración.

Los materiales tienen masa y son elásticos, cada componente tendrá una frecuencia natural a la que vibrará con mayor magnitud en repuesta a una excitación dada. Los componentes no responderán significativamente a excitaciones con frecuencias muy por encima de su frecuencia natural.

Para que la vibración alcance al transductor es importante montar éste sobre un componente que tenga una frecuencia natural elevada, por ejemplo un componente rígido. No sería adecuado montarlo sobre un elemento flexible de la carcasa, ni tampoco sería realista utilizar accesorias endebles para sujetarlo a la máquina.

2.22.6. Análisis de frecuencias

En muchas situaciones, un cambio en la vibración, indicativo de problemas, a una frecuencia determinada, puede ocultarse tras una vibración dominante, pero aceptable a otra frecuencia. En estos casos el análisis de frecuencia es fundamental.

Cuando se conoce de antemano la frecuencia de vibración asociada a un problema de mantenimiento, el análisis de frecuencias proporciona indicaciones adicionales muy útiles.

En el proceso de análisis de frecuencias se utiliza una red de filtros eléctricos para rechazar parte del espectro de frecuencias, permitiendo que pase el resto del espectro a través del filtro.

2.22.7. Monitorización de señales pico

Algunos tipos de mal funcionamiento de máquinas, tales como fallo en cojinetes, producen impulsos que se transmiten al transductor. Un cojinete o rodamientos de bolas picado, por ejemplo, emite un impulso cada vez que una bola entra en contacto con la picadura. Esto produce un incremento del nivel de vibración **r.m.s.,** especialmente a la frecuencia de impacto, por lo que tiene un mayor efecto en el pico de vibración. El ratio de nivel de vibración pico frente al nivel de vibración **r.m.s.** es una medida de la cantidad de daño generado por el impulso.

2.23 Métodos de diagnóstico en el mantenimiento predictivo

2.23.1. Diagnóstico basado en modelos

Independientemente de la técnica de control utilizado se puede emplear el diagnóstico basado en modelos. Que se caracteriza por emplear un modelo de la planta o sistema bajo consideración. El modelo se emplea para generar salidas que mediante un análisis posterior permiten determinar la ocurrencia de un fallo o el cambio a un estado que precede a la ocurrencia del fallo. Una de las posibilidades que se tiene al hacer diagnóstico basado en modelo es generar mediante dicho modelo las series que son captadas con los sensores que funcionan en el sistema bajo estudio.

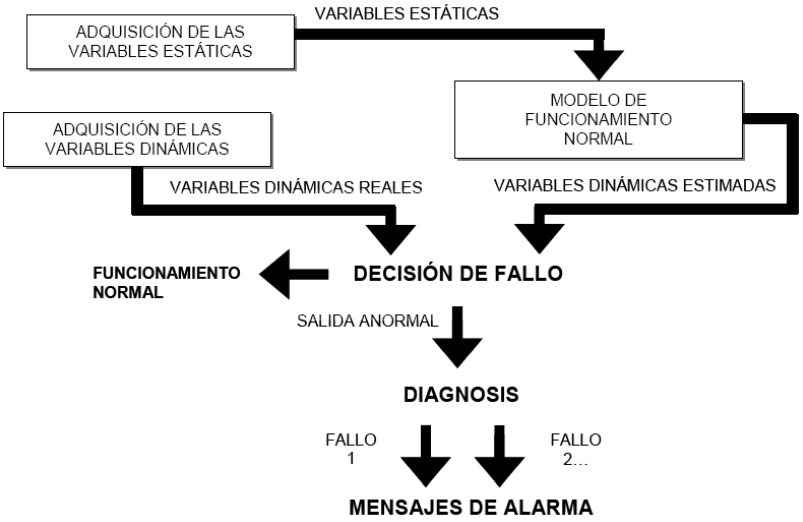


Figura 14. Esquema del mantenimiento basado en modelos

Las medidas registradas por los sensores son comparadas con los valores generados por el modelo de funcionamiento normal. A partir de las discrepancias se concluye la presencia o ausencia de fallo.

2.23.2. Mantenimiento predictivo basado en sistemas expertos

Los SISTEMAS EXPERTOS **(S.E.)** son una parte de la **INTELIGENCIA ARTIFICIAL (I.A.),** rama de la informática que intenta conseguir que los ordenadores simulen la inteligencia humana.

Un Sistema Experto es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas especialistas en un área particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas específicos de ése área de manera inteligente y satisfactoria.

Los dos componentes principales de cualquier Sistema Experto son una **BASE DE CONOCIMIENTOS** y un **PROGRAMA DE INFERENCIA,** o también llamado **MOTOR DE INFERENCIAS.**

Los **PROGRAMAS DE INFERENCIA** manipulan la información almacenada en la base de conocimiento mediante procesos de búsqueda y comparación de patrones.

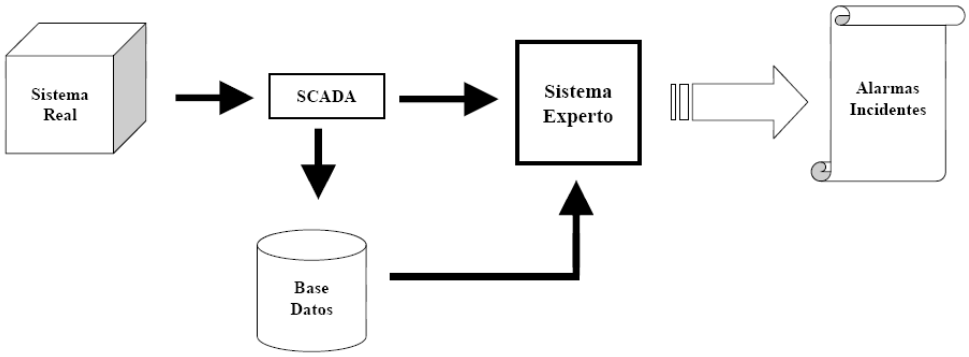


Figura 15. Sistemas expertos y mantenimiento predictivo

2.23.3. Mantenimiento predictivo basado en redes neuronales

Las redes neuronales artificiales son una representación del cerebro humano que intenta simular su proceso de aprendizaje. El término artificial indica que las redes neuronales se implementan en un ordenador capaz de realizar el gran número de operaciones que conlleva el proceso de aprendizaje

Componentes de una red neuronal artificial*.*

Aunque hay una gran variedad de redes neuronales, todas ellas tienen una estructura común. Al igual que en el cerebro humano, una red neuronal está formada por neuronas y las conexiones entre ellas. Las neuronas intercambian información entre ellas a través de las conexiones que las unen. Estas conexiones están caracterizadas por un parámetro llamado peso y que sirve para dar más importancia a unas conexiones frente a otras.

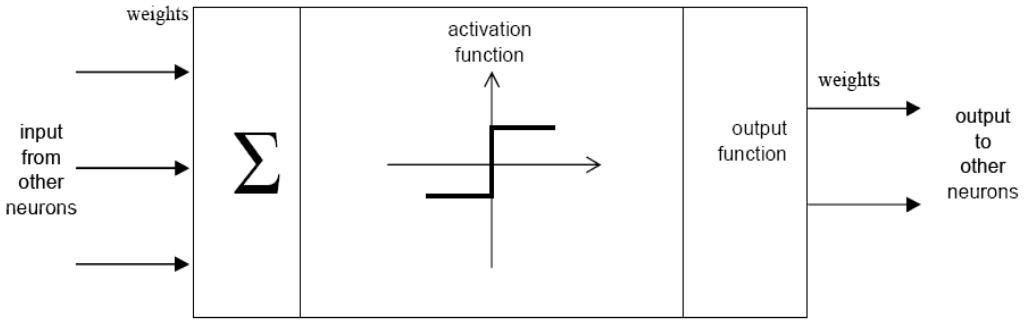


Figura 16. Esquema de una neurona artificial

Las redes neuronales y el mantenimiento predictivo

En el campo del mantenimiento predictivo las redes neuronales pueden ser empleadas de diversos modos. Pueden usarse para modelar el sistema en cuestión, de modo que pueda hacerse una comparación entre las salidas del sistema y las de la red neuronal. Las discrepancias pueden ser un indicativo de un funcionamiento anómalo del sistema. También puede usarse su capacidad para discernir la pertenencia a una clase u otra de los datos que llegan a la red. Otra manera de emplear las redes neuronales es predecir las salidas futuras de una serie determinada, de manera que sea posible anticiparse a los fenómenos que pudieran ocurrir en el sistema.

CAPITULO 3

LOS PLÁSTICOS Y MATERIALES PARA ENVASES

3.1 LA HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN MÉXICO

La industria del plástico en México se ha caracterizado en los últimos años por su rápido crecimiento. Cada vez son más los productos que se fabrican con materiales plásticos y paulatinamente le ha ido ganado mercado a los materiales tradicionales como pueden ser. El vidrio, la madera, los metales como lata, aluminio, etc.

Paralelo a este crecimiento del mercado se ha ido generando la necesidad de ir aprendiendo y asimilando las tecnologías para la trasformación de los materiales plásticos (resinas), el conocimiento y el dominio de las diferentes técnicas de trasformación de los plásticos en especial el proceso de extrusión soplo de envases de plástico.

EL ENVASE COMO SOPORTE

Vivimos en una sociedad impregnada por todas partes de la palabra consumo. Comprar y vender con términos que podrían resumir la civilización actual.

Como portador de todos los productos que se compran y se venden, los envases y embalajes juegan un papel primordial. Si hasta hace años el envase cumplía únicamente una función de protección del producto y soporte para su trasporte, hoy en día. A dichas

funciones se han añadido otras: una de ellas es la persuasión: un producto podría llegar a comprarse en primer lugar por el elemento que lo contiene (envase) y secundariamente por el objeto contenido.

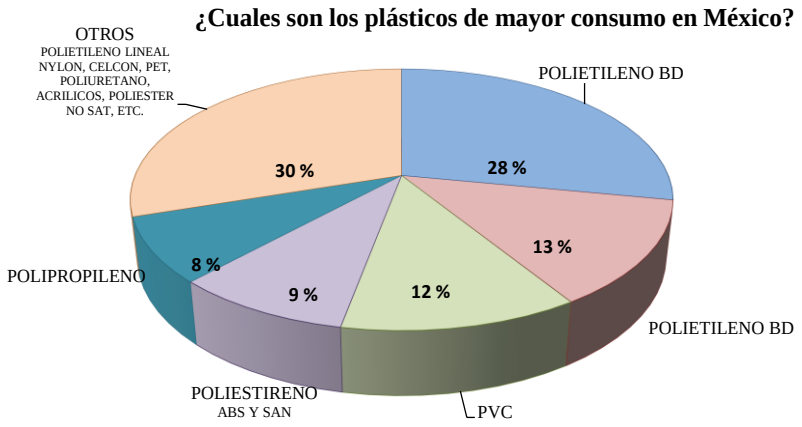
Para estos nuevos tiempos, las numerosas propiedades físicas, químicas de procesado de los plásticos que son las siguientes: resistencia al choque, rotura, trasparencia, ligereza de peso, excelentes propiedades de barrera frente al O_2 y al Co_2, unidas al menor costo de la materia prima y a la gran versatilidad de dichos materiales tienen el diseño, hacen de los plásticos y en especial de el polietileno de alta densidad (HDPE), uno de los materiales mas idóneos para la fabricación de envases y en muchos casos es imprescindible.

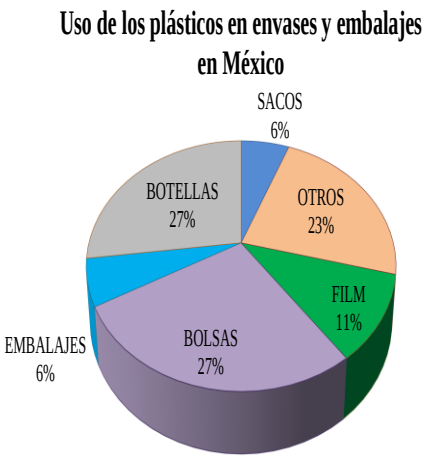
Los materiales más utilizados en la fabricación de envases y embalajes, actualmente son:

- Papel y cartón
- Aluminio
- Plásticos
- Vidrio
- Acero

En los últimos años los materiales plásticos han ido ganando terreno paulatinamente a otros productos que se han visto descender en el mercado actual. Hoy en día dentro del conjunto de las diferentes industrias dedicadas a la fabricación de envases el grupo de plásticos es el líder económico ya que a él corresponde:

- El mayor número de empresas
- La mayor facturación.
- El mayor número de personas empleadas.

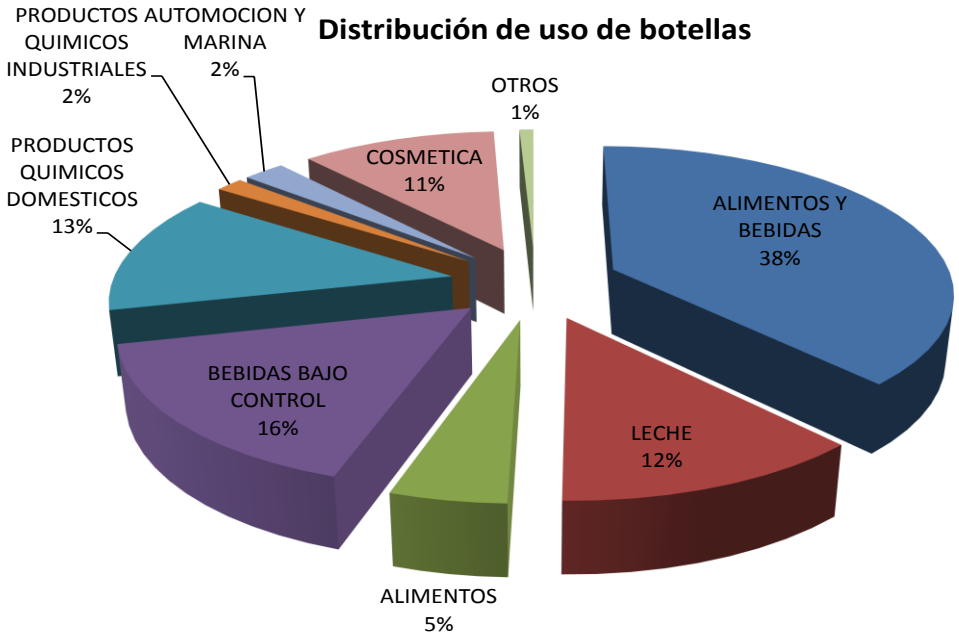




¿Qué se envasa en plástico?

Entre todos los productos que se envasan en materiales plásticos los productos de consumo diario tanto alimenticios como productos de limpieza del hogar, así como para el uso de químicos para la industria

3.2 APLICACIÓN:



¿De que se fabrican las botellas y que se envasan en cada caso?

De polietileno de alta densidad.
- Para jugos y bebidas
- Para aceites
- Para productos de limpieza
- Para jabones
- Para alcohol

De polietileno de baja densidad.
- Para aceite
- Para agua

De pvc
- Para aceite
- Para agua
- Para productos de limpieza
- otros

De pet
- Para bebidas refrescantes
- Para agua
- Para medicamentos
- Para vinos y licores

DEFINICIÓN DE PLÁSTICO

Es un compuesto orgánico de elevado peso molecular que tiene la característica de pasar por el estado fluido (liquido viscoso) y que por la aplicación de calor, presión o bien por la acción de un catalizador se puede moldear, endureciendo finalmente. El término de "plástico" se usa en general para definir una propiedad de los polímeros de ser transformados bajo una presión y temperatura determinada

¿QUÉ ES UN POLÍMERO?

Un polímero es simplemente una molécula muy grande (macromolécula) formada por la unión de muchas moléculas mas pequeñas llamadas monómeros.

El término "polímero" se deriva de el prefijo poly = muchos, y meros = partes; Es decir, un polímero es el resultado de muchas unidades agrupadas

PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS

Las propiedades de los polímeros dependen completamente de su estructura molecular. En las siguientes tablas se presenta el efecto de las ramificaciones sobre las propiedades del polietileno y el efecto de la cristalinidad.

EFECTO DE LAS RAMIFICACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS

PROPIEDAD	PE LINEAL	PE RAMIFICADO
Densidad	Mayor	Menor
Rigidez	Mayor	Menor
Resistencia al impacto	Menor	Mayor
Fluidez	Menor	Mayor
Permeabilidad de gases	Menor	Mayor

EFECTO DE LA CRISTALINIDAD SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS

PROPIEDAD	POLÍMERO CRISTALINO	POLÍMERO AMORFO
Densidad (en el mismo material)	Aumenta con la cristalinidad	Menor que en el cristalino
Dureza	Mayor	Menor
Rigidez	Mayor	Menor
Resistencia al impacto	Menor	Mayor
Contracción en el molde	Mayor	Menor
Temperatura de fusión	Punto definido	Intervalo de fusión
Temperatura deformación bajo carga	Mayor	Menor
Permeabilidad a gases	Menor	Mayor

La unidad más simple se llama "monómero"

***Polimerización*:** Es el proceso por el cual se obtienen los plásticos mediante una reacción química en la que se unen monómeros formando largas cadenas moleculares. Existen dos tipos de polímeros:

***1.-Homopolímeros*:** Es el resultado de la polimerización de monómeros sencillos en cadenas sencillas y repetitivas

***2.-Copolímeros*:** Son el compuesto resultante de una reacción química entre los monómeros químicamente diferentes obteniéndose largas cadenas moleculares

Uso del material Manejo de la resina

La resina puede ser adquirida en una gran variedad de presentaciones. Cada embarque debe ser inspeccionado para verificar adecuada manipulación y asegurar que no contenga humedad ni contaminación. Del mismo modo, el sistema de manipulación de la resina (incluyendo al sistema de recuperación) deben ser revisados, para verificar ausencia de humedad y contaminación, antes de que la resina se incorpore al proceso.

Agentes externos que afectan la “Calidad del Material”:

- **HUMEDAD:** Se requiere que el material se encuentre almacenada en un lugar libre de posibles líquidos debido a que si la resina se llegara a humedecer nos afectaría en el proceso produciendo defectos en nuestro envase.

- **POLVO:** Es un factor que podemos evitar ya que no es permisible a simple vista y nos afecta dentro del proceso como un factor de contaminación y un agente de desgaste dentro de nuestro husillo.

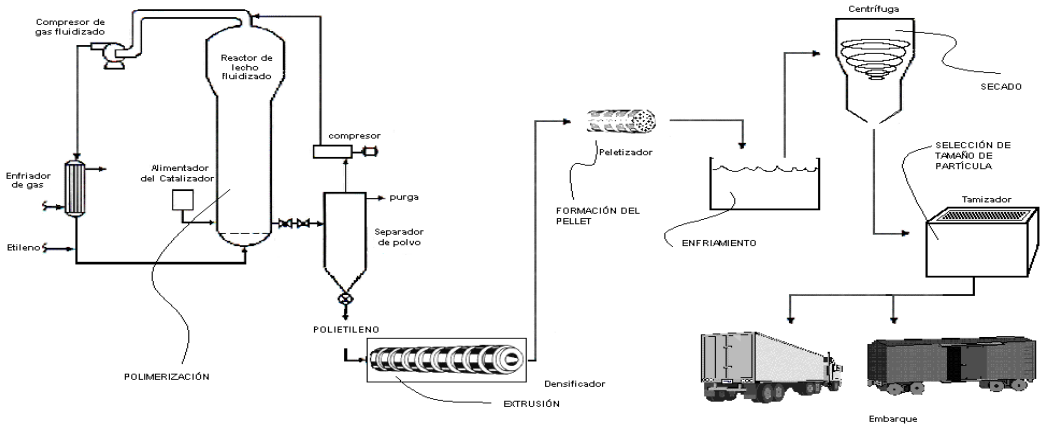
- **RECICLADO:** Se debe de checar el material reciclado ya que es parte fundamental dentro de nuestro proceso ya que se mezcla con el material virgen.

- **OTROS MATERIALES PLASTICOS**: (PEBD, PET, etc.) Contaminantes varios (metal, cartón, papel, estopa, pintura, etc.)

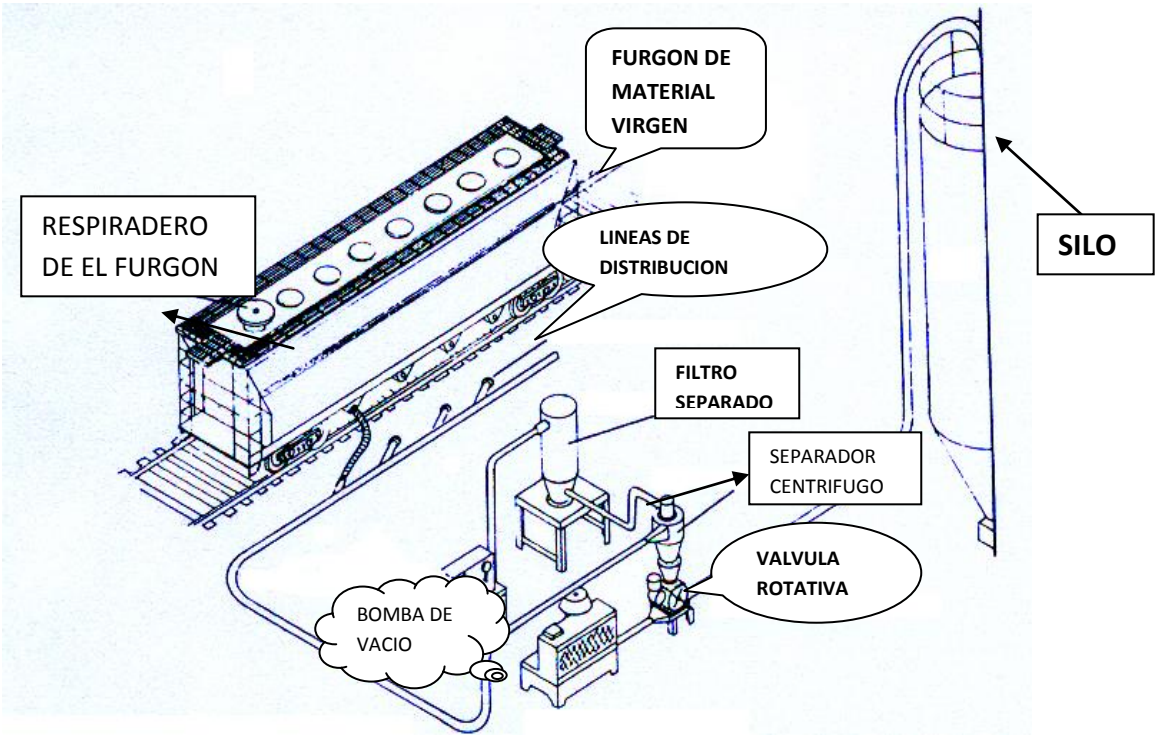
Para tener un mejor control de nuestro material se debe de tratar que la mano de el hombre no toque el material dentro de la trasportación de el material de cada maquina para evitar cualquier contaminación hasta la entrada de el material a las tolvas así como el menor manipuleo de el material recuperado.

3.3 OBTENCION DEL POLIETILENO.

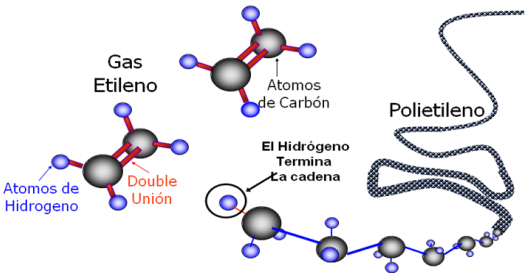
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



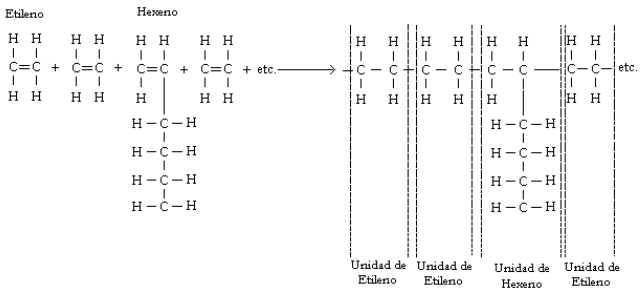
DISTRIBUCION DE EL POLIETILENO DIAGRAMA DE FLUJO.



REACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN DEL ETILENO HOMOPOLIMERO

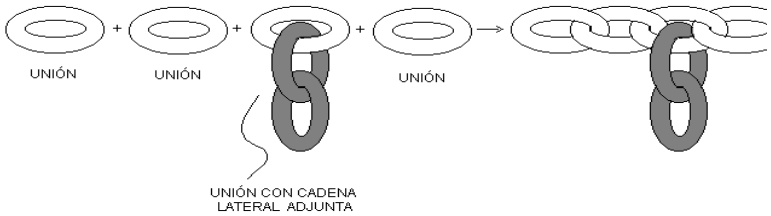


REACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN DEL ETILENO COPO LIMERO



FORMACIÓN DE CADENAS RAMIFICADAS, CON MOLÉCULAS DE HEXENO (ROBUSTAS)

Copo limero:



3.4 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Los Plásticos son de dos Clases:

1.- Termoplásticos: se aplica este nombre a los plásticos que una vez endurecidos son susceptibles de ser ablandados por el calor pudiéndose moldear o trasformar nuevamente ya que no sufren ninguna alteración importante en su estructura molecular, pueden ser formados, moldeados y reciclados o reprocesados al aplicarles temperaturas.

Ejemplos: polietileno, polipropileno, polietileno, pet, pvc, etc.

2.- Termo fijos (Termo sets): Este tipo de plásticos son aquellos que una vez ya endurecidos no es posible volver a reprocesar ni bajo la acción del calor o de un catalizador esto es debido a que sufren un cambio irreversible en su estructura molecular, son rígidos; es decir, inmutables. Una vez que fueron moldeados, no pueden ser reciclados.

RESINA; En la industria de los plásticos este nombre se aplica a la materia prima, a la cual se agrega una serie de aditivos se pasa a la maquina y se trasforma en un artículo terminado (por ejemplo), una botella, un estuche, una tapa, un tubo etc. Ejemplos: resinas fenólicas, poliésteres ins., baquelita, etc.

PROPIEDADES DEL POLIETILENO.

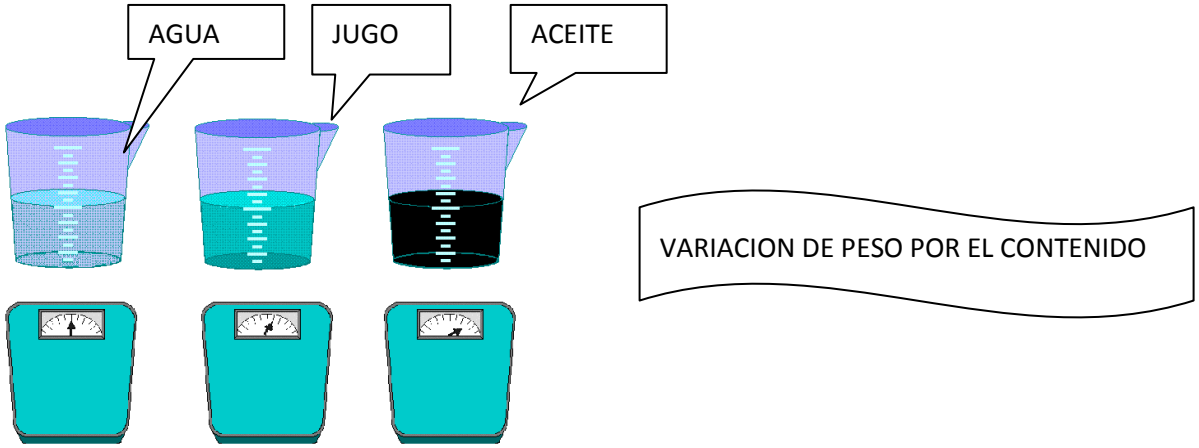
El polietileno tiene tres propiedades con las que deben de familiarizarse. Mas que las otras estas propiedades afectan las características de tratamiento de la resina que se utiliza para producir botellas de alta calidad.

Propiedades:

- Densidad
- Índice de Fluidez (Melt Index)
- Distribución del Peso Molecular (DPM)

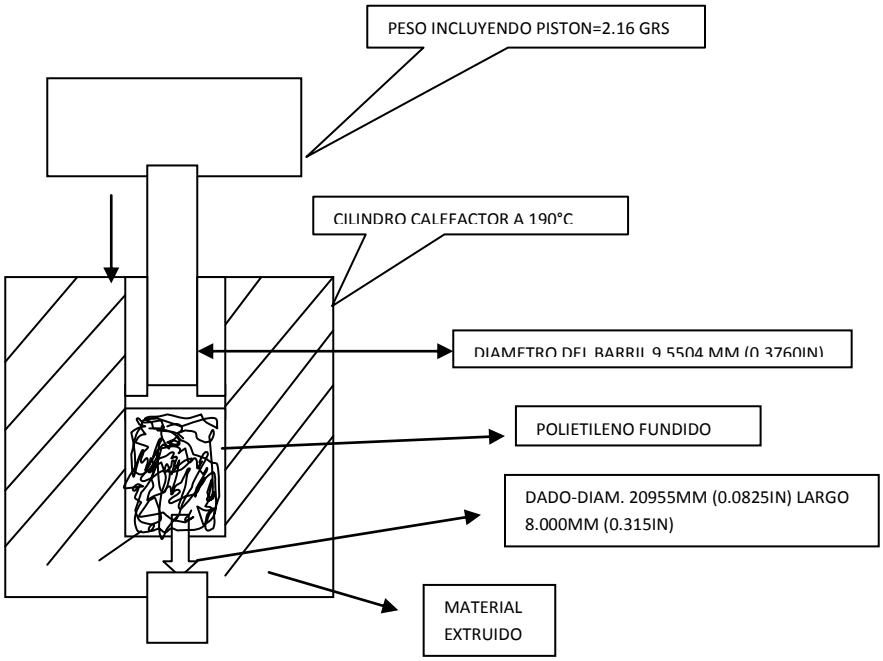
DENSIDAD: Se refiere a la cantidad de material en peso, que puede ser agrupada en un determinado volumen y está expresada como: unidad de peso por unidad de volumen (g/cm^3).

La densidad es una medida utilizada por la física y la química para determinar la cantidad de masa contenida en un determinado volumen



Índice de Fluidez (MELT INDEX): es una medición de la viscosidad de un polímero en condiciones conocidas de temperatura y presión, se determina de acuerdo a el método ASTM D1238, siendo la cantidad en gramos de un termoplástico que es forzado a pasar por medio de un orificio con un diámetro de 0.0825 pulgadas, mediante un pistón que proporciona una fuerza de 2160 gramos, a una temperatura de 190 c. el peso del polímero extruido durante 10 minutos es lo que se conoce como índice de fluidez.

PLASTOMETRO INSTRUMENTO PARA MEDIR EL INDICE DE FLUIDEZ.



3.5 LA MÁQUINA DE INYECCIÓN

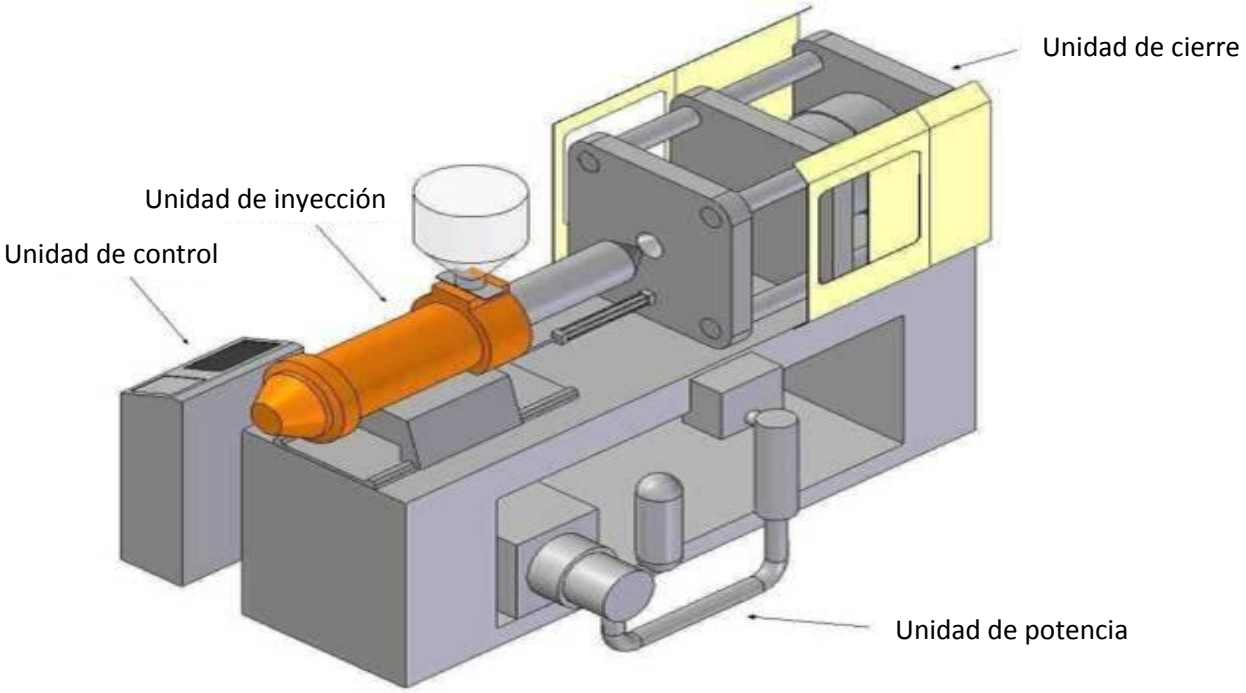
- DEFINICIÓN
- TIPOS DE MÁQUINAS
- PARTES PRINCIPALES

DEFINICIÓN:

La máquina de inyección de plástico es aquella con cual podemos transformar los polímeros, mediante la acción de calefacción, plastificación e inyección del material hacia una matriz o molde en el cual se expulsará y se obtendrá el producto una vez enfriado.

Una máquina inyectora es un equipo capaz de plastificar el material polimérico y bombearlo hacia un molde en donde llena una cavidad y adquiere la forma del producto deseado.

Una inyectora se compone de cuatro unidades principales:

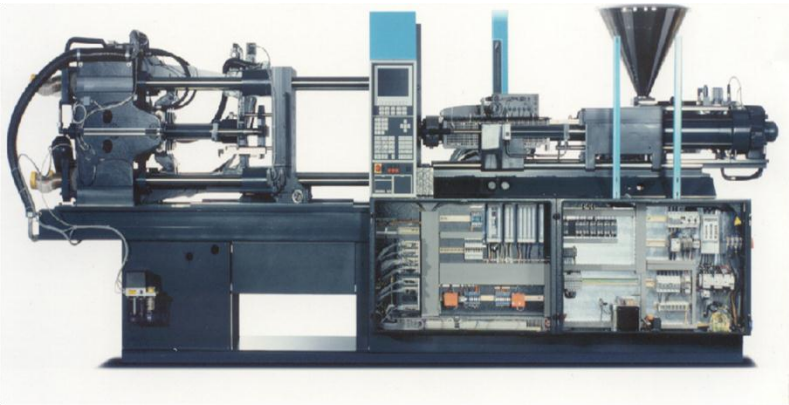


3.6 TIPOS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

Tomando en cuenta el mecanismo de cierre de molde podemos encontrar dos tipos de máquina de inyección:

- ***Máquinas de rodillera***: cuyo mecanismo es una cruceta o rodilla con la que es realizado el movimiento de apertura y cierre del molde, y a la vez ejerce la alta presión durante la fase de inyección sosteniéndola mecánicamente.

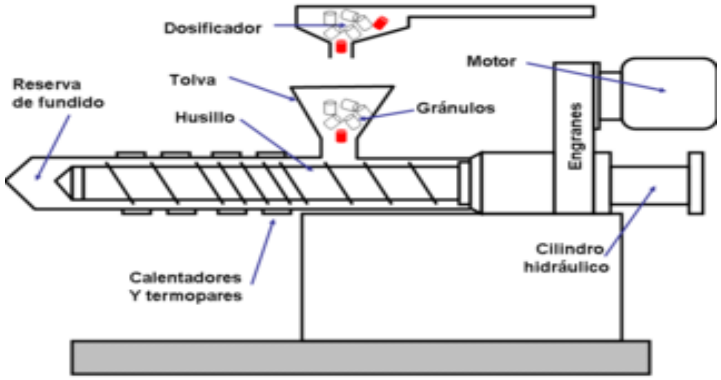
- ***Máquinas de pistón***: permite la apertura y el cierre de molde, al igual que la alta presión de cierre constante por medio de un pistón hidráulico acoplado directamente a la platina móvil, manteniendo cerrado el molde durante la fase de inyección.



UNIDAD DE INYECCIÓN

Tiene por objeto la plastificación del material mediante la acción de giro de un tornillo dentro de un cañón o cilindro de calefacción, transportando lo desde una tolva hasta la zona frontal del mismo, para después inyectarlo en estado liquido a altas presiones, dentro de la cavidad del molde, por medio de un pistón reciprocante o de doble efecto.

DIAGRAMA DE LA UNIDAD DE INYECCION



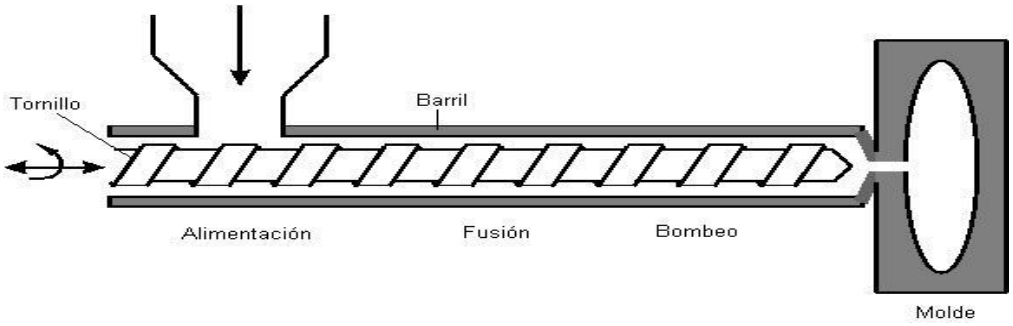
Diseño genérico de la unidad de inyección

La función de la unidad de Inyección es derretir el plástico por calor que proviene de los calentadores externos y también por fricción debido a la rotación del husillo, otra de sus funciones es mezclar y homogenizar el plástico e inyectarlo en el molde

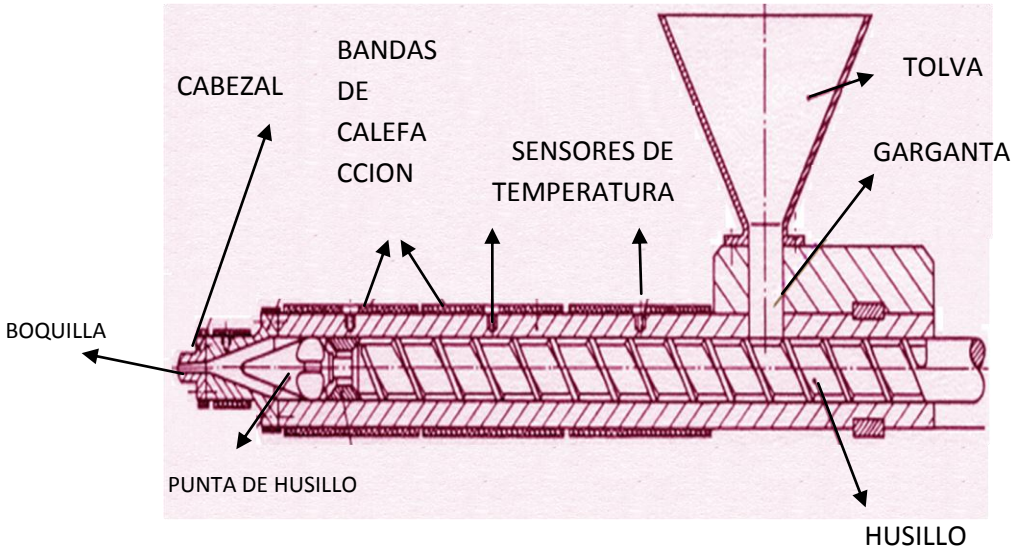
La unidad de inyección está conformada por el tornillo y el barril de inyección, la boquilla y las resistencias alrededor del barril. El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del tornillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del barril, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación.

Durante el proceso de plastificación del material el tornillo gira constantemente. Cuando se va a realizar la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el plástico fundido hacia el molde y llenando las cavidades.

CILINDRO DE PLASTIFICACIÓN



PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA DE INYECCION:



ZONAS PRINCIPALES DE LA PLASTIFICACION DE EL HUSILLO

- **Revoluciones de husillo**

Es el giro que realiza el husillo o tornillo para transportar el material a la zona frontal de la boquilla para ser inyectado. Está dado en mm/s, rpm o %.El giro de husillo lento ayuda a la plastificación del material por residencia, y existe menor fricción en la zona de cambio de estado o transición. Si se realiza el giro de husillo rápido, se logra la dispersión de pigmento mejor; pero se utiliza más energía. Se debe considerar el volumen dosificación de acuerdo al volumen máximo.

- **Presión de inyección**

Es la fuerza ejercida sobre un área, en este caso es la fuerza que se ejerce sobre el área transversal de la punta de husillo, viene dada en bar, psi o %.En la mayoría de los casos no se debe limitar la presión de inyección debido a que está en función de la velocidad. Se considera apropiado un rango de tolerancia superior a un 10 % de la generada durante la velocidad de inyección .Se puede observar en el manómetro durante esta fase.

- **Velocidad de inyección**

Es la razón de cambio de la distancia respecto al tiempo viene dada en mm/s, cm^3/s o en %. Se recomienda inyectar en la fase de velocidad de inyección de un 90 a 95 % del llenado total de la pieza .En el caso de piezas con espesor de pared delgado se debe considerar una velocidad alta. En caso de piezas con espesor de pared voluminoso se debe inyectar a una velocidad baja, logrando un frente de llenado sin turbulencia o chisguete.

3.7 QUE ES EL MOLDEO POR EXTRUSION SOPLO.

INTRODUCCIÓN

El principio de la formación por soplado era conocido en la antigüedad por los babilonios quienes practicaban el aire de soplar vidrio. En los años veinte comenzaron a aparecer pelotas de ping-pong hechas de celuloide y formadas por soplado. En los años 40's se utilizo polietileno de baja densidad para la fabricación de botellas comprimibles. A finales de los años 50's empezaron aparecer botellas moldeadas con polietileno de alta densidad y desde entonces han dominado el mercado de envases de plástico soplado.

Son innumerables las ventajas de soplado de envases con polietileno de alta densidad. Su fuerza inherente, su resistencia química y sus propiedades de barrera aparejadas a la superior dureza de los polímeros de mayor peso molecular usados en el proceso de soplado, explican en parte la manera como el polietileno de alta densidad ha llegado a dominar el mercado de productos moldeados. Las altas y rápidas tasas de producción, el bajo costo de los materiales y la amplia gama de tamaños y formas que se obtienen, constituyen grandes ventajas que explican la preferencia por la utilización de polietileno de alta densidad.

De todo ello, han surgido diversas técnicas para la formación por soplado:

1) ***Extrusión continua:*** Mediante esta técnica, el husillo gira en forma constante y fuerza plástico caliente a través de una abertura circular (matriz) para así formar un tubo hueco.
2) ***Extrusión intermitente:*** Se pone la resina en un depósito a un extremo del husillo y se deja acumular. Cuando se ha acumulado bastante resina caliente dentro del depósito, avanza un émbolo que la hace pasar por una abertura circular que le da forma de tubo hueco.
3) ***Moldeado por inyección:*** Se pone resina caliente en un depósito, luego es forzada por un émbolo, de manera intermitente, y pasa a un molde preformado a través de un sistema de compuertas. Entre las dos mitades del molde se encuentra un usillo de acero y se hace pasar el plástico caliente a varias toneladas de presión, entre el husillo y los moldes. Se abren el molde y el husillo se encuentran en un tubo de plástico, cerrado en un extremo y abierto en el otro (parecido a una probeta). Cuando se quita el tubo del husillo, está hueco y listo para el soplo.

4) *Inyección-soplado:* En la cuarta técnica, que consiste en una combinación de la extrusión intermitente y del moldeado por inyección, se moldea por inyección desde el cuello hasta la parte superior de la botella y el resto de la botella se forma por extrusión como tubo hueco.

La clave del formado de un buen parison consiste en la capacidad de producir en forma repetida, una masa a baja velocidad de desgarre, y a la temperatura, viscosidad y distribución de peso adecuados. La temperatura, la viscosidad y la velocidad del cabezal deben ser controladas en forma muy precisa porque de otra manera se resquebrajará la resina al convertirse en parison.

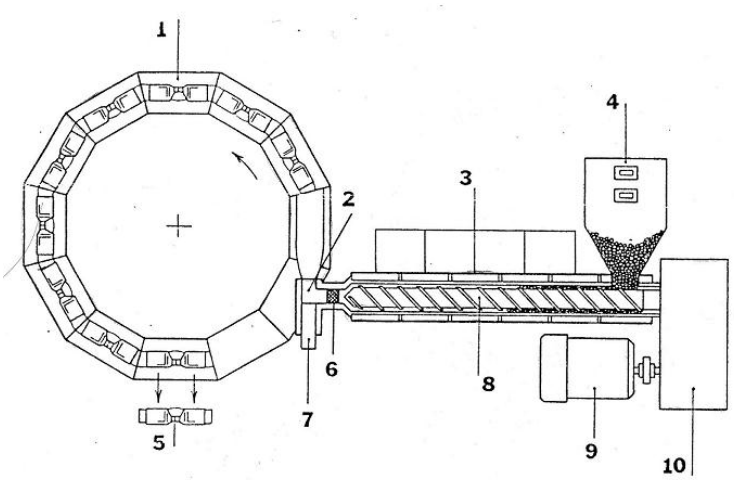
¿QUÉ ES EL MOLDEO POR SOPLO?

De los cuatro métodos usados para formar parison, solamente uno puede considerarse como el más moderno; la extrusión continúa. Mediante este proceso, las condiciones existentes en cualquier punto del extrusor, en el cabezal o en el molde, son las mismas y, por lo tanto, resulta más fácil controlar el proceso.

Con la técnica de inyección, se introduce una aguja hueca en el parison después de que se ha cerrado el molde. La inyección tiene que ocurrir arriba del cuello, o entre dos cavidades y es necesario recortarlos mediante un proceso de rebabeo.

El sistema Graham es un proceso de extrusión continúa con varios moldes transportados por una rueda a base de un solo cabezal de gasto y que hace uso de la técnica de soplado por inyección.

3.8 MAQUINA ROTATIVA GRAHAM.



1. Molde soplado
2. Cabezal de extrusión
3. Zonas de calentamiento
4. Tolva
5. A la recortadora
6. Unidad de cedazo
7. Área de programación del cabezal
8. Husillo
9. Transmisión

DESCRIPCIÓN GENERAL

La moldeadora por soplado de Graham Engineering Corporation se conoce con el nombre de formadora por soplado mecánico. La expresión “formadora por soplado” se refiere a una máquina que produce envases de plástico mediante aire que se expande dentro de un “parison” el cual se encuentra en el interior de un molde. El parison es un tubo hueco de masa extruida que se encuentra en el interior del molde a veces llamado matriz.

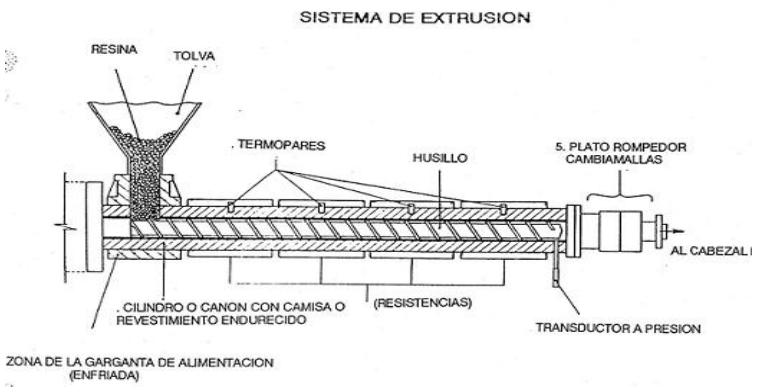
La formadora por soplado es una rueda que gira verticalmente y cuyo eje de rotación es paralelo a la superficie interior y perpendicular al barril de extrusión. Impelido por un motor de corriente continua y de velocidad grandemente variable, la ruega gira hacia arriba, alejándose del cabezal de gasto.

CONCEPTO DE PROCESO

Un proceso es un conjunto secuencial de causas o tareas organizadas y repetitivas, que generan uno o mas resultados predominados (producto / bien /o servicio)

FUNCIÓN	PROCESO	EQUIPO
Fundición de la resina	Plastificación: : Avance : Calentamiento : Mezclado : Purga	Extrusor continuo Graham
Formador del parison	Extrusión: : Formado	Cabezal de extrusión sencillo Graham
Formado de envases	Moldeado: : Cierre : Inflado : Enfriamiento	Rueda giratoria Graham Estación de cierre Cilindro soplador
Post-acabado de envases	Acabado: : Transporte : Recorte	Graham “Take-away” Transportador Quita-rebabas

3.9 SISTEMA DE EXTRUSIÓN



Las funciones principales del extrusor durante el proceso de moldeo son las siguientes:

1. Plastificar (fundir) y homogeneizar completamente el material.
2. Dispersar pigmentos o mezclas de compuestos plásticos.
3. Enviar el material al molde de parison a una temperatura y una presión establecidas y uniformes.

Desde un punto de vista funcional, el extrusor de plásticos es relativamente simple. El husillo gira dentro de un cilindro calibrado a través del cual se calienta y plastifica el plástico. El husillo está montado sobre chumaceras que se encuentran en la parte posterior de la máquina, en donde el cojinete de empuje compensa la presión que resiente el husillo durante la operación. En la tolva del extrusor se vierte resina en forma granulada. Al girar, el husillo acarrea plástico dentro del cilindro calentando y, a medida que el plástico avanza, cambia su estado de sólido a líquido. El envase del plástico a través del extrusor depende de cómo se desplaza sobre el husillo y dentro de las paredes del cilindro. El plástico de adhiere a las paredes del cilindro y se desliza sobre el husillo. El material adherido a la superficie del cilindro se desplaza hacia adelante, impelido por el movimiento giratorio del husillo, en dirección de su canal rotatorio. Si el plástico se adhiriera al husillo y se deslizase en las paredes del cilindro, simplemente giraría con el husillo sin avanzar con lo que se dará una situación de “prendimiento”.

Durante su transcurso por el extrusor, la resina está sujeta a un intenso proceso de corte y mezcla, como consecuencia de lo cual sale como masa plastificada o fundida. Su manejo adecuado resultará en una masa que entra al cabezal de extrusión a una temperatura y una presión uniformes y a una velocidad requerida.

El elemento más importante del extrusor es el husillo el cual se compone de tres secciones básicas; la sección de alimentación, la de transición (fundición o comprensión y la de calibración o dosificación).

La sección de alimentación del husillo recibe el plástico en forma granulada proveniente de la garganta de al tolva y lo hace avanzar. En esta sección, el cilindro se enfría con agua para controlar el calor que llega de las secciones delanteras.

Demasiado calor sería la causa de que en este punto la resina de llegada se ablandara, con lo que se obstruiría el proceso de alimentación. Asimismo, el exceso de calor se comunicaría al cojinete de empuje, cosa que a la larga causaría daños mecánicos.

En esta sección o comprensión del husillo, el diámetro del fondo aumenta en forma gradual, por lo que la distancia que hay entre el cuerpo del husillo y la pared interna del cilindro se angosta en forma progresiva.

En las primeras vueltas de esta sección, el reducido espacio dentro del que avanza y se acumule el plástico granulado causa asimismo su comprensión. La comprensión expulsa el aire que hay entre los granos impidiendo así que se desplace junto con el plástico. Asimismo el proceso de comprensión mejora la dispersión del calor por todo el plástico, cosa que facilita su fundición.

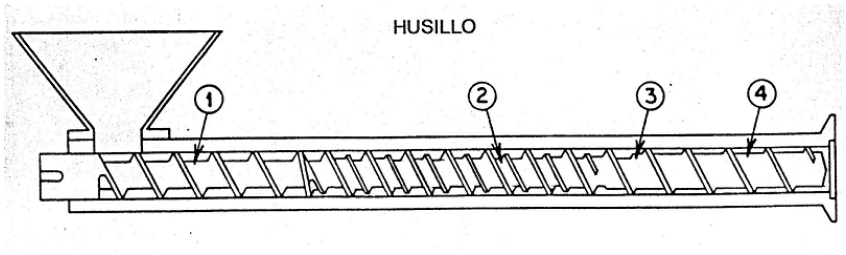
Mientras más rápidamente se pueda fundir la resina, mayor será el periodo de mezcla al pasar por el extrusor. En esta sección, el polímero se amasa y se corta a medida que se comprime, se calienta y se funde, s durante el proceso de corte, se genera calor por fricción el cual se suma al proveniente de las resistencias o bandas de calefacción del cilindro. A medida que el plástico avanza, aumenta el calor causando por el corte y la fricción. En esta sección de transición, los granos duros e individuales se convierten en un líquido visco elástico, fundido que avanza a la sección final del husillo.

La última sección del husillo es la de la calibración. El diámetro de fondo del husillo ha incrementado al máximo en la parte final de la sección de transición. Este diámetro es uniforme en toda la sección de calibración.

En esta sección, la velocidad de corte dentro del polímero fundido llega al máximo y se obtiene una temperatura y una presión finales uniformes. La generación de calor por fricción es la mayor en esta sección y puede ser lo suficientemente grande como para suministrar todo el calor que haga falta con lo cual no requieren el uso de calentadores. La cantidad de calor que se genera por fricción dependerá del diseño del husillo, de la viscosidad de la masa fundida y de la velocidad de la rotación del husillo. Algunas máquinas de extrusión, en particular las más grandes, generan demasiado calor por fricción y se necesita proporcionar un sistema de enfriamiento a las paredes del cilindro de esta sección.

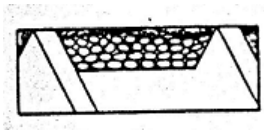
A la vez que aquí se mezcla el material plastificado y se convierte en vaciado de temperatura y presión uniformes, esta sección de calibración opera como una bomba que suministra material al cabezal y finalmente a la matriz a la velocidad constante que se requiera.

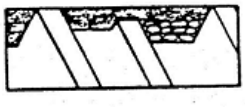
En el proceso de extrusión de plástico, es de suma importancia el que la masa se encuentre fundida de manera uniforme. El control de peso en los envases dependerá de la uniformidad del material. Esta uniformidad tiene que darse en el polímero fundido en el punto en el que abandona la sección de calibración.



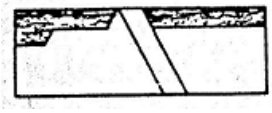
1) **SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN**: Arrastre de granos sólidos y formación de una película de material fundido en la superficie del cilindro.

2) **SECCIÓN DE FUNDICIÓN**: Se separan los sólidos y el material fundido, lo cual aumenta la propiedad de corte contra la pared del cilindro. El material fundido escurre por un canal auxiliar, lo que permite que los sólidos se desplacen hacia el cilindro en forma más eficaz.

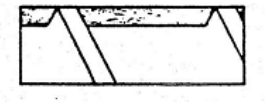




3) **SECCIÓN DE DOSIFICACIÓN**: El canal principal se llena de material fundido.



4) Con la eliminación completa de los sólidos, la uniformidad de fundición mejora al reducirse los niveles de presión y temperatura.

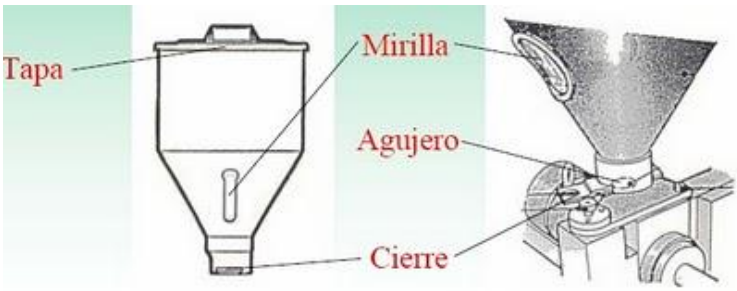


3.10 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES PERIFERICOS DE LASOPLADORA GRAHAM.

-TOLVA DE MATERIAL

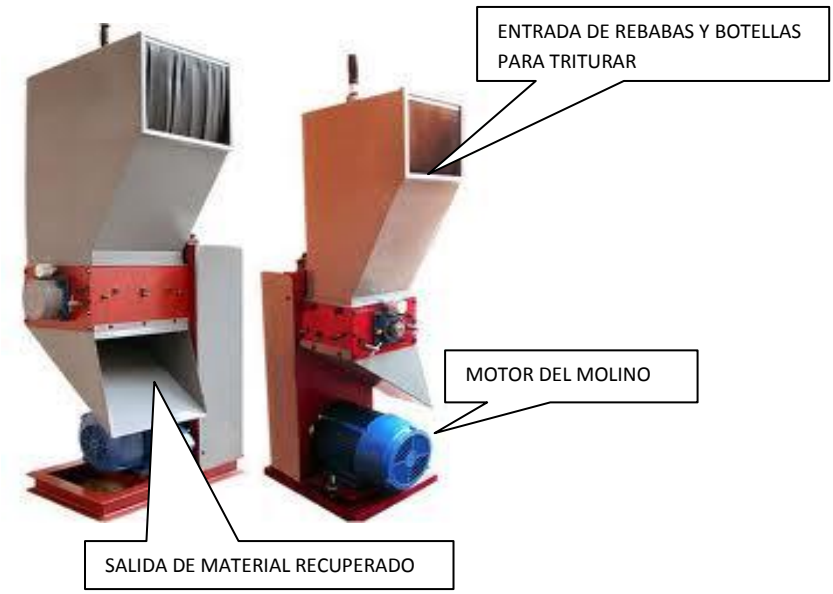
Consiste en un par depósitos de aluminio colocado Arriba de la garganta de alimentación donde se mezclan los materiales por medio de un mezclador para entrar hacia la garganta de la tolva con una mezcla de polietileno virgen y recuperado tiene sensores de peso y nivel funciona por medio de sensores para determinar en cuanto necesita llenar el deposito de ambos materiales para empezar su proceso de fundición dentro del extrusor. Funciona por medio de una bomba de vacío por el cual se arrastran ambos materiales.

LOS PUNTOS DE INSPECCION DE LA TOLVA SON LOS SIGUIENTES:



MOLINO DE REBABAS Y BOTELLAS CON DEFECTO.

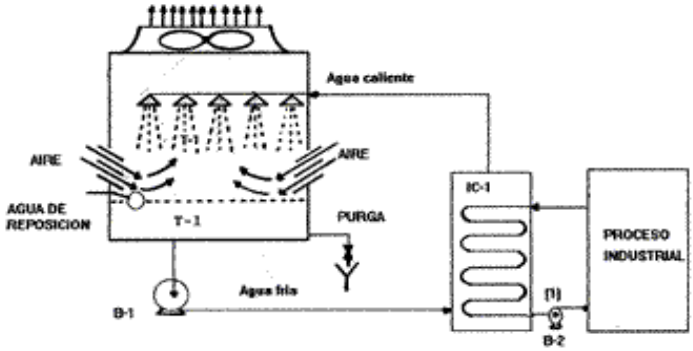
El molino es una maquina periferia donde trituramos las rebabas que se producen en nuestro proceso así como las botellas de los arranques y las que tienen algún defecto de esta trituración obtenemos nuestro material recuperado.



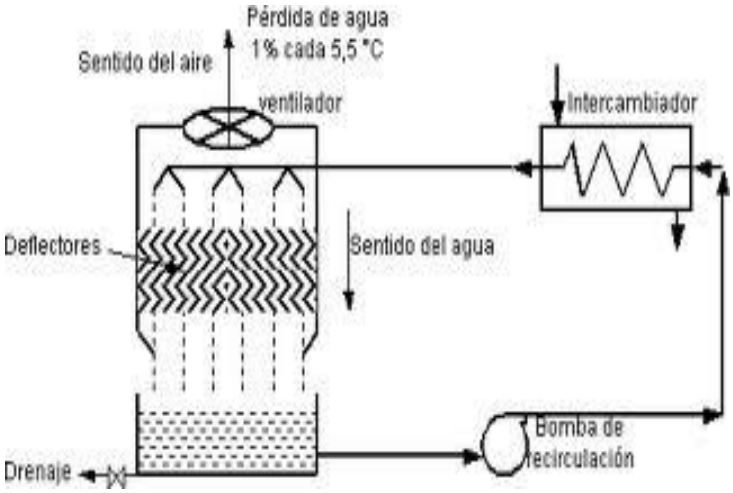
En algunos molinos se cuentan con mirillas de pared para revisar que los molinos no se saturen de rebabas o de botellas.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE EL AGUA DE LOS MOLDES.

El enfriamiento del agua que se ocupa para enfriar los moldes se realiza por medio de torres de enfriamiento, la cual funciona por medio de una bomba de circuito cerrado que hace dar los ciclos al agua y por medio de un ventilador se enfría el agua caliente que sale de nuestro proceso.

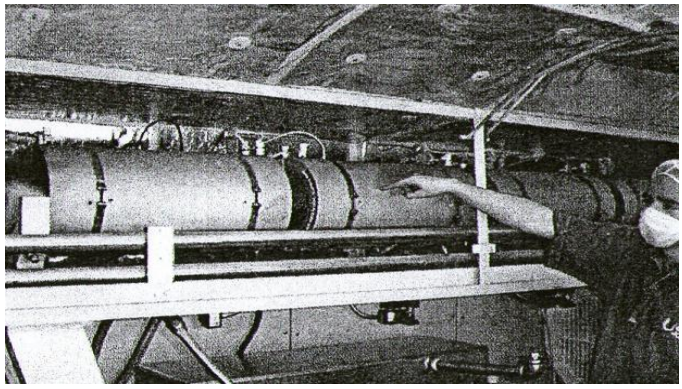


CONDICIONES DE OPERACIÓN.DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.



ZONAS DE CALENTAMIENTO DE EL EXTRUSOR

En estas zonas de calentamiento es donde se comienza a fundir nuestro material y se enfrían por medio de unas camisas para controlar las temperaturas de el extrusor estas camisas se enfrían por medio de unas venas de enfriamiento las cuales por medio de los termopares determinan el flujo de agua fría para controlar la temperatura de cada una de las zonas de el husillo que el agua que circula también se enfría en las torres de enfriamiento o por medio de un intercambiador de calor.



3.11 MOLDEADO POR EXTRUSION SOPLO.

DERRETIMIENTO DE LA RESINA.

MOVIMIENTO.- .De los gránulos de plástico a lo largo de las zonas de calentamiento.

CALENTAMIENTO.- De los gránulos de plástico a lo largo de las zonas de calentamiento.

MEZCLADO.- Del plástico derretido de manera que la mezcla de materiales virgen y recuperado sea totalmente uniforme.

- **PERFIL DE TEMPERATURAS PARA EL EXTRUSOR**.

1.-ALIMENTACION: 154 a 157°c

Es la temperatura más baja, para evitar el derretimiento prematuro del plástico y prevenir obstrucciones en la boquilla de la alimentación y encapsulamiento de burbujas de aire.

2.-TRANSICION: 177 a 185 ° c

Es la temperatura más elevada, para promover el rápido cambio de estado del material, de solido a masa fluida.

3.-MEDICION: 168 a 174 °c

Temperaturas de estabilización del proceso, que promueven la homogenización del material, antes de pasar al distribuidor de la cabeza de flujo.

4.-ZONA DE SALIDA: 185 a 190°c

Es la última zona donde el material abandona al extrusor y la formación del parison

3.12 OPERACIÓN DE LA SOPLADORA GRAHAM.

Para la operación de la maquina se deben de sincronizar los parámetros de velocidad de el extrusor y de la rueda dependiendo de el numero de botellas por minuto que produciremos o haremos trabajar la sopladora, las revoluciones de el motor que mueve a el husillo (tornillo sin fin) el cual nos arrastra el material para la formación de el parison.

PARISON

Es un tubo hueco de plástico que se forma en la boquilla de él extrusor para entrar dentro del molde el cual por medio de aire toma la forma de las paredes de el molde dependiendo la velocidad de el motor de extrusor se determinara el peso de la botella y el espesor de la misma.

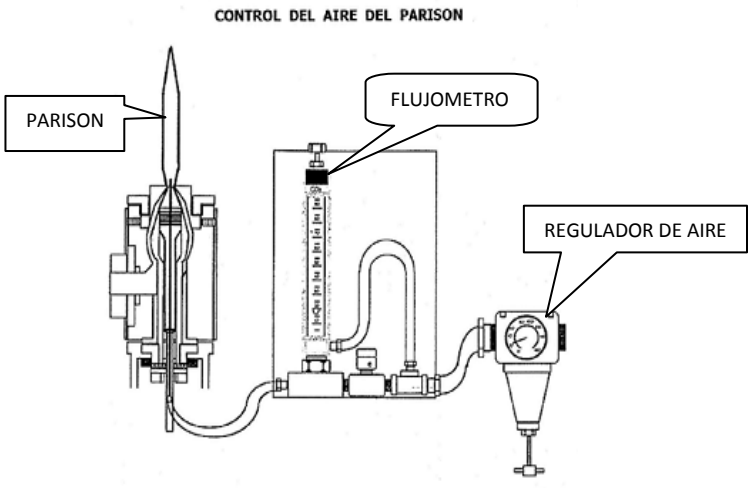
FORMACION DE LA COLUMNA PARISON

Herramienta que lo realiza: **CABEZAL**

1.-DISTRIBUCION: o guía del plástico desde el extrusor hasta el cabezal de formación del parison.

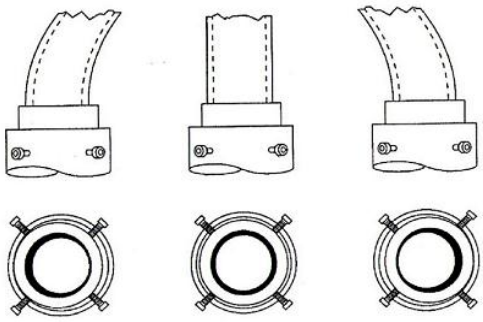
2.-MEDICION: Del flujo de plástico a temperatura y presión constante para mantener un ciclaje continúo.

3.-PROGRAMACION Y MOLDEADO: Del parison con el grosor, diámetro y largo adecuados, para cubrir las especificaciones del producto.

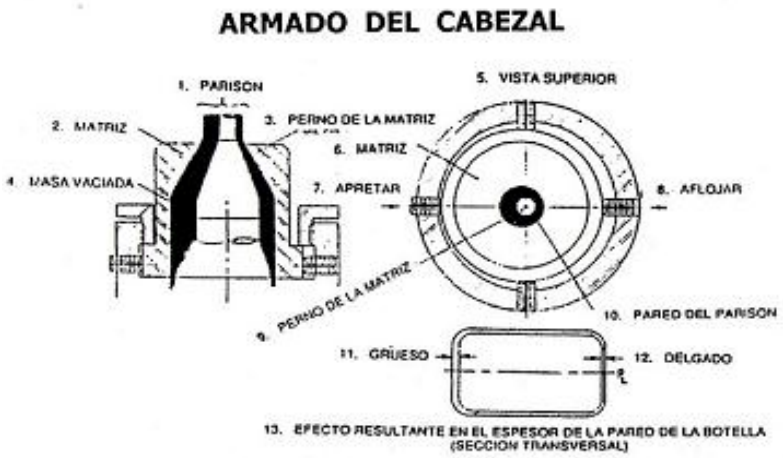


FLUJOMETRO.- Es la válvula que regula la entrada de aire al tubo hueco de plástico saliendo de la boquilla de él extrusor.

AJUSTE DE EL PARISON.- Se realiza por medio de cuatro opresores que calibran la salida del plástico de acuerdo de los espesores de las paredes de la botella se determina el ajuste del tubo plástico hueco donde se la da el ajuste que requiere para tener los mismos espesores de la pared de la botella en todas las caras de la misma.



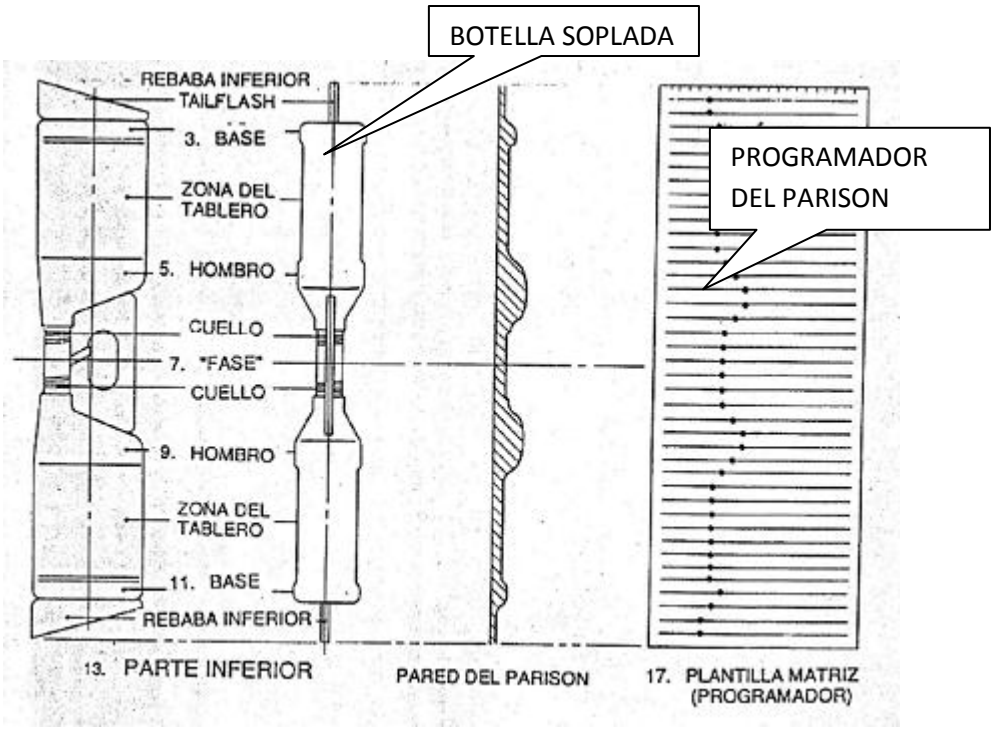
COMPONENTES DE EL CABEZAL



La distribución del material en el moldeado de botellas sopladas varia considerablemente las paredes del envase deben de ser más gruesas en algunos puntos y más delgados en otros al agregar un control de espesor es posible programar el espesor de la pared del parison extruido y establecer la distribución del material a lo largo del envase.

El peso del envase también depende del espesor de la pared del parison y la velocidad del motor del extrusor.

PROGRAMADOR DE EL PARISON



FORMACION DE EL ENVASE POR MEDIO DE MOLDES PARA SOPLADO

Es el instrumento mediante el cual se le dará forma a la pieza:

Después de ser inyectada la resina en forma líquida, ocupa el espacio vacío de la cavidad; posteriormente es enfriada con un sistema de enfriamiento de entrada y salida de agua fría (en algunas veces se atempera con aceite térmico para aumentar la calidad superficial del producto); finalmente es expulsado con ayuda de unos pernos expulsores.

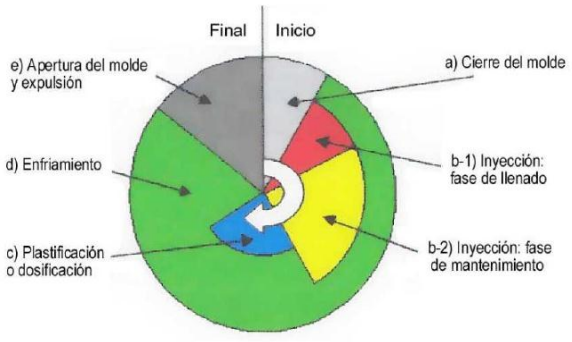
3.13 ETAPAS DE MOLDEO

1. **ENCERRADO**: Del parison dentro de las mitades del molde cuyo contorno interno da forma a el envase.

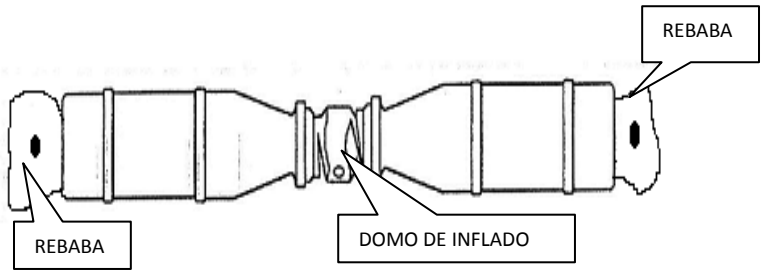
2. **SOPLADO O INFLADO**: Del parison por medio de la inyección de aire en el parison obligando al tubo hueco de plástico a tomar la forma de la pared del molde.

3. **ENFRIAMIENTO:** De la botella por medio de agua fría que por medio de venas de enfriamiento dentro del molde para solidificar el material plástico que ya esta formado en un envase.

El ciclo de él moldeo de la botella dentro del molde es la siguiente:



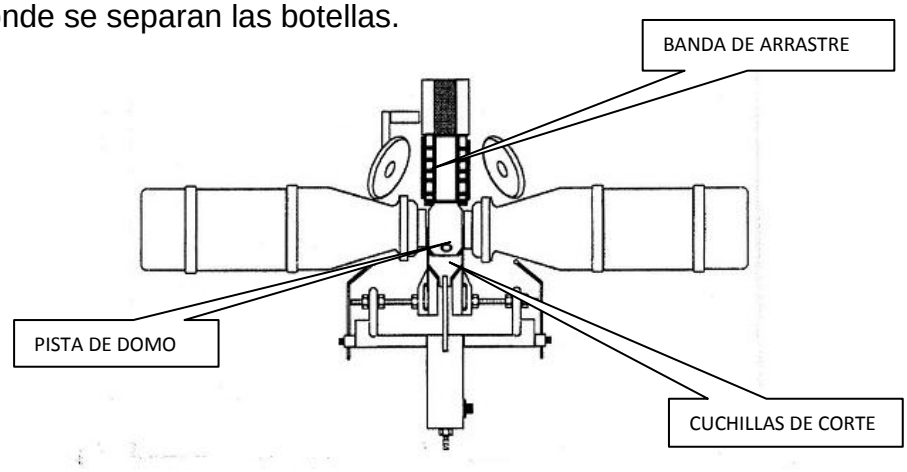
SALIDA DE LAS BOTELLAS SOPLADAS PARA RETIRAR LAS REBABAS DEL PROCESO



Separación de rebabas de la botella por medio de rodillos y corte de domo para separar las botellas por medio de cuchillas.

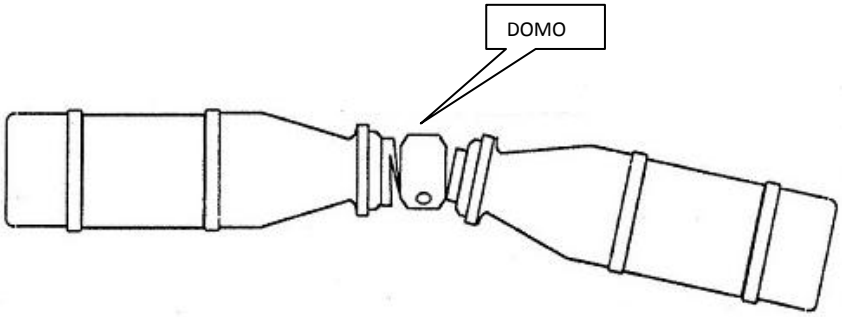
VISTA DE CORTE DE DOMO A BOTELLAS

El corte de las botellas se realiza por medio de cuchillas en donde la botella pasa por una pista donde se separan las botellas.

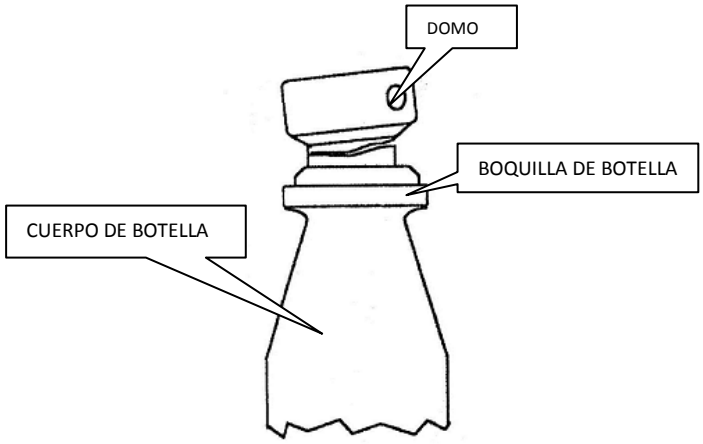


SEPARACION DE BOTELLAS

Las botellas están marcadas de el fondo con un numero par y non para identificar que maquina las produjo así como la cavidad de cada molde.



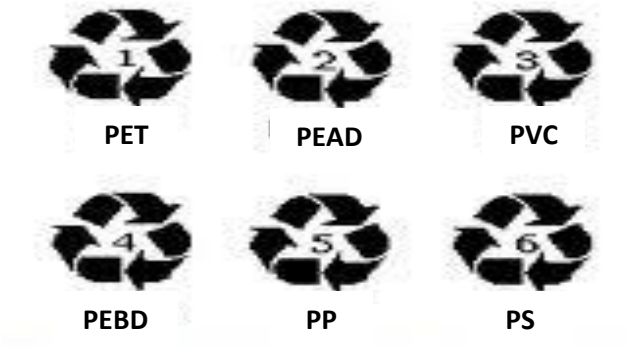
MUESTRA DE BOTELLA DONDE SE REVISA CORTE DE BOQUILLA DE LA BOTELLA



MUESTRA DE CORTE DE BOQUILLA

Una vez separada la botella se envía por medio de tubería la botella es impulsada por medio de aire a los silos donde se almacena para enviarlas a el área de envasado.

SIMBOLOGIA PARA EL RECICLADO DELOS PLASTICOS



1.- **PET** (polietileno tereftalato)

2.- **PEAD** (polietileno de alta densidad)

3.- **PVC** (poli-cloruro de vinilo)

4.-**PEBD** (polietileno de baja densidad)

5.-**PP** (polipropileno)

6.-**PS** (poliestireno)

7.- OTROS

CAPITULO 4

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es un conjunto de actividades que se realizan dentro de los equipos para lograr la mayor eficiencia dentro de nuestros equipos para mantener en condiciones optimas las maquinas.

Como parte las diversas necesidades que se presentan en las maquinas y equipos se requiere la implementación correcta de un programa de mantenimiento

El tener un sistema correcto de mantenimiento a nuestro equipo nos beneficia en contar con maquinas y equipos en condiciones adecuadas y nos reduce en un nivel muy alto la baja eficiencia de nuestros equipos. Al aplicar un mantenimiento no adecuado en el que se desea corregir una falla momentáneamente nos puede llevar a tener más paros constantes en la maquina.

Cuando aplicamos un mantenimiento correctamente tenemos una mayor confiabilidad y disponibilidad de nuestros equipos y obtener un mayor beneficio económico en el área de producción, la confiabilidad es la probabilidad de que el equipo o maquinaria se opere o produzca sin fallas por un determinado periodo bajo condiciones de operación previamente establecidas lo cual nos lleva a la calidad de nuestros productos.

La industria de hoy es una lucha continua por sobrevivir. La reducción de los costos de manufactura es un objetivo vital para estar ahí, y la atención obviamente también se ha puesto en reducir el Costo de Mantenimiento.

Pero reducir éste costo no quiere decir necesariamente reducir la calidad de éste servicio. Significa más bien tener un control de la organización, saber dónde estamos concentrando los esfuerzos y redirigirlos allí donde nos interese.

Para controlar el mantenimiento y facilitarlo, la información de lo que ocurre en nuestras instalaciones es vital. Hacerlo de forma manual requiere un gran esfuerzo en tiempo y en recursos, por tanto se hace necesario desarrollar entornos informáticos que nos permitan tener una organización competitiva.

Un sistema adecuado de mantenimiento permitirá enfocarse en todas aquellas áreas donde, con datos reales, se estén concentrando los recursos, tanto humanos como materiales, y permitirá tomar decisiones con un margen de error mínimo.

Algunos de los aspectos relativos a Costos directos de Mantenimiento que mejora a nuestros equipos y maquinas hay aspectos que debemos de analizar se muestran a continuación y pueden ser la base comparativa para justificar su implantación:

- Tiempo que gasta el personal buscando materiales.
- Tiempo que gasta el personal en la gestión de devolución de material innecesario.
- Tiempo que se utiliza para entender exactamente el trabajo que hay que realizar, y por tanto buscando detalles adicionales.
- Tiempo que se pierde por una deficiencia en la prioridad de los trabajos, y cuántos de éstos trabajos se dejan sin hacer.
- Tiempo que se pierde por una programación inadecuada.
- Tiempo que se pierde por una falta de información de los cambios en los equipos sobre los que se va a trabajar.
- Porcentaje de veces que se necesita un material y no se tiene.
- Reducción del inventario a través de la Planificación.

Adicionalmente, y gracias a la información facilitada por el sistema, hay que evaluar también el aumento de eficiencia y productividad en los equipos gracias al seguimiento de los indicadores.

En definitiva, para **Manejar** nuestras instalaciones, necesitamos **Medidas**, para tener medidas necesitamos **Reportarlas**, y para reportarlas, necesitamos **Captarlas**, y aquí es justamente donde está el beneficio real de nuestros mantenimientos.

Los beneficios que se esperan obtener en la implantación de un Sistema de Mantenimiento

- Esfuerzo Anual en Mantenimiento reducido en un debido a la optimización de los recursos humanos.

- Uso Anual de Materiales y refacciones reducidas.

- Por reducción de Uso.

- Por Optimización en la Compra de refacciones.

- Reducción de Inventarios en almacén.

- Aumento de la Eficiencia de las Instalaciones.

4.1DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO

Hechas las primeras consideraciones, podemos decir que el Mantenimiento ha evolucionado de manera muy creciente dentro de las industrias y para su implementación es necesario tomar un registro de nuestros equipos realizando un plan de mantenimiento de acuerdo con las necesidades de nuestro equipo realizando una inspección detallada y profunda de las condiciones actuales en la que se encuentra para la aplicación de un mantenimiento preciso que nos ayude a regresar a condiciones originales a nuestras maquinas.

Es importante señalar que al desarrollar un plan de mantenimiento no debemos olvidar la seguridad de nuestra gente ya que es muy importante hacer una mentalidad en cada una de las personas que realizan una operación de equipos o un mantenimiento que en cada actividad realizada la seguridad debe ser lo primero ya que es de suma importancia el factor humano en las actividades en los equipos. Al obtener la participación continua del personal operativo se crea un programa completamente nuevo e innovador que predica que la productividad de las instalaciones, y por tanto el beneficio total, puede aumentar considerablemente si se involucra a toda la organización del negocio, y no sólo a Mantenimiento, en una mejora continua de nuestras maquinas equipos y en todos los aspectos.

Lo cual nos permite obtener los siguientes beneficios

- Aumento de la Eficiencia.
- Aumento de la Productividad de los Equipos.
- Reducir número de defectos.
- Reducir materiales de reproceso.
- Reducir reclamaciones de clientes.
- Reducir horas de Mantenimiento.
- Reducir Costo de Mantenimiento.
- Reducir Costo de Material.
- Reducir Energía.
- Reducir Costo de Logística
- Reducir Inventarios de Productos.
- Reducir inventarios de Recambios.
- Reducir el número de Accidentes.

El programa de mantenimiento se desarrolla a través de diferentes actividades, todas ellas autónomas por sí mismas pero interrelacionadas unas con otras. Con la capacitación de nuestro personal.

Antes de empezar a enfocarnos en el mantenimiento, es necesario explicar de forma general, la base de la aplicación de nuestro mantenimiento en nuestros equipos y maquinas

Esta es una filosofía que busca el trabajo efectivo, sea el que sea, simplificar trabajos, reducir o incluso anular actividades que no den nada, (que no contribuyan al mantenimiento), incrementar la seguridad, estandarizar procesos de trabajo en todas las maquinas y organizar el lugar de trabajo.

4.2 EL MANTENIMIENTO Y LA APLICACIÓN DE LAS 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta. Las 5'S son:

Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente:

1. Seiri: clasificar
2. Seiton: ordenar
3. Seiso: limpieza
4. Seiketsu: estandarizar
5. Shitsuke: disciplina

Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce Objetivos de las 5'S. El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo Beneficios de las 5'S. La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, Permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos

Definición de las 5'S

1.-Clasificar (Seiri)

Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separa los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías
- Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación de actuación Beneficios de clasificar

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

Clasificar permite:

- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos
- Mejorar el control visual de stocks (inventarios) de repuesto y elementos de producción, Carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un Largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de Empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
- Facilitar control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para Un proceso en un turno, etc.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos

2.-Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar." El ordenar permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción
- Beneficios de ordenar
- Beneficios para el trabajador
- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

Beneficios organizativos:

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa.
- Mejora de la productividad global de la planta

3.-Limpieza (Seiso)

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del mantenimiento implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGA (defecto). Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. Para aplicar la limpieza se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento

- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Beneficios de la limpieza:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE).
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y Contaminación del producto y empaque.

4.-Estandarizar (Seiketsu)

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo. La estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S.
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen) Beneficios de estandarizar.
- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo.

- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta

5.-Disciplina (Shitsuke)

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por la demás y mejor calidad de vida laboral, además:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo Impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el Trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.
- Beneficios de estandarizar.
- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día

4.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

La finalidad del Mantenimiento Autónomo es la de enseñar a los operadores no calificados, es decir, personal no técnico, cómo se deben mantener los equipos en condiciones básicas realizando por ejemplo:

- Verificaciones diarias
- Lubricando
- Efectuando pequeñas reparaciones
- Comprobando la precisión de los equipos
- Detectando cualquier condición anormal en el equipo

En general, las personas que están mejor capacitadas para detectar posibles fallos, son aquellas que están cada día en contacto con los equipos, que conocen perfectamente el proceso, y por tanto pueden detectar cualquier desviación.

El sentimiento de propiedad del que hablamos constantemente, se observa aquí mejor que en cualquier otro pilar o actividad del mantenimiento ya que el concepto que se intenta cambiar es el de que el operario lo único que tiene que hacer es apretar los botones de marcha/paro y poco más. Lo que se busca es el cambio cultural, es decir, convertir al “vigilante” del proceso en un operario competente.

Para lograr aplicar un programa de mantenimiento es necesario la capacitación y entrenamiento. Hay que evaluar el conocimiento de los operadores y su entendimiento en los principios de operación de las instalaciones. Por tanto, deben estar entrenados Para:

Determinar si las condiciones de operación son las adecuadas de la maquinaria.

Conservar los equipos en las condiciones básicas de funcionamiento, establecidas.

Responder con rapidez a las posibles anomalías, bien resolviéndolas, bien informando a Mantenimiento si su capacidad o conocimiento no es suficiente.

Obviamente, la formación del operario requiere tiempo, pero la experiencia ha demostrado que es una inversión y no un gasto. El Mantenimiento Autónomo se desarrolla en los siguientes pasos:

LIMPIEZA INICIAL

Permitirá detectar anomalías antes imposibles de ver, al tiempo que podrá permitir realizar sencillas mejoras operacionales que aumenten la eficiencia del equipo.

ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACION, AREAS INACCESIBLES, DEFECTOS.

Todo aquello que pueda contribuir a no mantener las condiciones básicas, no sólo del equipo, sino también en el propio lugar de trabajo, aspectos que puedan afectar a la seguridad personal, debe ser eliminado.

CREACION DE UN SISTEMA DE INSPECCION Y LUBRICACION:

Los operadores, ayudados por la inspección, determinarán que puntos del equipo deben ser limpiados, revisados y lubricados, con qué frecuencia y qué herramientas se deberán utilizar.

Para poder realizar las inspecciones y lubricaciones pertinentes, es necesario utilizar técnicas fáciles que permitan al operador informarse rápidamente de lo que está ocurriendo y en qué punto exacto del equipo. Algunos ejemplos representativos pueden ser:

- Marcado de rangos apropiados en indicadores de presión, temperatura, flujo, velocidad, etc…, distinguiendo los correctos de los incorrectos.
- Marcando los puntos de lubricación en el lugar apropiado, indicando tipo de grasa a utilizar y cantidad.
- Marcando direcciones de rotación de equipos, de flujo en tuberías, de apertura y cierre en válvulas, etc.
- Utilizando etiquetas térmicas para el control de temperatura y rotulando el límite máximo o mínimo.
- Marcando tuercas y tornillos para indicar cualquier desviación en el ajuste de los mismos.

Los operadores deberán entender los principios básicos de operación de sus equipos. Mantenimiento deberá darles soporte en éste área allí donde éstos por capacidad y conocimiento no puedan llegar.

INSPECCION GENERAL DEL PROCESO:

Desarrollar a los operadores en el entendimiento entre las condiciones del equipo y la calidad del producto elaborado. Elaboración de la información necesaria para describir cuales son las condiciones óptimas y cómo mantenerlas.

SISTEMATIZAR EL MANTENIMIENTO AUTONOMO.

Los puntos anteriores deben convertirse en algo habitual, éste es el cambio cultural requerido. Con ello mejoraremos la calidad del trabajo del operador.

AUTOGESTION.

El Mantenimiento Autónomo debe tener entidad propia, por tanto, ha de auto gestionarse. Esto significa que debe tener claro qué es lo que tiene que hacer en cada momento y cómo debe ir el flujo de información que genere.

El resultado de las inspecciones, limpiezas y lubricaciones, además de la detección de anomalías, entendiendo como tales todos aquellos defectos que puedan convertirse en fallos si no hacemos nada, generará mucha información que deberá ser conducida de forma efectiva si no se quiere caer de nuevo en el caos inicial. Educación y Entrenamiento es quién debe dar soporte en este punto.

Mantenimiento propiamente dicho, de alguna forma se libera de chequeos que puede realizar perfectamente un operador entrenado, y por tanto puede dedicarse a cubrir otros aspectos no menos interesantes, por citar algunos ejemplos:

- Análisis y solución de los fallos recurrentes.
- Realización y seguimiento de mejoras en los procesos productivos.
- Mantener al día la información técnica de los equipos.
- Seguimiento y soporte de nuevos proyectos arrancados por el pilar de Iniciativa

4.4 MANTENIMIENTO PROGRESIVO

¿Qué debe hacer Mantenimiento?, ¿Cuáles son sus objetivos básicos?

El objetivo del Mantenimiento en general debe ser eliminar los problemas de los equipos a través de acciones de mejora, prevención y predicción al mínimo costo.

Para una correcta gestión de éstas actividades propias de mantenimiento es necesario contar con bases sólidas de información, información que puede llegar desde cualquier punto de la organización, obtener conocimiento a partir de esos datos, tener capacidad para la planificación y programación de sus recursos, gestionar las nuevas tecnologías de mantenimiento y tener un poder de coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Fallos.

Para evaluar la importancia de los fallos que se producen en los equipos, hay que clasificarlos, no todos los fallos que ocurren son igual de importantes, y por lo tanto no se les va a tratar a todos de la misma manera. Este será también un punto importante en la construcción de datos informatizada, ya que en su momento deberemos ser capaces de analizar lo que ocurre en un equipo clasificándolo según los fallos que haya tenido.

¿Qué es un fallo?: es una condición que causa que el equipo pierda total o parcialmente la función para la que fue creado.
Podemos dividir el fallo en:

FALLO = PARADAS + FALLOS DE PROCESO

Parada: Fallo que provoca una interrupción temporal de equipo donde una intervención humana no planificada es necesaria para restablecer las condiciones normales de funcionamiento. Puede hacerse necesario el remplazó de una parte del equipo por deterioro hay que dejar abierta la posibilidad de dividir los Fallos de Parada según el tiempo de la misma. De alguna manera hay que conocerlas, porque conociéndolas podemos medir la eficiencia del equipo o la máquina en cuestión.

Seguramente en una línea de envasado 15 minutos sea una parada importante, y en un proceso de elaboración no lo sea tanto.

Fallos de Proceso: Fallo que provoca que el equipo esté fuera de control causado por cambios en las condiciones del proceso, en las propiedades de las materias primas, etc... No hay parada en éste tipo de fallos, pero si intervenciones humanas, ya que pueden resolverse o minimizarse efectuando ajustes en el mismo equipo.

Control del **Análisis de Fallos** y de las **Mejoras Realizadas:** Si hemos de reducir la tasa de fallos, debemos analizar aquellos que tengan un impacto en costo importante, por tanto, hay que saber el esfuerzo que se dedica a las posibles mejoras para evitar recurrencias.

Si estamos pensando en aumentar el porcentaje de Mantenimiento Planificado, obviamente Almacén de Recambios debe estar en línea con esta actitud. A continuación se exponen algunos de los objetivos que se esperan:

- Todo el Mantenimiento debe ser Planificado.
- Todos los materiales necesarios para el Mantenimiento deben de estar registrados en el almacén.
- Almacén de Recambios.
- Almacén de Recambios sólo debe tener materiales para emergencias.
- Todas las refacciones deben tener un número que los identifique.
- Todas aquellos materiales que necesiten reparación deben ser procesados por
- Almacén de Recambios.
- El acceso a Almacén de Recambios debe ser accesible sólo a personal cualificado.
- Los materiales que necesite Mantenimiento deben ser manejados a través de reservas.

- Almacén de Recambios debe conocer los cambios que se produzcan en los equipos.
- Almacén de Recambios debe llevar un control del Inventario de Materiales y de su fiabilidad a mantenimiento.
- Todas las compras relativas a materiales de recambios deben ser gestionadas por
- Almacén de Recambios.

LA BASE DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO SE DA POR MEDIO DE LA LIMPIEZA Y LA LUBRICACION DE NUESTROS EQUIPOS Y MAQUINAS.

La **Limpieza y Lubricación**, tiene la gran importancia que tiene como actividad en el mantenimiento mecánico, si se desarrolla empleando las técnicas adecuadas, obteniendo como resultado:

- Reducir los costos de mantenimiento
- Mejorar la productividad de la planta
- Reducir la tasa de defectos
- Aumentar la disponibilidad de los equipos

Es necesario conocer la planta, la maquinaria y los equipos que se lubrican, el plan de lubricación que se tiene, el conocimiento de lubricantes, el manejo de desechos, el inventario y el sitio asignado para el manejo de lubricantes.

RUTA DE LUBRICACION.

Se desarrolla con el personal operativo se crea una ruta de lubricación, con el fin de averiguar que activos se lubrican y cuáles son sus puntos de lubricación. Con esta inspección lo más seguro es encontrar e identificar:

Los Activos que se lubrican y Los Activos que no se lubrican.

Las maquinas y equipos que se lubrican son los considerados importantes y críticos en el proceso de producción las maquinas y equipos complementarios que no se lubrican, crean este interrogante

¿Por qué no se lubrican?

Los Puntos de lubricación de las maquinas y equipos se lubrican a criterio del lubricador o sugerencias del proveedor de lubricantes, sin desarrollar un estudio del uso de lubricantes empleados en la ruta, sus características técnicas y la frecuencia de aplicación del lubricante.

Ficha Técnica Lubricantes

El empleo de una sola marca de lubricantes es una recomendación, se deben buscar también la equivalencias entre marcas de lubricantes .Muchos equipos además de contar con el catalogo técnico, portan una placa metálica donde aparecen las recomendaciones de lubricación. Además hay que racionalizar el uso de los lubricantes y se deben cambiar dentro de los intervalos normales, hay que seguir las recomendaciones del fabricante.

Las empresas proveedoras de lubricantes, estas tienen en su páginas web información sobre las características técnicas de los lubricantes, teléfono de contacto, capacitación, etc. Información como esta se obtiene en la web, que es muy útil para el desarrollo de las fichas técnicas de los lubricantes

Puntos de limpieza y lubricación.

En la inspección y desarrollo de la ruta de lubricación identificamos que muchos activos y puntos no estaban marcados dentro de la ruta, para la solución de este problema proponemos desarrollar un esquema de la maquinaria que nos sirva de supervisión visual de los puntos de limpieza y lubricación, para esto se crean formatos de lubricación de la maquina.

Los puntos fueron localizados haciendo uso de los manuales del activo, así como de la experiencia del personal operativo y la empresa de servicios, sin olvidar nunca la comprobación e identificación visual en el propio activo. A estas alturas ya están todos los puntos de lubricación de los activos de la planta.

En la ruta de lubricación, es común detectar problemas en la maquina-equipos, por lo tanto es necesario desarrollar un formato que reúna estas anormalidades presentadas, para poder procesar esta información en el sistema .Las anormalidades las debe detectar siempre el operario porque es el dueño del equipo, lo conoce más que mantenimiento. Para estas actividades al operario se le capacita .En esta parte se observa que el operario pasa a ser parte activa del programa, es una característica del TPM que involucra a producción.

Inspección de fallas

Identificada la anormalidad o falla, esta se procesa de acuerdo a la codificación de fallas en maquinas-equipos establecida y se procede a identificar la causa y la solución, para esto hay que entrenar a todo el personal de mantenimiento y producción sobre técnicas de resolución de problemas, análisis de causa y error, diagramas de Pareto, logrando con estas actividades un mantenimiento proactivo, principio del Mantenimiento Autónomo. Este es el Formato3 propuesto

Ordenes de trabajo.

En la ruta de lubricación como se dijo anteriormente es una forma de inspeccionar la maquina, en ella vamos a encontrar fallas que ameritan una respuesta inmediata de mantenimiento, para ello elaboramos una orden de trabajo.

4.5 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Se han desarrollado varios formatos para el registro de las actividades del personal operativo para el mantenimiento preventivo y correctivo mantenimiento planeado y autónomo.

Los conceptos para reducir las fallas y optimizar la operación de nuestros equipos se llevan a cabo desarrollando el siguiente análisis.

1.-clasificar las fallas de nuestros equipos.

- Se resaltan los puntos débiles de nuestros equipos.
- resaltar los puntos débiles del área.
- esclarecer las prioridades en las medidas de solución.

- Se desarrollan actividades y labores que apoyan a el mantenimiento autónomo (entrenamiento a el personal operativo en la inspección y lubricación de los equipos) y el tipo de cooperación que debe ser solicitada al personal operativo (ejecución de inspecciones, y la detención temprana de anomalías en las maquinas).

Métodos de clasificación (estratificación)

A) **Clasificación basada en líneas y grupos de maquinas**. Cuando sea deteriorado el volumen de producción o la eficiencia general de los equipos o en alguna maquina hay que localizar donde están ocurriendo las fallas. Una vez identificado se promueven actividades de mantenimiento planeado y autónomo basado en prioridades.

B) **Clasificación basada en lugar de ocurrencia** (sub-sistemas y componentes) bajo de esta clasificación se pueden identificar puntos débiles por maquinaria y líneas para esclarecer las labores prioritarias a ser ejecutadas. Los puntos a ser definidos se deben de clasificar por elementos de fijación, sistemas de lubricación, motriz, hidráulico, neumático, sensores, programa, mecánicos, eléctricos, etc.

C) **Clasificación basada en modos de fallas**. Esta clasificación nos permite identificar las labores prioritarias para el mantenimiento correctivo (extensión de la vida útil y prevención de recurrencia), los puntos a revisar y clasificar incluyen, fisuras, roturas, deformación, desgaste, corrosión, fugas, oxidación, etc.

D) **Clasificación basada en las causas**.

- ✓ Falta de condiciones básicas(falta de limpieza, lubricación, reapriete)
- ✓ No se respetan condiciones de uso (rpm, velocidad, voltaje, etc.)
- ✓ Deterioro natural (componentes que no se cambiaron a pesar de haber excedido su vida útil)
- ✓ Puntos débiles de diseño
- ✓ Error operativo (falta de habilidades, distracción o error humano)

De acuerdo a nuestro estudio de fallas se desarrollan actividades de mantenimiento En donde se desarrollaron actividades de los operadores con actividades distribuidas para preservar la maquinaria limpia, lubricada con sus partes apretadas evaluando con frecuencia las actividades planeadas de la siguiente manera.

Capacitando a el personal en cada uno de los mantenimientos que se hicieron dentro del área.

- ❖ Mantenimiento diario
- ❖ Mantenimiento semanal
- ❖ Mantenimiento quincenal.
- ❖ Mantenimiento mensual en el cual se incluye la lubricación de todo el equipo de la maquina así como el mantenimiento de los equipos periféricos.

- Mantenimiento trimestral
- Mantenimiento semestral
- Mantenimiento anual.

Se desarrollaron los mantenimientos por medio de la experiencia de el mismo personal operativo donde se define la actividad en cada punto y en el mismo formato se describe la operación de el mantenimiento así como la herramienta que se utilizara en cada punto el tipo de refacción el criterio que se debe aplicar en cada uno de los puntos y el registro de cada actividad y la persona que realiza el mantenimiento la fecha de inicio y de fin de el mismo para lograr un registro de prioridades de cada máquina y cuáles son las actividades pendientes que deben de cumplir cada turno así como la continuidad de los formatos.

En cada mantenimiento se aplican puntos de limpieza inspección ajuste y lubricación.

Contamos con un formato de operadores donde registran los pesos de la botella los valores de presión de aire, presión de la extrusión del plástico, la velocidad de la rueda y del motor del extrusor el lote y tipo de polietileno que utilizamos en cada turno.

Se elaboro un catalogo de fallas donde se describen las más comunes dentro de nuestro proceso.

Se elaboro un formato para controlar el polietileno que utilizamos y los niveles de material que tenemos en existencia dentro de las áreas de producción como el registro de las cantidades generadas de material recuperado por turno.

TOLVA O CARGADOR MAGUIRE
DE MATERIAL

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
REVISAR TENSIÒN DE BANDAS DEL CONAIR		S					
REVISAR EL ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DE LA BOMBA VACIO CONAIR			Q				
LIMPIEZA DE FILTROS DE BOMBA DE VACIO		S					
DAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SILENCIADOR DE LA BOMBA				M			
REVISAR PRESIÒN VACUOMÈTRICA DE ABERTURA DELA VALVULA DE SEG.				M			
CAMBIO DE ACEITE DE LA BOMBA DE VACIO CONAIR.					T		
LIMPIEZA Y CAMBIO DE RELLENO AL SILENCIADOR DE LA BOMBA					T		
LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE F.R.L DE TOLVA				M			
LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE CILINDROS VIRGEN Y RECUPERADO				M			
REVISIÒN Y FUNCIONAMIENTO DE CILINDDROS DE TOLVA CONAIR				M			
LIMPIEZA DE VALVULAS 3/2 N.C O 5/2 N.C DE TOLVA CONAIR				M			
REVISIÒN DE EMPAQUES VIRGEN Y RECUPERADO					T		

La tolva o cargador se refiere al equipo periférico el cual se encarga de abastecer las tolvas de material para alimentar a el extrusor de nuestra maquina.

EXTRUSOR

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
REVISAR IMANES DEL ESTRUSOR QUE SE ENCUENTREN LIMPIOS	D						
LIMPIAR FILTRO DE TURBOVENTILADOR DEL ESTRUSOR	D						
LIMPIAR BUSING Y PUNTA DEL PIN DE LA CABEZA DE FLUJO	D						
PIN DE LA CABEZA DE FLUJO LUBRICADA CON SILICON	D						
QUITAR EXCESO DE SILICON DE LA CABEZA DE FLUJO	D						
REVISAR MALLLA FINA Y GRUESA		S					
REVISAR EL NIVEL DE TANQUE DE AGUA DESTILADA	D						
REVISAR SERVOVALVULA TRABAJANDO EN MANUAL 1" DE CARRERA		S					
REVISAR Y REPARAR FUGAS EN SISTEMA HIDRAULICO (1500 A 1800 PSI)		S					
REPARAR PROTECTORES DE ASBESTO DE LA CABEZA DE FLUJO				M			
LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DEL ESTRUSOR				M			
VERIFICAR QUE EL AMPERIMETRO ESTE FUNCIONANDO BIEN (4 A 5 AMP)				M			
LUBRICAR CON INYECTOR MANUAL EL RETEN DEL CAÑON				M			
LIMPIEZA DEL TANQUE DE AGUA DESTILADA					T		
DESMONTAR INTERCAMBIADOR DE CALOR DE AGUA DESTILADA					T		
DESMONTAR INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA UNIDAD HIDRAULICA					T		
DESMONTAR INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA CAJA DE ENGRANES					T		
CAMBIO DE ANILLOS GRAFITADOS					T		
INSPECCIONAR PORTAFUSIBLES Y TERMINALES DE LIBRE CORROSIÒN					T		
CAMBIO DE ESCOBILLAS DEL MOTOR DEL ESTRUSOR						SEMT	
CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DEL ESTRUSOR						SEMT	
CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DLEL SISTEMA HIDRAULICO						SEMT	
CAMBIOS DE FILTROS DE LA UNIDAD HIDRAULICA						SEMT	
EMPAQUES DE SERVOVALVULA						SEMT	
INSPECCIONAR Y LUBRICAR COPLEE DE MOTOR DEL ESTRUSOR						SEMT	
INSPECCIONAR CONTACTOS DE ARRANQUE DEL MOTOR DEL ESTRUSOR						SEMT	
MEDIR Y ANOTAR LA LECTURA DEL MOTOR PRINCIPAL							A
SACAR Y MEDIR LOS FILETES DEL HUSILLO Y CAÑON							A
DESMONTAR INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA CAJA DE ENGRANES					T		

El extrusor se refiere a todo el cuerpo de calentamiento donde se funde nuestro material y todos los componentes que logran hacer que nuestro equipo trabaje en condiciones óptimas de trabajo.

RUEDA

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
LIMPIAR FILTRO DE TURBOVENTILADOR DE LA RUEDA	D						
VASO LUBRICADOR LIMPIO Y TRABAJANDO 3 A 4 GOTAS POR MIN.	D						
ELEMENTOS FILTRANTES LIMPIOS	D						
LIMPIEZA DE ACRILICOS DE LA RUEDA	D						
LUBRICACIÒN DEL CABEZAL DEL BOTADOR		S					
REVISIÒN DE RESORTES DEL BOTADOR		S					
REVISIÒN DE TORQUE DE TUERCA Y CONTRATUERCA DE VARILLA CABEZAL		S					
REVISIÒN GENERAL DE MANGUERAS AIRE Y AGUA		S					
CUCHILLAS DE4 CORTE DE PARISON LIMPIAS, TORNILLERIA COMPLETA		S					
POSICIÒN DEL MOLDE CON RESPECTO A LA RUEDA SEGÙN EL ESTÁNDAR		S					
MOLDES LIMPIOS SIN POLIETILENO NI MASKINTAPE		S					
BUJES DE PERNOS LIMPIOS Y LUBRICADOS		S					
BOTON DE PAROS DE ENMERGENCIA FUNCIONANDO		S					
MICROS DE PUERTAS FUNCIONANDO		S					
VERIFICAR DETECTOR DE MOLDE ABIERTO SEGUÙN CALIBRACIÒN		S					
CILINDROS DE 5" Y 6" LIMPIOS Y LUBRICADOS DETECTAR FUGA.		S					
CUADROS DE AGUJA LIMPIOS Y LUBRICADOS		S					
O-RING DE CUADROS LIMPIOS Y LUBRICADOS		S					
EJES DE LOS BRAZOS ROTATORIOS ENGRASADOS		S					
EJES DE MOVIMIENTO DE LOS MOLDE LIMPIOS Y LUBRICADOS		S					
ENGRASADO DE LA RUEDA		S					
REVISIÒN DE TORNILLERÌA DE RUEDA			Q				
LEVA DE APERTURA Y CIERRE DE MOLDE LIMPIA Y LUBRICADA			Q				
SEGUIDORES DE LEVA APRETADOS Y ENGRASADOS			Q				
CHUMACERA DEL PIÑON DE RUEDA			Q				
ENGRANE PRINCIPAL LIMPIO Y LUBRICADO			Q				
REVISAR GRASERAS, CONEXIONES Y MANGUERAS DEL SIST. DE LUB.				M			
BOTÒN PERNO APOYO DEL BRAZO CON UNA APERTURA SEGEL ESTÁNDAR				M			
VALVULA VERSA DE AIRE LIMPIA Y LUBRICADA				M			
VALVULA VERSA DE AGUJA LIMPIA Y LUBRICADA				M			
VÀLVULA MAC, PARKER, O NEUMÀTICS,ACTIVADORES DE CILINDROS LUB.				M			
ROLDANAS DE PRESIÒN DEL MOLDE LIMPIAS SIN ÒXIDO				M			
REVISIÒN NIVEL DE ACEITE CAJA DE TRANSMISIÒN DE LA RUEDA				M			
LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DE LA RUEDA				M			
LUBRICAR UNIÒN ROTATORIA DE AIRE Y AGUA					T		
REVISAR FILOS DE MOLDES					T		
REVISAR BUJES Y PERNOS DE MOLDES					T		
CAMBIOS DE ACEITES DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DE LA RUEDA						SEMT	
REVISIÒN Y CAMBIO DE PROTECCIONES PANELES DE RUEDA						SEMT	
INSPECCIONAR BANDA DENTADA DE LA RUEDA TENSIÒN						SEMT	
SAMBLACEADO DE MOLDES						SEMT	
INSPECCIONAR ESCOBILLAS DEL MOTOR PRINCIPAL RUEDA						SEMT	
VERIFICAR ALINEAMIENTO DEL PIÑON CON RESPECTO A ENGRANE							A
LIMPIEZA GENERAL EXTERIOR DE LA MAQUINA		S					
CALIBRACIÒN DE BANANAS, PORTAMOLDES Y PERNOS DE APOYO.					T		
REVISIÒN DEL TORQUE TUERCA Y CONTRATUERCA VARILLA DE CABEZAL		S					
REVISIÒN DE TORQUE DE TUERCA Y CONTRATUERCA DE VARILLA		S					
REVISAR LA POSICIÒN DE MANGUERAS, QUE NO ROSEN CON TRANSP.		S					
REVISAR PRESIÒN VACUOMETRICA DE LA VLAVULA DE SEGURIDAD				M			
REVISAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE CONTADORES	D						

La rueda se refiere a todos los dispositivos mecánicos que se encuentran dentro de nuestra máquina aquí es donde se encuentran los moldes y los componentes mecánicos, neumáticos así como las piezas hidráulicas que logran formar nuestras piezas dentro de nuestro proceso.

TRANSPORTADOR

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
LIMPIEZA DE TRANSPORTADORES Y TABLILLAS PORTATRONCOS		S					
REVISAR ANGULO DE TRANSPORTADOR DE TRONCOS		S					
REVISAR TORNILLERIA TRANSPORTADOR DE TRONCOS			Q				
CADENAS DE TRNSMISIÒN LUBRICADAS			Q				
CHUMASERAS ENGRASADAS DE LA TRANMISIÒN DEL TRONCO			Q				
REVISAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISIÒN TRANSPORTADOR			Q				
REVISAR TENSIÒN DE CADENAS				M			
ENGRASAR TRANSPORTADOR DE TRONCOS				M			
CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DEL ANGULO RECTO						SEMT	

El trasportador es nuestro equipo periférico por donde se trasporta nuestras botellas al salir de el proceso de inyección y soplo de nuestro equipo.

REBABEADOR

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
REVISAR TORNILLERIA DEL DETABER				M			
ENGRASAR ENGRANES HELICOIDALES DEL DETABER		S					
REVISAR TORNILLERIA DEL DETABER				M			
REVISAR ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DEL DETABER			Q				
CAMBIO DE ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DEL DETABER							
REVISIÒN Y FUNCIONAMIENTO DE RODILLOS DE DETABER					T		

El rebabeador es el equipo periférico donde se quitan las rebabas de la botella de la parte del fondo de cada una de nuestras piezas.

DEMOILLER

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
LIMPIEZA DE ACRILICOS DEL DEMOILLER	D						
QUITAR EXCESO DE PLÀSTICO DE CUCHILLAS DEL DEMOILLER		S					
REVISAR TORNILLERIA DEL DEMOILLER			Q				
REVISAR TRANSMISIÒN DEL DEMOILLER				M			
CAMBIO DE ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DEL DEMOILLER					T		

TURBOS

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
LIMPIEZA DE DUCTOS DE BOTELLA				M			
LIMPIEZA DE IMPULSORES DE TURBO				M			

MOLINO

MAQUINA Y/O EQUIPO	DIARIO	SEMANA	QUINC.	MES	TRIMES.	SEMEST	ANUAL
REVISAR AJUSTE DE CUCHILLAS DE MOLINO		S					
LIMPIEZA INTERIOR DE MOLINO		S					
REVISAR TENSIÒN DE BANDAS		S					
REVISAR QUE NO HAYA POLVO DE POLIETILENO EN MOTOR Y VENTILADOR		S					
REVISAR TORNILLERIA DE MOLINO			Q				
ENGRASAR CHUMACERAS DE MOLINO			Q				
CAMBIO DE RODAMIENTOS							A

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

ADVERSO

Estrusión-Soplo, Planta.

FECHA INICIO:_____ **MAQUINA:**_____ **No. DE MOLDES:**_____ **PRESENTACIÒN:**_____

		STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL SUPERVISOR
	ESTRUSOR					
1	**REVISAR PRESION ENTRADA Y SALIDA DE AGUA DE EXTRUSORES**					
	OBSERVACIONES:					
2	**REVISAR TEMPERARURA DE ENTRADA Y SALIDA DE AGUA DE EXTRUSORES**					
	OBSERVACIONES:					
3	**LIMPIEZA DE IMANES DEL EXTRUSOR**					
	OBSERVACIONES:					
4	**LIMPIAR FILTRO DE TURBOVENTILADOR DEL MOTOR DEL EXTRUSOR**					
	OBSERVACIONES:					
5	**LIMPIAR BUSHING Y PUNTA DEL PIN DE LA CABEZA DE FLUJO**					
	OBSERVACIONES:					
6	**LUBRICACION Y LIMPIEZA DEL PIN DE LA CABEZA DE FLUJO**					
	OBSERVACIONES:					
7	**CAMBIO DE MALLAS FINA Y GRUESA**					
	OBSERVACIONES:					
8	**SOPLETEO DE CONEXIONES DE LA MOOG**					
	OBSERVACIONES:					
	RUEDA					
9	**LIMPIAR FILTRO DEL MOTOR DE LA RUEDA**					
	OBSERVACIONES:					
10	**REVISAR NIVEL DE ACEITE DEL VASO LUB. FRL Y QUE ESTE LUBRICANDO**					
	OBSERVACIONES:					
11	**REVISAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE CONTADORES DE BOTELLA**					
	OBSERVACIONES:					
12	**APLICAR LIMP Y LUB A CUADROS AGUJA EN CASO DE SANITIZACIÓN LLENADO**					
	OBSERVACIONES:					
	TRANSPORTADOR					
13	**LIMPIEZA DE PORTRATRONCOS BANDAS , TAPETES Y GUIAS DE CASCADA**					
	OBSERVACIONES:					
	DEMOILLER					
14	**LIMPIEZA DE ACRILICOS Y ESTRUCTURA DEL DEMOILLER**					
	OBSERVACIONES:					
15	**REVISAR TEMPERATURA EN CUCHILLAS**					
	OBSERVACIONES:					

NOTA: EN LA COLUMNA DE STATUS ANOTA EL DATO QUE TIENE EL EQUIPO AL MOMENTO DE LA REVISIÒN, N/A SI NO APLICA Ó UNA PALOMA SI EL PUNTO ES SOLO DE INSPECCIÒN; RECUERDA QUE ALGUNAS ACTIVIDADES APLICAN O NO DEPENDIENDO DE LA LINEA, EL MODELO DE MÀQUINA Y/O EQUIPO.
AL REVERSO DE LA HOJA ENCONTRARÁS LOS STANDARES DE APLICACIÒN.

De acuerdo a nuestro análisis de nuestro mantenimiento preventivo se determinaron realizar estas actividades en nuestros equipos diariamente en el primer turno de cada día de producción.

REVERSO

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO DIARIO

STANDARES

	ESTRUSOR	STANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
1	REVISAR PRESION ENTRADA Y SALIDA DE AGUA DE EXTRUSORES	Inspecciòn			
2	REVISAR TEMPERATURA ENTRADA Y SALIDA DE AGUA DE EXTRUSORES	Inspecciòn			
3	LIMPIEZA DE IMANES DEL EXTRUSOR	Inspecciòn y limpieza	7/16 Mixta, martillo		
4	LIMPIAR FILTRO DE TURBOVENTILADOR DEL EXTRUSOR	Limpieza			
5	LIMPIAR BUSING Y PUNTA DEL PIN DE LA CABEZA DE FLUJO	Limpieza			Fibra de cobre y scotch
6	LUBRICACIÒN Y LIMPIEZA DEL PIN DE LA CABEZA DE FLUJO	Limpieza y lubricaciòn	Inyector manual de grasa silicon. desarm. plano		trapos, grasa silicon.111
7	CAMBIO DE MALLAS FINA Y GRUESA	Inspección y cambio	1/2 allen, tubo, barra de bronce, desarmad. plano	Malla fina y gruesa de 60 y 40 micras	
8	SOPLETEO DE CONEXIONES DE LA MOOG	Limpieza			trapos y limpiador desengrasante
	RUEDA				
9	LIMPIAR FILTRO DEL MOTOR DE LA RUEDA	Limpieza			
10	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE VASO LUB. F.R.L Y QUE ESTE LUBRICANDO	Inspecciòn, 1 a 3 gotas por min.			Aceite para unidad de mantenimiento FESTO
11	REVISAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE CONTADORES DE BOTELLA	Inspecciòn y ajuste			
12	APLICAR LIMP Y LUB A CUADROS AGUJA EN CASO DE SANITIZACIÓN LLENADO				
	TRANSPORTADOR				
13	LIMPIEZA DE PORTATRONCOS BANDAS TAPETES Y GUIAS DE CASCADA	Limpieza			Trapos ó jerga p/piso
	DEMOILLER				
14	LIMPIEZA DE ACRILICOS Y ESTRUCTURA DEL DEMOILLER	Limpieza			Brasso liq. y trapos
15	REVISAR TEMPERATURA EN CUCHILLAS	Inspecciòn, 180°C			

REGISTRE LOS FALTANTES DE REFACCIONES O MATERIAL : _____

En nuestro estándar de mantenimiento se creo por la parte trasera de nuestro formato el criterio de ajuste y la herramienta que se ocupara en la ejecución de cada punto así como las condiciones optimas en que deben de quedar nuestros equipos.

Estrusión-Soplo, Planta.

ADVERSO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

FECHA INICIO:_____ MAQUINA:_____ No. DE MOLDES:_____ PRESENTACIÒN:_____

	TOLVA O ALIMENTACIÒN	STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL SUPERVISOR
1	LIMPIEZA DE TOLVA Y CARGADOR DE POLIETILENO					
	OBSERVACIONES:					
	ESTRUSOR					
2	REVISAR CARRERA DEL PIN					
	OBSERVACIONES:					
3	LIMPIEZA DE EXTRUSOR					
	OBSERVACIONES:					
4	LIMPIEZA DE UNIDAD HIDRAULICA					
	OBSERVACIONES:					
	RUEDA					
5	LUBRICAR CABEZAL DEL BOTADOR					
	OBSERVACIONES:					
6	REVISAR RESORTES DEL BOTADOR					
	OBSERVACIONES:					
7	REVISAR TORQUE DE TUERCA Y CONTRATUERCA DE VARILLA CABEZAL					
	OBSERVACIONES:					
8	CILINDROS DE 5" Y 6" LIMP , LUB DETECTAR FUGA Y APRIETE DE ESPIGAS.					
	OBSEERVACIONES:					
9	APRIETE CONTRATUERCAS CILIND. LA DE CHOQUE ESTE A RAZ CON VARILLA					
	OBSERVACIONES:					
10	APRIETE DE TUERCA DE SUJECIÒN DE PISTÒN Y ALINEAR CON BOTADORES					
	OBSERVACIONES:					
11	REVISAR DETERIORO DE MANGUERAS AIRE, AGUA Y ACOMODARLAS					
	OBSERVACIONES:					
12	CUADROS DE AGUJA LIMPIOS Y LUB. (CHECAR O`RINGS, CUADRO Y AGUJA)					
	OBSERVACIONES:					
13	CUCHILLAS CORTE DE PARISON LIMPIAS, TORNILLERIA COMPLETA Y CALIB.					
	OBSERVACIONES:					
14	BUJES Y PERNOS DE MOLDES LIMPIOS Y LUBRICADOS					
	OBSERVACIONES:					
15	POSICIÒN DEL MOLDE CON RESPECTO A LA RUEDA SEGÙN EL ESTÁNDAR					
	OBSERVACIONES:					
16	MOLDES LIMPIOS SIN POLIETILENO SIN MASKINTAPE					
	OBSERVACIONES:					
17	EJES DE LOS BRAZOS ROTATORIOS ENGRASADOS					
	OBSERVACIONES:					
18	VERIFICAR DETECTOR DE MOLDE ABIERTO SEGÙN CALIBRACIÒN					
	OBSERVACIONES:					
19	REVISAR DETECTOR DE BOTELLA EN MOLDE, INSPECCIÒN Y APRIETE					
	OBSERVACIONES:					
20	REVISAR PAROS DE EMERGENCIA Y MICROS DE SEGURIDAD					
	OBSERVACIONES:					
21	LIMPIEZA GENERAL EXTERIOR DE LA MAQUINA					
	OBSERVACIONES:					
22	LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE DE SOPLADO REVISION EN BUEN ESTADO					
	OBSERVACIONES:					
23	LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE DEL FRL DE LOS BOTADORES					
	OBSERVACIONES:					
	TRANSPORTADOR					
24	LIMP ESTRUCT. DE TRANSP, TABLILLAS,PORTAT,BANDAS Y TAPÈTES					
	OBSERVACIONES:					
	DEMOILER					
25	REVISAR PAROS Y MICROS DE ENMERGENCIA					
	OBSERVACIONES:					

NOTA: EN LA COLUMNA DE STATUS ANOTA EL DATO QUE TIENE EL EQUIPO AL MOMENTO DE LA REVISIÒN, O UNA PALOMA SI EL PUNTO ES SOLO DE INSPECCIÒN.
RECUERDA QUE ALGUNAS ACTIVIDADES APLICAN O NO DEPENDIENDO DE LA LINEA, EL MODELO DE MÀQUINA Y/O EQUIPO

En nuestras actividades semanales se colocaron los puntos de inspección y ajuste de nuestra maquina, así como nuestros equipos periféricos los cuales para lograr su mayor eficiencia.

REVERSO

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO SEMANAL
STANDARES

	TOLVA O ALIMENTACIÒN	ESTANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
1	LIMPIEZA DE TOLVA Y CARGADOR DE POLIETILENO	Limpieza			
	ESTRUSOR				
2	REVISAR CARRERA DEL PIN	1" de carrera (1/2" en G1)	Flexòmetro		
3	LIMPIEZA DE EXTRUSOR				
4	LIMPIEZA DE UNIDAD HIDRAULICA	1500 a 1800 psi (G1 2500 psi)	Visual		
	RUEDA				
5	LUBRICAR CABEZAL DEL BOTADOR	Lubricar	3/16 Allen	Cabezal 4-3/4	Aceite 320,trapos
6	REVISAR RESORTES DEL BOTADOR	Inspecciòn	3/16 Allen,3/4-7/8 española y 3/8 mixta.	Resorte 10"	
7	REVISAR TORQUE DE TUERCA Y CONTRATUERCA DE VARILLA CABEZAL	Apriete al llegue + 1/4	2 Llaves 3/4-7/8 mixtas	2 Tuercas exag.y rondana1/2	
8	CILINDROS DE 5" Y 6" LIMP Y LUB DETECTAR FUGA.Y APRIETE DE ESPIGAS	Insp,limp, apriete al llegue+1/4	9/16,1-1/2,5/16 españolas	Cilindros neumático 1"1/8x5" ò 6",espiga 1/4	Trapos y aceite festo
9	APRIETE CONTRATUERCAS CILIND. LA DE CHOQUE ESTE A RAZ CON VARILLA	Insp,limp y ajuste	9/16 Y 5/16 mixtas y perico	Tuerca exàgonal 3/8 y 3/8x1"1/4	
10	APRIETE DE TUERCA DE SUJECIÒN DE PISTÒN Y ALINEAR CON BOTADORES	Insp,limp, apriete al llegue+1/4	1"1/2 Mixta	Tuerca exàgonal 3/4	
11	REVISAR DETERIORO DE MANGUERAS AIRE, AGUA Y ACOMODARLAS	Inspecciòn y cambio	9/16,11/16,1"-1/4, 1/2 y 7/8 españolas	Manguera y espiga 1/4 y 3/8 para aire,1/2 y 3/4 para agu	Trapos
12	CUADROS DE AGUJA LIMP Y LUB (REVISAR O`RINGS, CUADRO Y AGUJA).	Insp.,limp.,lub.	3/16,5/32 y 1/4 allen,pinzas ext,3/8 esp y vari	Agujas,kits de o`rings para agujas y cuadros.	Lija 600,aceite festo,trap
13	CUCHILLAS CORTE DE PARISON LIMPIAS, TORNILLERIA COMPLETA Y CALIB.	Calibraciòn de 3 a 6 milesimas	5/32 allen, lainas	Cuchillas y contras,tornillo allen 1/4 x 1/2 y 1/4 x 3/4	Trapos
14	BUJES DE PERNOS DE MOLDES LIMPIOS Y LUBRICADOS	Insp.,limp.,lub.			Grasa 220 esso,trapos
15	POSICIÒN DEL MOLDE CON RESPECTO A LA RUEDA SEGÙN EL ESTÁNDAR	Insp,limp y ajuste	Calibrador		
16	MOLDES LIMPIOS SIN POLIETILENO NI MASKINTAPE	Insp y limp.			Trapo
17	EJES DE LOS BRAZOS ROTATORIOS ENGRASADOS	Lub y limp.	Grasera neumàtica	Graseras rectas y de 45º	Grasa 220 esso,trapos
18	VERIFICAR DETECTOR DE MOLDE ABIERTO SEGÙN CALIBRACIÒN	4ml de varilla a seguidor leva	3/16 y 5/32 allen, desarmador plano.		
19	REVISAR DETECTOR DE BOTELLA EN MOLDE, INSPECCIÒN Y APRIETE	Inspecciòn	3/16 y 5/32 allen		
20	REVISAR PAROS DE EMERGENCIA Y MICROS DE SEGURIDAD	Inspecciòn			Brasso y jerga p/piso
21	LIMPIEZA GENERAL EXTERIOR DE LA MAQUINA	Limpieza			Brasso y jerga p/piso
22	LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE DE SOPLADO REVISION EN BUEN ESTADO				
23	LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE DEL FRL DE LOS BOTADORES				
	TRANSPORTADOR				
24	LIMP ESTRUCT. DE TRANSP, TABLILLAS,PORTAT,BANDAS Y TAPÈTES	Limpieza			Brasso y jerga p/piso
	DEMOILLER				
25	REVISAR PAROS Y MICROS DE ENMERGENCIA	Insp y ajuste.			

En nuestro estándar que tenemos por la parte trasera del formato semanal se colocaron los criterios que debe tomar en cuenta nuestro personal operativo colocando también nuestros equipos periféricos.

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO QUINCENAL

ADVERSO

FECHA INICIO:_____ MAQUINA:_____ No. DE MOLDES:_____ PRESENTACIÒN:_____

	STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL SUPERVISOR
RUEDA					
1 REVISAR TORNILLERÌA OPRESORES, GRASERAS SEGUROS OMEGA DE LA RUEDA					
OBSERVACIONES:					
2 SEGUIDORES DE LEVA APRETADOS Y LUBRICADOS					
OBSERVACIONES:					
3 LIMPIEZA DE VALVULAS VERSA 5/2 PARA AGUJA DE SOPLADO					
OBSERVACIONES:					
4 LIMPIEZA DE VALVULAS VERSA 3/2 PARA SOPLADO DE BOTELLA					
OBSERVACIONES:					
5 LIMPIEZA DE VALVULAS MAC O NUMATICS APRETAR TORNILLERIA Y CONEXIONES					
OBSERVACIONES:					
6 LIMP.INTERNA POR EXESO DE GRASA EN RUEDA.ESTACIONES,ENGRANE Y ESTRUCTURA					
OBSERVACIONES:					
TRANSPORTADOR					
7 REVISAR TORNILLERIA Y TABLILLAS DE PORTATRONCOS DEL TRANSPORTADOR					
OBSERVACIONES					
REBABEADOR					
8 REVISAR ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DEL DETABER					
OBSERVACIONES					
DEMOILLER					
9 REVISAR TORNILLERIA DEL DEMOILLER					
OBSERVACIONES					
MOLINO					
10 REVISAR TORNILLERIA DE MOLINO					
OBSERVACIONES					

NOTA: EN LA COLUMNA DE STATUS ANOTA EL DATO QUE TIENE EL EQUIPO AL MOMENTO DE LA REVISIÒN, O UNA PALOMA SI EL PUNTO ES SOLO DE INSPECCIÒN.
RECUERDA QUE ALGUNAS ACTIVIDADES APLICAN O NO DEPENDIENDO DE LA LINEA, EL MODELO DE MÀQUINA Y/O EQUIPO

En nuestro formato quincenal se colocaron puntos de inspección y de lubricación a cada uno de nuestros equipos periféricos y de nuestra maquina.

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO QUINCENAL
STANDARES

REVERSO

	STANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
RUEDA				
1 REVISAR TORNILLERIA OPRESORES, GRASERAS SEGUROS OMEGA DE LA RUEDA	APRIETE AL LLEGUE Y 1/4 MAS	3/16 PARA BOT Y OPRES.. 5/16 ALLEN, TUBO,P/MOLD, 3/8, 5/16 P/GRAS. PINZAS . P/SEG OMEGA	TORN. ALLEN 3/8 X 2", ROND. DE PRES. Y PLAN. 3/8, OPRES. 3/8X5/8, GRAS. REC. 45 Y 90° DE 1/4, TORN. ALLEN 1/4X3/4	
2 SEGUIDORES DE LEVA APRETADOS Y LUBRICADOS	APRIETEAL LLEGUE 1/4 +, 2 DISP. DE GRASA	1/4 ALLEN P/OPRES.1/2 ALLEN Y TUBO P/SEG. DE LEVA, INYECT. NEUMAT. P/ENGRASAR	SEGUIDOR DE LEVA CFH 2"1/2-BMC-GILL, GRASERA DE 90° Y OPRESOR DE 1/2 X 3/4".	GRASA 220 , TRAPOS
3 LIMPIEZA DE VALVULAS VERSA 5/2 PARA AGUJA DE SOPLADO	LIMPIEZA Y LUBRICACION	1/4 ALLEN P/VALV. Y 1/2 MIX. P/ACTUAD.	KITS DE ORING'S P/VALV. VERSA 3-2 Y ACTUADORES	ACEITE P/U M. FESTO
4 LIMPIEZA DE VALVULAS VERSA 3/2 PARA SOPLADO DE BOTELLA	LIMPIEZA Y LUBRICACION	5/32 ALLEN P/VALV. 1/2 MIX. P/ACTUAD.	KITS DE ORING'S P/VALV. VERSA 5-2 Y ACTUADORES	ACEITE P/U M. FESTO
5 LIMPIEZA DE VALVULAS MAC O NUMATICS APRETAR TORNILLERIA Y CONEXIONES	LIMPIEZA Y APRIETE AL LLEGUE Y 1/4 MAS	11/16 MIX. P/ESPIGAS, 3/16 P/V, DESARM. P. P/ACT. P/V NEUM. 2 LLA. 7/16 M. 5/32 ALLEN	VALV. MAC Y ACTUADOR 180001-112-0014 VALV. NEUMATIC Y ACTUADOR CON RODILLO 01CLA4-1	TRAPOS
6 LIMP.INTERNA POR EXESO DE GRASA EN RUEDA.ESTACIONES,ENGRANE Y ESTRUCTURA	LIMPIEZA			JERGA P/P, DESENG.
TRANSPORTADOR				
7 REVISAR TORNILLERIA Y TABLILLAS DE PORTATRONCOS DEL TRANSPORTADOR	APRIETE AL LLEGUE 1/4 +	2 LLAVES 7/16 MIX. P/GRAHAMS 2,3,4,5,6,7,9 3/8 MIX. Y DES.CRUZ P/G 1 Y 8 5/32 A.P/G 7	TORN. EXAG. 1/4X3/4 P/G 2,3,4,5,6,7,9 Y TUERC. 1/4, TORN. C. PLA. CRUZ 3/16X5/16 Y TUE. 3/16 P/G 1Y8, T. C. GOTA A. P/G 7	
REVABEADOR				
8 REVISAR ACEITE DE LA TRANSMISIÒN DEL DETABER	INSPECCION	3/16 Y 1/4 ALLEN		ACEITE
DEMOILLER				
9 REVISAR TORNILLERIA DEL DEMOILER	INSPECCION Y APRIETE	P/VIEJO DIS. 9/16 MIX 5/16 Y 3/8 ALLEN P/NUEVO DIS. 3/4 MIX. 3/8 ALLEN	P/VIEJO DIS. TUERCA EXAG. 3/8" P/NUEVO DIS. TUERCA EXAG. 1/2"	
MOLINO				
10 REVISAR TORNILLERIA DE MOLINO	INSPECCION Y APRIETE	VAREA EN CADA DISEÑO	VAREA EN CADA DISEÑO	

En la parte trasera se coloco el criterio de inspección, apriete y lubricación de cada componente de nuestros equipos periféricos.

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO MENSUAL

ADVERSO

FECHA INICIO:_____ MAQUINA:_____ No. DE MOLDES:_____ PRESENTACIÒN:_____

TOLVA O ALIMENTACIÒN	STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL SUPERVISOR
1 LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE F.R.L DE TOLVA					
OBSERVACIONES:					
2 LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE CILINDROS VIRGEN Y RECUPERADO					
OBSERVACIONES:					
3 LIMPIEZA DE VALVULAS 3/2 N.C O 5/2 N.C DE TOLVA CONAIR O MAGUIRE					
OBSERVACIONES:					
EXTRUSOR					
4 LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DEL ESTRUSOR					
OBSERVACIONES:					
5 LUBRICAR CON INYECTOR MANUAL EL RETEN DEL CAÑON					
OBSERVACIONES:					
RUEDA					
6 LUBRICAR RUEDA (LLENAR FORMATO DE LUBRICACION)					
OBSERVACIONES:					
7 BOTÒN PERNO APOYO DEL BRAZO CON UNA APERTURA SEGÙN ESTÁNDAR					
OBSERVACIONES:					
8 LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DE LA RUEDA					
TRANSPORTADOR					
9 REVISAR TENSIÒN DE CADENAS					
OBSERVACIONES:					
REBABEADOR					
10 REVISAR TORNILLERIA DEL DETABER					
OBSERVACIONES:					
DEMOILLER					
11 REVISAR TRANSMISIÒN DEL DEMOILLER					
OBSERVACIONES:					
TURBOS					
12 LIMPIEZA DE DUCTOS DE BOTELLA					
OBSERVACIONES:					
13 LIMPIEZA DE IMPULSORES DE TURBOVENTILADORES					
OBSERVACIONES:					

NOTA: EN LA COLUMNA DE STATUS ANOTA EL DATO QUE TIENE EL EQUIPO AL MOMENTO DE LA REVISIÒN, O UNA PALOMA SI EL PUNTO ES SOLO DE INSPECCIÒN.
RECUERDA QUE ALGUNAS ACTIVIDADES APLICAN O NO DEPENDIENDO DE LA LINEA, EL MODELO DE MÀQUINA Y/O EQUIPO

En el formato mensual se colocaron mas actividades de limpieza de nuestros equipos periféricos para evitar cualquier contaminación de nuestros envases así como las actividades de reapriete de tornillería de cada equipo.

REVERSO

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO MENSUAL

STANDARES

	TOLVA O ALIMENTACIÒN	ESTANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
1	LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE F.R.L DE TOLVA	DETECCION DE FUGAS VASO LUBRICADOR CON ACEITE	LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS DESARMADOR PERICO	MANGUERA NEUMATICA UNIDAD FRL	TRAPO IMDUSTRIAL LIMPIO ACEITE FESTO TEFLON
2	LIMPIEZA Y FUNCIONAMIENTO DE CILINDROS VIRGEN Y RECUPERADO	DETECCION DE FUGAS Y CILINDROS EN BUEN ESTADO	LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS DESARMADOR PERICO	CILINDROS BIMBA EN CASO DE CARGADOR CONAIR CILINDROS NEUMATICOS EN CASO DE MEZCLADOR MAGUIRE MANGUERA NEUMATICA	TRAPO INDUSTRIAL LIMPIO ACEITE FESTO
3	LIMPIEZA DE VALVULAS 3/2 N.C O 5/2 N.C DE TOLVA CONAIR O MAGUIRE	DETECCION DE FUGAS Y MANGUERAS EN BUEN ESTADO	DESARMADOR PLANO LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	VALVULA 3/2 O VALVULA 5/2 MANGUERA NEUMATICA	DIELECTRICO TRAPO INDUSTRIAL LIMPIO
	ESTRUSOR				
4	LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DEL ESTRUSOR	DESMONTAR TURBO Y LIMPIEZA MECANICA	LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS DESARMADOR	FILTRO EN CASO DE SER NECESARIO	TRAPO INDUSTRIAL LIMPIO FIBRA JABON ROMA
5	LUBRICAR CON INYECTOR MANUAL EL RETEN DEL CAÑON	LIMPIEZA DE RETEN DEL CAÑON	INYECTOR NEUMATICO DE GRASA LLAVE ESPAÑOLA 1/4	GRASERA CHECK 1/8	GRASA , TRAPO INDUSTRIAL
	RUEDDA				
6	LUBRICAR RUEDA (LLENAR FORMATO DE LUBRICACION)	LUBRICACION DE RUEDA	LLAVE ESPAÑOLA 1/4 PARA GRASERAS CHECK PINZAS PARA SEGUROS OMEGA	GRASERAS CHECK 1/8 SEGUROS OMEGA	
7	BOTÒN PERNO APOYO DEL BRAZO CON UNA APERTURA SEGÙN ESTÁNDAR	CALIBRACION DE 3 A 6 MILESIMAS DE PULGADA	LAINAS DE CALIBRACION DE 3,4,5,6 MILESIMAS LLAVE DE NARIZ MARTILLO DE BRONCE	NO SE NECESITA	NO SE NECESITA
8	LIMPIAR IMPULSOR DEL TURBOVENTILADOR DE LA RUEDA	LAVAR INTERIOR DE TURBOVENTILADOR CARACOL	LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS DESARMADOR PLANO EXTRACTOR DE POLEAS	NO SE NECESITAN	TRAPO INDUSTRIAL LIMPIO JABON DETERGENTE CEPILLO PARA LIMPIAR
	TRANSPORTADOR				
9	REVISAR TENSIÒN DE CADENAS	VERIFICAR QUE LAS CADENAS NO SE ENCUENTREN FLOJAS	DESARMADOR PLANO BARRA DE BRONCE	NO SE NECESITA	NO SE NECESITA
	REBABEADOR				
10	REVISAR TORNILLERIA DEL DETABER	REVISAR TORNILLERIA COMPLETA Y APRETADA	JUEGO DE LLAVES ALLEN Y LLAVES ESPAÑOLAS	TORNILLERIA VARIAS MEDIDAS	NO SE NECESITA
	DEMOILLER				
11	REVISAR TRANSMISIÒN DEL DEMOILLER	REVISAR QUE NO HAYA FUGAS DE ACEITE Y TORNILLERIA	NO SE NECESITA	NO SE NECESITA	NO SE NECESITA
	TURBOS				
12	LIMPIEZA DE DUCTOS DE BOTELLA	DESMONTAR DUCTOS LIMPIEZA INTERNA	DESARMADOR PLANO	EMPAQUE CLAMP	JABON DETERGENTE FIBRA VERDE
13	LIMPIEZA DE IMPULSORES DE TURBO	LIMPIEZA INTERNA DE IMPULSOR Y CARACOL	LLAVES ESPAÑOLAS DESARMADOR PLANO	EMPAQUE DE CARTON PARA TAPA	SILICON PARA SELLAR

En nuestro formato por la parte trasera colocamos los criterios de cada punto de limpieza así como los materiales que ocuparan el personal operativo, la herramienta necesaria que ocuparan así como los empaques necesarios en caso de que se encuentren en condiciones deterioradas.

Estrusión-Soplo, Planta Xalostoc.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

ADVERSO

FECHA INICIO:_____ MAQUINA:_____ No. DE MOLDES:_____ PRESENTACIÒN:_____

TOLVA O ALIMENTACIÒN	STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA DEL OPERADOR	FIRMA DEL SUPERVISOR
1 REVISIÒN DE EMPAQUES VIRGEN Y RECUPERADO					
OBSERVACIONES:					
2 LIMPIEZA DE MEZCLADOR DE ASPAS					
OBSERVACIONES:					
ESTRUSOR					
3 LIMPIEZA INTERNA DEL TANQUE DE AGUA DESTILADA					
OBSERVACIONES:					
4 INSPECCION DE VALVULA DE MEMBRANA DEL TANQUE DE AGUA DESTILADA					
OBSERVACIONES:					
5 CAMBIO DE ANILLOS GRAFITADOS (SERVICIO AL PIN)					
OBSERVACIONES:					
6 LIMPIEZA DE ZONAS DE CALENTAMIENTO Y TUBERIA DE ENFRIAMIENTO					
OBSERVACIONES:					
7 LIMPIEZA E INSPECCION DE COPLE DE LA CAJA DE ENGRANES					
OBSERVACIONES:					
8 INSPECCION DE RETEN DE CAJA DE ENGRANES					
9 LUBRICAR RODAMIENTOS DEL MOTOR DEL EXTRUSOR					
OBSERVACIONES:					
10 REVISAR COPLE ESTRELLA DE LA BOMBA DE LA UNIDAD HIDRAULICA					
OBSERVACIONES:					
RUEDA					
11 CALIBRACIÒN DE BANANAS Y PERNOS DE APOYO.					
OBSERVACIONES:					
12 INSPECCIONAR TENSION DE LA BANDA DE TIEMPO DE LA RUEDA					
OBSERVACIONES:					
13 LIMPIEZA DE BASE DEL FRENO Y BASE DE CAJA WINSMITH					
OBSERVACIONES:					
14 INSPECCION DE BALATAS DEL FRENO					
OBSERVACIONES:					
TRANSPORTADOR					
15 REVISAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISIÒN TRANSPORTADOR					
OBSERVACIONES:					
16 LUBRICAR CADENAS DE TRANSMICION DEL TRANSPORTADOR					
OBSERVACIONES:					
REVABEADOR					
17 REVISIÒN DESGASTE Y ALINEACION DE CATARINAS DEL DETABER					
OBSERVACIONES:					
18 LIMPIEZA Y LUBRICACION DE CADENAS DE TRANSMICION					
OBSERVACIONES:					
19 INSPECCION DE CATARINAS DE LA TRANSMICION					
OBSERVACIONES:					
DEMOILLER					
20 LIMPIAR RUEDA DEL DEMOILER					
OBSERVACIONES:					
21 LIMPIEZA DE MOTOREDUCTOR DEL DEMOILER					
OBSERVACIONES:					

En nuestro mantenimiento trimestral se colocaron los puntos de debemos realizar de limpieza y lubricación de nuestros componentes periféricos los cuales sufren menos desgaste.

Estrusión-Soplo, Planta.

REVERSO

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL
STANDARES

	TOLVA O ALIMENTACIÒN	ESTANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
1	REVISIÒN DE EMPAQUES VIRGEN Y RECUPERADO	DEBEN DE TENER BUEN SELLO SIN GOLPES FRACTURAS O GRIETAS	DESARMADOR, LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS JUEGO DE LLAVES ALLEN	JUEGO DE EMPAQUES	NO SE NECESITA
2	LIMPIEZA DE MEZCLADOR DE ASPAS	ELIMINAR RAFIA Y RESTOS DE PEAD EN LAS ASPAS	NAVAJA CUTER PARA QUITAR RAFIA	NO SE NECESITA	TRAPO INDUSTRIAL PARA LIMPIEZA DE ASPAS
	ESTRUSOR				
3	LIMPIEZA INTERNA DEL TANQUE DE AGUA DESTILADA	ELIMINAR SUCIEDAD INTERNA DEL TANQUE LIMPIAR MIRILLA	LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	MIRILLA EN CASO DE SER NECESARIO	TRAPO, MANGUERA PARA LIMPIEZA
4	INSPECCION DE VALVULA DE MEMBRANA DEL TANQUE DE AGUA DESTILADA	VERIFICAR QUE ABRA Y CIERRE CORRECTAMENTE	LLAVE ESPAÑOLA 1/2 DESARMADOR	VALVULA DE MEMBRANA ASCO EN CASO DE SER NECESARIO	TRAPO PARA LIMPIEZA
5	CAMBIO DE ANILLOS GRAFITADOS (SERVICIO AL PIN)	CAMBIO DE ANILLOS GRAFITADOS	CORONA, MAZO, LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS JUEGO DE LLAVES ALLEN	ANILLOS GRAFITADOS	FIBRA DE COBRE FIBRA VERDE GRASA GRAFITADA
6	LIMPIEZA DE ZONAS DE CALENTAMIENTO Y TUBERIA DE ENFRIAMIENTO	LIMPIAR TUBERIA TERMOPARES RESISTENCIAS DEL CAÑON	JUEGO DE LLAVES ALLEN	NO SE NECESITA	CEPILLO, TRAPO, BROCHA
7	LIMPIEZA E INSPECCION DE COPLE DE LA CAJA DE ENGRANES	VERIFICAR TORNILLERIA COMPLETA BIEN APRETADA OPRESORES Y CUÑAS	LLAVES ESPAÑOLAS, JUEGO DE LLAVES ALLEN	ELASTOMERO TORNILLOS EN CASO DE HABER FALTANTES OPRESORES Y CUÑAS	TRAPO DIELECTRICO
8	INSPECCION DE RETEN DE CAJA DE ENGRANES	VERIFICAR QUE NO EXISTA FUGA EN EL RETEN	JUEGO DE LLAVES ALLEN	RETEN EN CASO DE SER NECESARIO	TRAPO DIELECTRICO
9	LUBRICAR RODAMIENTOS DEL MOTOR DEL EXTRUSOR	LUBRICAR RODAMIENTOS	LLAVES ALLEN PARA QUITAR DREN	GRASERA CHECK EN CASO DE QUE NO FUNCIONE	GRASA PARA LUBRICAR TRAPO
10	REVISAR COPLE ESTRELLA DE LA BOMBA DE LA UNIDAD HIDRAULICA	VERIFICAR QUE EL COPLE ESTE EN BUEN ESTADO	JUEGO DE LLAVESALLEN LLAVES ESPAÑOLAS	ELASTOMERO DE COPLE ESTRELLA	TRAPO PARA LIMPIEZA
	RUEDDA				
11	CALIBRACIÒN DE BANANAS Y PERNOS DE APOYO.	QUE DESLIZEN CORRECTAMENTE NO HAYA JUEGO CONPLACAS DE CELORON	JUEGO DE LLAVES ALLEN LLAVES ESPAÑOLAS LLAVE DE NARIZ LAINAS DE CALIBRACION	PLACAS DE CELORON TORNILLERIA, TUERCAS ,	TRAPO PARA LIMPIEZA GRASA
12	INSPECCIONAR TENSION DE LA BANDA DE TIEMPO DE LA RUEDA	REVISAR TENSION DE BANDA	JUEGO DE LLAVES ALLEN LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	BANDA DE TIEMPO SEGÙN MAQUINA	TRAPO LIMPIO
13	LIMPIEZA DE BASE DEL FRENO Y BASE DE CAJA WINSMITH	MANTENER LIMPIA LA BASE Y EL AREA DEL FRENO Y CAJA	JUEGO DE LLAVES ALLEN	TORNILLERIA PARA GUARDAS	TRAPO DIELECTRICO BROCHA
14	INSPECCION DE BALATAS DEL FRENO	VERIFICAR DESGASTE DE LAS BALATAS Y AJUSTE	JUEGO DE LLAVES ALLEN LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	BALATAS EN CASO DE SER NECESARIO	TRAPO DIELECTRICO BROCHA
	TRANSPORTADOR				
15	REVISAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISIÒN TRANSPORTADOR	INSPECCIONAR QUE NO HAYA FUGAS Y VERIFICAR NIVEL	JUEGO DE LLAVES ALLEN LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	NO SE NECESITA	TRAPO PARA LIMPIEZA BROCHA DIELECTRICO
16	LUBRICAR CADENAS DE TRANSMICION DEL TRANSPORTADOR	DESMONTAR LIMPIAR Y LUBRICAR CADENAS	DESARMADOR JUEGO DE LLAVES ALLEN LLAVES ESPAÑOLAS VARIAS MEDIDAS	CANDADOS PARA CADENA VARIAS MEDIDAS CADENA DE RODILLOS VARIAS MEDIDAS	TRAPO DIELECTRICO BROCHA
	REVABEADOR				
17	REVISIÒN DESGASTE Y ALINEACION DE CATARINAS DEL DETABER	REVISAR QUE NO DAÑEN LA BOTELLA Y LA ALINEACION	JUEGO DE LLAVES ALLEN MARTILLO DE BRONCE	CATARINAS EN CASO DE SER NECESARIO	LIJA DE AGUA TRAPO LIMPIO
18	LIMPIEZA Y LUBRICACION DE CADENAS DE TRANSMICION	ELIMINAR POLVO Y SUCUEDAD DE LAS CADENAS	DESARMADOR PINZAS DE MECANICO JUEGO DE LLAVES ALLEN	CANDADOS VARIAS MEDIDAS CADENA VARIOS PASOS	DIELECTRICO BROCHA, TRAPOS CONTENEDOR
19	INSPECCION DE CATARINAS DE LA TRANSMICION	VERIFICAR DESGASTE Y ALINEACION	JUEGO DE LLAVES ALLEN MARTILLO DE BRONCE	CATARINAS VARIAS MEDIDAS OPRESORES VARIAS MEDIDAS CUÑAS VARIAS MEDIDAS	TRAPO DIELECTRICO LIJA DE AGUA
	DEMOILLER				
20	LIMPIAR RUEDA DEL DEMOILER Y/O POLEAS	ELIMINAR SUCIEDAD DE LA RUEDA Y O POLEAS	NO SE NECESITA	POLEAS	TRAPO FIBRA
21	LIMPIEZA DE MOTOREDUCTOR DEL DEMOILER	ELIMINAR EXCESO DE POLVO SUCIEDAD	NO SE NECESITA	NO SE NECESITA	TRAPO LIMPIO BRASO

En la parte trasera se colocaron los criterios que tenemos que tomar en cuenta para la inspección oportuna de nuestros componentes así como el material necesario que van a ocupar nuestro personal operativo.

REVERSO

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

STANDARES

	ESTANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
ESTRUSOR				
1 CAMBIO DE ESCOBILLAS DEL MOTOR DEL ESTRUSOR				
2 CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DEL ESTRUSOR				
3 CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DEL SISTEMA HIDRAULICO				
4 CAMBIOS DE FILTROS DE LA UNIDAD HIDRAULICA				
5 EMPAQUES DE SERVOVALVULA				
6 INSPECCIONAR Y LUBRICAR COPLEE DE MOTOR DEL ESTRUSOR				
7 INSPECCIONAR CONTACTOS DE ARRANQUE DEL MOTOR DEL ESTRUSOR				
RUEDA				
8 CAMBIOS DE ACEITES DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DE LA RUEDA				
9 REVISIÒN Y CAMBIO DE PROTECCIONES PANELES DE RUEDA				
10 INSPECCIONAR BANDA DENTADA DE LA RUEDA TENSIÒN				
11 SAMBLACEADO DE MOLDES				
12 INSPECCIONAR ESCOBILLAS DEL MOTOR PRINCIPAL RUEDA				
TRANSPORTADOR				
13 CAMBIO DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSMISIÒN DEL ANGULO RECTO				

En nuestro estándar semestral se coloco un formato en el cual de acuerdo al equipo que se vaya a intervenir se colocara la herramienta necesaria el material y la refacción en caso de requerirse de acuerdo a la inspección que se realice en nuestras maquinas.

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO ANUAL

FECHA INICIO:_____ MAQUINA:_____ No. DE MOLDES:_____ PRESENTACIÒN:_____

	STATUS	RESPONSABLE	FECHA	FIRMA
ESTRUSOR				
MEDIR Y ANOTAR LA LECTURA DEL MOTOR PRINCIPAL				
SACAR Y MEDIR LOS FILETES DEL HUSILLO Y CAÑON				
RUEDA				
VERIFICAR ALINEAMIENTO DEL PIÑON CON RESPECTO A ENGRANE				
VERIFICAR DESVIACION DEL ENGRANE PRINCIPAL				
VERIFICAR DISTANCIA Y PRESION DE LOS PORTAMOLDES				
CAMBIO DE BALEROS A MOTOR DE UNIDAD HIDRAULICA				

OBSERVACIONES:_____

Estrusión-Soplo, Planta.

MANTENIMIENTO ANUAL

	ESTANDAR	HERRAMIENTA	REFACCIÒN	MATERIAL
ESTRUSOR				
1 MEDIR Y ANOTAR LA LECTURA DEL MOTOR PRINCIPAL				
2 SACAR Y MEDIR LOS FILETES DEL HUSILLO Y CAÑON				
RUEDA				
3 VERIFICAR ALINEAMIENTO DEL PIÑON CON RESPECTO A ENGRANE				

En nuestro mantenimiento anual principalmente se realiza la inspección interna de nuestro husillo del extrusor donde se sacan las medidas para determinar el desgaste de nuestros componentes mecánicos los cuales en base nuestra inspección se determina en que condiciones se encuentra nuestro equipo.

El la parte de la rueda se revisan los engranes principales así como los piñones principales para verificar su condición y el reapriete y alineación de cada uno de ellos.

4.6 Mantenimiento autónomo.

Son actividades del personal de producción principalmente. El propósito es que los operadores mantengan sus equipos y maquinas en buenas condiciones mediante la limpieza, la inspección, lubricación, re-apriete y detección anticipada de anomalías dentro de los equipos. La actividad es a largo plazo en la cual se desarrolla al personal operativo para que pueda mantener su equipamiento en condiciones básicas y trabajar de manera autónoma.

Estas actividades se desarrollan dentro del turno cada una en los diferentes mantenimientos que llevamos a cabo la detección temprana de vibración, calor y de ruidos anormales en los equipos de producción y periféricos que ocupamos en el área.

Para establecer los mantenimientos se necesito que el personal operativo adquiriera las habilidades necesarias.

- Claro entendimiento de las condiciones normales y anormales (para que puedan detectar anomalías dentro de sus maquinas y equipos de trabajo)
- Comprender el principio de funcionamiento de las maquinas y equipos y sus condiciones ideales.
- Acatar las reglas establecidas para mantener las condiciones del equipo y maquina en perfecto estado (habilidad de preservar la maquinaria)
- Conocimiento de la maquinaria y criterios cuantitativos para medir las condiciones y diferenciar el estado normal de el anormal de la maquina (habilidad para establecer las condiciones ideales de operación y mantenimiento).
- Saber cómo responder en las fallas y anomalías de la maquina (habilidad para reparar y restaurar las condiciones de la maquina).

Al termino de aplicar los mantenimientos de los equipos y maquinas el personal operativo tendrá los conocimientos para desarrollar sus habilidades.

- Puede detectar fallas y anomalías y realizar mejoras en la maquina y equipos.
- Conoce la estructura, las funciones del equipo y su estado ideal de operación.
- Entiende la relación entre la producción y la calidad, puede predecir fallas y anomalías de gran impacto y analizar sus causas de raíz.
- Puede hacer reparaciones sencillas en la maquina y mantenimientos planeados de ajuste y lubricación dentro del equipo.
- Tiene la capacidad de realizar mejoras especificas dentro de la maquina ya sea por si solo o con colaboración de personal de otra área.

Dentro de estas actividades se logran los siguientes resultados dentro de los equipos.

Se eliminaron totalmente la suciedad y mugre empezando con el cuerpo principal de la maquina, detectando anomalías y restaurando mientras se limpia, se inspecciona y lubrica la maquinaria.

Eliminación de fuentes ce suciedad y lugares inaccesible, atacando las fuentes de suciedad para eliminarlas o minimizarlas, mejorar lugares que son inaccesibles para limpiar, lubricar o inspeccionar para facilitar la preservación de la maquinaria.

4.7 Resultados del Mantenimiento Autónomo

Cambiar la constitución de la empresa mediante el perfeccionamiento del equipamiento y el cambio de mentalidad de las personas Maximizar la eficiencia del equipamiento (eliminando todas las pérdidas relacionadas al equipamiento e incrementando el ciclo de vida) Establecer un sistema de prevención total en toda la empresa. Establecer sistemas de control a prueba de todo y pro-activos Mejorar el ambiente de trabajo Lograr cero accidentes, cero averías y cero defectos.

APROVECHAMIENTO DE LA PURGA DE LA SOPLADORA EN LOS ARRANQUES DE LAS MAQUINAS

En años anteriores la mayor pérdida de la planta se encontraba en el área de soplado surgió la necesidad de buscar una mejora en el proceso para bajar la merma de polietileno de las cuales se tienen los siguientes tipos de merma de polietileno.

POLIETILENO EN BOLA: se produce de la purga de él extrusor debido a que la maquina si permanece por un tiempo mayor a 15 minutos se debe purgar el extrusor para lograr elevar la presión de salida de el material.se le llama bola por la similitud que tiene el polietileno en forma de bola.

BOTELLA SUCIA: Se determina como botella sucia cuando las botellas se ven contaminadas por algún tipo de líquido como son aceite, grasa, agua, jugo etc.

BOTELLA CON FOIL: Es cuando la botella tiene un defecto en el área de envasado donde ya se coloco la tapa de aluminio y con residuos de jugo

BOTELLA CON ETIQUETA: Es cuando la botella tiene residuos de pegamento o con mal etiquetado de el envase.

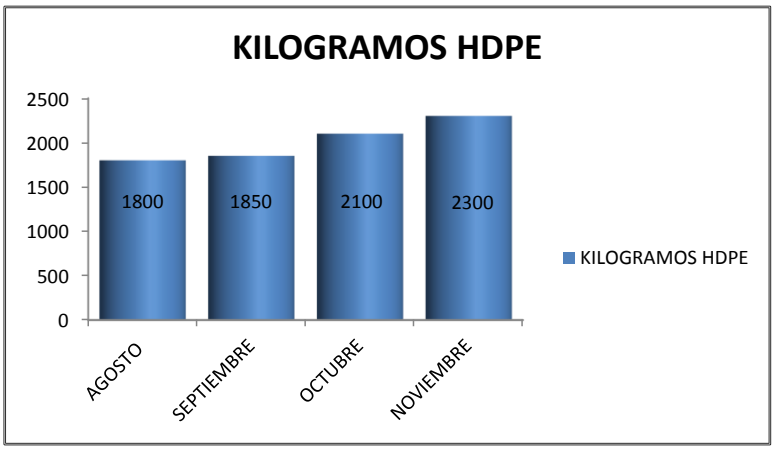
De acuerdo a nuestro proceso estos tipos de contaminación de la botella no nos permiten volver a reprocesar el envase para aprovechar el plástico.

Se revisaron los gráficos de nuestra merma de proceso y se comenzó a analizar la forma de reducir nuestras mermas de proceso.

Se comenzó a revisar la merma que sacaba cada maquina por arranques de fines de semana días festivos cambios de programa de producción inicio y fin de corridas

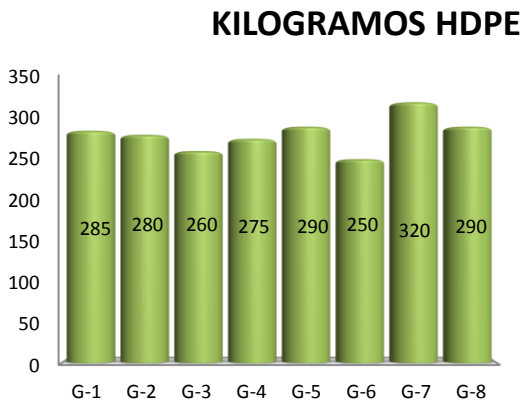
Los datos que se lograron obtener fueron muy altos y se determino crear un plan de reducción de dicha merma en nuestro proceso.

ACUMULADO	KILOGRAMOS HDPE
AGOSTO	1800
SEPTIEMBRE	1850
OCTUBRE	2100
NOVIEMBRE	2300



Los datos fueron muy altos y se determino sacar los kilogramos que se generaban por maquina.

SOPLADORA #	KILOGRAMOS HDPE
G-1	285
G-2	280
G-3	260
G-4	275
G-5	290
G-6	250
G-7	320
G-8	290
TOTAL DICIEMBRE 2	2250

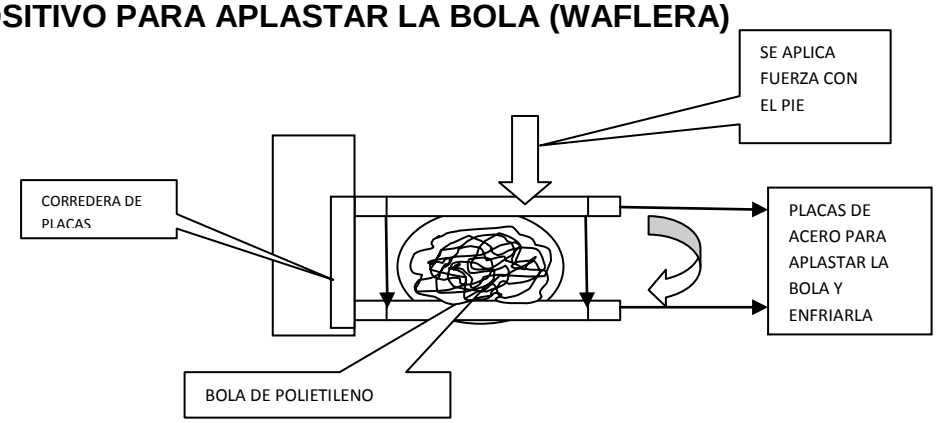


Polietileno se estuvo analizando como podríamos aprovechar las purgas del extrusor ya que no contábamos con un molino para este tipo de molienda de polietileno analizando la capacidad de nuestros molinos se determino por medio de un análisis como podríamos moler este tipo de purga se comenzó a realizar pruebas de molido en cantidades pequeñas de bola a cierta temperatura donde no se tuvieran problemas de atascamiento de el molino y que saliera la molienda lo mejor posible.

Se realizaron pruebas de peso de la bola donde el mayor peso que se pudo moler fue de 2.5 kilogramos y a una temperatura ambiente de el material donde se determino que cuando la superficie de la bola tenga un color blanco en la superficie se podía arrojar a el molino.

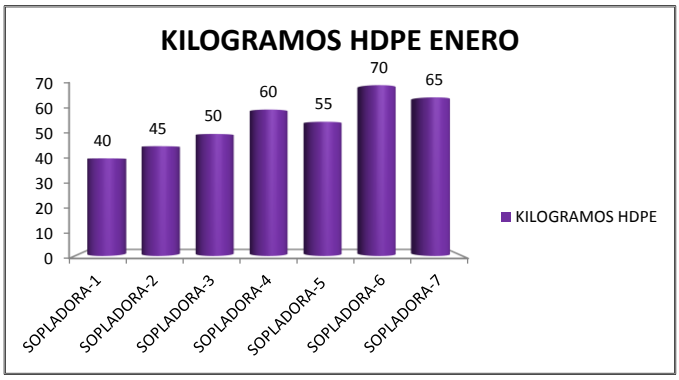
Se comenzó a realizar un prototipo de un dispositivo que nos pudiera comprimir la purga de bola sin hacer un gasto elevado por el dispositivo se comenzaron a buscar los materiales que podríamos ocupar que se encuentran dentro de la plantas se diseño un prototipo de una aplastadora de la bola de polietileno el diseño fue el siguiente:

DISPOSITIVO PARA APLASTAR LA BOLA (WAFLERA)



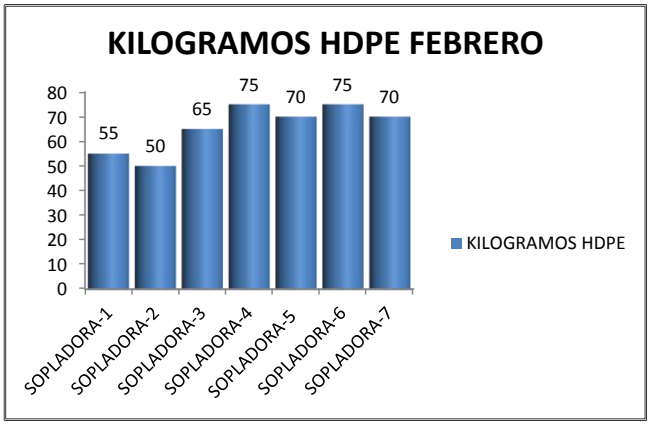
Nuestro dispositivo se comenzó a usar en cada maquina cuando se tenia que purgar para su arranque al terminar de purgar se aplastaba en las placas sin exceder el peso de 2.5 kilogramos para que nuestros molinos pudieran molerlo sin tener un atascamiento de material dentro del mismo se comenzó a usar en todas las maquinas y el siguiente mes volvimos a contabilizar nuestra merma arrojando los siguientes datos.

MENSUAL	KILOGRAMOS HDPE
SOPLADORA-1	40
SOPLADORA-2	45
SOPLADORA-3	50
SOPLADORA-4	60
SOPLADORA-5	55
SOPLADORA-6	70
SOPLADORA-7	65
TOTAL	385



En el mes de febrero se continuo registrando las casntidades de merma que teniamos generandoen nuestros equipos y se logro mantener la reduccion de merma dentro de nuestro proceso.

MENSUAL	KILOGRAMOS HDPE
SOPLADORA-1	55
SOPLADORA-2	50
SOPLADORA-3	65
SOPLADORA-4	75
SOPLADORA-5	70
SOPLADORA-6	75
SOPLADORA-7	70
TOTAL	460

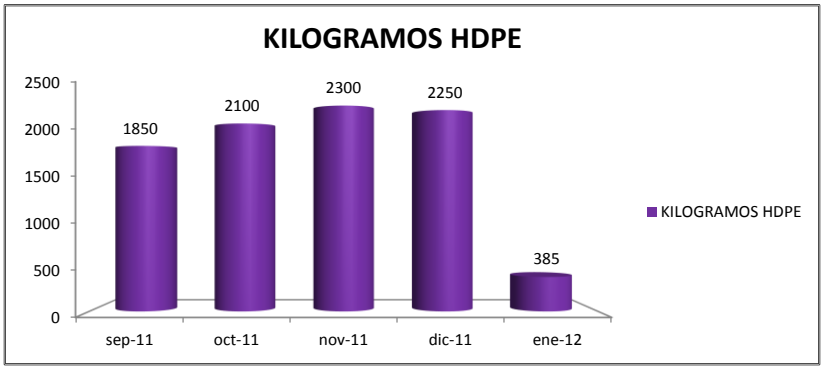


Se logro la reducción de la merma de bola en un 80% total por todas las maquinas que manejamos dentro del área, en el siguiente grafico se refleja la reducción.

Concentramos el acumulado mensual del año 2011 y comparamos con el año 2012.

Grafico de la reduccion de polietileno del año 2011 a el inicio de año 2012.

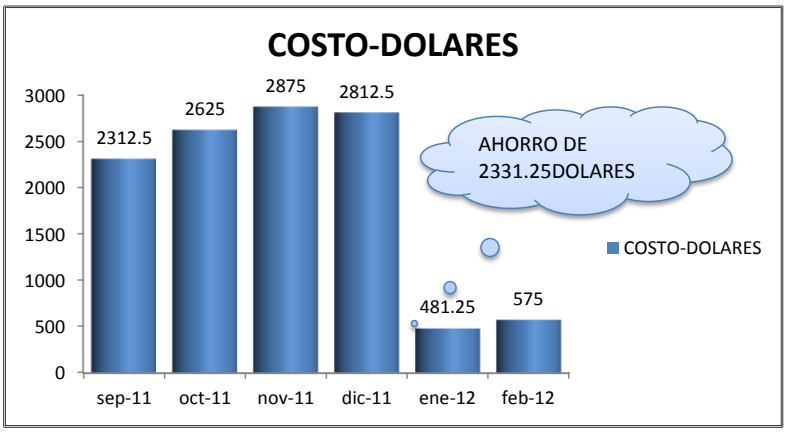
MENSUAL	KILOGRAMOS HDPE
sep-11	1850
oct-11	2100
nov-11	2300
dic-11	2250
ene-12	385
feb-12	460



Se continuo utilizando la molienda de bola dentro de nuestros equipos y se ha mantenido la reduccion de costo de material en el proceso.

De acuerdo con la reduccion de la merma se logro una reduccion de 2331.25 dolares en el primer mes de enero de 2012 replicando el ahorro en los siguientes meses continuos.

HDPE KGS	COSTO-DOLARES
sep-11	2312.5
oct-11	2625
nov-11	2875
dic-11	2812.5
ene-12	481.25
feb-12	575



CONCLUSIONES

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

La evaluación del mantenimiento debe entenderse como un proceso continuo que comienza con satisfacer los objetivos de la capacitación. Lo ideal es evaluar los programas desde el principio, durante, al final y una vez más después de que se halla realizado el mantenimiento.

En la aplicación de la ingeniería se logro optimizar nuestro proceso para la reducción de nuestra merma de polietileno logrando grandes beneficios económicos dentro de nuestro proceso.

Al termino del proyecto antes presentado ayudo a conocer mas ampliamente las áreas de la aplicación de la ingeniería mecánica industrial, tomando en cuenta que la realización de un mantenimiento preventivo y planeado dentro de la industria en la actualidad es uno de los grandes retos para la ingeniería, ya que cada vez la tecnología y los procesos nuevos surge la necesidad de aumentar la eficiencia de las maquinas y equipos así como la vida útil de los mismos al aplicar un sistema de mantenimiento dentro de la empresa el proceso y la eficiencia aumento y mejoro enormemente.

En la actualidad el mantenimiento es una parte fundamental predominante dentro de las industrias en todo el mundo, ya que parte de reducir costos y tiempos aumenta la eficiencia de producción y se llegan a realizar mejoras en los equipos en base a la experiencia del personal operativo.

El ingeniero mecánico industrial tiene la capacidad de adaptar sistemas de mantenimiento así como nuevas tecnologías y mejoras para el aprovechamiento de los recursos materiales e industriales realizando proyectos de vanguardia.

Por la importancia que tiene la ingeniería industrial en la actualidad y en los años venideros es por ello, que día a día debemos estar capacitados para enfrentar las nuevas tecnologías y continuar ayudando a la industria en lograr aumentar la eficiencia de los procesos y desde luego adecuarnos a las necesidades que requiera las plantas de producción.

El mantenimiento ocupa un lugar primordial el la industria de cualquier giro a que se dedique así como por un buen tiempo seguirá siendo parte principal de aplicación investigación y de mejoras para cualquier proceso industrial

BIBLIOGRAFIA.

- MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK. LINDLEY R. HIGGINS Mc GRAW-HILL (1995)
- TPM EN INDUSTRIAS DE PROCESOS. TOKUTARO SUZUKY TGP-HOSHIN, S.A. MADRID (1995)
- INGENIERIA DE MANTENIMIENTO. TECNICAS Y METODOS DE APLICACIÓN EN LA FASE OPERATIVA DE LOS EQUIPOS CRESPO MARQUEZ, MOREU DE LEON Y SANCHEZ HERGUEDAS EDICIONES AENOR. MADRID (2004)
- COMO IMPLEMENTAR EL KAISEN EN EL SITIO DE TRABAJO (GEMBA) AUTOR MASAAKI IMAI EDITORIAL Mc GRAW.HILL
- D, RODRIGUEZ “IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA DE MEJORA 5s´ EN UNA EMPRESA. (TESIS FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORIAL 2002)
- MANTENIMIENTO TOTAL DE LA PRODUCCION (TPM) PROCESO DE IMPLANTACION Y DESARROLLO AUTOR.FRANCISCO REY SACRISTAN EDITA: FUNDACION CONTINENTAL www.fundacioncontinental.com

SITIOS EN INTERNET

- www.maintbook.com
- www.maintenanceresources.com
- www.amtce.com.mx/config.
- www.mantenimiento/mundial
- www.leanexpertise.com