

**IMPLEMENTACION DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO DE
ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA FILOSOFIA EN
GERENCIA PRODUCTIVA TOTAL (TPM) PARA LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA.**

**MIGUEL DARIO LOPEZ ESCAMILLA
BELMAN ERNESTO RAMIREZ CACERES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2010

**IMPLEMENTACION DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO DE
ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA FILOSOFIA EN
GERENCIA PRODUCTIVA TOTAL (TPM) PARA LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA.**

**MIGUEL DARIO LOPEZ ESCAMILLA
BELMAN ERNESTO RAMIREZ CACERES**

**Monografía para optar al título de Especialistas en Gerencia de
Mantenimiento**

**Director
CARLO ALBERTO ARCINIEGAS
Catedrático Universidad Industrial de Santander**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2010

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABLAS	13
INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES DE LA COMPAÑÍA	17
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	17
1.1.1 Razón Social	17
1.1.2 Tipo de Empresa	17
1.1.3 Ubicación	17
1.1.4 Reseña Histórica	18
1.1.5 Especificaciones de la Planta	19
1.1.6 Estructura Organizacional	22
1.2 DESCRIPCIÓN PROCESO DE FABRICACION DE PASTAS ALIMENTICIAS	
25	
1.2.1 Proceso de Molienda	26
1.2.2 Proceso de Pastificio	31
1.2.2.1 Recepción y Almacenamiento de Semolato en Pastificio	34
1.2.2.2 Dosificación	35
1.2.2.3 Mezcla y amasado	36
1.2.2.4 Extrusión	37
1.2.2.5 Moldeo y Encañado	38
1.2.2.6 Presecado	39
1.2.2.7 Secado	41
1.2.2.8 Humidificación y enfriamiento	42
1.2.2.9 Descañado y Corte	43
1.2.3 Proceso de Empaque	45
1.2.3.1 Generalidades	45

1.2.3.2	Pesaje de Producto	46
1.2.3.3	Proceso de empaque de unidades, verificación de peso y detección de metales.	46
1.2.4	Proceso de enfiado	47
2.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL T.P.M.	50
2.1	ORIGENES Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL TPM	50
2.1.1	Misión del TPM	52
2.1.2	Objetivo del TPM	52
2.1.3	Definición del TPM	53
2.1.4	Definición de pérdidas	53
2.1.5	Pequeños grupos	53
2.1.6	Pilares	53
2.1.6.1	Mejoras enfocadas	54
2.1.6.2	Mantenimiento autónomo	55
2.1.6.3	Mantenimiento planeado	56
2.1.6.4	Capacitación	57
2.1.6.5	Control inicial	57
2.1.6.6	Mejoramiento para la calidad	57
2.1.6.7	TPM en los departamentos de apoyo	57
2.1.6.8	Seguridad higiene y medio ambiente	58
2.2	ENFOQUE DESDE EL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO	58
2.2.1	Gestión del equipo en las industrias de proceso	59
2.2.2	Características del equipo	59
2.2.3	Fallos del equipo y problemas del proceso	61
2.2.4	Personal de mantenimiento de las industrias de proceso	62
2.3	MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA INDUSTRIAS DE PROCESO	63
2.3.1	Regímenes del mantenimiento	64
2.3.1.1	Mantenimiento basado en tiempo (TBM).	64
2.3.1.2	Mantenimiento basado en condiciones (CBM).	64
2.3.1.3	Mantenimiento de averías (BM).	64

2.3.1.4	Mantenimiento preventivo (PM).	65
2.3.1.5	Mantenimiento correctivo (CM).	65
2.3.2	Función del mantenimiento planificado en la gestión del equipo	65
2.3.3	Mantenimiento planificado -¿Quién es responsable?	67
2.3.3.1	Mantenimiento basado en tiempo en el mantenimiento planificado	67
2.3.3.2	Mantenimiento basado en condiciones del mantenimiento planificado	68
2.3.3.3	El mantenimiento de averías en el mantenimiento planificado	69
2.4	EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	69
2.5	MEJORA DE LA EFICACIA DEL MANTENIMIENTO.	71
2.6	CREACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	72
2.6.1	Logro del cero averías	72
2.6.2	La seis medidas para el cero de averías	73
2.6.3	Las cuatro frases del cero averías	74
2.6.4	Cuatro fases para cero averías en equipo estático	75
2.6.4	Implantación de las actividades de mantenimiento pasó a paso	76
2.6.5	Auditorias	80
2.7	REALIZACION PASO A PASO DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	81
2.7.1	Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual	81
2.7.1.1	Los registros deben facilitar datos para evaluar los equipos	81
2.7.1.2	Evaluar y priorizar el equipo	81
2.7.1.3	Rango de fallos	83
2.7.1.4	Comprensión de la situación de los fallos y establecimiento de objetivos de mantenimiento	83
2.7.2	Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir debilidades	84
2.7.2.1	Ayudar a los operarios a restaurar el deterioro	85
2.7.2.2	Corregir debilidades y alargar la vida de los equipos	85
2.7.2.3	Evitar la repetición de fallos	86
2.7.2.4	Reducir los fallos de proceso	87
2.7.3	Paso 3. Crear un sistema de gestión de la información	88

2.7.3.1 Creación de un sistema de gestión de datos de fallos	89
2.7.3.2 Gestión informatizada del presupuesto de mantenimiento	90
2.7.3.3 Crear un sistema para controlar las piezas de repuesto y materiales	91
2.7.3.4 Crear un sistema para controlar la información técnica y los planos.	91
2.7.4 Pasó 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	92
2.7.4.1 Procedimiento para el mantenimiento periódico	92
2.7.4.2 Seleccionar equipos y componentes para mantenimiento periódico	93
2.7.4.3 Preparación de planes de Mantenimiento	94
2.7.4.4 Formular estándares de mantenimiento periódico	95
2.7.4.5 Mejora de la eficiencia del mantenimiento con parada	98
2.7.4.6 Estructura descompuesta del trabajo para el mantenimiento con parada.	98
2.7.4.7 Control del progreso	102
2.7.4.8 Conclusión del mantenimiento con parada.	103
2.7.5 Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo.	104
2.7.5.1 Introducción de los diagnósticos de equipo	105
2.7.5.2 Diagnósticos de vibraciones en la maquinaria rotativa	105
2.7.5.3 Introducción de los diagnósticos para el equipo estático	106
2.7.5.4 Flujo del trabajo para el mantenimiento predictivo	108
2.7.6 Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	109
3. MODELO DE INDICADORES DE GESTION.	111
3.1 IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES PARA EL PILAR DEL MANTENIMIENTO PLANEADO.	113
4. MODELO PARA ANALISIS DE FALLAS.	116
5. APLICACIÓN DEL MODELO TPM A LA INDUSTRIA MANUFACTURERA. 118	
5.1 DESARROLLO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL GNCH.	118
5.1.1 Desarrollo de la cultura organizacional en Doria.	120
5.1.1.1 Mejora enfocada:	121
5.1.1.2 Mantenimiento Autónomo:	122

5.1.1.3 Mantenimiento planeado	122
5.1.1.4 Aseguramiento de la calidad:	122
5.1.1.5 Educación y entrenamiento:	122
5.1.1.6 Seguridad:	122
5.1.1.7 Gestión ambiental:	123
5.1.2 Estado de la implementación de TPM en la compañía	123
5.2 EVOLUCIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO EN DORIA	124
5.2.1 Resultados Tangibles	126
CONCLUSIONES	1302
BIBLIOGRAFIA	124
ANEXOS	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Distribución de la planta productos alimenticios Doria S.A.S	19
Figura 2:	Redes de macropocesos DORIAt	23
Figura 3:	Estructura del macroproceso de Cadena de Abastecimiento	24
Figura 4:	Estructura Subproceso Ingeniería y Montajes	25
Figura 5:	Estructura de un Grano de Trigo	26
Figura 6:	Operaciones del proceso de molienda	27
Figura 7:	Descripción del proceso de preparación del Trigo.	28
Figura 8:	Descripción del proceso de Molienda de trigo	29
Figura 9:	Semolato de trigo	31
Figura 10:	Operaciones proceso pastificación	32
Figura 11:	Etapas del proceso de pastificación pastas alimenticias	33
Figura 12:	Diagrama de recepción y almacenamiento de semolato	34
Figura 13:	Diagrama de Dosificación de semolato	35
Figura 14:	Diagrama de mezcla y amasado de semolato	36
Figura 15:	Diagrama de extrusión	38
Figura 16:	Diagrama de Moldeo y Encañado.	39
Figura 17:	Diagrama presecado	41
Figura 18:	Diagrama secado	42
Figura 19:	Diagrama humidificación y enfriamiento	43
Figura 20:	Diagrama de descañado y corte de pasta	44
Figura 21:	Diagrama de proceso de fabricación de pasta	44
Figura 22:	Etapas del proceso de empaque de pasta	45
Figura 23:	Diagrama general del proceso de empaque	45
Figura 24:	Proceso de empaque de unidades, verificación de peso detección de metales	47

Figura 25:	Etapas del proceso de Enfardado	48
Figura 26:	Imagen de un fardo	48
Figura 27:	Imagen de un palet	49
Figura 28:	Diagrama operaciones proceso de enfardado	49
Figura 29:	Problemas más comunes y sus causas	62
Figura 30:	Las dos clases de actividades del mantenimiento especializado	63
Figura 31:	Tipos de mantenimiento	65
Figura 32:	El mantenimiento planificado como parte del ciclo de vida de una maquina.	66
Figura 33:	Mantenimiento planificado	67
Figura 34:	Tareas de mantenimiento preventivo TBM	68
Figura 35:	Diagrama de flujo para seleccionar equipo PM	82
Figura 36:	Diagrama de flujo para evitar repeticiones de fallos inesperados	86
Figura 37:	Diagrama de flujo del mantenimiento periódico	93
Figura 38:	Estructura descompuesta del trabajo.	101
Figura 39:	Diagrama de Flujo de mantenimiento predictivo	109
Figura 41:	Definicion CAPDo	116
Figura 42:	Ciclo CAPDo en 7 etapas	117
Figura 43:	Compromiso estrategico del GNCH	119
Figura 44:	Mega del GNCH	119
Figura 45:	Oficina TPM en Doria.	121
Figura 46:	Alcance de la implementación de cada uno de los pilares TPM	123
Figura 47:	Evolución de la estructura organizacional del Área Técnica	125
Figura 48:	Disponibilidad	127
Figura 49:	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	127
Figura 50:	Costos de Mantenimiento	128
Figura 51:	% de Ejecución de mantenimiento planeado.	128
Figura 52:	Cantidad de Fallos	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Características del equipo de industrias de proceso.	60
Tabla 2.	Uso actual de los sistemas de mantenimiento	70
Tabla 3.	Ventajas y desventajas de diferentes sistemas de mantenimiento	71
Tabla 4.	Modelo del cero averías en sus cuatro fases	75
Tabla 5.	Cuatro fases para cero averías en el equipo estático	75
Tabla 6.	Los seis pasos de la creación de un sistema de mantenimiento planificado	78
Tabla 7.	Proceso de desarrollo pasó a paso	79
Tabla 8.	Criterios para evaluar las características de equipos	83
Tabla 9.	Ejemplos de metas de mantenimiento planificado	84
Tabla 10.	Elementos registrados en el informe del mantenimiento con parada.	104
Tabla 11.	Técnicas de diagnostico para equipo estático.	107
Tabla 12.	Diagnósticos del equipo durante el funcionamiento y la parada de la planta.	110
Tabla 13:	Confiabilidad y Mantenibilidad	113
Tabla 14:	Eficiencia del mantenimiento	114
Tabla 15:	Costos de Mantenimiento.	114
Tabla 16:	Otros indicadores de mantenimiento	115

RESUMEN

IMPLEMENTACION DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA FILOSOFIA EN GERENCIA PRODUCTIVA TOTAL (TPM) PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA*

AUTORES: MIGUEL DARIO LOPEZ , BELMAN ERNESTO RAMIREZ **

PALABRAS CLAVES: Gerencia Productiva Total, Mantenimiento Planificado, Mejora Continua

DESCRIPCION:

El presente trabajo tiene como objetivo Desarrollar paso a paso la metodología TPM enfocado en la gestión del pilar de mantenimiento planeado, evidenciando los resultados gracias a la adopción de una metodología adecuada para la disminución y/o eliminación sistemática de las pérdidas más representativas de la compañía

Inicialmente, se documenta el proceso de gestión actual de la compañía PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.S la cual constituye el ejemplo práctico para el desarrollo de esta monografía, en donde se describen la estructura por procesos de la compañía, el plan estratégico y generalidades del proceso de producción de pastas.

Se realiza la documentación conceptual de la Gerencia Productiva Total TPM definiendo su misión y Objetivos, describiendo cada uno de los Pilares que intervienen durante el desarrollo e implementación de esta metodología, definiendo además una estrategia para el diagnóstico de pérdidas.

Se establece la estrategia de implementación, seguimiento y control de indicadores de gestión del mantenimiento, priorizando cada uno de estos y definiendo la metodología para el seguimiento y divulgación de los mismos tanto a nivel operativo, supervisión media y gerencias, permitiendo el control de resultados a todo nivel.

Finalmente, mediante la implementación en una empresa específica, extrayendo los resultados cuantitativos obtenidos a través del programa de implementación de la metodología TPM en el sub-proceso de Ingeniería y Montajes, se hace un resumen de los resultados intangibles productos del mismo proceso a nivel general de la compañía, en donde se exalta el compromiso y cambio cultural de toda la organización, siendo este tal vez el motor principal para el logro de los resultados.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Carlos Alberto Arciniegas, Catedrático Universidad UIS

ABSTRACT

TITLE: IMPLEMENTATION OF THE PILLAR OF PLANNED MAINTENANCE IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENT OF THE TOTAL PRODUCTION MANAGEMENT PHILOSOPHY (TPM) IN MANUFACTURING INDUSTRY*

AUTHORS: MIGUEL DARIO LOPEZ , BELMAN ERNESTO RAMIREZ.**

KEY WORDS: Total Productive Management, Planned Maintenance, Continuous Improvement

DESCRIPTION:

The objective of this document is to develop step by step the TPM methodology focused on the management of planned maintenance pillar, showing the obtained results by adopting an adequate methodology for reducing and / or a systematic elimination of the most representative losses of the company.

Initially, is documented the current management process of the PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.S. company which is the practical example for the development of this monograph, in which describes the structure and processes of the company, the strategic plan and a overview of the pasta production process.

The strategy for implementation, monitoring and control of the Key Performance Indicators for maintenance is established, prioritizing each one of this KPI's and defining the methodology for monitoring and feed back of this indicators at operational level, supervising level, head departments and managers, allowing the control of the results at all levels.

A technique for the analysis and identification of root causes for the most representatives losses is established, it is explained step by step the development of the CAPDo cycle, which is the selected model for the analysis of the root causes in this particular exercise.

Finally, it is evidenced by a real example of implementation in a specific company, extracting the most representative quantitative results obtained throughout the TPM methodology implementation program in the Engineering and Assembly sub-process, and it is made a summary of intangible results obtain throughout the process it is remarked the commitment, being this one perhaps the main engine that impulse the achieving of this results.

*Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Carlos Alberto Arciniegas.

INTRODUCCIÓN

La gestión integral del mantenimiento es una estrategia obligada para la competitividad de las industrias hoy en día, el objetivo principal de todas las entidades con ánimo de lucro es generar rentabilidad cada vez en una mayor proporción.

Estadísticamente el mantenimiento constituye uno de los valores más representativos en todas las industrias y sin lugar a dudas la optimización en esta área está directamente relacionada con la rentabilidad de compañía, no obstante mediante la integración de todos los procesos se obtienen mejores resultados que los alcanzables por cada uno por separado y es aquí donde las estrategias administrativas cobran protagonismo.

El TPM es solo una de las metodologías para la optimización de los procesos, que tiene su origen en Japón como un sistema destinado a lograr la eliminación de las grandes pérdidas de los equipos, a los intenciones de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

En este trabajo se establece el marco teórico para la aplicación de esta metodología y ambientando una industria manufacturera en particular, se evidencia el cambio de la compañía gracias a la adopción de la filosofía TPM, pese a que el proceso de implementación aun no ha finalizado.

1. GENERALIDADES DE LA COMPAÑÍA

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1.1 Razón Social

Productos Alimenticios Doria S.A.S

1.1.2 Tipo de Empresa

La compañía Productos Alimenticios Doria S.A.S es una empresa del sector privado, en su condición de líder en el Mercado Nacional de Pastas Alimenticias adquiere el compromiso de elaborar y ofrecer productos alimenticios de la Mejor Calidad con el claro objetivo de satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, reportando rentabilidad y desarrollo para la compañía. Nuestro compromiso con la calidad va desde las etapas de elaboración de los productos hasta la entrega final y consumo por parte de nuestros clientes. Nuestras actividades estarán permanentemente enfocadas a la consolidación de la organización y a la formación integral de quienes la conformamos. Asumimos de manera decidida nuestra misión por brindar mejores niveles de alimentación y nutrición a la población colombiana

1.1.3 Ubicación

La empresa Productos Alimenticios Doria S.A.S se encuentra ubicada en el kilómetro 5,6 Troncal de occidente vía Mosquera – Cundinamarca.

1.1.4 Reseña Histórica

PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.S fue fundada en 1952 por Don Arturo Sesana Vitali, un italiano que, con equipos traídos desde su país de origen, instaló una fábrica de pasta en la antigua sede de Dulces y Pastas Papagayo, de la calle 40 con carrera 13, para ese entonces contaba sólo con 12 operarios y su producción era de 400 kilos de pasta por día.

- En 1957 se fundó el molino en las instalaciones de Puente Aranda en Bogotá, el cual llegó a procesar 20 toneladas diarias de trigo, de las cuales 6 se empleaban para la producción de pasta en Doria y el resto se distribuía en fábricas en el país.
- Para el año 1996 se inició el proyecto de desarrollo del Complejo Industrial en Mosquera, donde se instaló el molino con lo último en tecnología, esto con el fin de producir la sémola de trigo de mejor calidad para la producción de pasta.
- En 1997 la compañía fue adquirida en un 80% por el Grupo Empresarial Antioqueño liderado por la Compañía Nacional de Chocolates y la Compañía Suramericana de Seguros.
- Finalmente para el 2002 las instalaciones de Doria se formalizaron en el km 5,6 troncal de Occidente de la vía Bogotá - Mosquera, donde funciona actualmente.

El Grupo Nacional de Chocolates S.A., matriz del grupo empresarial homónimo, es una sociedad colombiana especializada en inversiones en empresas de alimentos, siendo la empresa más grande del sector en el país, además ocupa una posición destacada en Latinoamérica.

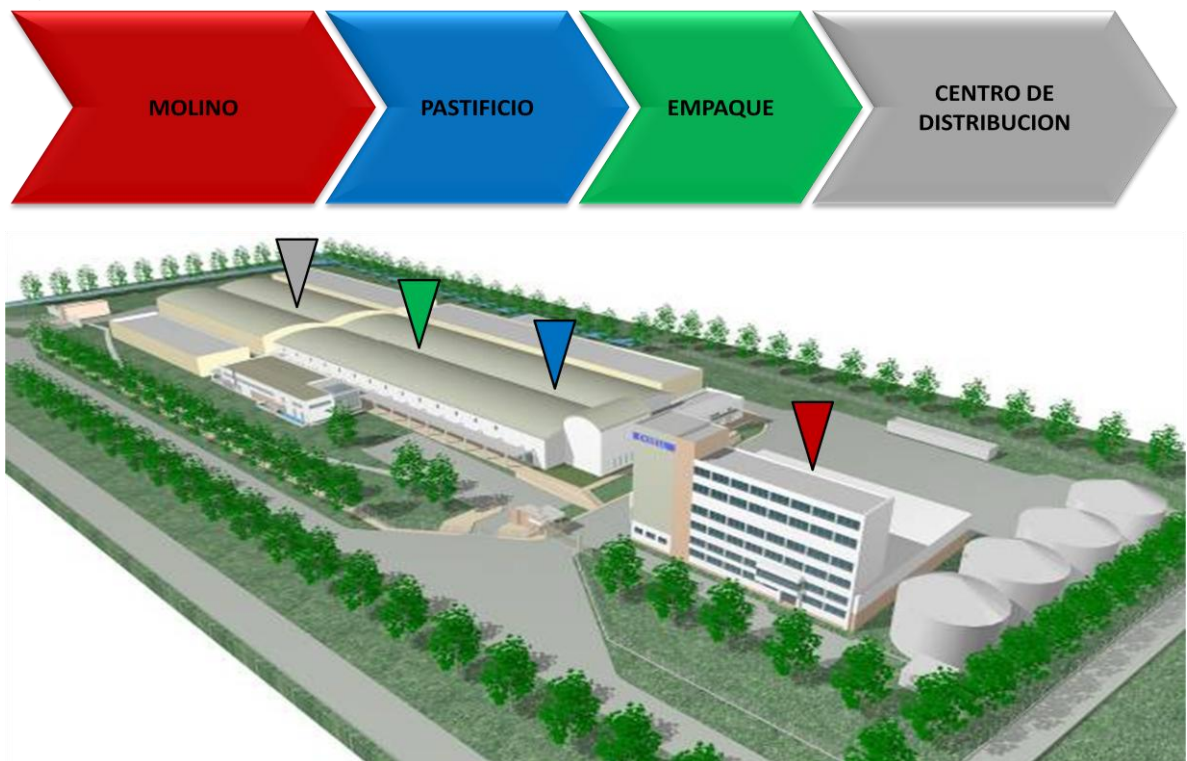
1.1.5 Especificaciones de la Planta

Productos Alimenticios Doria es una planta de producción de pastas alimenticias derivadas del cereal, cuenta con instalaciones industriales en donde se realiza todo el proceso de pastificación que va desde la molienda hasta el empaqueo del producto final.

La planta se divide en las siguientes zonas:

- Molino
- Pastificio
- Empaque
- Centro de Distribución

Figura 1: Distribución de la planta productos alimenticios Doria S.A.S



El molino está dotado de la última tecnología en donde se realiza todo el proceso de limpieza, humectación, molienda, transporte y empaçado de los productos derivados del trigo destacando la sémola y el semolato de trigo los cuales son utilizados en el proceso de pastificación, como materia prima.

El pastificio cuenta con 4 líneas de producción para la transformación de sémola en pasta seca, dos para la producción de pastas largas y otras dos para la producción de pastas cortas, estas líneas están divididas en dos tecnologías a mencionar:

- Líneas FAVAS
- Líneas GRONDONA

Las líneas FAVAS son líneas de producción de pasta que poseen todos los mas importantes adelantos en el tratamiento de la pasta, son líneas denominadas de secado a altas temperatura poseen una fase inicial de presecado muy eficaz, seguido por un diagrama de secado rápido con tratamiento de inversión térmica, durante el cual la pasta incorpora la temperatura máxima por un plazo muy corto y vuelve a perderla inmediatamente después.

Sigue luego una fase de estabilización que representa el punto de equilibrio de todo el sistema, porque uniforma el producto a una humedad del 12,5% en una zona automáticamente estabilizada.

El enfriamiento gradual entrega al enfriador final un producto absolutamente estabilizado y humidificado en la superficie, apto a soportar el salto térmico causado por la gran reducción de temperatura.

El sofisticado sistema de regulación y el control automático del secado,

controlados por PLC, garantizan un control sencillo y seguro de las líneas en todas las fases del ciclo de fabricación.

Las líneas de producción GRONDONA son líneas de producción de pasta denominadas de secado a baja temperatura ya que a diferencia de las líneas FAVA no cuenta con dispositivos para llevar a cabo la humidificación y el enfriamiento. El proceso de secado de esta línea en cambio dura aproximadamente 12 horas, lo cual hace a este tipo de líneas de producción menos eficientes que la anterior tecnología.

Estas líneas de producción no cuentan con un sistema automatizado de control de variables, caso por el cual su proceso de secado está estrechamente ligado a la experticia de los pasteros de la planta.

La zona de empaqueo de la planta está compuesta por 22 máquinas divididas en líneas para pastas largas y líneas para pastas cortas, cuenta con tecnologías de última generación, con líneas de empaque y enfardado automático, caso tal las líneas de empaqueo de las FAVAS, las cuales empaegan el producto a una rata de 80 a 120 paquetes por minuto.

Las líneas de empaqueo de las líneas GRONDONA son líneas de empaqueo semiautomático las cuales no poseen el sistema de enfardado automático como el que poseen las líneas FAVAS caso por lo cual es necesario realizar un proceso de enfardado y estibado manual, estas líneas de empaque trabajan a una velocidad promedio de 40 a 65 paquetes por minuto.

En términos generales la planta de producción DORIA es una planta que posee una mezcla tecnológica en donde se puede encontrar elementos de vanguardia en producción automatizada, contrastando con procesos de fabricación a la vieja escuela, en donde la experticia y experiencia de los pasteros hacen la diferencia,

esta mezcla ha hecho de la compañía una de las empresas líderes en el ramo para Latinoamérica, fabricando pastas alimenticias de la mejor calidad.

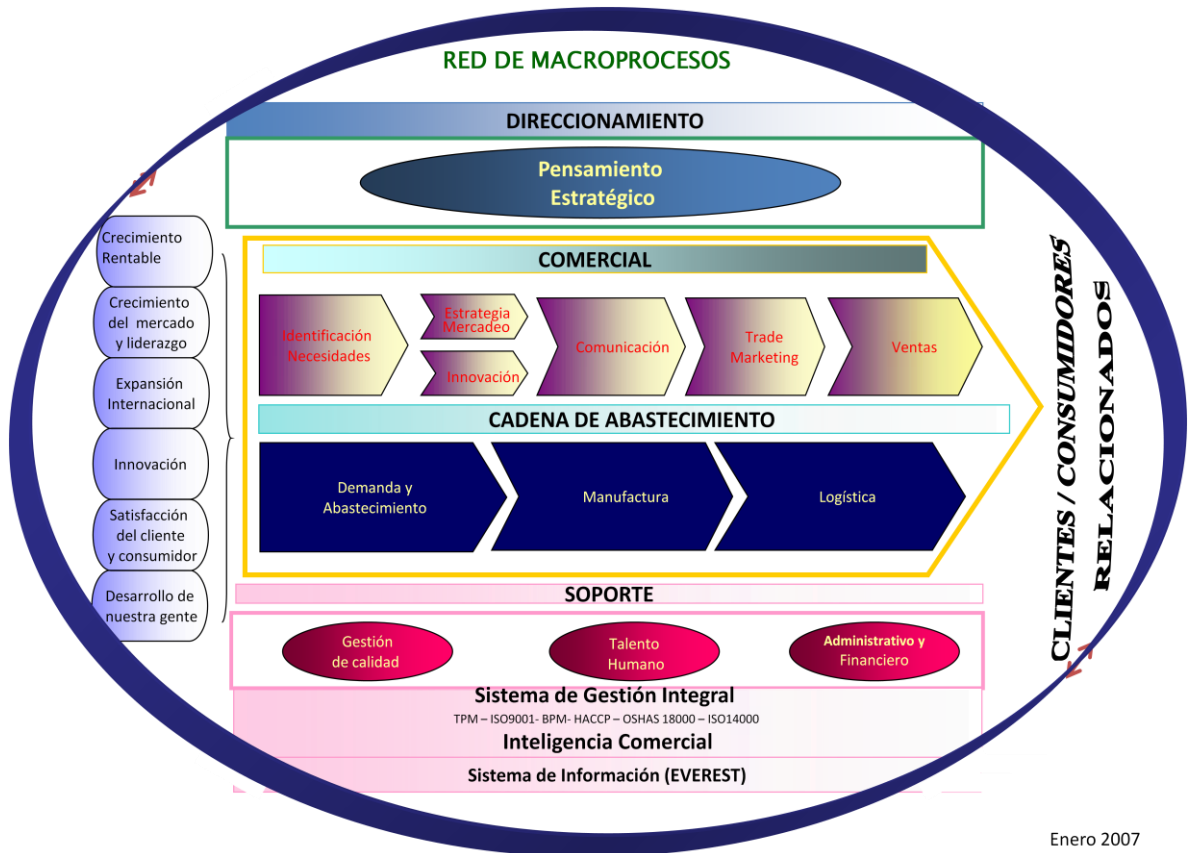
1.1.6 Estructura Organizacional

Productos Alimenticios Dorias S.A.S esta liderada por la junta directiva del grupo COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES los cuales establecen las políticas y el marco estratégico de grupo y que de estos se debe implementar cada negocio. En cabeza del negocio de pastas esta el presidente de la compañía acompañado por el comité de presidencia conformado por las gerencias de ventas, mercadeo, finanzas, cadena de abastecimiento y gestión humana, los cuales canalizan las políticas de grupo y define las estrategias para el direccionamiento del negocio.

Cada una de estas gerencias esta conformada por directores, jefes de área, coordinadores y personal de base los cuales garantizan la ejecución de las estrategias y políticas definidas por el comité de presidencia garantizando la alineación de estas con las políticas y el marco estratégico del grupo empresarial.

En la siguiente figura se ilustra la red de macropocesos de la compañía, en donde se observa con mayor claridad la distribución de los diferentes procesos y su interacción con todo el negocio.

Figura 2: Redes de macroprocetos DORIA



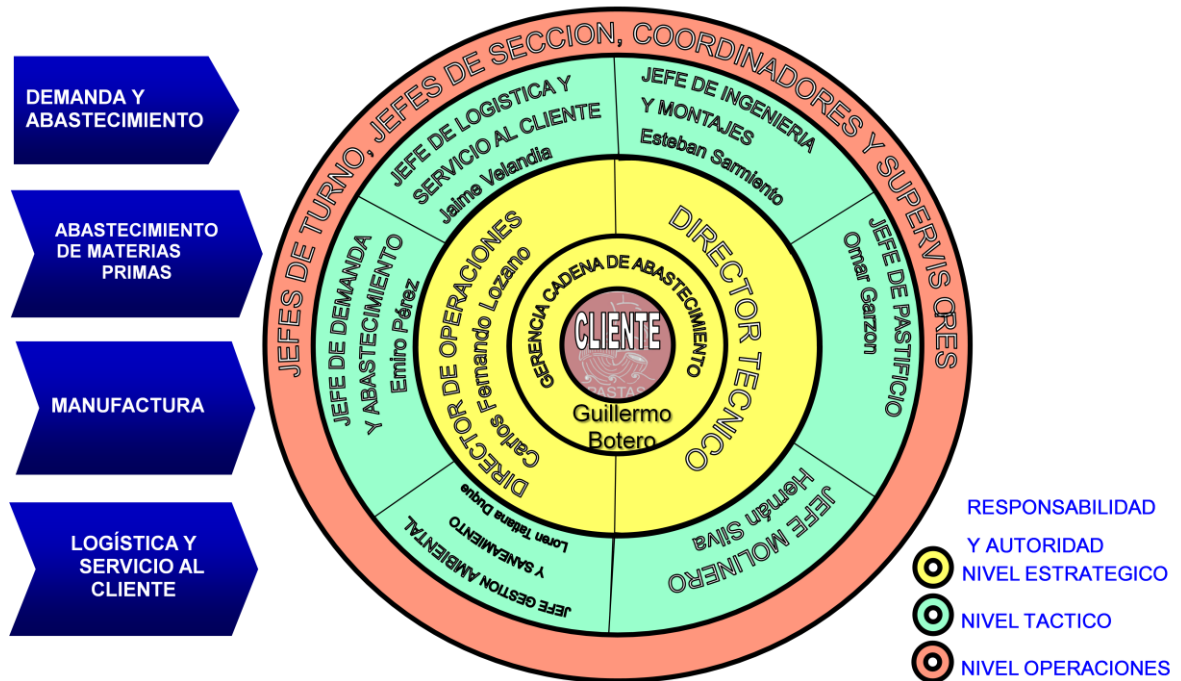
Para el desarrollo de este trabajo se destaca la estructura del subproceso de Ingeniería y Montajes de DORIA el cual es la base de estudio de esta monografía.

Con base en la estructura de macroprocetos ilustrada arriba, el subproceso de ingeniería y montajes está ubicado dentro de la Cadena de Abastecimiento y el proceso de Manufactura, el cual tiene como objetivo principal asegurar y garantizar la capacidad de proceso.

El macroproceto de cadena de abastecimiento tiene la siguiente estructura organizacional que se muestra en la figura 3.

Figura 3: Estructura del macroproceso de Cadena de Abastecimiento

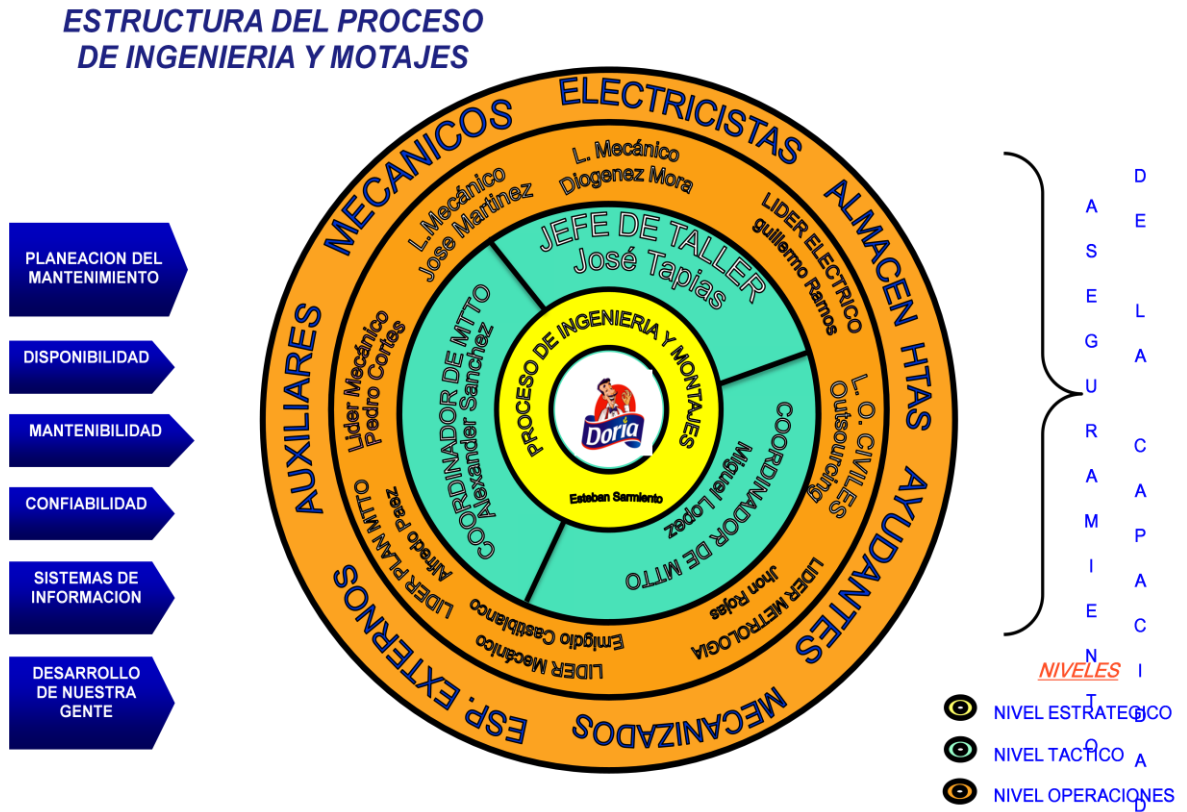
ESTRUCTURA CADENA DE ABASTECIMIENTO



Como se ha mencionado y tal como se observa en la figura 2. El subproceso de Ingeniería y Montajes pertenece al proceso técnico el cual cuenta con una dirección de Técnica la cual está en proceso de selección y está compuesta por las jefaturas de Molino, Pastificio e Ingeniería y Montajes.

El subproceso de Ingeniería y Montajes cuenta con la siguiente estructura Organizacional la cual mostramos en la Figura 4.

Figura 4: Estructura Subproceso Ingeniería y Montajes



1.2 DESCRIPCIÓN PROCESO DE FABRICACION DE PASTAS ALIMENTICIAS

El objeto productivo de la empresa Productos Alimenticios Doria S.A.S es la producción de pastas alimenticias a base de semolato de trigo; la empresa ofrece a sus consumidores diferentes referencias de pastas las cuales se clasifican en los siguientes grupos:

- Clásica
- Especialidades
- Instantánea
- Infantil

El proceso de producción de pastas alimenticias comienza con la transformación del trigo en semolato de trigo, una vez se cuenta con la cantidad necesaria, a través de transporte neumático se transportada a las líneas de producción en donde comienza el proceso de pastificación.

1.2.1 Proceso de Molienda

El proceso de molienda de trigo comprende una serie de operaciones repetitivas y secuenciales que consisten básicamente en separar las envolturas del grano de trigo del endospermo, la parte central del grano de trigo, con lo cual se obtendrá poco a poco harina. Este proceso se compone de las siguientes operaciones las cuales se observan en la figura 6.

Figura 5: Estructura de un Grano de Trigo

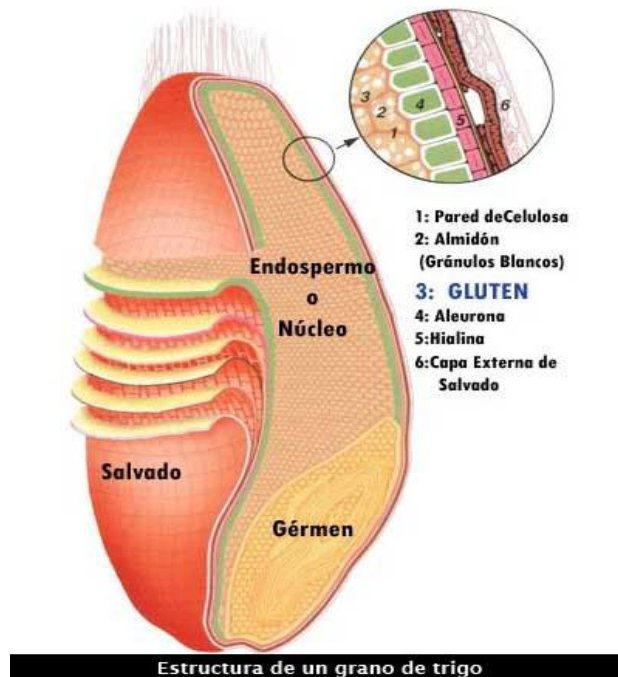


Figura 6: operaciones del proceso de molienda



Fuente. www.google.com.co

En el proceso de recepción y almacenamiento de materia esta se recibe a través de camiones, los cuales se izan en un sistema hidráulico en donde se descargan aproximadamente 34 a 36 Toneladas por camión y son almacenadas en 4 silos metálicos con capacidad de 2500 Toneladas cada uno.

El proceso de preparación, previo a la molienda, el objetivo principal es producir un cambio en las características mecánicas de los diferentes tejidos del grano, mejorando de esta manera las posibilidades de separación del endospermo de las restantes capas del grano. Este acondicionamiento influye no solo en el rendimiento de molienda sino también en la calidad de la harina obtenida En una primera etapa se realizan operaciones de tamizado, limpieza y aspiración de polvo, cuerpos extraños, materiales inertes, etc. para luego someter el lote al acondicionamiento necesario para que el cereal adquiera las condiciones físicas adecuadas para su molienda.

El acondicionamiento o humectación consiste, en dejar en reposo en los silos denominados de descanso o reposo, al trigo humedecido (10 – 30 horas) para lograr que la humedad penetre a través del endospermo del grano, y se difunda a través de él, por lo tanto se logra poner al trigo en determinadas condiciones físicas, para la molienda, y provocar directa e indirectamente ciertos cambios que mejoran el valor pastero de las harinas.

En la figura numero 7 se muestra un diagrama en donde se pueden visualizar cada una de las etapas de la preparación del trigo especificando todas sus entradas y salidas.

Figura 7: Descripción del proceso de Preparación de Trigo

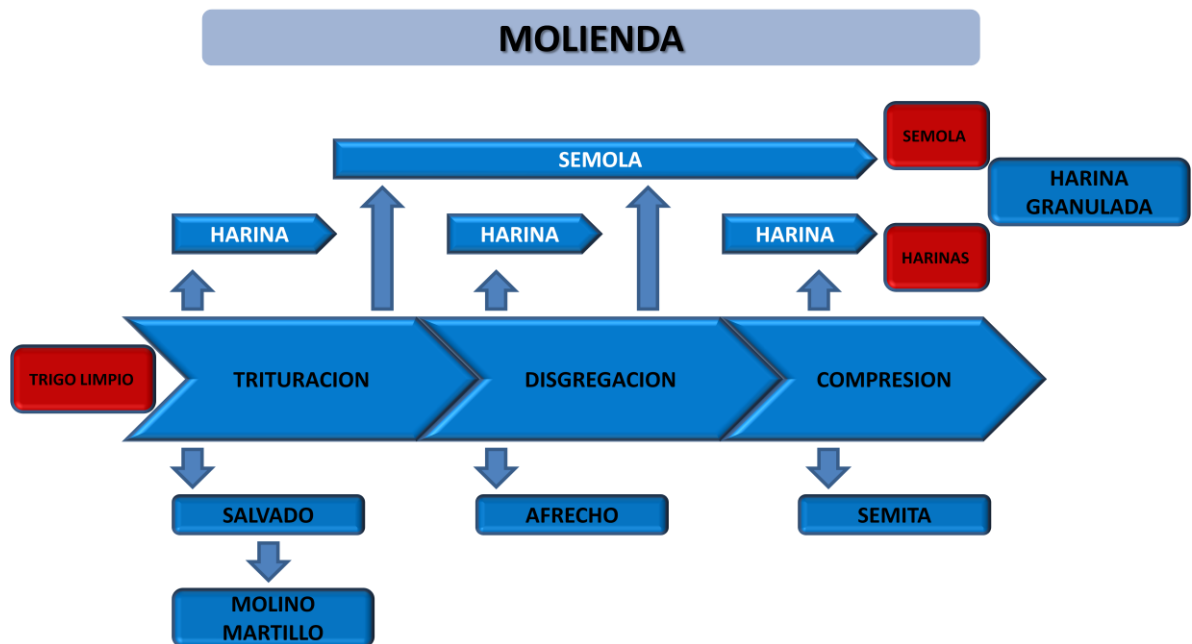


Fuente. Los Autores

La Molienda de trigo significa abrir el grano, raspar lo más prolijamente posible el endosperma adherido, y luego reducir estas partículas a sémola y semolato de trigo.

El proceso de molienda se divide en diferentes operaciones las cuales se observan en la figura numero 8. Y que describimos con mayor detalle a continuación

Figura 8: Descripción del proceso de Molienda de trigo



Fuente. Los Autores

En la trituration El trigo preparado y acondicionado, se envía a los primeros cilindros donde se tritura. Las partículas mayores separadas por la extracción del producto de la primera trituration, van a la segunda.

En ésta, las grandes se abren completamente y el producto se extrae otra vez. Las partículas de mayor tamaño de esta extracción, van a los terceros cilindros de trituration que provocan una tercera extracción. Las partículas mayores (casi menores que el salvado), se someten a un raspado final en el cuarto cilindro de trituration y se extraen de nuevo, quedando como cola el salvado.

Los cilindros trabajan de a pares, siendo la velocidad del cilindro superior 2 veces y media más veloz que la del inferior. Este último sostiene el grano y el otro lo destroza y rasga el endospermo. Este proceso se realiza en las sucesivas pasadas en los distintos trituradores. Después de la acción de cada par de cilindros el producto se va a los tamices donde el mismo se separa en 3 fracciones principales.

Una vez efectuada la trituración, la mayor parte de la harina pasa por una fase intermedia de sémola, obtenida al extraer el producto de los distintos cilindros de trituración. En este estado la sémola impura es susceptible de llevar a cabo la purificación, siendo el objeto de los sasores limpiarla eliminando las cubiertas externas y al mismo tiempo clasificarla según su tamaño y pureza preparándola para la molienda en los cilindros de compresión. A esta operación se le conoce comúnmente como sasaje o disgregación

Un sasor está constituido por un tamiz oscilante, a través del cual circula una corriente de aire de abajo a arriba. Este aire arrastra las partículas de salvado pues son ligeras, las pequeñas partículas de endospermo, limpias son más densas y atraviesan el tamiz.

El último proceso de la molienda es la compresión la cual tiene como objeto moler las sémolas y semolatos purificados, para transformarlas en harina. La acción de los cilindros de compresión consiste en pulverizar la sémola hasta convertirla en harina y, tiende a aplastar y por consiguiente a separar por un posterior cernido las partículas de salvado del producto que no ha sido eliminado en los sasores.

La sémola de una determinada calidad y tamaño, procedente de la trituración y de los sasores, alimenta los correspondientes cilindros de compresión. Pasando luego el producto a un cernidor de harinas, que separa la mayor parte de la misma, quedando el producto restante, semolato de trigo.

Al proseguir la molturación únicamente daría como resultado un exceso de contaminación de las harinas con salvado.

Como lo hemos mencionado anteriormente, el semolato de trigo, el producto principal de la molienda de la sémola, es más basta que la harina producida por la molienda del trigo común. Unas características deseables para el semolato incluyen buen color, motas oscuras de fibra minúsculas, y granulación uniforme. Se producen cantidades pequeñas de semolato fino y de harina. Éstas normalmente se combinan con semolato normal para producir un material mezclado que se utiliza para tipos de pasta tanto cortos como largos.

Figura 9: Semolato de trigo



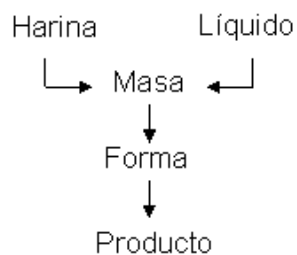
Fuente. www.google.com.co/img.21

1.2.2 Proceso de Pastificio

Figura 10. Operaciones proceso pastificación



Para elaborar la pasta, el semolato de trigo se mezcla con agua, (También se puede utilizar huevo) para formar una pasta gruesa. La masa no está completamente formada hasta que no pasa por la cámara de mezclado hacia el extrusor.



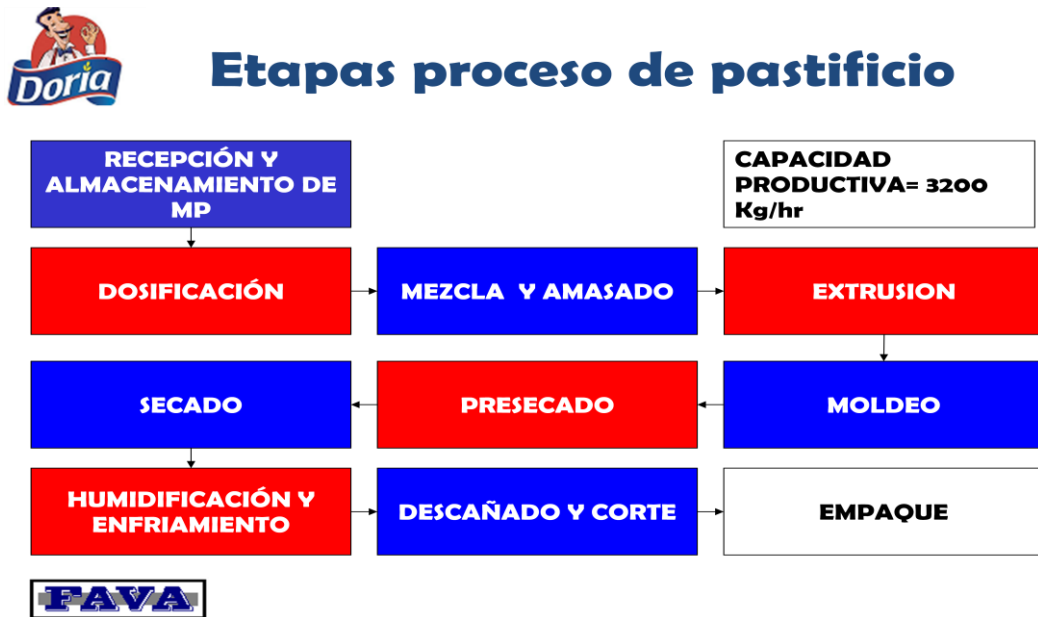
La masa se fuerza a través de varios talladores o moldes, bajo presiones muy altas, para producir una amplia gama de diferentes formas de pasta. La cámara de extrusión está diseñada para disipar el calor que se genera por la fricción y la presión durante el proceso de extrusión. Para prevenir que la pasta se pegue entre sí en el proceso de tallado, la pasta alargada se somete a una ráfaga de aire

inmediatamente después de la extrusión. La pasta corta se transfiere a un pre-secador agitador para asegurar que está separada.

El proceso de secado es una parte crucial del proceso de producción para las pastas de alta calidad. La humedad, la corriente de aire y la temperatura se controlan cuidadosamente según la pasta pasa por los diferentes talladores. Los sistemas modernos de secado a alta temperatura consiguen una pasta con mejor color y calidad a la hora de cocinar. En la etapa final del secado, la pasta vuelve a las condiciones atmosféricas normales en cámaras de refrigeración. En general, el producto se seca hasta obtener una humedad del 12% aproximadamente. El tiempo total de secado puede llevar desde 6 hasta 24 horas, dependiendo de la tecnología utilizada

A continuación explicamos el proceso de fabricación de pastas que se lleva a cabo en la empresa Productos Alimenticios Doria S.A.S tomando como referencia las hojas de caracterización de proceso de la empresa.

Figura 11: Etapas del proceso de pastificación pastas alimenticias



Fuente. Los Autores

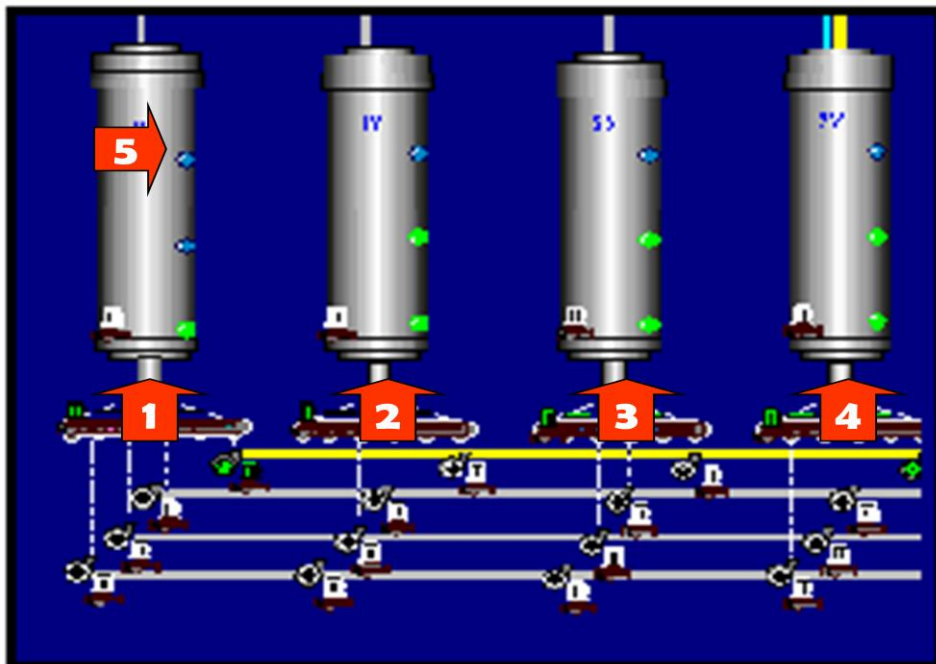
1.2.2.1 Recepción y Almacenamiento de Semolato en Pastificio

Una vez el semolato ha sido enviado a los silos 1x (1), 1y (2), 2x (3) y 2y (4) allí permanece hasta que alguna de las líneas requiera producto para comenzar con el proceso productivo de la pasta.

En cada uno de los silos de pastificio es posible almacenar hasta 60 toneladas de semolato de trigo. La cantidad de semolato en cada uno de los silos se determina físicamente, para realizar el cierre de cada mes; esta información se envía al auxiliar de producción.

Otra forma como los jefes de turno de pastificio pueden conocer la cantidad de semolato remanente en los silos es verificando los sensores (5) de cada uno de los silos en el tablero de control.

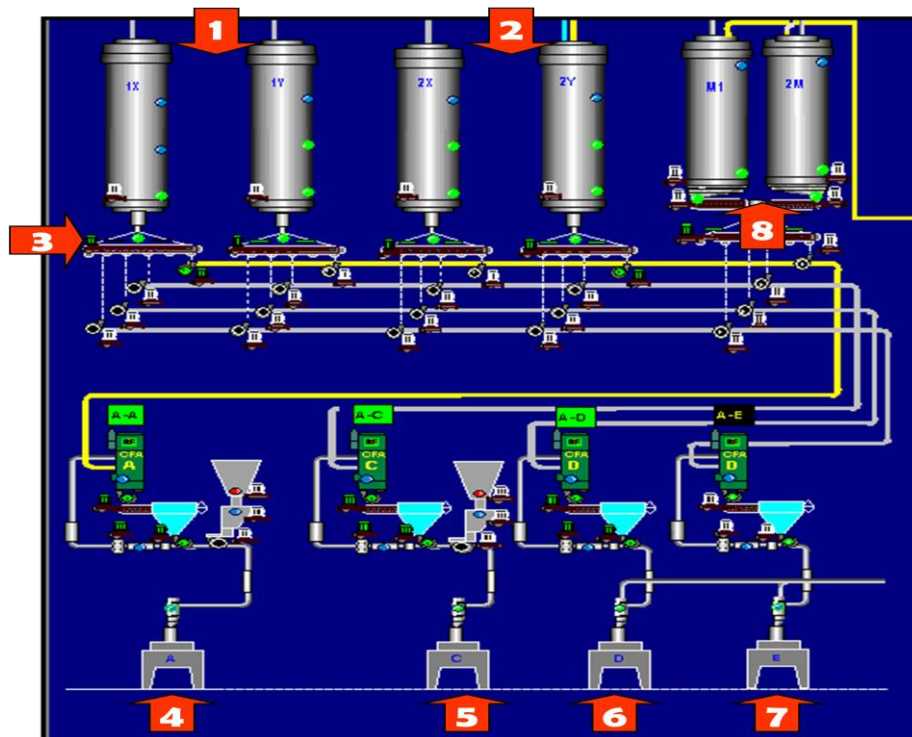
Figura 12: Diagrama de recepción y almacenamiento de semolato



1.2.2.2 Dosificación

Es la etapa del proceso de pastificio donde se dosifican el semolato base y el semolato mezcla para la elaboración de pastas alimenticias. La proporción de las mezclas depende de lo establecido en el comité de trigos y de la referencia que se vaya a producir. La dosificación se lleva a cabo a la salida de cada uno de los 4 silos de pastificio, los cuales son: 1x, y 1y (1) 2x y 2y (2); donde se almacenan los diferentes tipos de semolato. Cada silo posee 4 esclusas (3) a través de las cuales el semolato sale hacía las cuatro líneas de producción. Finalmente el blending es enviado a las líneas de producción según la programación a través de cuatro rotopulidores (4, 5, 6, 7) los cuales están conectados independientemente a cada una de las líneas de producción. (4-Fava pasta larga, 5-Fava pasta corta, 6-Grondona pasta corta, 7-Grondona pasta larga)

Figura 13: Diagrama de Dosificación de semolato

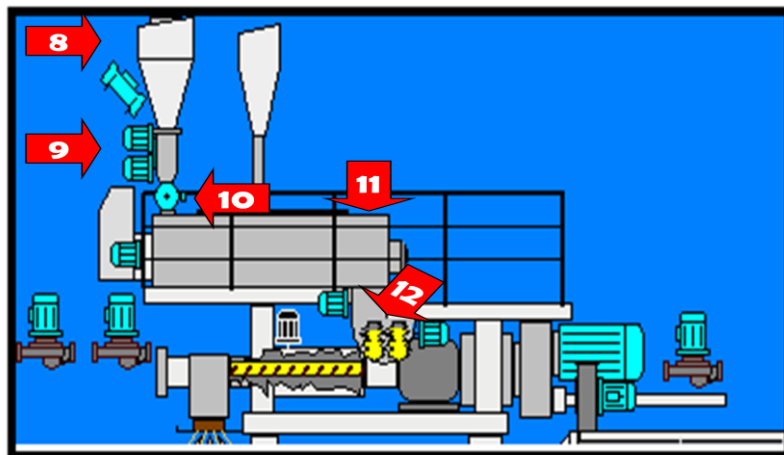


1.2.2.3 Mezcla y amasado

Una vez arranca la línea de producción, el semolato almacenado en los silos de pastificio es enviado a la tolva dosificadora (8). La tolva dosificadora se encarga de suministrar semolato a la línea a medida que esta lo va necesitando. Al salir de la tolva el semolato pasa por una rosca dosificadora (9) y posteriormente a la centrifuga (10) donde las partículas de semolato se separan con el fin hacer más efectivo el contacto entre el agua que entra por aspersion y las partículas individuales de semolato.

Luego que se ha agregado al semolato el agua necesaria para la elaboración de la premezcla, esta pasa a la amasadora doble (11) donde se homogeniza y se forma una masa de propiedades uniformes. La presencia de aire en la masa es un factor que reduce la calidad de la pasta ya que produce manchas blancas en el producto seco y de igual forma es el medio adecuado para el crecimiento de microorganismos aerobios; por esta razón la masa pasa a una segunda amasadora, llamada amasadora a vacío donde todo el aire es retirado (12). La masa pasa a esta amasadora a través de dos capsulismos los cuales evitan que se pierda el vacío.

Figura 14: Diagrama de mezcla y amasado de semolato

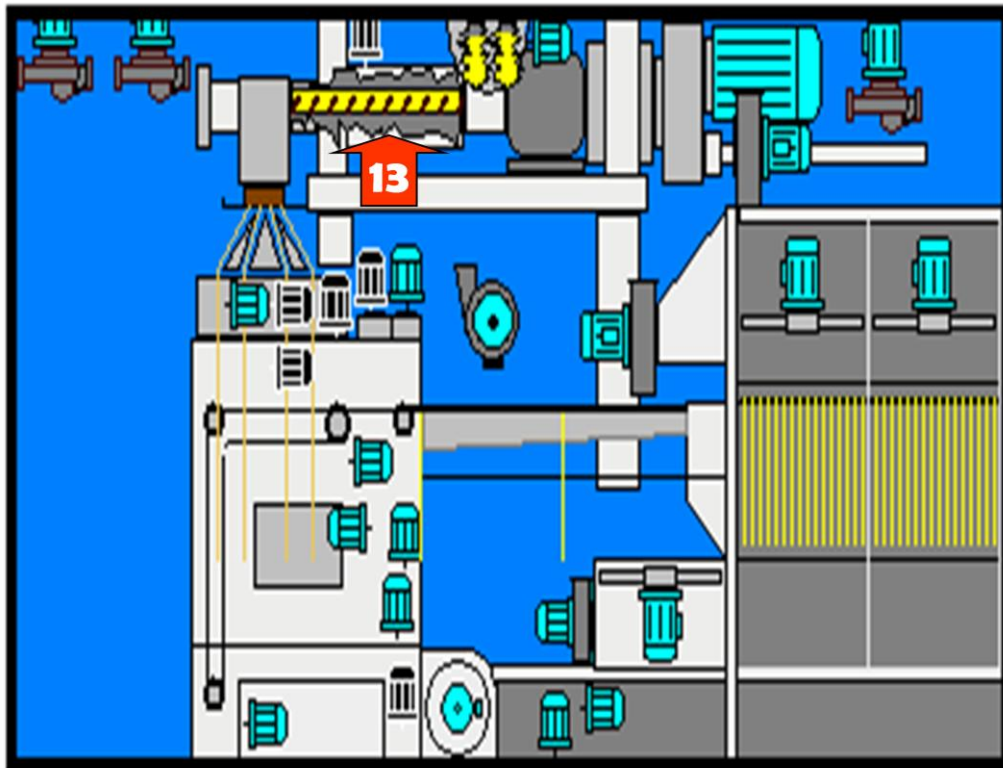


1.2.2.4 Extrusión

Luego que la masa sale de la amasadora a vacío, entra a los 4 tornillos extrusores (13) donde termina de homogenizarse. Dada la fuerza de fricción entre los tornillos y la masa, la temperatura tiende a subir, por esta razón se requiere de un fluido de intercambio térmico que retire el calor que se genera debido a dicha fuerza, para tal efecto se utiliza un sistema de doble camisa en los tornillos sin fin y en el cabezal. El fluido utilizado es agua proveniente de la torre de enfriamiento. Si la temperatura de la masa excede los 40°C las proteínas de la masa tienden a desnaturalizarse y por consiguiente se va a reducir la calidad de la pasta.

Altas presiones de extrusión pueden desnaturalizar las proteínas de la masa y pueden ocasionar daños en los equipos. La presión de extrusión va a variar de acuerdo con el % de humedad de la masa. La presión debe mantenerse para lograr una extrusión eficiente.

Figura 15: Diagrama de extrusión



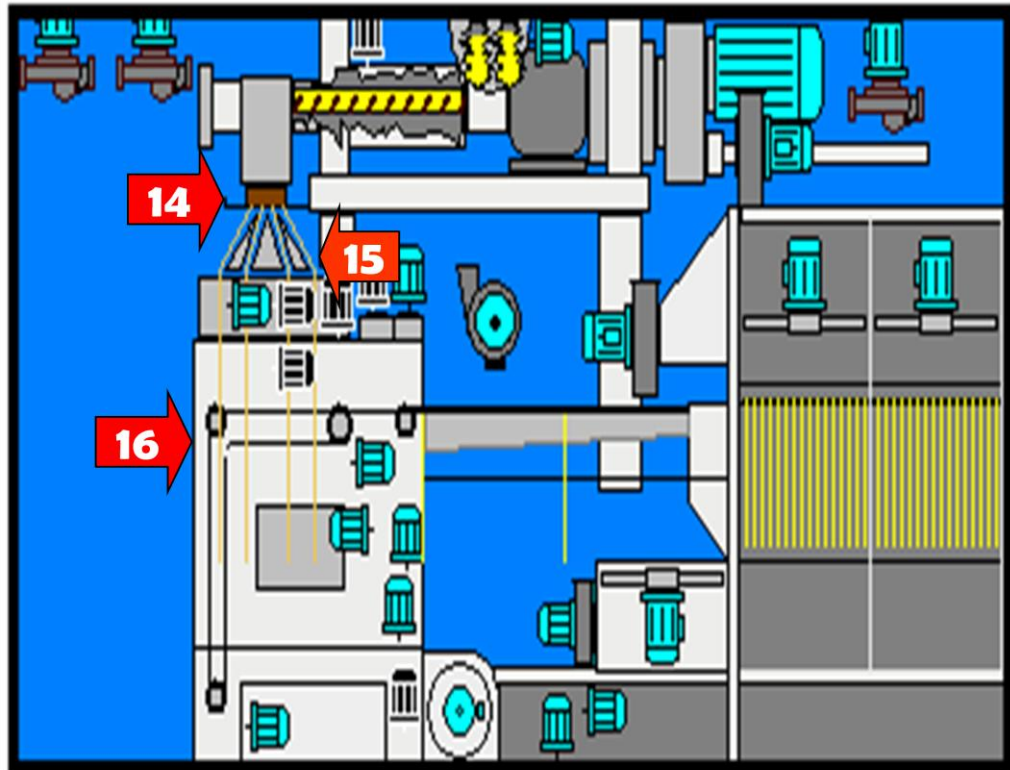
1.2.2.5 Moldeo y Encañado

Al salir de los tornillos extrusores la masa entra a los moldes (14) quienes son los encargados de darle la forma a cada un de las figuras de pasta larga que se producen en la compañía. Posteriormente la pasta pasa por un dispositivo llamado divisorio (15) el cual divide la pasta que sale de los moldes antes de ser organizada en las cañas. Este dispositivo cuenta con un flujo de aire caliente con el fin de evaporar el agua en la superficie de la pasta evitando así que la pasta se pegue cuando es organizada en las cañas.

Una vez la pasta larga sale del divisorio esta se extiende en las cañas por medio de los rodillos duplicadores (16). Esta se somete a un primer corte después de realizar el doblaje y a un segundo corte que empareja los hilos de pasta para

luego ingresar a la etapa de presecado. El producto obtenido del emparejado es llevado nuevamente a la amasadora doble mediante dos bandas transportadoras y un triturador centrífugo.

Figura 16: Diagrama de Moldeo y Encañado.



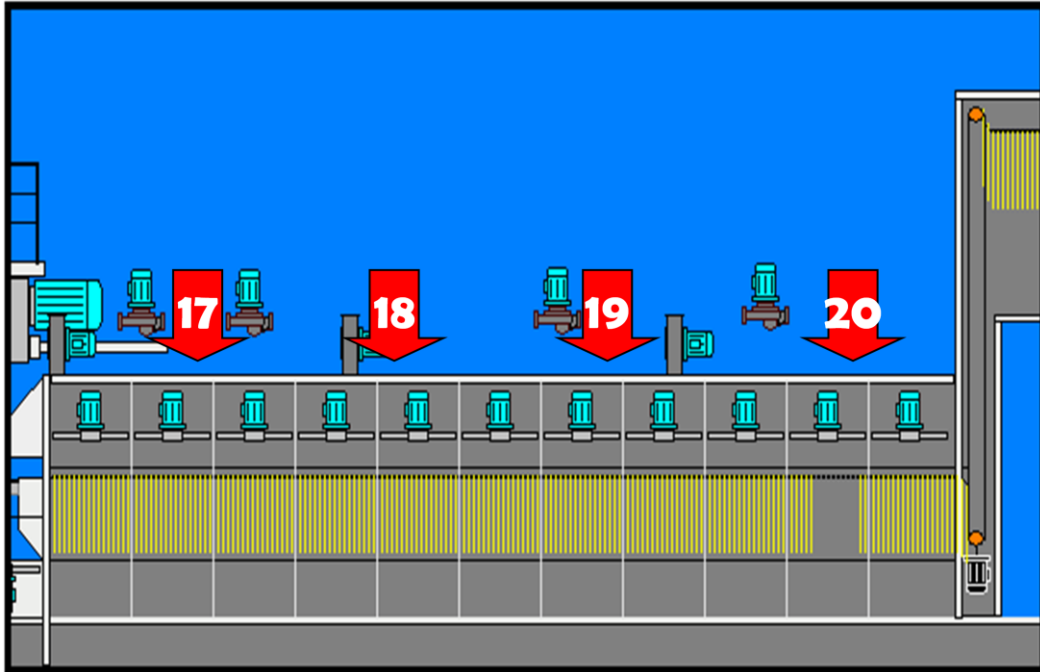
Fuente. Los Autores

1.2.2.6 Presecado

El presecado es la etapa del proceso de pastificio donde se presenta la reducción más drástica en el % de humedad que contiene la pasta fresca, desde un % de humedad de aproximadamente 30% hasta un 17%. Esta etapa consta de 4 fases:

- Pre-secado o aerotermino (17): Este dispositivo se encarga de calentar la pasta que ha sido extendida en las cañas para que al iniciar el secado la temperatura de la pasta sea uniforme. Se lleva a cabo en los dos primeros paneles de la línea FAVA PASTA LARGA (A).
- Primera zona (18): El objetivo de la primera zona es abrir los poros de la pasta fresca para facilitar la salida de agua del producto. Durante el secado la temperatura no debe ser demasiado alta y se debe procurar mantener húmeda la superficie de la pasta para evitar la formación de costra, la cual evita que el interior de la pasta se seque. El valor de la variable ΔT en esta zona va a variar de acuerdo con el formato de pasta larga que se vaya a producir.
- Segunda Zona (19): En la segunda zona de secado la temperatura debe ser mayor que en la primera zona pero igualmente se debe procurar mantener húmeda la superficie de la pasta para prevenir que la tasa de evaporación del agua de la superficie del producto exceda la tasa de migración de agua desde el interior del producto, para mantener las características del mismo. El valor de la variable ΔT en esta zona va a variar de acuerdo con el formato de pasta larga que se vaya a producir.
- Tercera Zona (20): En la tercera zona de secado la temperatura debe ser aun mayor que la temperatura en la segunda zona de secado, pero de la misma manera debe mantenerse una humedad relativa alta para mantener la superficie del producto húmeda y así evitar la formación de costra. El valor de la variable ΔT en esta zona va a variar de acuerdo con el formato de pasta larga que se vaya a producir.

Figura 17: Diagrama presecado



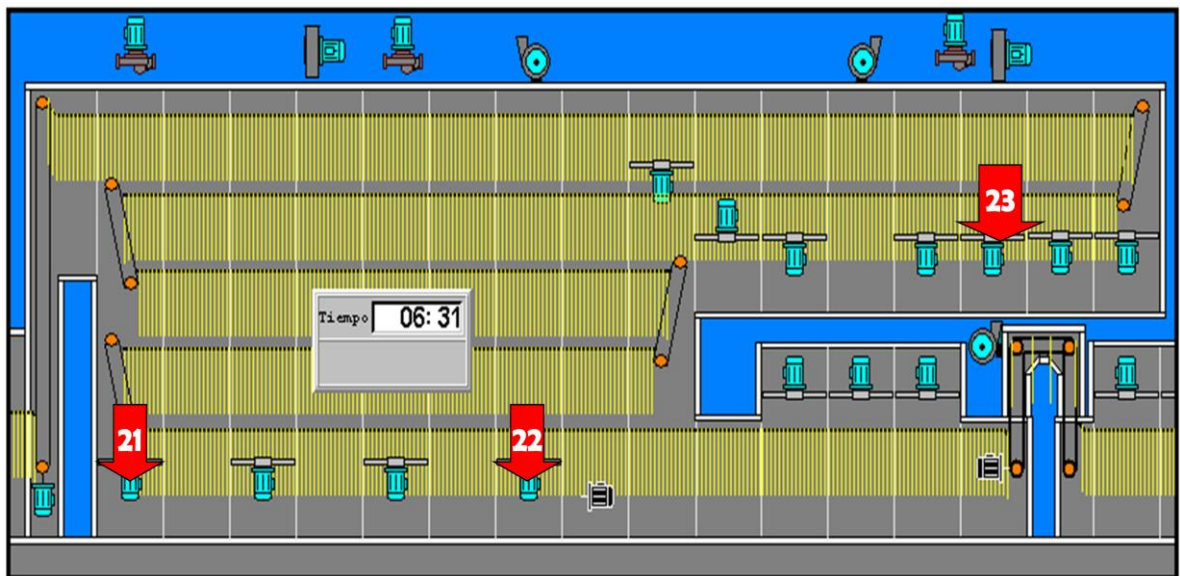
1.2.2.7 Secado

- Primera y segunda zona de secado (21 y 22) : La pasta que ingresa al proceso de secado es un producto que se ha contraído debido a la evaporación de parte del agua en su interior y por esta razón sus espacios intersticiales se ven reducidos dificultando el paso del agua remanente al interior del producto por esta razón para llevar la pasta desde un 17% de humedad a un 12% de humedad aproximadamente es necesario someter a la pasta a condiciones diferentes de temperatura, tiempo y humedad (Los valores de las anteriores variables dependen del formato que se vaya a producir. Ver recetas) El proceso de secado se alterna con el proceso de estabilización donde se redistribuye el agua dentro del producto haciendo que la humedad de la pasta sea uniforme en todo el producto al final del proceso. Para este fin se debe manejar alta temperatura y alto % de humedad en el aire de secado (ver recetas). La duración del proceso

secado-estabilización depende de la temperatura de secado y del grosor del formato que se vaya a producir. El anterior proceso se lleva a cabo en dos zonas de secado.

- Apéndice (23): En el apéndice la pasta es sometida a temperaturas de 90°C que ayudan a fijar los almidones al producto y dan el color característico de la pasta. En el apéndice se mide la humedad de la pasta, esta debe encontrarse al 13.5%.

Figura 18: Diagrama secado

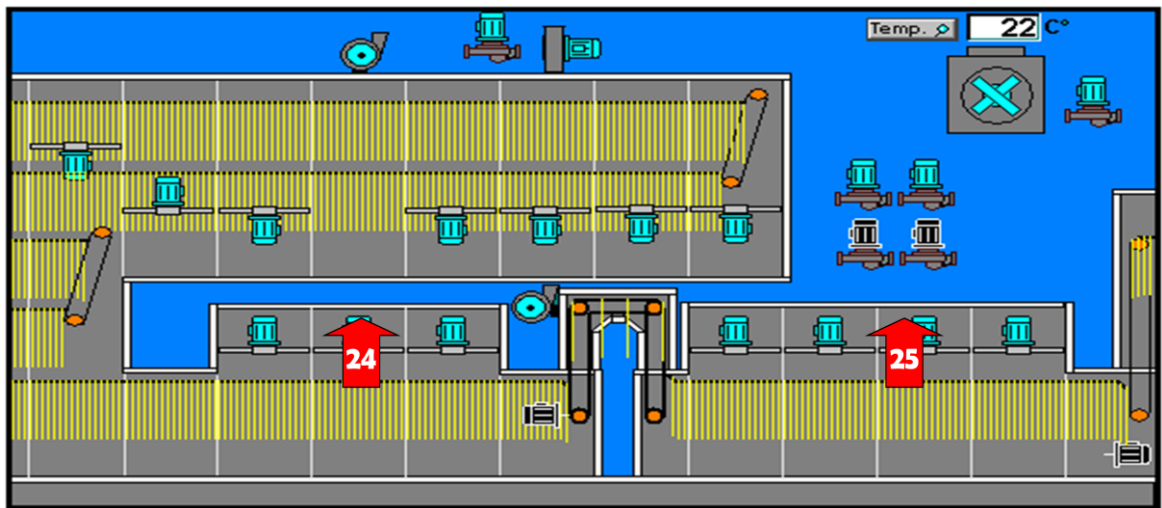


1.2.2.8 Humidificación y enfriamiento

Una vez el contenido de humedad de la pasta alcanza el 12.5% aproximadamente y se encuentra uniformemente distribuida en todo el producto se procede a bajar la temperatura desde 76°C aproximadamente a 32°C aprox. para que este pueda ser cortado y empaçado. El proceso de humidificación (24 y 25) se lleva a cabo a por medio de una nebulización de agua debidamente tratada en una planta de ósmosis. El objetivo es estabilizar la humedad interna y externa del producto. En las fases de enfriado dado el reducido tiempo de

permanencia no es posible que la máquina se autorregule sola para evitar un exceso de evaporación, por esta razón las fases de enfriamiento en ciclos de alta temperatura son siempre ayudados con humidificación suplementaria, la finalidad es compensar e incluso frenar la evaporación excesiva y por consiguiente la formación de costra sobre la superficie del producto. La formación de costra dificultaría la salida de todo el calor y de la humedad remanente en el producto. El enfriamiento (24 y 25) se lleva a cabo por medio de aire enfriado por serpentines por los cuales circula agua fría proveniente de la torre de enfriamiento.

Figura 19: Diagrama humidificación y enfriamiento



Fuente. Los Autores.

1.2.2.9 Descañado y Corte

Una vez sale la pasta del enfriador son retiradas las cañas (26) para posteriormente cortar las cabezas y las colas y darle el largo deseado (27). De esa manera se obtiene como producto final una pasta larga y pareja, Las cabezas y las colas de la pasta se retiran de la máquina por aspiración y son llevadas a un molino donde se reduce su tamaño. El material resultante es enviado a los silos de almacenamiento T1 y T2 para luego pasar este producto

por el banco de molienda donde es refinado y almacenado en los silos M1 y M2 finalmente este producto es incorporado en un % no mayor al 10% con el semolato que es enviado a pastificio para reproceso.

Figura 20: Diagrama de descañado y corte de pasta

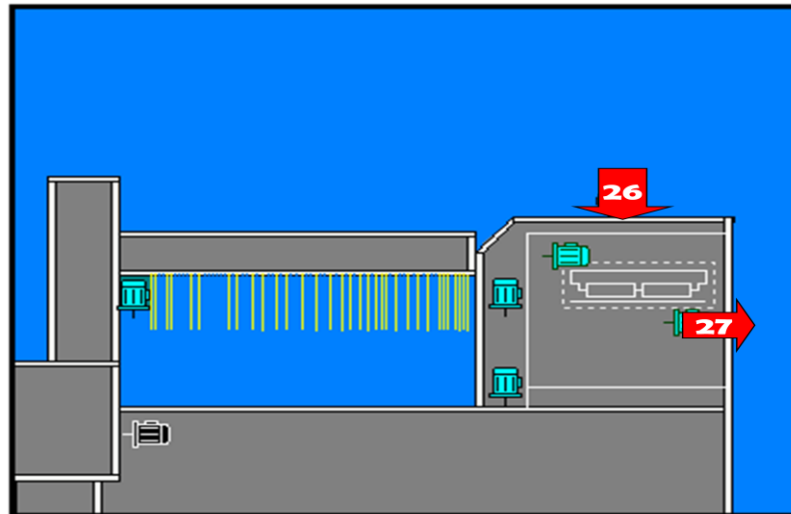
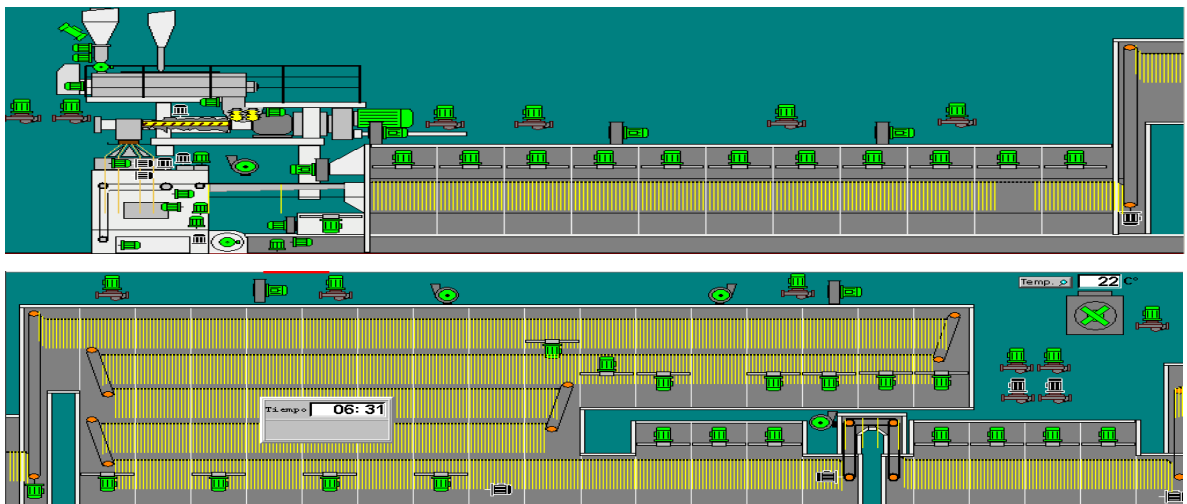
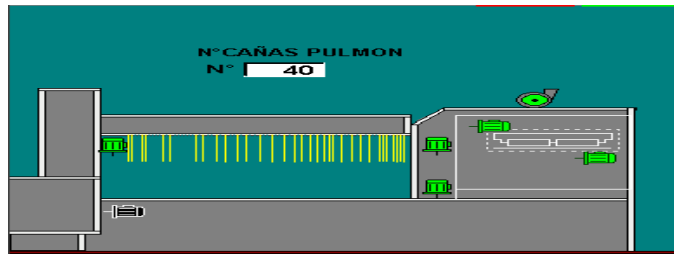


Figura 21: Diagrama de proceso de fabricación de pasta





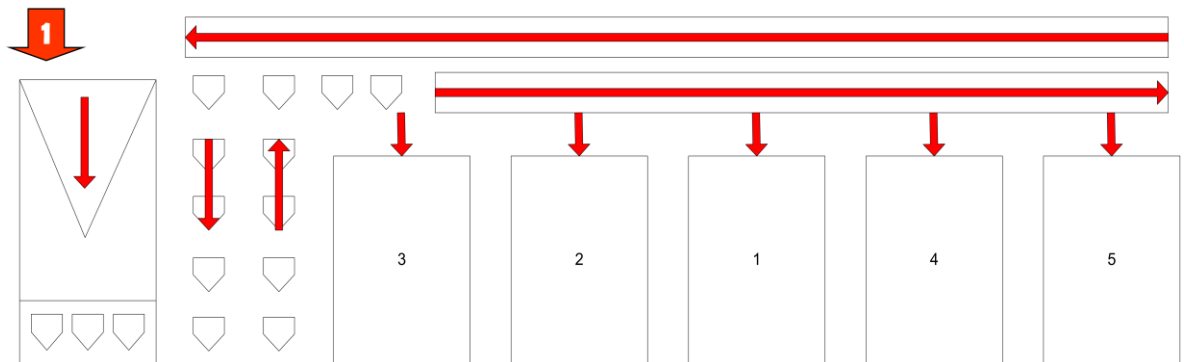
1.2.3 Proceso de Empaque

Figura 22: Etapas del proceso de empaque de pasta



1.2.3.1 Generalidades

Figura 23: Diagrama general del proceso de empaque



Una vez ha sido cortada la pasta, esta es dosificada en cubetas que alimentan cada una de las 5 máquinas de la línea pasta larga. Cuando una máquina

requiere producto para empacar un sensor en esta se activa y la cubeta se vacía. Cuando las máquinas cuentan con producto suficiente para empacar, las cubetas regresan a la dosificadora (1). Algunas veces es necesario retirar la pasta que regresa a la dosificadora en canastillas plásticas para evitar que se congestione la línea. Esta pasta debe ser puesta nuevamente en las cubetas de forma manual.

1.2.3.2 Pesaje de Producto

Luego que la pasta cae a la máquina empacadora respectiva esta es dosificada de acuerdo con la referencia que se esté produciendo, para tal efecto la máquina cuenta con dos balanzas, una de dosificación gruesa (2) y otra de dosificación fina (3). La balanza de dosificación gruesa pesa la mayor cantidad de producto que va a ser empacado y la balanza de dosificación fina agrega la cantidad restante para completar el peso de la referencia que se está produciendo.

A medida que se va generando reproceso y recorte seco el encargado de cada máquina debe recogerlo depositarlo en las lonas según lo establecido en el *procedimiento para el tratamiento de desperdicios generados en Cadena de abastecimiento*.

1.2.3.3 Proceso de empaque de unidades, verificación de peso y detección de metales.

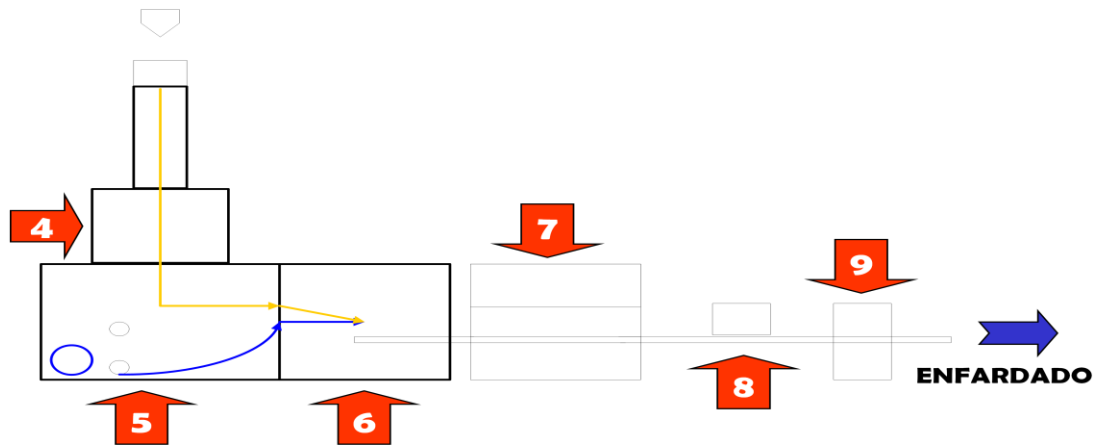
Una vez pesadas (4) las cantidades correspondientes, la pasta es empacada (6) en el empaque de polipropileno correspondiente para cada referencia, anterior a esto el empaque es marcado con el número del lote y la fecha de vencimiento (5) la máquina utiliza calor para sellar los empaques (7).

Una vez terminado el proceso de empaque, los paquetes pasan por un detector de metales (8) y por una báscula de control de peso al 100% (9) donde se verifica que el peso de la referencia que está siendo empacada no esté por fuera

del rango de tolerancias de peso establecido para cada referencia y que dentro de los paquetes no haya material metálico.

Los paquetes que no cumplan con los parámetros de peso y contengan material metálico van a ser rechazados por la línea. Cada 2 horas se verifica que tanto la chequeadora de peso como el detector de metales están funcionando correctamente y se diligencia el formato *control metrología*.

Figura 24: Proceso de empaque de unidades, verificación de peso y detección de metales



Fuente. Los Autores

1.2.4 Proceso de enfardado

Figura 25: Etapas del proceso de Enfardado



El fardo es una agrupación de unidades de producto empacado que debe tener un peso de 6 kg. El enfardado consiste en formar unidades de 6 Kg de la referencia que este siendo empacada. El manejo de esta unidad facilita el proceso de estibado y distribución.

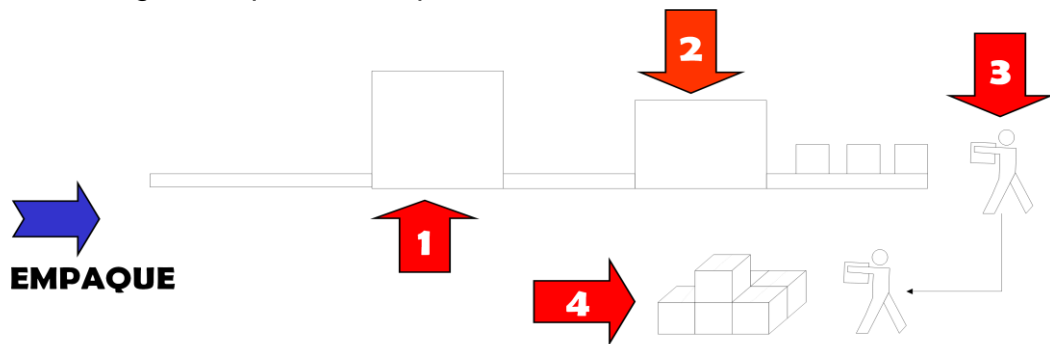
Figura 26. Imagen de un fardo



Figura 27. Imagen de un palet



Figura 28: Diagrama operaciones proceso de enfardado



- *Conteo de paquete por fardo (1) :*

Después que los paquetes salen de la balanza de control de peso y han pasado por el detector de metales, estos ingresan al proceso de enfardado, donde en la primera fase se cuentan los paquetes necesarios para formar la unidad del fardo, el número de paquetes que conforman el fardo va a variar de acuerdo con referencia que se este empackando: 250 g, 500 g y 1000g. Cuando los paquetes ya han sido contados se aseguran con el envolvimiento de las unidades con polietileno, para luego ingresar al horno de termoformado.

- *Termoformado de fardo (2):*

Por medio de altas temperaturas se sella el fardo.

- *Identificación del producto:*

A cada uno de los fardos que sale del termoformado se le debe identificar con un sticker, donde se especifica (Código de producto, orden de producción, descripción del producto, # de lote, fecha de vencimiento, peso bruto, peso neto, # de unidades por fardo). Esta identificación se realiza con el fin de ejercer un control sobre los inventarios, trazabilidad e identificación para la distribución.

- *Paletizado del producto (4):*

A medida que son identificados cada uno de los fardos que salen del termoformado el operario organiza los palets según lo establecido. El producto paletizado es entregado al CEDI mediante una transferencia digital, esta operación es realizada por el digitador de empaque.

2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL T.P.M.

2.1 ORIGENES Y PRINCIPALES OBJETIVOS DEL TPM

El TPM se originó y se desarrolló en Japón en la década de los 70's, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos.

Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron. El TPM ha sido asimilado en el seno de la cultura corporativa de empresas en Estados Unidos, Europa, Asia y América Latina.

En el mundo de hoy para una empresa poder sobrevivir debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

- I. *Brindar un Producto de óptima conformidad:* recordemos que ahora en el argot de las normas ISO ya no se habla de calidad sino de conformidad.
- II. *Tener costos competitivos:* una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta.
- III. *Realizar las entregas a tiempo:* aquí se aplican los conceptos del JIT, *Just in Time* o el justo a tiempo.

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una u otra manera todos enfocaban su atención en una o más de las llamadas "5 M":

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima
4. Métodos
5. Máquinas

Sin embargo, en occidente nunca se concentró en la última de las cinco "M", las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en las otros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcanzaran el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las "5 M" y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las pérdidas, así nace el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total.

Filosóficamente, el TPM recuerda como se dijo antes, algunos aspectos valiosos del TQM " Total Quality Management " (Gerencia de Calidad Total) o también Manufactura de Calidad Total, entre estos aspectos se destaca:

- (1) El compromiso total por parte de Los Altos mandos de la empresa, es imprescindible.
- (2) El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
- (3) Se debe prever un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.
- (4) También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

TPM le da un nuevo enfoque al mantenimiento como un compromiso vital dentro del negocio. Se hace a un lado el antiguo concepto de que éste es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se consideran como una parte del proceso de manufactura. No se considera ya una rutina a ser efectuada sólo cuando el tiempo o el flujo de material lo permitan. La meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo.

2.1.1 Misión del TPM

La misión de toda empresa es obtener rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico CRECIENTE en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas.

2.1.2 Objetivo del TPM

“Maximizar la efectividad total del sistema productivo por medio de la eliminación de sus pérdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias”.

2.1.3 Definición del TPM

Es un sistema que garantiza la efectividad de los *sistemas productivos* (5 M) cuya meta es tener *ceros pérdidas* a nivel de todos los *departamentos* con la participación de todo el personal en *pequeños grupos*.

2.1.4 Definición de pérdidas

Perdida es todo aquello que puede ser mejorado, por ejemplo si tenemos una disponibilidad de un 92%, existe todavía un 8% de pérdida que puede ser mejorado, en otras palabras una pérdida es una oportunidad de optimizar el proceso.

2.1.5 Pequeños grupos

En este proceso la organización se organiza en grupos de 5 a 6 personas máximo donde existe un líder que es cabeza de un grupo y miembro del siguiente, se puede apreciar como toda la organización está involucrada en la aplicación del TPM, este tipo de distribución permite que la empresa trabaje de forma más organizada y coordinada donde la información sube y baja a través de la estructura piramidal del organigrama de la empresa permitiendo una mejor evaluación y control del proceso.

2.1.6 Pilares

Para tener una mejor perspectiva del significado del TPM hay que entender que este se sustenta en 8 pilares.

2.1.6.1 Mejoras enfocadas

Objetivo: “Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo”

Las mejoras enfocadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter-funcionales compuestos por ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios entre otros. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se han medido y evaluado cuidadosamente.

Entre estas pérdidas podemos tener las siguientes:

- De los equipos:
 - Fallas en los equipos principales
 - Cambios y ajustes no programados
 - Fallas de equipos auxiliares
 - Ocio y paradas menores
 - Reducción de Velocidad
 - Defectos en el proceso
 - Arranque
- Recurso humano:
 - Gerenciales
 - Movimientos
 - Arreglo/ acomodo
 - Falta de sistemas automáticos
 - Seguimiento y corrección
- Proceso Productivo:
 - De los recursos de producción
 - De los tiempos de carga del equipo
 - Paradas programadas

Es importante destacar algunas posibles causas de las pérdidas en los equipos, muchas veces ocurre que las máquinas y/o equipos se deterioran por falta de un buen programa de mantenimiento o simplemente porque los encargados de observar y corregir estas fallas *aceptan* estas pérdidas; cuando debería ocurrir todo lo contrario los equipos deberían funcionar bien desde la primera vez y siempre.

Las actividades de mejora enfocada se dirigen a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la instalación o un proceso operativo.

Los costos de manufactura por lo general pueden distribuirse de la siguiente manera:

- 10% Mano de obra
- 30% Administración
- 60% Producción

Al ver esta distribución de costos resulta obvio el hecho de que al reducir las pérdidas en el área de producción se reflejara un beneficio mayor que en cualquiera de las otras áreas.

2.1.6.2 Mantenimiento autónomo

Objetivo: “Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador”

Concepto: “Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales”. La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino

de que cada operario conozca y cuide su equipo además ¿Quién puede reconocer de forma más oportuna la posible falla de un equipo antes de que se presente? Obviamente el operador calificado ya que él pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier mecánico, él podrá reconocer primero cualquier varianza en el proceso habitual de su equipo.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

Con sólo instruir al operario en:

- Limpiar
- Lubricar
- Revisar

2.1.6.3 Mantenimiento planeado

Objetivo: “Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones optimas”

Concepto: “Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso”

La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

2.1.6.4 Capacitación

Objetivo: “Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados”. Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.

2.1.6.5 Control inicial

Objetivo: “Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento”. Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.

2.1.6.6 Mejoramiento para la calidad

Objetivo: “Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos”. La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

2.1.6.7 TPM en los departamentos de apoyo

Objetivo: “Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia”. El TPM es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo.

En estos departamentos las siglas del TPM toman estos significados.

T Total Participación de sus miembros

P Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)

M Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

2.1.6.8 Seguridad higiene y medio ambiente

Objetivo: “Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación” Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Para hacer que el TPM Funcione hay que lograr hacer realidad el significado de las tres siglas en la forma que se muestra a continuación:

T P M

Total People Motivation

Total Productive Maintenance

Total Production Management

Total Process Management

Total Productive Manufacturing

Total Profit Manufacturing

Sólo teniendo a todo el personal de la empresa motivado y con una gerencia productiva cuyo sistema este atento a mejorar continuamente todos los aspectos relacionados con las “5M” es que se podrá llegar al punto de “cero pérdidas”. Es un trabajo que se hace día a día, no es fácil pero con una mente abierta y decidida se puede lograr.

2.2 ENFOQUE DESDE EL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO

El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en dos condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes. En un programa de desarrollo del TPM, el mantenimiento

planificado es una actividad metódicamente estructurada para lograr estos dos objetivos.

2.2.1 Gestión del equipo en las industrias de proceso

En una industria de proceso, la gestión del equipo esta profundamente influenciada por tres factores: las características especiales de sus equipos, la naturaleza de sus procesos y los fallos de las instalaciones y la capacidad y funciones de su personal de mantenimiento.

2.2.2 Características del equipo

Las plantas de producción de las industrias de proceso consisten usualmente en equipos estáticos, tales como columnas, tanques e intercambiadores de calor, conectados mediante tubos a maquinarias rotativas (bombas, compresores, etc.). Los instrumentos de medida y mecanismo de control mantienen las condiciones constantes o los varían de acuerdo con un programa preestablecido, o bien controlan y supervisan de forma intermitente el proceso. Las unidades de equipo que se combinan e integran sistemáticamente someten los materiales a diversos cambios químicos, físicos y biológicos conforme procede el proceso que los transforma en un producto final. Al final de cada proceso de producción, el equipo auxiliar recibe y almacena los materiales y productos, embala, guarda y entrega el producto final. Un uso pleno del sistema de producción requiere un control cuidadoso de todo este equipo.

Algunas unidades de equipo de las industrias de proceso son de gran tamaño y su consumo de energía es considerable. Conforme el equipo giratorio aumenta su tamaño y velocidad, se fuerza a las plantas a operar en condiciones que ponen a los materiales estructurales en los límites de su resistencia. Por tanto, es esencial

garantizar la fiabilidad operacional e intrínseca de los equipos en los mas altos niveles, sin contrapartidas en material defectuoso o fallos en la instalación.

La mayoría de los equipos de las industrias de proceso se proyectan y fabrican en un lugar diferente a su punto de trabajo. Consecuentemente, es habitual que no se beneficien de un programa prolongado de refinamientos y mejoras.

Las incorrecciones de proyecto y las debilidades de instalación, a menudo, perjudican su funcionamiento. Además, en los últimos años muchas plantas se han dotado de sistemas de control digital distribuido y, a veces, pequeños fallos del software o señales de control equivocadas causan problemas de proceso. Por tanto es también importante mantener en condiciones optimas los mecanismos de control y software.

La tabla 1 indica algunas de las características especiales del equipo de las industrias de proceso. Generalmente, suelen ser muy elevadas las pérdidas debidas a fallos del equipo, de modo que las debilidades de este deben corregirse sistemáticamente hasta asegurar una operación eficaz y evitar accidentes, fallos y defectos de calidad.

Tabla 1. Características del equipo de industrias de proceso.

Equipo	Características	Debilidades
Equipo estático	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño grande y en aumento • Uso de materiales nuevos 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño no perfectamente apropiado y diferentes condiciones de operación (debido a la diversificación de primeras materias etc.). • Problema a menudo invisibles hasta la aparición de la avería
Maquinaria Rotativa	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor y mas rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta tasa de fallos tempranos

	• No equipo de reserva	• Largos Periodos de MTTR
Equipo de Medición y Control	• Digitalización creciente	• Cada vez mas “cajas negras”

2.2.3 Fallos del equipo y problemas del proceso

Además de problemas con el equipo, estas industrias están plagadas de problemas de proceso tales como bloques, fugas, contaminación derrames de polvo. Es crucial prevenir las paradas súbitas de la planta debidas a tales problemas.

Los problemas de proceso son a menudo crónicos, y provocados por una compleja combinación de causas. Por ejemplo, la forma externa a la construcción interna de un equipo puede crear deficiencias locales de uniformidad en la fluidez, dispersión, temperatura, composición u otras propiedades de las sustancias procesadas, y esto a su vez puede producir cambios no deseables físicos o químicos.

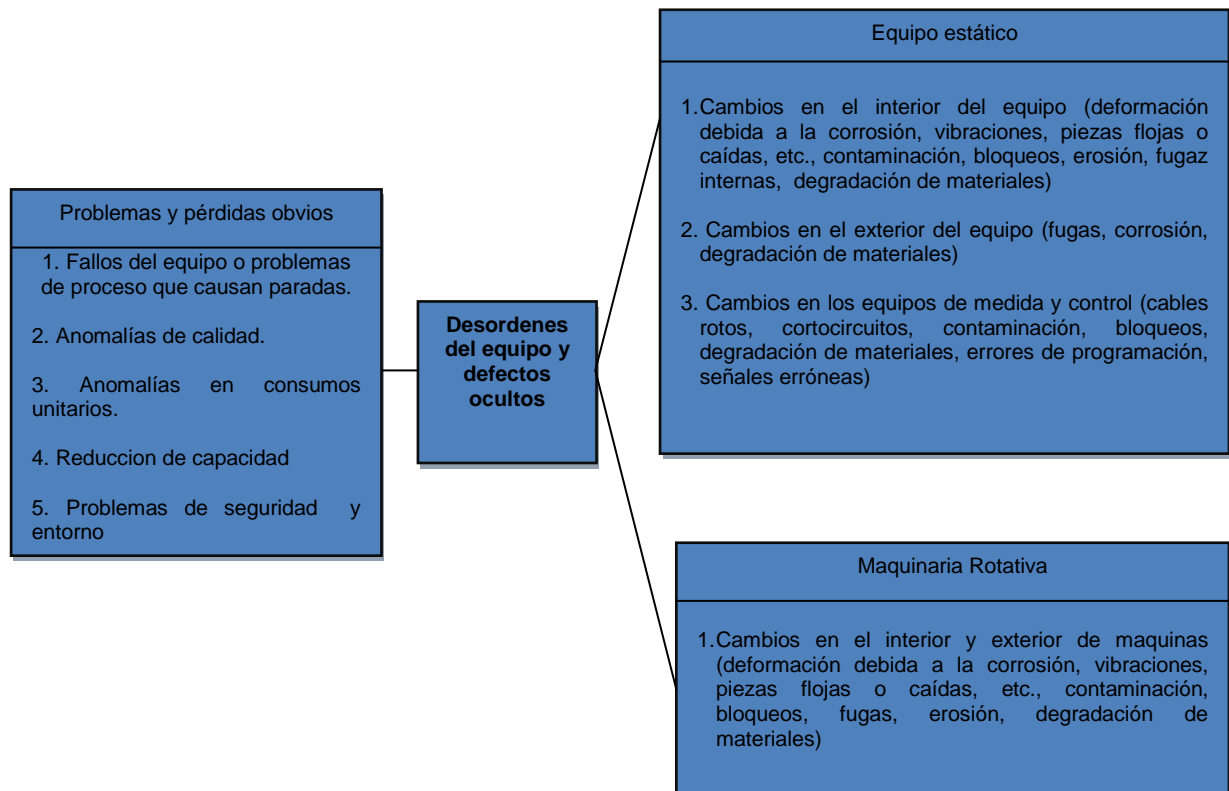
Los fallos del equipo y pedidas del proceso pueden clasificarse en cinco amplias categorías:

- Fallos del equipo o problemas de proceso que causan paradas
- Anormalidades de calidad
- Anormalidades referentes a consumos unitarios
- Reducciones de capacidad
- Problemas de seguridad y entorno

La mayoría de estos problemas son resultado de anormalidades o desordenes del equipo. Una planta puede evitarlos sin lograr llevar los equipos y procesos

hasta su estado ideal. La figura 29. muestra estos problemas principalmente así como los desordenes del equipo y los defectos ocultos que los crea.

Figura 29: Problemas más comunes y sus causas



2.2.4 Personal de mantenimiento de las industrias de proceso

La proporción entre el número de profesionales de mantenimiento y el número de equipos es generalmente pequeña en las industrias de proceso, y la principal tarea del departamento de mantenimiento es planificar y organizar. Su papel es primordialmente administrativo, y los subcontratistas realizan la mayor parte del trabajo de reparaciones y mantenimiento. A menudo el personal de mantenimiento de la empresa recibe una formación insuficiente para mejorar su capacidad.

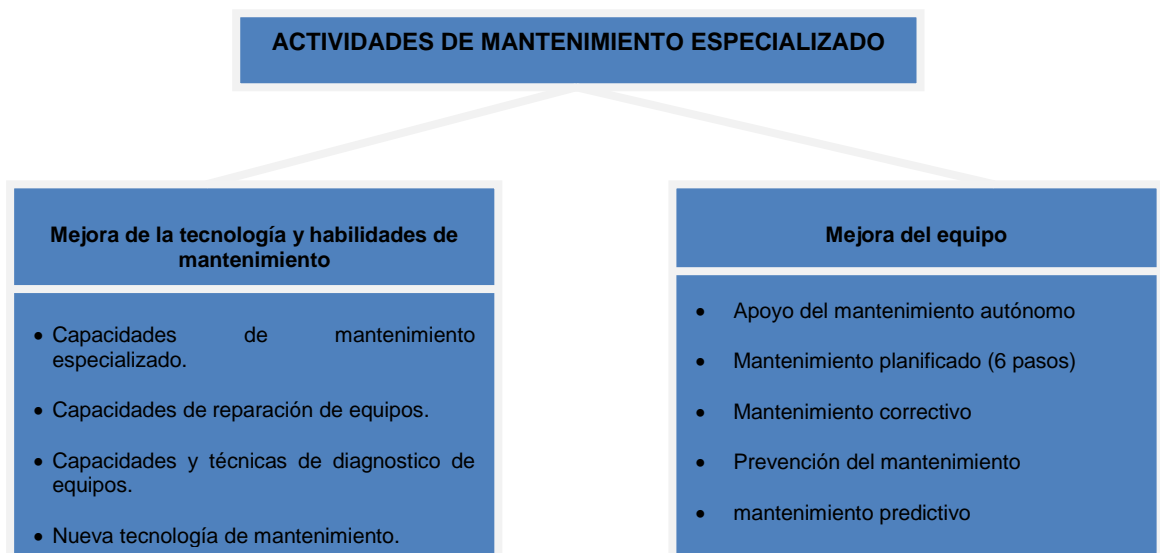
2.3 MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA INDUSTRIAS DE PROCESO

En el TPM, el mantenimiento planificado se basa en dos pilares: por una parte en el mantenimiento autónomo del departamento de producción y por otra en el especializado del departamento de mantenimiento. Es un sistema de mantenimiento planificado, el personal de mantenimiento realiza dos tipos de actividades:

- Actividades que mejoran el equipo.
- Actividades que mejoran la tecnología y capacidad de mantenimiento.

Estas actividades deben planificarse, realizarse y evaluarse sistemáticamente y orgánicamente. La figura 30 ilustra la relación entre las dos. Más adelante, presentamos un procedimiento paso a paso para desarrollar estas actividades.

Figura 30. Las dos clases de actividades del mantenimiento especializado



2.3.1 Regímenes del mantenimiento

La figura 31. muestra los diferentes regímenes de mantenimientos utilizados actualmente. Un programa de mantenimiento planificado eficiente combina, tan racionalmente como sea posible, el mantenimiento basado en tiempo (TBM), con el basado en condiciones (CBM), y el mantenimiento de averías (BM).

2.3.1.1 Mantenimiento basado en tiempo (TBM).

El mantenimiento basado en el tiempo consiste en inspeccionar, servir, limpiar el equipo y reemplazar las piezas periódicamente para evitar averías súbitas y problemas de proceso. Es un concepto que debe formar parte tanto del mantenimiento autónomo como del especializado

2.3.1.2 Mantenimiento basado en condiciones (CBM).

El mantenimiento basado en condiciones utiliza equipos de diagnóstico para supervisar y diagnosticar las condiciones de las máquinas móviles, de forma continua o intermitente durante la operación y en inspección durante la marcha (verificando la condición del equipo estático y comprobando las señales de cambio con técnicas de inspección no destructivas). Como implica su nombre, el mantenimiento basado en condiciones se pone en marcha en función de condiciones reales del equipo en vez de por el transcurso de un determinado lapso de tiempo.

2.3.1.3 Mantenimiento de averías (BM).

Al contrario que en los dos sistemas precedentes, con este sistema se espera a que el equipo falle para repararlo. Se utiliza el concepto de mantenimiento de averías cuando el fallo no afecta significativamente a las operaciones o a la producción o no genera otras pérdidas aparte de los costes de reparación.

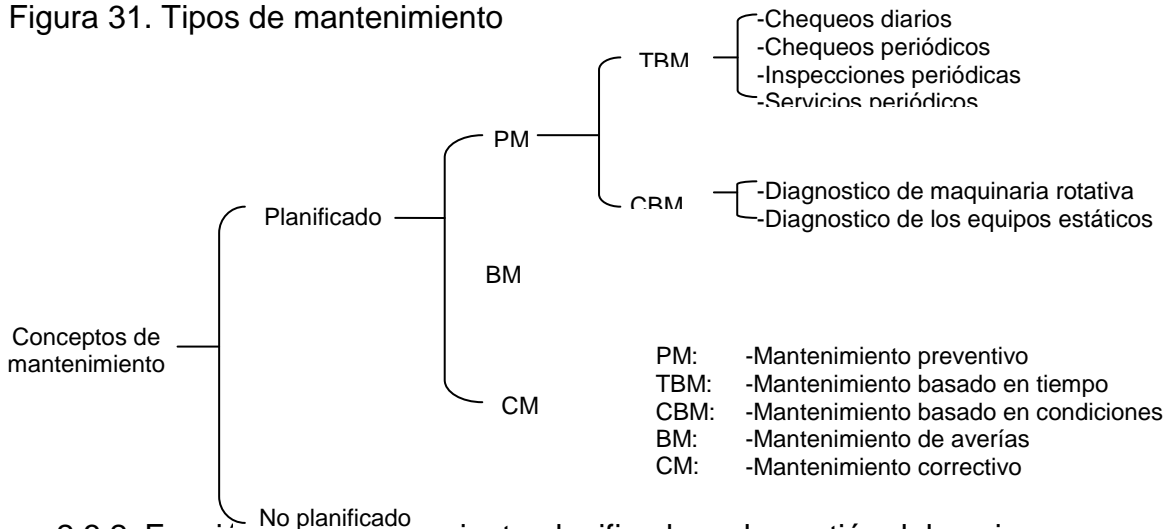
2.3.1.4 Mantenimiento preventivo (PM).

El mantenimiento preventivo combina los métodos de TBM (base de tiempo) y CBM (base en condiciones) para mantener en funcionamiento el equipo, controlando componentes, ensambles, sub-ensambles, accesorios, fijaciones, etc. Se ocupa también de mantener el rendimiento de los materiales estructurales y de prevenir la corrosión, fatiga y otras formas de deterioro.

2.3.1.5 Mantenimiento correctivo (CM).

El mantenimiento correctivo mejora el equipo y sus componentes de modo que pueda realizarse fiablemente el mantenimiento preventivo. Si el equipo tiene debilidades de diseño debe rediseñarse.

Figura 31. Tipos de mantenimiento



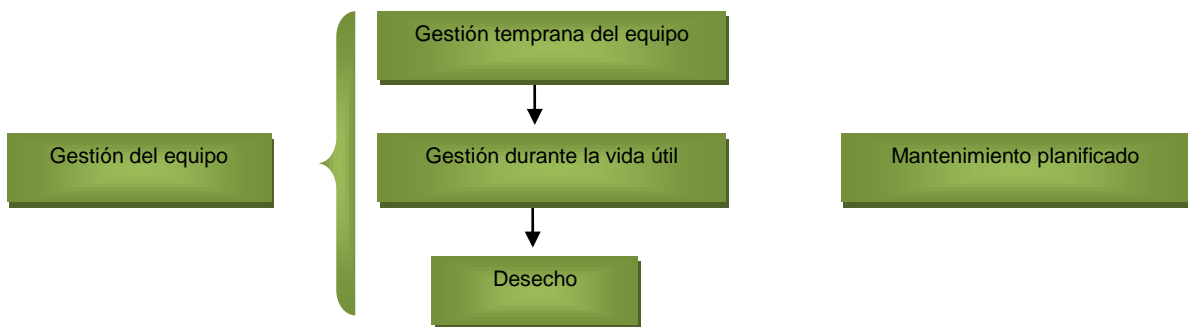
2.3.2 Función del mantenimiento planificado en la gestión del equipo

La gestión del equipo asegura que el equipo funcione y rinda como se espera durante toda su vida, es decir, desde la planificación, fabricación, instalación y operación, hasta su desecho. La figura 32 muestra la posición del mantenimiento planificado dentro del ciclo de vida de un equipo.

La vida útil del equipo ordinario no queda claramente especificada en la fase de diseño. A menudo queda determinada no por la amplitud de la vida física del equipo sino por el decrecimiento del rendimiento económico del proceso al que

contribuye el equipo. La vida útil de los equipos a medida y mecanismos de control pueden también estar determinada por el tiempo en que aun se disponga de repuestos, una vez que los mecanismos mismos hayan dejado de fabricarse.

Figura 32. El mantenimiento planificado como parte del ciclo de vida de una maquina



El mantenimiento planificado es extremadamente importante para la vida del equipo. A largo plazo, puede incluso determinar el éxito o fracaso de una línea entera de productos. Como en otros sectores industriales, los productos de las industrias en proceso cambian con el tiempo, y las plantas deben estar readaptándose continuamente de modo que puedan producir productos que satisfagan las necesidades de cada tiempo. Los cambios en las primeras materias o condiciones de proceso crean problemas inesperados de equipos y procesos que pueden conducir a reducciones de producción, menores rendimientos, o incluso serios accidentes, Por tanto, es esencial perfilar el mantenimiento planificado en función de las características de cada equipo y proceso.

En este entorno, un aspecto particularmente importante del mantenimiento planificado es asegurar que las mejoras logradas con el mantenimiento correctivo se incorporan a los siguientes proyectos. Para ello, se reúne información sobre la maleabilidad y las mejoras de debilidades de diseño. Esta información se clasifica se archiva para usarla como datos MP.

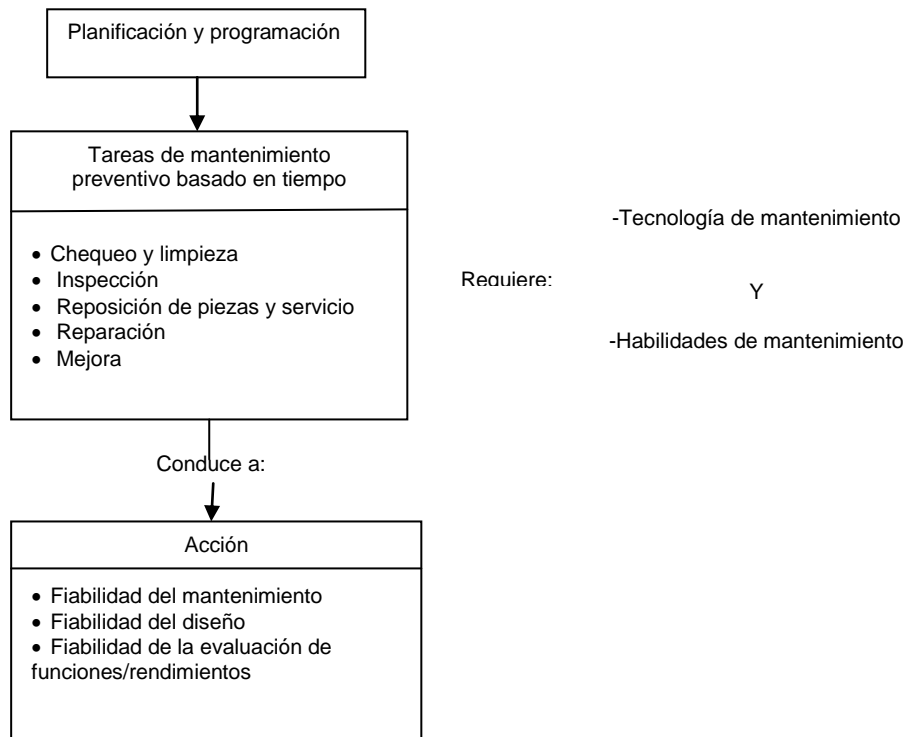
2.3.3 Mantenimiento planificado -¿Quién es responsable?

La figura 33. muestra los diferentes regímenes de mantenimiento mencionados anteriormente, integrados en un sistema de mantenimiento planificado. Se indican las responsabilidades de cada departamento y las tecnologías de mantenimiento y control que necesita la empresa para apoyar el sistema de mantenimiento planificado.

2.3.3.1 Mantenimiento basado en tiempo en el mantenimiento planificado

Los objetivos del mantenimiento planificado son eliminar los fallos del equipo y problemas de proceso, así como minimizar las pérdidas. El primer paso para el logro de estos objetivos es el mantenimiento basado en tiempo, esto es, la realización de tareas de mantenimiento tales como las mostradas en la figura 34. de acuerdo con un programa establecido. La decisión sobre el tipo de mantenimiento a realizar y en que equipos dependerá de las políticas de la empresa, planes a medio y largo plazo, planes anuales, etc. Sin embargo, para mantener el equipo en su estado ideal es vital usar todos los datos y tecnologías de mantenimiento disponibles. Es por tanto esencial una estrecha cooperación entre el departamento de mantenimiento y otros departamentos.

Figura 34: Tareas de mantenimiento preventivo TBM



2.3.3.2 Mantenimiento basado en condiciones del mantenimiento planificado

La segunda actividad principal del mantenimiento planificado, el mantenimiento basado en condiciones, tiene dos direcciones primordiales:

- Supervisión de las condiciones: esto debe hacerse mientras el equipo está funcionando para calibrar con precisión las funciones y rendimiento.
- Inspección sobre la marcha (OSI): esto ayuda a aumentar la precisión de la planificación de mantenimiento con parada. En las plantas de proceso se realizan muchas tareas durante el mantenimiento anual con parada general. Si las inspecciones durante el mantenimiento con parada revelan defectos que deben corregirse, el personal de mantenimiento debe modificar el plan de mantenimiento con parada.

Esto puede causar un retraso en volver a poner en marcha la planta entre otros problemas.

El mantenimiento basado en tiempo y el basado en condiciones controlan las condiciones de ensambles, subensambles y componentes que componen un equipo. Es crítico identificar con precisión y controlar todos los componentes cuyo fallo puede conducir a averías del equipo o pérdidas de rendimiento, causar defectos de calidad, comprometer la seguridad o perjudicar el entorno.

2.3.3.3 El mantenimiento de averías en el mantenimiento planificado
La tercera actividad principal del mantenimiento planificado, el mantenimiento de averías, consiste en reemplazar piezas o realizar otros trabajos de reparación después de averiarse un equipo. Para facilitar las reparaciones rápidas y la prevención, hay que capacitar a los operarios para que detecten las anomalías cuando realizan los chequeos diarios o supervisan rutinariamente el equipo.

2.4 EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

La estrecha cooperación entre los departamentos de producción y mantenimiento es el factor clave para asegurar que el mantenimiento planificado se realiza con eficacia. El mantenimiento eficaz requiere también, en diferentes ocasiones, el apoyo activo de otros departamentos tales como ingeniería de producción, seguridad y entorno, administración, personal, finanzas, desarrollo y marketing. Estos departamentos deben también cooperar y coordinarse estrechamente con mantenimiento.

Las corporaciones organizan sus funciones de mantenimiento especializado de formas diferentes, dependiendo de su tamaño, tipo de actividad, organización del personal, historial, etc. La tabla 2. muestra algunas características que se ajustan mejor a las necesidades de su planta en particular.

En un sistema de mantenimiento centralizado, los técnicos de mantenimiento se asignan de modo permanente a un centro gestionado por el departamento de mantenimiento. Desde esta instalación central los técnicos se trasladan al área o instalación de producción que les requiere. Este sistema es común en las plantas de tamaño medio con poco personal de mantenimiento.

Tabla 2. Uso actual de los sistemas de mantenimiento

	Mecánica	Electricidad	Instrumentación	Diagnostico de equipos	Construcción
Centralizado	○	⊙	⊙	⊙	⊙
Descentralizado	○	△	△	—	—
Mixto	○	△	△	—	—

⊙ Uso frecuente ○ Usado a veces △ Raramente usado

En un sistema descentralizado, los técnicos de mantenimiento se asignan permanentemente a diferentes lugares de trabajo. Este sistema es común en grandes plantas. Sin embargo, incluso en grandes plantas usualmente solo se descentralizan los mecánicos; el personal de mantenimiento eléctrico y de instrumentación típicamente permanece centralizado.

En un sistema mixto, parte del personal de mantenimiento se asigna permanentemente a diferentes lugares de trabajo, y el resto a un centro de mantenimiento general. De nuevo, las plantas usualmente adoptan el sistema mixto para el mantenimiento mecánico y el sistema centralizado para el mantenimiento eléctrico e instrumentación.

Cada uno de estos tres sistemas tiene ventajas y desventajas, como indica la tabla 3. Por ejemplo, en un “sistema de mantenimiento de línea”

(descentralizado, con el personal de mantenimiento informado a producción), pueden surgir problemas de profesionalidad y motivación, reduciéndose la calidad del mantenimiento. Hay que seleccionar un sistema solo después de evaluar el conjunto de la situación, incluyendo la necesidad de hacer rotaciones en el trabajo.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de diferentes sistemas de mantenimiento

	Ventajas	Desventajas
Centralizado	-Los conocimientos y tecnología se difunden fácilmente -Los problemas se investigan fácilmente	-Colaboración difícil con departamento de operaciones -Recolección incompleta de datos de operaciones.
Descentralizado	-Buenas comunicaciones con departamento de operaciones -Respuestas de mantenimiento rápidas	-Dificultades para compartir tecnología y habilidades -Se requiere más personal -Difícil rotación de trabajos
Mixto	-Buenas comunicaciones con departamento de operaciones -Se posibilitan la difusión de habilidades/tecnología y la investigación de problemas.	-Gestión algo difícil -Se necesita ingenio para rotar los trabajos

2.5 MEJORA DE LA EFICACIA DEL MANTENIMIENTO.

Para mejorar la eficacia de mantenimiento, hay que empezar por reducir los fallos del equipo, problemas de proceso y pérdidas tales como los defectos de calidad, altos consumos unitarios, producción reducida y problemas de seguridad y entorno.

El indicador básico de la eficacia es la proporción output/input. Pero primero recomendamos medir la eficacia actual usando el siguiente indicador de las mejoras:

Resultados (ahorros de costes anuales en total)

Costes de mantenimiento + depreciación anual de la inversión en mejoras

Siendo los costes de mantenimiento = costes de TBM, CBM, BM y reparaciones de fallos inesperados.

A continuación hay que esforzarse por una mejora enérgica de la eficacia reduciendo el coste de los inputs (el denominador del precedente indicador de las mejoras) optimizando el sistema global TBM/ CBM/ BM. Para ayudar en esto puedes ser necesario explorar nuevos conceptos de mantenimiento, tal como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

2.6 CREACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El objetivo de TPM es reforzar la constitución básica de una empresa mediante el logro del cero defectos, cero fallos y cero accidentes. Es decir, eliminar todo tipo de pérdidas. Lo más importante de todo esto es el cero fallos o averías.

2.6.1 Logro del cero averías

Los accidentes más serios de las plantas de producción afloran mientras se da respuesta a problemas tales como los fallos de los equipos. Muy pocos aparecen cuando los procesos operan normalmente y los operarios supervisan o chequean ligeramente su equipo.

Similarmente, la mayoría de los defectos de proceso y producto ocurren cuando las plantas paran por averías, se están reparando o poniendo de nuevo en marcha. Las tasas de defectos son naturalmente muy bajas en las plantas que continúan operando normalmente durante largos periodos. En otras palabras, el logro del cero de averías es el modo más rápido de eliminar accidentes y defectos.

Para evitar accidentes y defectos hay que prevenir la posibilidad de fallos serios que hagan parar grandes sistemas o procesos completos. La clave es crear un sistema de mantenimiento planificado que combine varias actividades del mantenimiento especializado.

2.6.2 La seis medidas para el cero de averías

Muchas plantas son negligentes con las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y apretado de pernos) y no cumplen las condiciones de uso. En tales plantas, el equipo sufre deterioro acelerado. Son habituales los tiempos en vacío, las pequeñas paradas y los fallos ligeros, y oscilan ampliamente los intervalos entre fallos. En situaciones como estas, es inútil intentar realizar el mantenimiento predictivo o periódico.

El departamento de mantenimiento no puede lograr el cero de averías solamente con el mantenimiento planificado. Tampoco el departamento de producción puede lograrlo solamente con el mantenimiento autónomo. Sin embargo, ambos departamentos pueden lograr resultados significativos combinando los mantenimientos autónomo y planificado e implantando consistentemente las seis medidas para el cero averías:

- Eliminar el deterioro acelerado estableciendo las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y apretado de pernos)
- Eliminar el deterioro acelerado cumpliendo con las condiciones de uso
- Restaurar el equipo hasta su condición óptima restaurando el deterioro.
- Restaurar los procesos hasta su condición óptima aboliendo entorno que causan el deterioro acelerado
- Alargar las vidas útiles de los equipos corrigiendo las debilidades de diseño.
- Eliminar los fallos inesperados mejorando las capacidades de operación y mantenimiento.

2.6.3 Las cuatro frases del cero averías

Las seis medidas para el cero de averías introducidas anteriormente implican una enorme cantidad de trabajo. Ponerlas en práctica, todas a la vez es casi imposible. Incluso aunque se pudiesen implantar las seis medidas a las vez, es probable que se continuara despilfarrando tiempo intentando realizar el mantenimiento periódico sobre equipos sucios, mal lubricados y expuestos a un deterioro acelerado. Un equipo que se avería antes de la fecha de su siguiente servicio fuerza a establecer intervalos de servicio ridículamente cortos. En cualquier caso, el mantenimiento periódico falla. Por otro lado, el mantenimiento predictivo está sujeto a los mismos límites. No importa lo buenas que sean las técnicas de diagnóstico, no pueden predecirse intervalos de servicios óptimos en un entorno en que los fallos persisten como resultado de pernos y tuercas flojos, errores de operarios, etc.

Muchas plantas de producción han encontrado que el modo más eficaz de implantar eficientemente las seis medidas para el cero de averías es distribuirlas en cuatro fases y proceder sistemáticamente a través de ellas. En la tabla 4 presentamos el modelo del cero averías en sus cuatro fases

Tabla 4. Modelo del cero averías en sus cuatro fases

Fase 1 Estabilizar los intervalos entre fallos	Fase 2 Alargar la vida del equipo	Fase 3 Restaurar periódicamente el deterioro	Fase 4 Predecir la vida del equipo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer las condiciones básicas limpiando, lubricando y apretando pernos 2. Aflorar las anomalías y restaurar el deterioro 3. Clarificar las condiciones de operación y cumplir las condiciones de 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el equipos para seleccionar ítems PM (Priorizar tareas de mantenimiento) 2. Ordenar los fallos de acuerdo a su seriedad. 3. Evitar la repetición de las averías principales 4. Corregir las debilidades de 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un sistema de mantenimiento periódico <ul style="list-style-type: none"> • Realizar servicios periódicos • Realizar inspecciones periódicas • Establecer estándares de trabajo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montar un sistema de mantenimiento predictivo <ul style="list-style-type: none"> • Formar equipos de diagnóstico • Introducir técnicas de diagnóstico de equipos • Supervisar las condiciones 2. Consolidar las actividades de

uso. 4. Abolir los entornos que causan el deterioro acelerado (eliminar o controlar las principales fuentes de contaminación) 5. Establecer estándares de chequeo y lubricación diarios 6. Introducir extensivamente controles visuales	diseño del equipo 5. Eliminar los fallos inesperados evitando errores de operación y reparación 6. Mejorar capacidad de ajuste y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar repuestos • Controlar datos • Procesar la información de mantenimiento 2. Reconocer los indicios de anomalía y detectarlos pronto 3. Tratar correctamente las anomalías	mejora <ul style="list-style-type: none"> • Realizar análisis de fallos sofisticados usando técnicas específicas de ingeniería. • Ampliar la vida del equipo usando nuevos materiales y tecnologías.
--	--	--	--

2.6.4 Cuatro fases para cero averías en equipo estático

En las industrias de proceso son comunes numerosas unidades de equipo estático tales como columnas, tanques, tubos, intercambiadores de calor y hornos. Otra característica es la naturaleza de los fallos más comunes tales como la corrosión, fugas y obstrucciones. Las actividades para el cero de averías en las industrias de proceso deben considerar estas características. La tabla 5. muestra un ejemplo de las cuatro fases aplicadas para lograr cero fallos en el equipo estático.

Tabla 5. Cuatro fases para cero averías en el equipo estático

Columnas, tanques, tuberías, intercambiadores de calor, hornos, válvulas, instrumentos de medida, etc.		
Fase1: Establecer condiciones básicas	A	Exteriores (partes en contacto con el entorno externo) 1. Remover la corrosión y mantener secas las superficies 2. Reemplazar el aislamiento térmico dañado o descolorido; investigar las razones del deterioro. 3. Chequear la existencia de corrosión interior al aislamiento: secar las partes afectadas 4. Investigar/ reparar fugas e infiltraciones 5. Chequear daños en apoyos tubos 6. Investigar causas de vibraciones y golpes (golpes de ariete, etc.) 7. Remover la corrosión de travesías, apoyos y otras estructuras; reparar donde sea necesario
	B	Interiores (partes en contacto con fluidos del proceso, vapor, agua, etc.) 1. Investigar/ reparar la corrosión interna, deformaciones, holgaduras, piezas caídas. 2. Investigar/ reparar la corrosión y fisuras de las unidades principales 3. Investigar/ remover la contaminación, incrustaciones, obstrucciones etc. 4. Investigar las variaciones en las condiciones de operación y del equipo

Por supuesto, el objetivo del departamento de mantenimiento al implantar el mantenimiento planificado es eliminar los fallos. Las seis medidas para el cero averías y las cuatro fases del cero fallos descrita en el capítulo forman una base excelente para un programa paso a paso. La tabla 6. muestra como se coordina un programa de seis pasos para desarrollar las actividades del departamento de mantenimiento con el concepto de cuatro fases para el cero averías y el programa de mantenimiento autónomo descrito en el capítulo. El objetivo de este programa es implantar un sistema de mantenimiento planificado sólido y eficaz.

Las ventajas del enfoque paso a paso consisten en que los resultados se acumulan conforme se despliegan las actividades y se refuerzan y contrastan entre sí como parte integral del programa. Para utilizar plenamente estas ventajas, el equipo de planificación debe especificar claramente lo que tiene que hacerse en cada paso. La tabla 7. Lista las actividades típicas realizadas en cada paso.

Las actividades seleccionadas dependerán del nivel del mantenimiento de los equipos en cada planta en particular. Las plantas con un sistema de mantenimiento débil y fallos frecuentes deben poner consistentemente en práctica todos los pasos, uno a uno. Las plantas que tienen ya un sistema relativamente fuerte deben centrarse en los pasos diseñados para reducir los fallos y elevar el rendimiento eliminando las debilidades de diseño y operación.

Tabla 6. Los seis pasos de la creación de un sistema de mantenimiento planificado

Fase	1 Estabilizar los intervalos entre fallos	2 Alargar la vida de los equipos	3 Restaurar periódicamente el deterioro	4 Predecir y ampliar la vida del equipo	
Mantenimiento autónomo	Paso 1. Realizar la limpieza inicial Paso 2. Mejorar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles Paso 3. Establecer estándares de limpieza y chequeo	Paso 4. Realizar la inspección general del equipo.	Paso 5. Realizar la inspección general del proceso.	Paso 6. Sistematizar el mantenimiento autónomo Paso 7. Practica plena de la autogestión.	
Mantenimiento especializado	Paso 1. Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida.				Paso 6. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado
	Paso 2. Restaurar el deterioro y corregir las debilidades (apoyar el mantenimiento autónomo y prevenir recurrencias)		Implantar el mantenimiento correctivo		
		Paso 3. Crear un sistema de gestión de información	Establecer el mantenimiento periódico		
			Paso 4. Crear un sistema de mantenimiento periódico		
				Paso 5. Crear un sistema de mantenimiento predictivo	

Tabla 7. Proceso de desarrollo pasó a paso

Paso	Actividades
Paso 1. Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar o actualizar los registros de los equipos 2. Evaluar los equipos: establecer criterios de evaluación, priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM. 3. Definir rangos de fallos 4. Comprender la situación: medir el numero, frecuencia y severidad de fallos y pequeñas paradas MTBF; costes de mantenimiento: tasas de mantenimiento de averías; etc. 5. Establecer objetivos de mantenimiento (indicadores, métodos de medir resultados)
Paso 2. Revertir el deterioro y corregir debilidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado (apoyar el mantenimiento autónomo) 2. Poner en practica actividades de mejora orientada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida 3. Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares 4. Introducir mejoras para reducir los fallos de proceso
Paso 3. Crear un sistema de gestión de información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un sistema de gestión de datos de fallos 2. Crear un sistema de gestión de mantenimiento de equipos (control de historiales de maquinas, planificación el mantenimiento, planificación de inspecciones, etc.) 3. Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipos 4. Crear un sistema para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.
Paso 4. Crear un sistema de mantenimiento periódico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación del mantenimiento periódico (control de unidades de reserva, piezas de repuestos, instrumentos de medida, lubricantes, planos, datos técnicos, etc.) 2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico 3. Seleccionar equipos y componentes y mantener, y formular un plan de mantenimiento 4. Preparar o actualizar estándares (estándares de materiales, de trabajo, de inspección, de aceptación, etc.) 5. Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general y reforzar el control de trabajo subcontratado
Paso 5. Crear un sistema de mantenimiento predictivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir técnicas de diagnostico de equipo (formar diagnosticadores, comprar equipo de diagnostico, etc.) 2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo 3. Seleccionar equipo y componentes para mantenimiento predictivo, y ampliar gradualmente el sistema. 4. Desarrollar equipos y tecnologías de diagnostico
Paso 6. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado 2. Evaluar la mejora de la fiabilidad: numero de fallos y pequeñas paradas MTBF, frecuencia de fallos, etc. 3. Evaluar la mejora de maleabilidad: tasa de mantenimiento periódico, tasa de mantenimiento predictivo, MTTR, etc. 4. Evaluar los ahorros de costes: reducción en los gastos de mantenimiento, mejora en la distribución de los fondos de mantenimiento

2.6.5 Auditorias

La clave para el éxito del procedimiento paso a paso es el sistema de auditorías: al terminar cada paso se auditan los resultados para corroborarlos o proponer su mejora. Cuando se preparen listas de chequeo para la auditoria hay que clarificar lo que debe hacerse y los resultados que deben lograrse en cada paso. (El Anexo No. 1 ofrece una muestra de lista de chequeo para la auditoria del paso 1) Es importante proceder a lo largo del programa de modo controlado, marcando decisivamente el final de cada paso y el principio del siguiente.

Las auditorias del mantenimiento especializado requieren tener un cierto nivel de experticia y por tanto, son más difíciles que las auditorias del mantenimiento autónomo. Sin embargo, son claras oportunidades de aprendizaje, por lo que deben tomar parte en ellas directores al nivel de departamento y superior.

2.7 REALIZACION PASO A PASO DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Montar un sistema de mantenimiento planificado exige una preparación cuidadosa y un trabajo duro. Es ineficaz intentar hacerlo todo a la vez. Recomendamos desarrollar las actividades en las actividades en la secuencia siguiente, cooperando en cada paso con todos los departamentos relevantes.

Paso 1: Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales

Paso 2: Restaurar el deterioro forzado y corregir debilidades

Paso 3: Crear un sistema de gestión de la información

Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico

Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo

Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado

2.7.1 Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual

Las plantas de proceso usan muchos tipos diferentes de equipos. Incluso equipos iguales o similares pueden diferir en importancia dependiendo de su función en el proceso. Para decidir que preparar registros de los equipos y priorizar estos de acuerdo con criterios preestablecidos.

2.7.1.1 Los registros deben facilitar datos para evaluar los equipos

Los registros proporcionan datos en bruto para evaluar los equipos. Deben facilitar datos de su diseño y el historial de la operación y mantenimiento de los equipos. (El ANEXO No 2. Ofrece una muestra que incluye algunos de los conceptos de un registro de equipo).

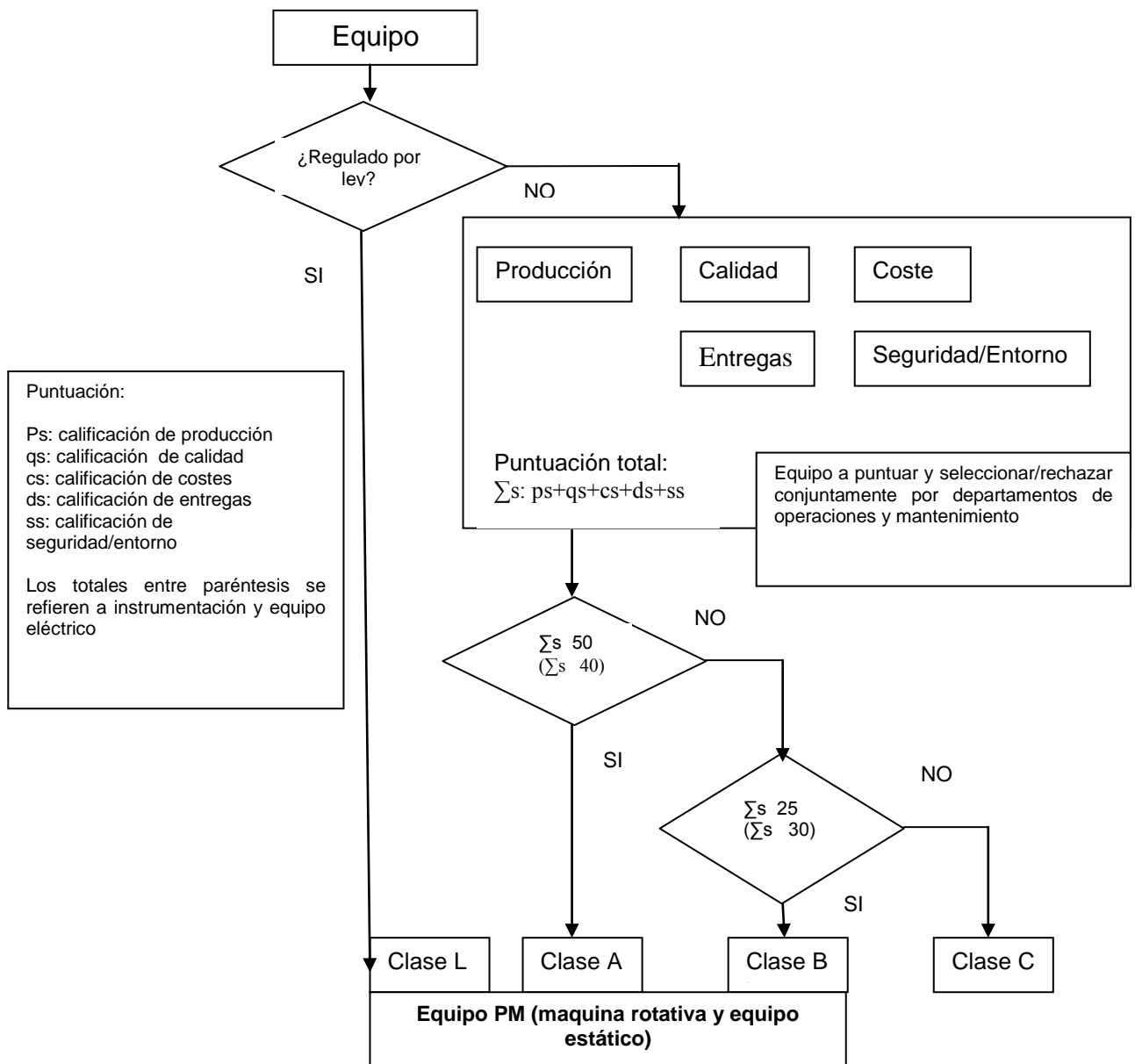
2.7.1.2 Evaluar y priorizar el equipo

Hay que evaluar cada equipo en función de la seguridad, calidad, operatividad, mantenibilidad etc. Los equipos se clasifican (por ejemplo, en las clases A, B y C), y se decide las clase que se incluirán en el mantenimiento planificado

(por ejemplo, las unidades clasificadas como A y B), a las que se añadirán las unidades en las que el cero fallos es un requerimiento legal. Los criterios de clasificación variaran dependiendo del proceso, de modo que los departamentos de mantenimiento, producción, ingeniería y seguridad, deben cooperar para evaluar cada atributo.

La figura 35 muestra un diagrama de flujo para seleccionar equipos para mantenimiento planificado.

Figura 35: Diagrama de flujo para seleccionar equipo PM



La tabla 8. Ofrece una muestra de criterios para evaluar características de equipos.

Tabla 8. Criterios para evaluar las características de equipos

Atributo	Criterio de evaluación	Clase
Seguridad: Efecto del fallo sobre personas y entorno	Un fallo del equipo se expone a riesgo de explosión u otros peligros; el fallo del equipo causa polución seria	A
	El fallo del equipo puede afectar adversamente el entorno	B
	Otros equipos	C
Calidad: Efecto del fallo sobre calidad del producto	El fallo del equipo tiene un gran defecto sobre la calidad (puede contaminar el producto o producir reacciones anormales que den origen a un producto fuera de especificaciones)	A
	Un fallo del equipo produce variaciones de calidad que pueden corregirse por el operario de forma relativamente rápida	B
	Otros equipos	C
Operación: Efecto del fallo sobre la producción	Equipos con gran efecto sobre la producción, sin unidades de reserva, cuyos fallos son causa de que los procesos previos y siguientes pare por completo	A
	Un fallo del equipo causa solo una parada parcial	B
	Un fallo del equipo tiene poco o ningún efecto sobre la producción	C
Mantenimiento: Tiempo y costes de reparación	La reparación del equipo toma 4 o más horas , a un coste entre 240 y 2400 dólares, se producen tres o más fallos por mes	A
	El equipo puede repararse en menos de 4 horas, a un coste de 240 y 2400 dólares , o falla menos de tres veces por mes	B
	El coste de la reparación es inferior a 240 dólares o puede dejarse sin reparar hasta que surja una mejor oportunidad	C

2.7.1.3 Rango de fallos

Los fallos se clasifican como grandes, intermedios o pequeños dependiendo del grado del efecto sobre los equipos. En los casos grande e intermedio hay que poner en práctica medidas para prevenir su repetición y, asimismo, prevenir la ocurrencia de fallos similares en otros equipos.

2.7.1.4 Comprensión de la situación de los fallos y establecimiento de objetivos de mantenimiento

Para captar la situación actual de punto de partida, se reúnen datos del numero de fallos, frecuencias, severidades, MTBF (tiempos medios entre fallos), MTTR (tiempos medios de reparación), costes de mantenimiento, etc. Entonces se establecen objetivos para reducir los fallos a través del mantenimiento planificado.

La tabla 9. sugiere objetivos de mantenimiento planificado.

Tabla 9. Ejemplos de metas de mantenimiento planificado

Indicador	Meta de mejora
Fallos según categoría de equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo A 0 • Equipo B 1/10 de referencia 1/10 • Equipo C ½ de referencia 1/2
Fallos por categorías	<ul style="list-style-type: none"> • Fallos grandes • Fallos intermedios 1/10 de referencia 1/10 • Fallos pequeños ½ de referencia 1/2
Fallos de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas, contaminación y obstrucciones 0 • Presiones, temperaturas y tasas de flujo anormales debidas a causas complejas ½ de referencia
Severidad de fallos de equipos	$\frac{\text{Tiempo de parada por fallos} \times 100}{\text{Tiempo de operación}} \quad (\text{Equipo A: } 0,15 \text{ o menos})$
Frecuencia de fallos de equipos	$\frac{\text{Parada por fallos} \times 100}{\text{Tiempo de operación}} \quad (\text{Equipo A: } 0,1 \text{ o menos})$
Tasa de realización PM	$\frac{\text{Trabajos PM terminados} \times 100}{\text{Total programado para trabajos De mantenimiento planificado}} \quad (90\% \text{ o mas})$

2.7.2 Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir debilidades

Hasta que una planta establece el mantenimiento autónomo, el equipo que ha estado expuesto al deterioro acelerado durante muchos años, puede fallar de modo inesperado a intervalos irregulares. A menudo, los departamentos de mantenimiento no tienen tiempo para realizar el mantenimiento planificado porque están demasiado atareados resolviendo esos fallos. En esta situación, es posible forzar la implantación de un programa de mantenimiento planificado. Por tanto, el primer paso de un programa de mantenimiento planificado es las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios restaurando el equipo hasta su condición óptima.

Para apoyar los pasos del 1 al 3 del programa de mantenimiento autónomo, hay que ayudar a los operarios a restaurar el deterioro. Al mismo tiempo, hay que corregir las debilidades y alargar la vida del equipo, prevenir la repetición de fallos

y reducir los fallos de proceso. Cada una de estas actividades se describe con más detalles a continuación.

2.7.2.1 Ayudar a los operarios a restaurar el deterioro

Se ayuda de los siguientes modos a los operarios a comprender a superar los efectos del deterioro en sus equipos.

- Tratar inmediatamente cualquier deterioro o irregularidades que descubran los operarios y que no puedan resolver por si mismos
- Preparar lecciones de punto único y enseñar a los operarios la estructura y funciones de sus equipos.
- Adiestrar in situ a los operarios sobre inspección, restauración del equipo y la realización de pequeñas mejoras

Para abolir los entornos que causan deterioro acelerado:

- Aconsejar a los operarios sobre como tratar las fuentes de contaminación y los puntos difíciles de inspeccionar y lubricar
- Eliminar las fuentes principales de contaminación

Para establecer las condiciones básicas del equipo:

- Preparar estándares de controles visuales y ayudar a los operarios a implantarlos
- Ayudar a los operarios en la preparación de estándares provisionales de chequeo diario
- Enseñar a los operarios sobre lubricación y estandarización los tipos de lubricantes.

2.7.2.2 Corregir debilidades y alargar la vida de los equipos

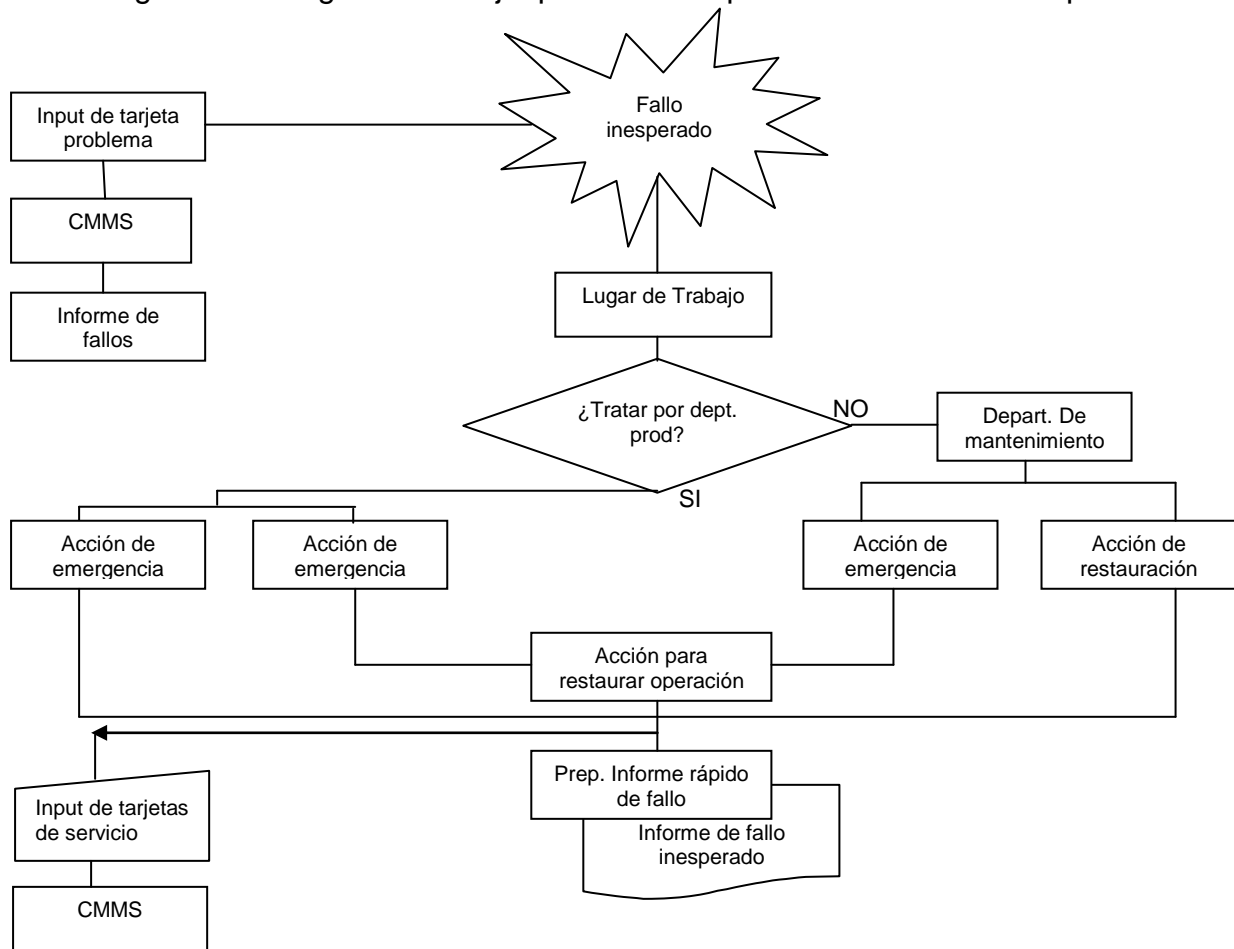
Además del deterioro acelerado, el equipo puede sufrir también por debilidades inherentes generadas en su diseño, fabricación e instalación. Las debilidades pueden hacerse también patentes cuando el equipo funciona fuera de sus condiciones de diseño, los equipos deben utilizar técnicas tales como el FMEA

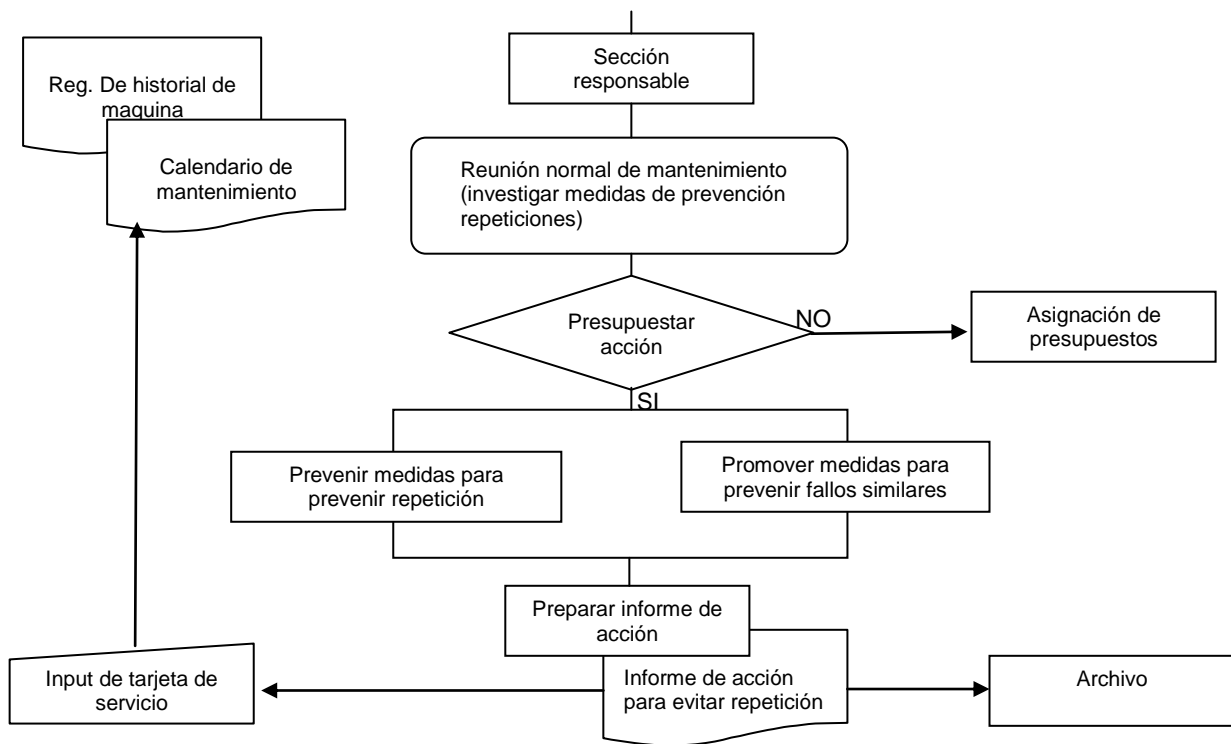
(análisis de efectos y modos de fallo) y el análisis P-M para estudiar los fallos debidos a tales debilidades, y a continuación corregirlas. De otro modo, los fallos inesperados anularan cualesquiera beneficios que puedan deducirse del mantenimiento planificado.

2.7.2.3 Evitar la repetición de fallos

Se emplea el análisis de fallos para tratar los fallos grandes e intermedios que hacen parar las líneas de producción. Hay que investigar también la posibilidad de fallos similares en otros equipos y adoptar pasos para evitarlos. El diagrama de flujo de la figura 36. ilustra un procedimiento para prevenir la repetición de fallos grandes e intermedios. (El ANEXO No 3. Ofrece un formato para informar de un análisis de fallos y de las medidas preventivas adoptadas)

Figura 36. Diagrama de flujo para evitar repeticiones de fallos inesperados





2.7.2.4 Reducir los fallos de proceso

Los fallos de proceso los causan usualmente combinaciones de factores de proceso y equipo tales como:

- Corrosión fisura, obstrucciones, fugas y la acumulación de materiales extraños en el equipo estático; vibraciones y obstrucciones en tubos; perforaciones en los tubos de intercambiadores de calor; etc.
- Cambios en las propiedades de las primeras materias y materiales subsidiarios, cortes de servicios, operaciones deficientes, deterioro de catalizadores, y otros desordenes de proceso.

Como las causas de los fallos de los procesos son combinaciones de factores, a menudo es difícil identificar donde y cuando empiezan. Las causas de un fallo pueden haber desaparecido en el momento en el que alguien advierte el fallo. Entonces, solamente pueden analizarse la parte obvia del fenómeno y es difícil que se lleguen a identificar las medidas que evitarían la repetición del fallo.

Para minimizar las pérdidas de fallos de proceso, hay que restaurar tan pronto como sea posible las condiciones del proceso, una vez que se ha detectado las señales de un fallo inminente, para facilitar la predicción de los fallos de proceso.

- Asegurar que el personal involucrado comprende con precisión el estatus del proceso. Calibrar cuidadosamente los instrumentos de medida y chequearlos regularmente para mantener su precisión.
- Desmontar y revisar los instrumentos de control y confirmar constantemente que funcionan con corrección
- Estudiar los pasados fallos. Usar los resultados para formar a los operarios en la restauración de los procesos hasta su estado ideal tan pronto como sea posible.
- Para cada fallo de proceso que se produzca, preparar un informe detallado que describa las señales de anomalía, la naturaleza del fallo y la acción tomada.
- Analizar cada fallo usando el FMEA, el análisis P-M u otras técnicas y reconstruir el informe del fallo a la luz de los resultados.

Un enfoque básico para reducir los fallos de proceso es seleccionar el sistema de mantenimiento más apropiado para cada equipo o componente funcionalmente importante. Para determinar esto, usar el enfoque de mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM), con base en los registros de fallos y principios físicos.

2.7.3 Paso 3. Crear un sistema de gestión de la información

En las industrias de proceso necesitan mantenimiento una enorme variedad de equipos, y diferentes procesos requieren diferentes regímenes de mantenimiento. Gestionar manualmente esta colosal cantidad de información es imposible. Debe montarse un sistema de proceso de datos informatizado. Sobre este punto hay que considerar los siguientes puntos clave.

- Antes de decidir el tipo de sistema, evaluar y mejorar el sistema de mantenimiento existente y decidir cuáles son los datos necesarios.
- Determinar el grado de mecanización informática requerido.
- Diseñar métodos simples de entrada de datos para responsables del mantenimiento.
- Empezar con ordenadores personales. Conforme aumente el nivel de la gestión de datos que se requieren, considerar el diseño de un sistema más amplio de gestión de datos centralizado en un grado ordenador.
- Un sistema de gestión del mantenimiento informatizado no puede funcionar eficazmente si persisten los fallos grandes e intermedios. Así, es recomendable construir primero un sistema de gestión de datos de fallos. Solamente cuando ya no se producen fallos grandes e intermedios crear el sistema de gestión de mantenimiento de equipos.

2.7.3.1 Creación de un sistema de gestión de datos de fallos

Un sistema de gestión de datos de fallos debe incluir tipos de información, que faciliten a los operarios entrar a la base de datos. Tal información incluirá fechas y horarios; clasificación de los fallos (vibración, ruido anormal, sobrecalentamiento, corrosión, desgaste, etc.); causa; acción tomada; efecto sobre la producción; y tiempos y número de personas requeridas para la reparación.

El sistema debe ser capaz de generar informes para discusión de las reuniones de cada mañana. El grupo puede analizar en estas reuniones los pequeños fallos. En las reuniones de mantenimiento semanales, deben realizarse los fallos grandes e intermedios que se repararon temporalmente y considerar medidas para prevenir la repetición.

Estos datos deben hacerse disponibles y analizarse e intervalos regulares en forma de resúmenes periódicos de fallos y listas de fallos del equipos. Esto ayuda a los equipos a determinar la frecuencia de los fallos, los tiempos de paro,

y otros datos para procesos individuales o tipos de equipos. La información ayuda también a priorizar las mejoras y prevenir la repetición. Las listas de fallos de equipos facilitan también análisis más penetrantes de las causas de la mecánica y el proceso de los fallos para diferentes rangos de equipos y de fallos. (El ANEXO No 4. Muestra un ejemplo de un resumen periódico de fallos y la un ejemplo de lista de fallos de equipos).

2.7.3.2 Gestión informatizada del presupuesto de mantenimiento

Un sistema de gestión del presupuesto de mantenimiento calcula, asigna y totaliza los presupuestos de mantenimiento. Debe generar las siguientes clases de información.

- Informe para diferentes tipos de trabajos de mantenimiento que comparen el gasto actual y el presupuesto para el mismo periodo en diferentes años.
- Programa de empleo de trabajo y materiales que faciliten información sobre planes de trabajo, costes, empleo de materiales previsto, y stocks de materiales. Esta información puede también usarse para prever cuando tiene que disponerse de los fondos de mantenimiento.
- Lista de prioridades de trabajos que incluyan información sobre prioridades de trabajo de mantenimiento, tiempos de parada proyectados, costes, etc.
- Previsiones de vida de equipos que ayuden a asegurar que el mantenimiento realiza apropiadamente. El sistema debe generar datos de MTBF del pasado junto con detalles sobre las fechas en las que se prevé que el equipo termine su vida útil.
- Gráficos o cuadros que comparen las pérdidas de paradas previstas con los costes de mantenimiento que ayuden a medir la eficacia del mantenimiento. El sistema debe generar datos que comparen el coste del mantenimiento en condiciones optimas del equipo con las pérdidas que se prevé provocarían los fallos o averías.

2.7.3.3 Crear un sistema para controlar las piezas de repuesto y materiales
Para analizar las razones por las que se mantienen stocks de repuestos de larga duración y poder reducir la cantidad de tarea requerida para calcular el uso total y mantener un seguimiento de los pedidos y recepciones, es necesaria la siguiente información:

- Listas de stocks de larga duración que incluyan modelos de equipo y componentes, especificaciones, números de pedidos, pedidos mensuales, uso mensual esperado, stocks mensuales, meses transcurridos, cantidades y razones para almacenar.
- Tablas de uso de materiales para calcular totales para diferentes sistemas de aprovisionamiento, diferentes modelos del equipo, etc.
- Tablas que comparen pedidos y recepciones que muestren el estatus de ambos conceptos.

2.7.3.4 Crear un sistema para controlar la información técnica y los planos.
Un sistema de gestión de tecnología debe controlar toda la información relacionada con el mantenimiento, incluyendo estándares de diseño, informes técnicos, literatura importante, estándares de chequeo, programas de cálculo de diseño mecánico, criterios de diagnóstico de los equipos y datos de análisis estructurales.

Hay que diseñar un sistema de control de planos para archivar y recuperar planos para archivar y recuperar planos y esquemas de mantenimiento, planos de equipos, registro de equipos, planos detallados de piezas e inspeccionar “layouts” de tuberías, diagramas de flujo, diagramas de cableado, listas de planos, catálogos, etc.

2.7.4 Pasó 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico

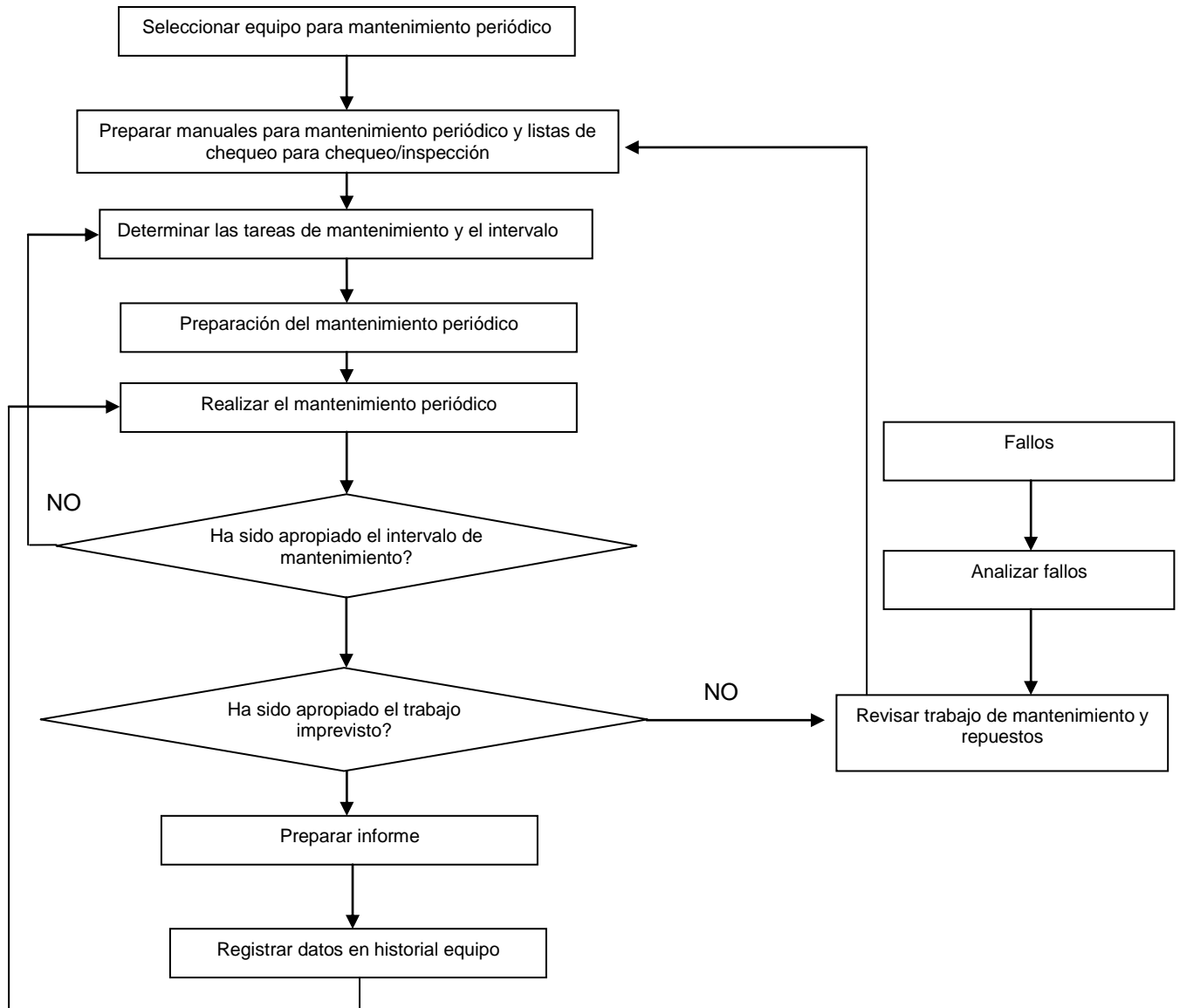
En el mantenimiento periódico (o basado en tiempo), para realizar el trabajo programado es necesario tener preparado por anticipado unidades de reserva, piezas de repuesto, equipo de inspección, lubricantes y la información técnica necesaria (planos de detalle, etc). Solamente con esta preparación anticipada el trabajo de mantenimiento procede regularmente.

2.7.4.1 Procedimiento para el mantenimiento periódico

Como muestra el esquema de flujo de la figura 37, el equipo puede mantenerse en exceso si el trabajo se programa sin pensarlo bien a intervalos fijos rígidos. Siempre que se realice un trabajo de mantenimiento, hay que replantearse si es apropiado el intervalo y el tipo de trabajo programado. Siempre que falle el equipo antes de que transcurra el tiempo fijado para el mantenimiento, hay que analizar las razones y usar los resultados para revisar el intervalo de mantenimiento y las tareas a realizar antes del servicio siguiente.

Si es apropiado el intervalo y el tipo de trabajo programado. Siempre que falle el equipo antes de que transcurra el tiempo fijado para el mantenimiento, hay que analizar las razones y usar los resultados para revisar el intervalo de mantenimiento y las tareas a realizar antes del servicio siguiente.

Figura 37: Diagrama de flujo del mantenimiento periódico



2.7.4.2 Seleccionar equipos y componentes para mantenimiento periódico

Se evalúa el equipo que se designo para mantenimiento planificado y se seleccionan para mantenimiento periódico las siguientes categorías de equipo.

- Equipos que, por ley, requieren inspección periódica.
- Equipos con intervalos de mantenimiento determinados por experiencia

- Equipos que requieren verificaciones regulares como consecuencia de su importancia para el proceso.
- Equipos con intervalos de reemplazo preestablecidos en función de la vida de servicio de sus componentes.
- Equipos, tales como los intercambiadores de calor, cuyo rendimiento empieza a deteriorarse después de un periodo conocido como resultado del crecimiento de incrustaciones y otros fenómenos.
- Equipo importante para el que es difícil o imposible detectar o corregir anomalías durante la operación.

2.7.4.3 Preparación de planes de Mantenimiento

Los planes de mantenimiento deben basarse en los planes de producción a medio plazo (aproximadamente 5 años). Se detalla el mantenimiento con parada para la planta entera o sección junto con el mantenimiento periódico requerido para unidades individuales del equipo. Se incluyen planes de mantenimiento con parada; planes anuales, mensuales, semanales y diarios; planes de individuales; y planes para “mantenimiento de oportunidad” (mantenimiento realizado sobre maquinas siempre que paran por diversas razones)

Cuando se perfilen planes de mantenimiento periódico, intentar incorporar lo siguiente:

- Fabricar e instalar por anticipado piezas para reducir el tiempo que toma el trabajo de mantenimiento.
- Minimizar el movimiento de personal durante el mantenimiento formando en tareas múltiples a técnicos de mantenimiento y trabajadores externos.
- Preparar todo por anticipado (andamiajes, luces, materiales, energía eléctrica, aire comprimido, suministro de agua, purga y desmontaje del equipo, etc.).
- La severidad del deterioro del equipo depende de las condiciones de operación desde el último servicio. Antes de perfilar el plan de mantenimiento, se examina la información tal y como los registros de

chequeo diario y se anota cualquier cambio en las condiciones de operación.

2.7.4.4 Formular estándares de mantenimiento periódico

Para asegurar que el personal realiza el mantenimiento periódico con precisión y eficiencia y crear una sólida base de tecnología de mantenimiento, hay que elaborar las siguientes clases de estándares y actualizados cuando sea necesario:

I. Estándares de selección de materiales:

Aunque, se hayan seleccionado los mejores materiales cuando se diseñó originalmente el equipo, los cambios del proceso o de las propiedades de las primeras materias y materiales auxiliares pueden haber alterado la situación. En tales casos, conviene revisar los estándares originales.

II. Estándares de estimación de trabajos:

A medida que se van asumiendo las últimas técnicas de mantenimiento, equipos y materiales conviene replantearse las horas de trabajo y los costes de equipos y materiales para elaborar los nuevos estándares de tareas de mantenimiento tales como los siguientes:

- Maquinaria rotativa: montaje y desmontaje, reemplazo de piezas, ajustes y centrado, reemplazo de lubricantes, etc.
- Columnas y tanques: retirar y reemplazar cubiertas, limpieza interna, retirar y reemplazar piezas internas, etc.
- Intercambiadores de calor: desmontaje y montaje, limpieza interna, chequeo de fugas en haces tubulares, etc.
- Hornos: retirada y reemplazo de quemadores, limpieza y reemplazo de tubos de calor, reparación de revestimiento del horno, etc.
- Tuberías: retirada e instalación de bridas, placas de asiento y válvulas; reparación, reemplazo y limpieza interna de tubos, etc.
- Equipo eléctrico e instrumentación: reemplazo, test, servicio, etc.

III. Estándares de control de piezas de repuesto:

Las piezas de repuesto son esenciales para asegurar la fiabilidad del equipo, alargando su vida, y reduciendo los tiempos de parada. Por otra parte, los stocks innecesarios aumentan la inversión y los costes de almacenaje, de modo que es vital establecer estándares de control eficaces.

Las piezas de repuesto pueden clasificarse y controlarse de acuerdo con un esquema como el siguiente:

- Unidades de reserva –bombas, motores y otro equipo de reserva. El departamento de mantenimiento las debe controlar y mantener constantemente listas para uso.
- Componentes prioritarios -piezas rotativas de maquinaria importante, etc. El departamento de mantenimiento debe controlarlos y chequearlos regularmente.
- Piezas generales – elementos usados regularmente tales como cojinetes, pernos y tuerca. El departamento de almacenes debe controlar usando un sistema de código fijo, la entrega de elementos tales como cojinetes, y crear un sistema de entrega de paquetes con elementos múltiples para elementos como tuercas, pernos y similares.
- Herramientas y equipos de test: El departamento de mantenimiento debe controlar las herramientas y entregarlas en préstamo. El equipo de test debe controlarse por el departamento que lo utiliza.

IV. Estándares de control de lubricantes:

Comparados con otros productos petroquímicos hay mas marcas de lubricantes disponibles que especificaciones de productos distintos. La mayoría de las empresas simplemente compran la marca especificada por el fabricante de la maquina. Esto puede ser necesario al principio para no invalidar la garantía de rendimiento de la maquina. Sin embargo, así se incrementa gradualmente el número de diferentes tipos de lubricantes en uso,

lo que hace difícil hacer un seguimiento de los lubricantes. Los usuarios de equipos deben aprender a valorar la conveniencia y compatibilidad de los diferentes tipos de lubricante para diferentes tipos de uso, de modo que puedan preparar estándares de control de lubricantes y reducir el número de marcas que se emplean. Algunas empresas han tenido éxito reduciendo el número de diferentes marcas de cincuenta a diez, lo que facilita considerablemente el control de los lubricantes.

I. Estándares de control de suministro de lubricantes:

A menudo, se usan lubricantes en exceso, particularmente grasa. Esto contamina el equipo y estimula la adhesión de polvo y suciedad. Las superficies de fricción consumen realmente muy poco lubricante: en un caso, la cuidadosa observación de un rodamiento de cilindros de 60mm de diámetro durante un año, reveló que funcionaba sin problemas incluso cuando el operario aplicaba solamente 0.2 cc, de lubricantes tres veces al mes.

II. Estándares de seguridad:

Hay que preparar estándares de seguridad para el trabajo de mantenimiento. Estos estándares se revisan parcialmente cada año, y se hace una revisión completa al menos una vez cada cinco años. Deben incluir los siguientes conceptos:

- Deberes de trabajadores y supervisores.
- Acción antes de empezar el trabajo.
- Acción en caso de accidente
- Procedimientos de seguridad durante el trabajo.
- Estándares de seguridad para seiri (clasificar y retirar lo innecesario) u seiton (poner en orden)
- Precauciones de seguridad eléctrica.

(El ANEXO No 5. Es un ejemplo de estándares de seguridad para aplicación antes de comenzar el trabajo de mantenimiento)

Los aspectos más importantes a tener en cuenta para garantizar la seguridad de los trabajadores de mantenimiento son:

- Preparar estándares que traten problemas específicos de las áreas en las que tienen que trabajar.
- Facilitar que los trabajadores inspeccionen el sitio de trabajo por anticipado.
- Crear un sitio de trabajo seguro para el uso de sopletes o soldadura.

(El ANEXO No 6. es un ejemplo de impreso de autorización de comienzo de trabajo de mantenimiento e informe de su terminación).

2.7.4.5 Mejora de la eficiencia del mantenimiento con parada

Es una práctica común en la industria química realizar una operación de mantenimiento con parada general por lo menos una vez al año, y esto ayuda a mejorar la seguridad de las operaciones. Algunas otras industrias de proceso han mejorado también su eficiencia cuando han introducido el mantenimiento con parada planificada en lugar del mantenimiento después de la jornada normal o en fiestas. El mantenimiento con parada general puede llegar a consumir hasta una mitad del presupuesto de mantenimiento anual. Esto es consecuencia de que esta operación incluye modificaciones del equipo, el coste de parar y arrancar la planta, así como los costes de mantenimiento de equipos (tales como columnas, tanques intercambiadores de calor y tuberías) que no pueden abrirse durante la operación normal. También las empresas ejecutan proyectos de inversión durante el periodo de mantenimiento con parada, por lo que es importante mejorar la eficiencia de este mantenimiento.

2.7.4.6 Estructura descompuesta del trabajo para el mantenimiento con parada.

El mantenimiento con parada es la actividad de mantenimiento más extensa en cualquier planta de proceso. Involucra mucho trabajo, empezando por la parada de la producción, purgar el sistema, chequear la seguridad, ejecutar y aceptar el trabajo de mantenimiento y construcción, preparar el arranque y, finalmente, recomenzar la producción. Involucra a casi todos los departamentos de la empresa, incluyendo seguridad; aprovisionamientos y contabilidad así como

producción, mantenimiento, inspección e ingeniería. Un mantenimiento con parada libre de errores u omisiones es imposible a menos de que planifique cuidadosamente todo el proceso. Es recomendable listar cada tarea de mantenimiento, cualquiera que sea la magnitud y relacionar todas ellas por medio de un diagrama que denominaremos de “estructura descompuesta del trabajo” (WBS). La figura 38 muestra un diagrama de WBS. Para información adicional sobre esta actividad.

El método WBS incluye las siguientes actividades:

I. Preparar una lista de operaciones a pie de obra en forma de red.

El trabajo a pie de obra durante el mantenimiento con paradas retrasa usualmente por una multitud de sucesos no previstos tales como el descubrimiento del deterioro inesperado, el retraso de la recepción de materiales, y las condiciones atmosféricas adversas. La lista de operaciones del tipo de barras es menos útil en tales casos porque oculta las relaciones entre diferentes tareas y el efecto de los retrasos sobre el conjunto de proyecto.

Para evitar esto, se suele preparar un diagrama en forma de red que muestre claramente las relaciones entre las diferentes tareas. Hay que mantener una vigilancia constante sobre la ruta crítica (el cuello de botella del proceso global). Esta es la clave para acelerar eficazmente el proceso.

II. Preparar un diagrama de red.

Se emplea un método de programación en red tal como el PERT o el CPM para preparar una lista de operaciones de obra que muestre las tareas indicadas en el diagrama WBS. Hay que destacar los procesos cuello de botella.

III. Acortar el proceso.

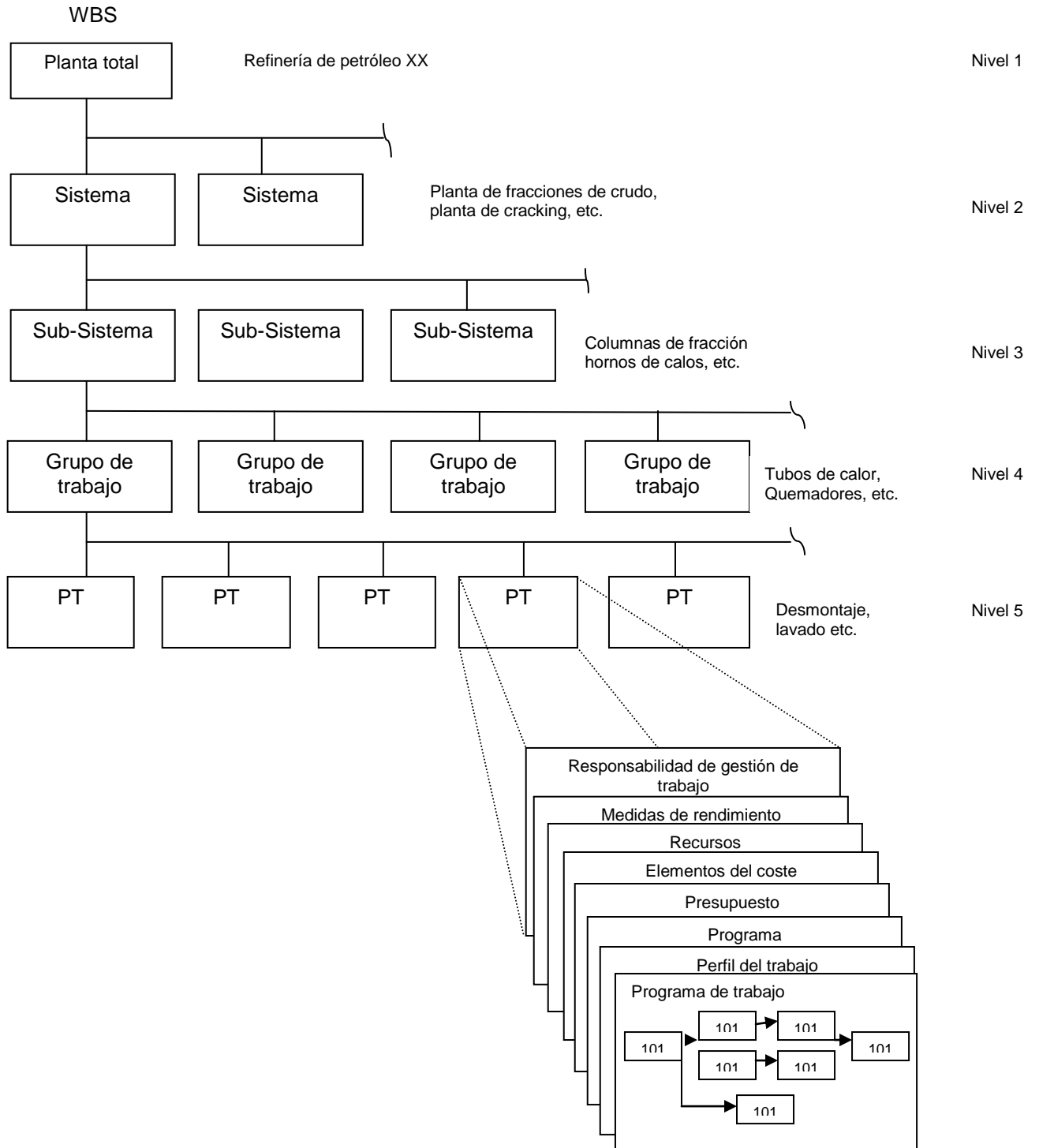
El proceso cuello de botella se acorta dándole prioridad en la asignación de personal y materiales, reduciendo los plazos de entrega de los materiales comprados, y utilizando técnicas de preparación externa, esto es ,reuniendo y montando herramientas, materiales y piezas y equipos necesarios para el trabajo con la mayor anticipación posible antes de la parada. Se usa el diagrama de red para evaluar el efecto de estos esfuerzos e identificar el cuello de botella siguiente. El proceso se repite una y otra vez para acortar el conjunto del programa.

IV. Reducción de los costes del mantenimiento con parada.

Hay que revisar el proceso para eliminar los gastos innecesarios de personal, materiales, energía eléctrica, alquiler de equipo, etc., de cada tarea. En particular, se investiga el desperdicio en costes de personal y alquileres de equipos que resulten de cambios de programa. Presentamos algunas ideas para mejorar la eficiencia del trabajo.

- Revisar diariamente el programa para nivelar el número de trabajadores externos en planta.
- Hacer un uso eficaz de las fluctuaciones de tiempo (sobre lo previsto) y de la capacidad de personal de reserva.
- Reducir la cantidad de trabajo en horas extraordinarias y fiestas retrasando el disfrute de días de descanso durante el periodo de mantenimiento con parada.
- Hacer un uso eficaz de los trabajadores subcontratados empleados normalmente en el mantenimiento diario.
- Pedir con suficiente anticipación elementos de fuentes externas.
- Seleccionar subcontratistas mediante ofertas competitivas basándose en los estándares de trabajo del mantenimiento con parada.

Figura 38. Estructura descompuesta del trabajo.



2.7.4.7 Control del progreso

I. Preparación anticipada.

La preparación anticipada del mantenimiento con parada incluye:

- Ordenar con anticipación materiales y equipos
- Revisar el programa
- Aprovisionar andamios, luces y energía; posicionar materiales y equipos donde se necesitaran.
- Instalar tubería temporal para purgas internas.

El departamento de producción debe planificar cuidadosamente las operaciones de purga y garantizar su seguridad. Las purgas eficientes aseguran que el personal de mantenimiento pueda abrir el equipo en el momento oportuno y asimismo reducen los costes de limpieza interna. También afectan considerablemente la seguridad y eficiencia del trabajo de mantenimiento y el tiempo invertido en su ejecución.

II. Gestión de la seguridad.

Después de comenzar el trabajo, lo más importante es la gestión de la seguridad. Alrededor del 50 por ciento de los accidentes serios en las plantas de proceso se producen durante los mantenimientos con parada. Con el apoyo de otros departamentos, el departamento de mantenimiento debe controlar la seguridad, el entorno, la calidad de trabajo y el programa. En la gestión del trabajo subcontratado hay que dar prioridad a lo siguiente.

- Ejercitar un control estricto durante el mantenimiento para garantizar la seguridad.
- Como la naturaleza del trabajo y las condiciones del lugar cambian cada día, todos los jefes deben reunirse diariamente y acordar las tareas del día siguiente.

- Los empleados y subcontratistas deben realizar patrullas de seguridad y actividades conjuntas de prevención de accidentes cada día.
- Inspeccionar la seguridad de la maquinaria que los subcontratistas traigan a la planta. No autorizar el empleo de equipo que no pase la inspección.
- Esforzarse en nivelar el número de personas que trabajan en la instalación cada día durante el periodo de mantenimiento con parada. Establecer un límite superior permisible.
- Antes de comenzar el mantenimiento con parada, facilitar formación sobre seguridad y emitir certificados de aptitud para todos los que tengan que incorporarse al trabajo.
- Adicionalmente, tomar las medidas de seguridad que se detallan en las tablas 14 y 15.

2.7.4.8 Conclusión del mantenimiento con parada.

Al terminar el mantenimiento con parada, preparar un informe que detalle el trabajo ejecutado, el progreso realizado, la organización, el presupuesto, etc. Hay que informar cuidadosamente de todos los problemas concernientes a la seguridad, el progreso y el presupuesto, y usar esta información para planificar el siguiente proyecto de mantenimiento con parada.

La amplitud de este informe variara con el volumen del proyecto de mantenimiento y, en algunos casos, puede constar de docenas de páginas. La tabla 10. lista el contenido que generalmente debe incluir el informe (en el ANEXO No 7 se muestra un ejemplo del tipo de informe semanal de progreso que el director del proyecto del mantenimiento con parada debe remitir al superintendente de la planta).

Tabla 10. Elementos registrados en el informe del mantenimiento con parada.

1. Programa de mantenimiento con parada	<ul style="list-style-type: none"> • Planificado (diagrama en red) indicar ruta crítica • Actuación real (diagrama en red) – indicar ruta crítica real con razones • Planificado (calendario) – números de trabajadores diarios, grúas, maquinaria pesada, inspecciones del gobierno • Actuación real (calendario) – números de trabajadores diarios, grúas, maquinaria pesada, inspecciones del gobierno, tiempo atmosférico
2. Parada y programa de arranque	<ul style="list-style-type: none"> • Parada de operaciones • Comienzo del trabajo • Planificado y real • Problemas <p>Terminación del trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación normal • Planificado y real • Problemas
3. Organización para mantenimiento con parada	<ul style="list-style-type: none"> • Organización actual empleada • Puntos a incorporar al próximo plan de mantenimiento con parada
4. Descripción del principal trabajo realizado	
5. Problemas de seguridad y entorno	
6. Problemas de trabajo, medidas de mejora adoptadas	
7. Gastos presupuestos reales	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de materiales • Costes de subcontrataciones
8. Trabajo subcontratado	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo emprendido por cada subcontratista • Número de trabajadores planificados y reales entrados en la instalación
9. Inspecciones del Gobierno	
10. Inspección del mantenimiento con parada	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas (unir informes de inspección separado)
11. Examen del mantenimiento con parada (SDM)	<ul style="list-style-type: none"> • Programa para siguientes SDM
En principio Examen SDM	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de los dos meses siguientes a la terminación • Tres meses antes de la fecha
Reunión de programación para siguiente SDM Reunión de planificación para siguiente SDM	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de los cuatro meses posteriores a la terminación • Dos meses antes de la fecha
Reunión de trabajo para siguiente SDM	
12. Otros conceptos a tener en cuenta en la planificación y realización del siguiente SDM	

2.7.5 Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo.

A pesar de que los fallos inesperados se reducen considerablemente una vez que se ha establecido el mantenimiento periódico, realmente no se ha eliminado del todo y se siguen produciendo y a veces los costes de mantenimiento pueden incrementarse. Esto es consecuencia de que el mantenimiento periódico se basa

en el tiempo y asume una tasa hipotética del deterioro del equipo. Sin embargo, no pueden establecer intervalos de servicio óptimos sin medir la extensión del deterioro real de las diferentes unidades del equipo. Esto requiere un enfoque basado en condiciones, en el que el timing y la naturaleza del mantenimiento necesario se basa en el deterioro real confirmado a través de diagnósticos del equipo. Para poner en práctica el mantenimiento predictivo o basado en condiciones, debe ser posible medir las características que indican fiablemente el deterioro (conocidas como “características sustitutivas”). Tales características pueden incluir la vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión y resistencia eléctrica.

2.7.5.1 Introducción de los diagnósticos de equipo

El mantenimiento predictivo incluye el uso de diagnósticos de los equipos. En este contexto, lo mejor es empezar con los diagnósticos basados en vibraciones, una técnica desarrollada en las industrias del acero y química. Primero, se establece el sistema que sigue para el diagnóstico de la maquinaria rotativa, y la aplicación del método se extiende después al equipo estático.

2.7.5.2 Diagnósticos de vibraciones en la maquinaria rotativa

- Paso 1: Se establece un equipo como núcleo inicial entrenando a estas personas para hacer buenos diagnósticos a partir de vibraciones
- Paso 2: Se designan ciertas unidades del equipo como modelos para practicar los diagnósticos de las vibraciones. Los miembros del equipo practican con estos equipos y enseñan a otras personas.
- Paso 3: Se designan ciertas unidades del equipo dentro de cada lugar de trabajo como modelos para realizar diagnósticos a partir de vibraciones. En las industrias de proceso, las bombas de alimentación o los compresores de gas son probablemente los tipos de equipos mas

apropiados para esto, puesto que sus condiciones de operación y las propiedades de los materiales que manejan son razonablemente estables.

- Paso 4: Se establecen provisionalmente periodos y criterios para medir las vibraciones del equipo modelo. Para empezar, establecer periodos de aproximadamente uno, dos o tres meses.
- Paso 5: supervisar intensamente el equipo modelo durante el periodo establecido. Cuando se produce una gran dispersión en las mediciones, verificar el estado de la superficie en que se mide para determinar si se ha movido el punto de la medición o ha cambiado la presión de unión del instrumento de medida. Verificar también si ha cambiado la carga de la maquina, ha variado la tasa de rotación de la maquina o si la maquina es resonante. Repetir después de las mediciones.
- Paso 6: El equipo inicial debe reunirse para discutir las técnicas de diagnóstico y los resultados. Hay que preparar materiales de estudio de casos y usarlos para formación.

Después de formar de este modo a cierto número de personas, establecer un sistema amplio de diagnósticos, realizar mediciones, analizar y coleccionar los resultados y difundir la técnica por la organización.

2.7.5.3 Introducción de los diagnósticos para el equipo estático

En las industrias de proceso, el equipo estático varía considerablemente de tamaño desde pequeños agitadores y separadores a grandes columnas y tanques. Si se ignoran, los pequeños defectos en materiales o soldaduras en tales equipos pueden aumentar la magnitud y parar la producción o dar origen a grandes desastres. Es por tanto vital usar equipos de diagnóstico para descubrir, diagnosticar y predecir el deterioro. La tabla 11 muestra algunos ejemplos de técnicas de diagnóstico para columnas/tanques y tuberías/intercambiadores de calor, mientras la tabla 13 muestra un ejemplo de técnicas de diagnóstico usadas durante la operación normal y el mantenimiento con parada en una planta química particular.

Tabla 11. Técnicas de diagnóstico para equipo estático.

Anomalia	Causa	Técnica de diagnóstico	Equipo
COLUMNAS/TANQUES Fugas	Corrosión, fisuras, guarnición no estanca	Inspección visual, test de agua espumosa, detección de gas, medida de espesor de paredes	Líquidos coloreados o espumosos, detectores de grietas magnetoscopios, indicadores ultrasónicos de espesores, detectores de gas
Vibraciones	Trasmisión desde el exterior	Medición de vibraciones	Medidor de vibraciones
	Flujo anormal de gas/líquido	Análisis de condiciones de operación	Analizador de frecuencias, registros de operación
Contaminación interno	Corrosión, fluidos internos anormales.	Chequear condiciones de operación, analizar descarga	Radioscópico, registro de operación.
Danos internos	Aflojamiento debido a flujo anormal	Vibraciones, sonido	Medidor de vibraciones, estatoscopio, radioscópio
TUBERIAS Fugas	Corrosión, erosión, perforación	Inspección visual, detección de gas, test con líquido espumoso	Detector de gas, detector de grietas, magnetoscopios, indicadores ultrasónicos de espesores
	Guarniciones y empaquetados no herméticos	Medición de espesores	
Obstrucciones	Válvulas obstruidas o bloqueadas materias extrañas, grasa o desechos acumulados	Medida de caída de presión, radioscopia	Indicador de presión, radioscópio
Vibraciones	Resonancia con vibraciones de maquinaria rotativa	Medida de vibraciones	Medidor de vibraciones
	Flujo anormal de fluidos	Investigar condiciones de operación	Medidor de vibraciones
	Apoyos anormales	Inspección visual, medición de vibraciones	Medidor de vibraciones
Deformaciones dobladas	Suspensiones y apoyos anormales	Medición de desplazamiento	Escala, indicador de nivel, teodolito
	Fuerza externa anormal, tensión térmica	Chequeo de fuerzas externas temperaturas	Registro de operación

Tabla 12. Diagnósticos del equipo durante el funcionamiento y la parada de la planta.

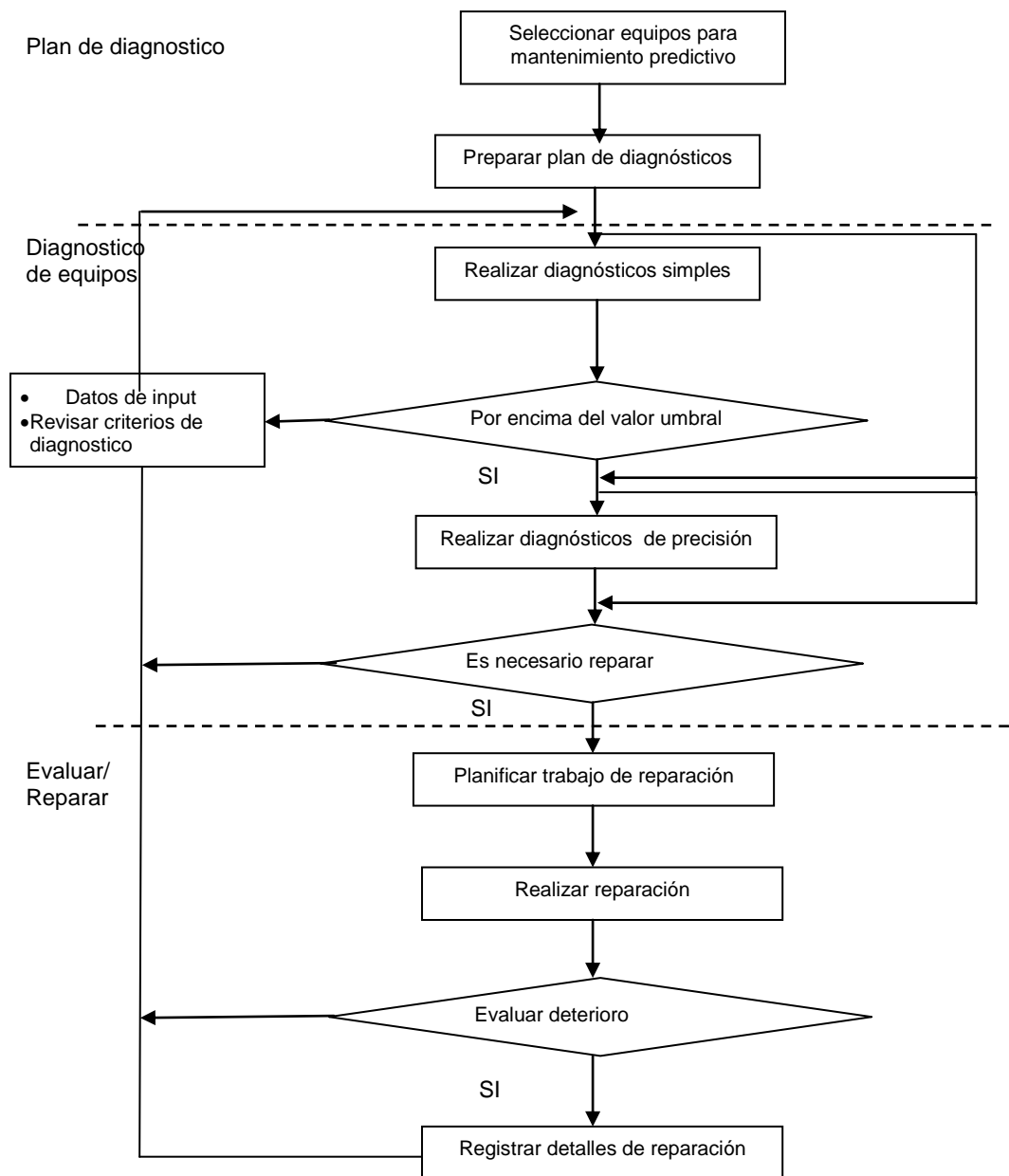
Diagnostico durante el funcionamiento	Diagnostico con el equipo parado
Principalmente maquinaria rotativa y anomalías de proceso. Usualmente hechos por operarios que supervisan los procesos o realizan chequeos esporádicos. Los factores analizados incluyen:	Principalmente con equipo estático. Incluye diagnósticos a largo plazo de deterioro de materiales (corrosión de hidrogeno, deformaciones y alargamiento de metales, carburización, fisuras por corrosión bajo tensión, fatiga etc.) los tipos de inspección incluyen:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Anormalidades del equipo (a partir de lecturas de panel de instrumentación) • Vibraciones en maquinaria rotativa y otros equipos • Fugas • Sonidos anormales • Temperatura anormal • Lubricante • Olor • Bloqueos u obstrucciones | <ul style="list-style-type: none"> • Inspección de equipo estático desmontados • Inspección con desmontaje de grandes maquinas rotativas no provistas de soportes • Degradación de materiales en equipo estático (corrosión de hidrogeno, deformaciones y alargamiento de metales, carburizacion, fisuras por corrosión bajos tensión, fatiga etc.) • Soldaduras • Espesores de tuberías de alta temperatura |
|--|---|

2.7.5.4 Flujo del trabajo para el mantenimiento predictivo

Una vez introducidos los procedimientos de diagnósticos de equipos y seleccionadas las unidades a diagnosticar como hemos descrito, se prepara un diagrama de flujo de mantenimiento predictivo. La figura 39 es un ejemplo. Cuando se aplique esto a un equipo estático, el concepto de diagnostico simple, consistirá en el descubrimiento de anormalidades y el diagnostico de precisión en diagnosticarlas.

Figura 39: Diagrama de Flujo de mantenimiento predictivo



Fuente. Los Autores

2.7.6 Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado

El objetivo del mantenimiento planificado en las industrias de proceso no es meramente planificar los calendarios y técnicas de mantenimiento, sino también

planificar los métodos para mantener eficazmente la funcionalidad y fiabilidad esperadas de los equipos. Básicamente, el mantenimiento planificado sistematiza las técnicas de mantenimiento más eficaces para eliminar los fallos con que conducen a la degradación o pérdida total de las funciones de producción del equipo.

El punto crítico para el buen funcionamiento de un sistema de mantenimiento es la eficaz integración del trabajo conjunto de los departamentos de mantenimiento y producción. El sistema debe apoyarse en dos pilares: el departamento de mantenimiento es responsable del mantenimiento periódico basándose en un calendario de mantenimiento y el mantenimiento predictivo que utiliza equipos de diagnóstico y supervisa las condiciones: el departamento de producción es responsable de mantener el equipo en condiciones óptimas mediante chequeos diarios regulares.

Para evaluar la eficiencia, oportunidad en tiempos y factibilidad económica del mantenimiento, hay que investigar lo que sucede actualmente a los equipos en los lugares de trabajo. Para calibrar si el sistema de mantenimiento planificado funciona consistentemente, hay que verificar si los sistemas de apoyo estándares de control, estándares técnicos, etc. Están apropiadamente implantados.

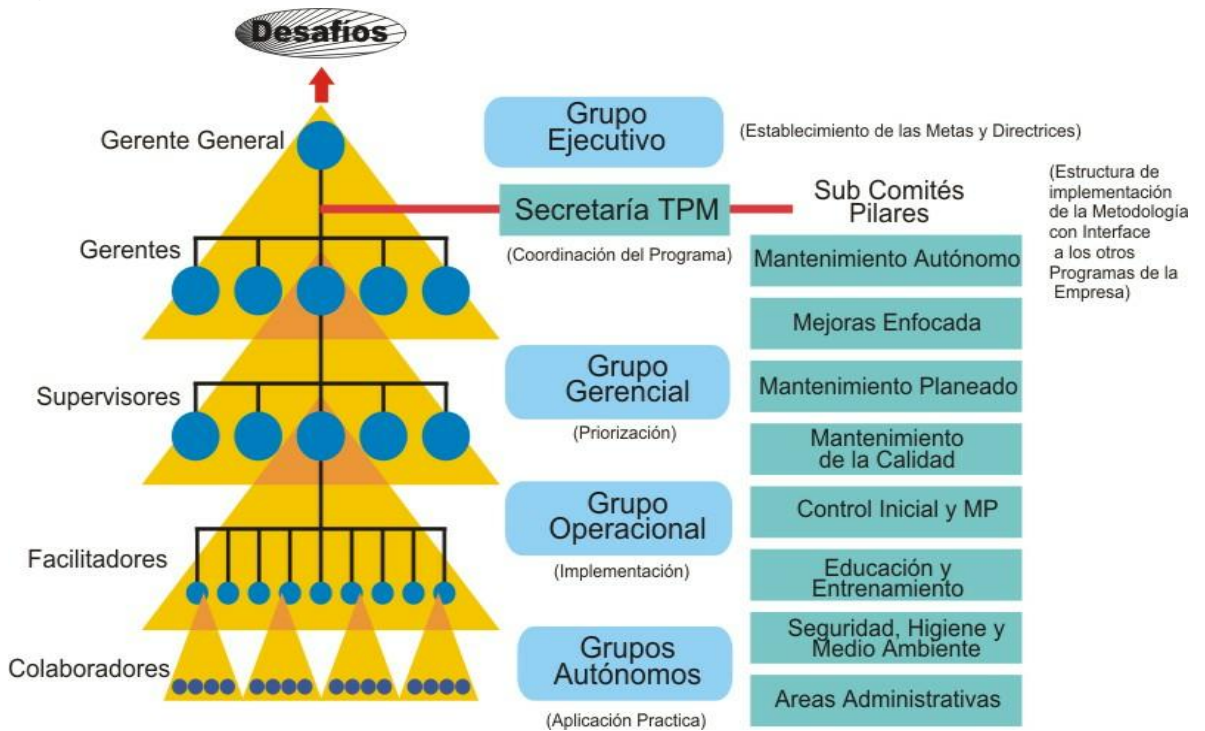
3. MODELO DE INDICADORES DE GESTION.

Tal y como se hace mención en los capítulos precedentes el TPM se orienta a crear un sistema de gestión, que maximice la eficiencia de todo el sistema productivo estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Dado lo anterior, los indicadores de eficacia TPM pueden clasificarse en siete tipos: Gestion, Eficacia de la planta, calidad, ahorro de energía, Mantenimiento, salud, seguridad y entorno; entrenamiento y finalmente clima laboral.

Como direccionamiento estratégico se debe implementar un modelo de indicadores de Gestion, que permita a cada uno de los procesos y pilares involucrados en la implementación del TPM, la toma de decisiones acertadas en un tiempo adecuado.

Por este motivo se debe definir una estructura de seguimiento donde los indicadores sean escalados desde el personal base hasta la alta gerencia, la cual debe estar siempre involucrada en la implementación y seguimiento de los beneficios requeridos.

Figura 40. Escalamiento de la medición de resultados.



Fuente. Los Autores

En la figura 40, se esquematiza un modelo para el seguimiento de resultados desde la base hasta la alta gerencia, relacionando cada pilar con el nivel jerárquico correspondiente.

Es importante adoptar un modelo de seguimiento en donde se estructure una frecuencia para el análisis de resultados de acuerdo con la escala jerárquica, dicho modelo debe permitir el seguimiento de manera diaria, semanal y mensual, para permitir a los procesos un tiempo de maniobra y adaptación, de acuerdo con la fluctuación de las mediciones tomadas.

La medición escalonada de resultados permite identificar las brechas para el logro de beneficios en cada área de la compañía, permitiendo la toma de decisiones en cada nivel para la optimización de los esfuerzos en pro de la consecución de los resultados que sinérgicamente aportan a los resultados del siguiente nivel.

3.7 IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES PARA EL PILAR DEL MANTENIMIENTO PLANEADO.

De forma general, se deben evaluar dos aspectos del mantenimiento. Primero, se evalúan las mejoras en la confiabilidad y conservación del equipo y se comprueba como ayudan a elevar la eficacia de la planta y la calidad del producto. En segundo lugar se evalúa la eficiencia del trabajo de mantenimiento. En las industrias de proceso es importante sistematizar y acelerar el mantenimiento con parada u lograr un arranque suave y rápido, eliminando los problemas de este. Para valorar la eficacia en la utilización del presupuesto de mantenimiento, se analiza si el trabajo se está realizando mediante la utilización de los mejores y más económicos métodos. En las siguientes tablas se muestran los ejemplos de indicadores de mantenimiento más empleados.

Tabla 13: Confiabilidad y Mantenibilidad

Indicador	Formula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Frecuencia de fallos	$\frac{\text{Numero total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}}$		Mensual	Referido a las paradas de 10 minutos o mas
Tasa de gravedad de fallos	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debido a fallo} \times 100}{\text{Tiempo de carga}}$	0,15 % o menos	Mensual	Mantener el tiempo total de paradas dentro de 1h/mes
Tasa de mantenimiento o de emergencia	$\frac{\text{Número de trabajos de EM} \times 100}{\text{Número total de trabajos PM y EM}}$	0,5 % o menos	Mensual	PM: mantenimiento preventivo EM: Mantenimiento de emergencia
Costo de paradas debidas a fallo	Tiempo de paradas x costos por unidad de tiempo	Minimizar	Mensual	Incluido la producción perdida, costos de energía y costos de horas pérdidas de personal
MTBF	$\frac{\text{Tiempo total de operaciones}}{\text{Numero total de fallas}}$	De acuerdo con metas anuales	Mensual (media diaria)	Intervalo medio entre fallos
MTTR	$\frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Numero de paradas}}$	De acuerdo con metas anuales	Mensual	Tiempo medio de reparaciones

Tabla 14: Eficiencia del mantenimiento

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Reducción en el número de paradas para mantenimiento (SMD)	$\frac{\text{SMD previo}}{\text{SMD actual}}$	De acuerdo con tendencias anuales	Anual	La meta es ampliar el número de días de producción continua
Arranque después de paradas de mantenimiento	Tendencia en el número de problemas de arranque después de mantenimiento.	Minimizar	Anual	Evitar fallos tempranos después de las paradas para mantenimiento.
Tasa de logros del PM	$\frac{\text{Tareas PM terminadas}}{\text{Tareas PM planeadas}} \times 100$	90% o mas	Mensual	Indica el nivel de planificación del mantenimiento
Tasa de reducción de personal de mantenimiento	Tendencia en la reducción del número de personas de mantenimiento	De acuerdo con las metas anuales	Anual	

Tabla 15: Costos de Mantenimiento.

Indicador	Formula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasas de costos de mantenimiento	$\frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Costos totales de producción}} \times 100$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Indica la proporción de los costos de mantenimiento sobre el costo total
Costo de mantenimiento unitario	$\frac{\text{Costos de mantenimiento}}{\text{Volumen de producción}}$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Costos de mantenimiento por unidad de producto
Tasa de reducción de costos de mantenimiento	Tendencia en la reducción en los costos de mantenimiento	De acuerdo con metas anuales	semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM
Costos de reparación de fallos inesperados	Tendencia en los costos de reparación de fallos inesperados	De acuerdo con metas anuales	semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM
Honorarios de mantenimiento	Tendencia en honorarios de mantenimiento pagados a terceros	De acuerdo con metas anuales	semestral	Comparación situación anterior a la introducción de TPM

Reducción de stocks de repuesto	Tendencia en el valor de los stocks de repuestos	De acuerdo con metas anuales	semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM
Tasa de costos globales de mantenimiento	$\frac{\text{Costos totales de mantenimiento} + \text{pérdidas por parada} \times 100}{\text{Costos totales de producción}}$	De acuerdo con metas anuales	semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM

Tabla 16: Otros indicadores de mantenimiento

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasa de mantenimiento contratado (1)	Contratado debido a falta de tecnología y capacidades	De acuerdo con metas anuales	Anual	Comparación con situación anterior a la introducción de TPM.
Tasa de mantenimiento contratado (2)	Magnitud necesaria para absorber falta de capacidad (falta de personal)	De acuerdo con metas anuales	Anual	Comparación con situación anterior a la introducción de TPM.
Tasa de renovación	Proporción de unidades de equipos obsoletos que han sido modernizados.	De acuerdo con metas anuales	Anual	Modernizar el equipo obsoleto técnica o físicamente.
Desarrollo interno	Tendencia en el número de unidades de equipo desarrolladas internamente	De acuerdo con metas anuales	Anual	Incluir elementos remodelados.

Fuente. Los Autores

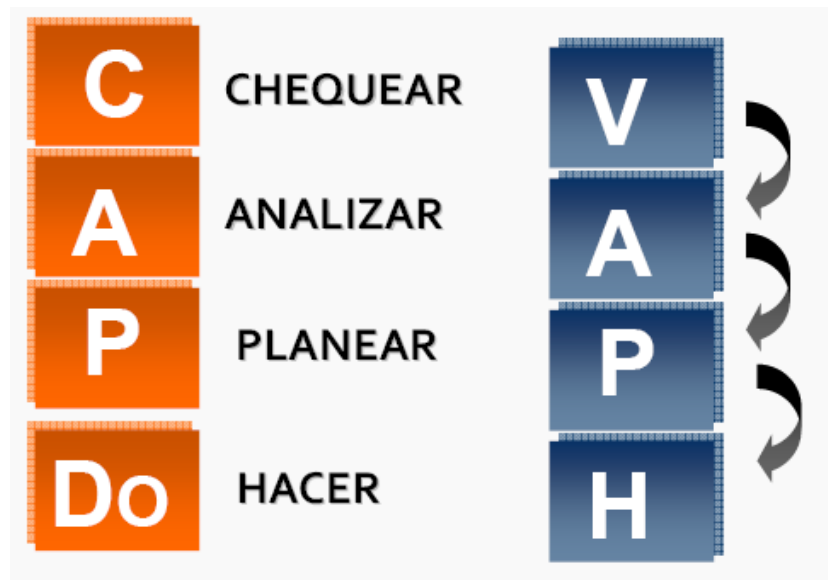
4. MODELO PARA ANALISIS DE FALLAS.

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades.

Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden, el recorrido del proceso, en el cual el analisis deebe centrarse primero en el problema, segundo en la causa y tercero en la Solución. Y en la metodología a utilizar.

Para el desarrollo de este trabajo se selecciona la metodología CAPDo, la cual es la empleada por Productos Alimenticios Doria S.A.S y permite evidenciar los resultados tratados con profundidad en el capítulo posterior.

Figura 41: Definición CAPDo

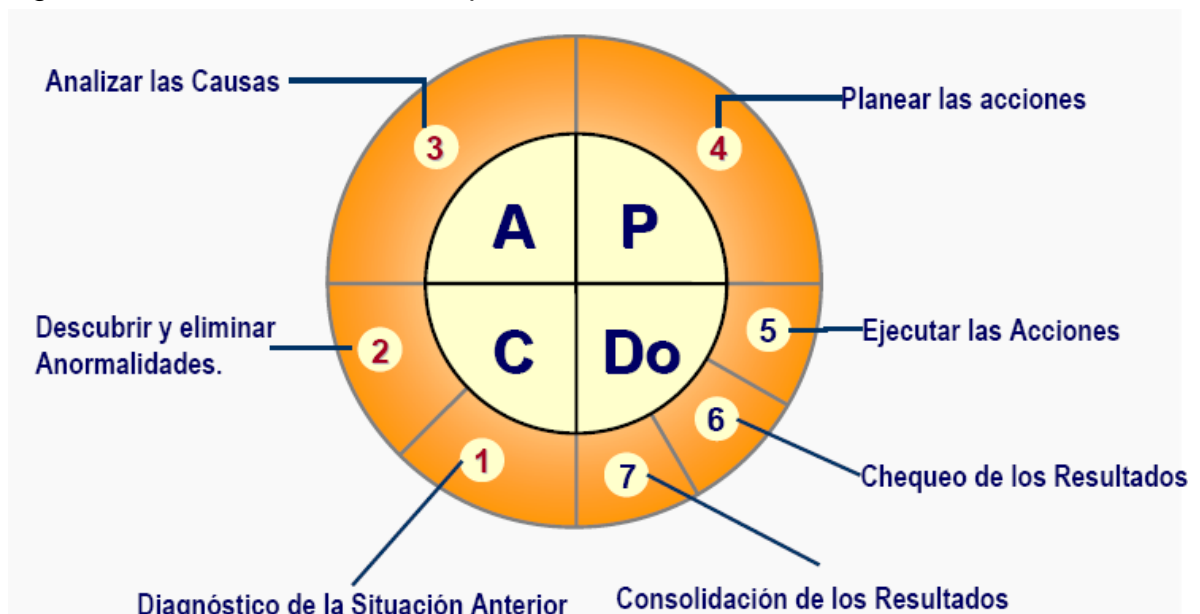


Fuente. Los Autores

El modelo que se fundamenta en el control de pérdidas, es un ciclo PHVA modificado, que permite que la gestión se inicie evaluando el nivel actual de desempeño de la empresa, para luego de analizar los resultados se proponga y ejecute un plan de acción que permita cerrar el ciclo.

El análisis CAPDo. Se divide en siete etapas ilustradas en la figura 42, iniciando con el diagnostico de la situación anterior del evento u objeto de análisis y finalizando una vez se logre la consolidación de los resultados.

Figura 42: Ciclo CAPDo en 7 etapas



Fuente. Los Autores

Como apoyo para la implementación de la metodología y el desarrollo de cada uno de sus pasos se emplea herramientas tales como:

- Análisis Pareto
- 5W + 1H
- Diagrama espina de pescado
- Análisis de los cinco Por Que

5. APLICACIÓN DEL MODELO TPM A LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

En los capítulos anteriores se establecieron los conceptos necesarios para la implementación del modelo de gestión TPM hacia el pilar de mantenimiento planeado en la industria en general, también se identificaron los procedimientos adecuados para la medición de indicadores y análisis de pérdidas por mantenimiento enfocado a la minimización de fallas.

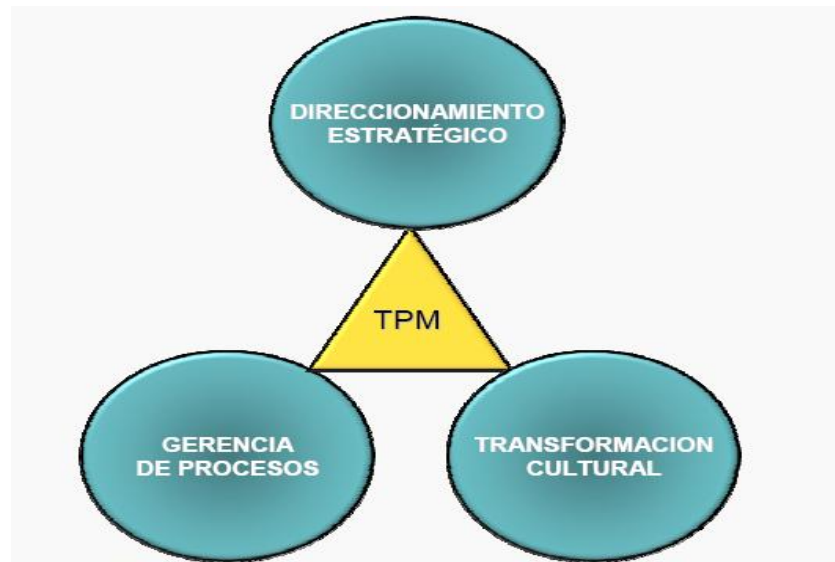
En este capítulo se pretende evidenciar el proceso de implementación en la Compañía “Productos Alimenticos Doria S.A.S.” mostrando desde el Sub-proceso de Ingeniería y Montajes (descrito en el capítulo 1) la evolución de los resultados obtenidos desde el inicio de esta metodología y algunos de los beneficios más representativos alcanzados del avance de la implementación hasta la fecha.

El ejemplo seleccionado para ilustrar la metodología TPM cobra importancia teniendo en cuenta que es un programa aun en etapa de maduración donde los grandes resultados obtenidos aun presentan brechas con respecto a las metas propuestas, pese a que se proyecten y definan las estrategias adecuadas gracias al mismo programa desde estas etapas tempranas.

5.1 DESARROLLO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL GNCH.

Como direccionamiento estratégico por parte del Grupo Nacional de Chocolates (GNCH) el cual es la casa matriz del negocio de pastas, se define como modelo de grupo la implementación de la metodología TPM utilizando esta metodología como eje entre el direccionamiento estratégico, la transformación cultural y la gerencia por procesos de cada uno de los negocios que pertenecen a este grupo.

Figura 43: Compromiso estratégico del GNCH



Se define así mismo que el direccionamiento estratégico de cada uno de los negocios debe estar enfocado a la “Creciente Generación de Valor” siendo la metodología TPM el instrumento a utilizar para generar la transformación que de cada uno de los negocios debe generar para ser más competitivos en el mercado

Figura 44: Mega del GNCH



5.1.1 Desarrollo de la cultura organizacional en Doria.

Enmarcados dentro de la política estratégica establecida por el GNCH se empieza un proceso al interior de la compañía en donde se estructuran cada uno de los pasos necesarios para que a través del proceso de implementación su genere también un proceso agresivo de transformación cultura y que este involucre a cada uno de los integrantes de la organización, se definen metas y objetivos así como también un plan para el lanzamiento de la metodología a todo nivel.

Los objetivos de la compañía con la implementación del TPM son:

- Conformar una Organización altamente competitiva.
- Aumentar la flexibilidad y confiabilidad productiva a menores costos.
- Mejorar la productividad de las personas generando la continua búsqueda de oportunidades.
- Desarrollar nuevos productos logrando las metas de Costos, Calidad y Cumplimiento.
- Eliminar o disminuir tipo de pérdidas.

Para el modelo de implementación de TPM se definieron cada uno de los pilares que impactan directamente a cada proceso de la organización y a través de los cuales se proyecta el cumplimiento de los objetivos propuestos, así mismo se define una oficina en el staff de la presidencia la cual es la encargada de velar por el seguimiento a la implementación de los pilares y de asegurar el cumplimiento de los objetivos de grupo y objetivos de negocio.

Figura 45: Oficina TPM en Doria.



Se definen también para cada uno de los pilares los objetivos estratégicos que contribuyen con el cumplimiento de los objetivos estratégicos propuestos por el negocio involucrando en si el proceso de transformación cultural.

5.1.1.1 Mejora enfocada:

Para el Año 2013 reducir las pérdidas en \$800 M anuales y para ello:

- Identificar y caracterizar las pérdidas de los procesos de de CABAS, mediante el uso del árbol de pérdidas.
- Definir las principales prioridades a trabajar
- Aplicar la metodología para eliminar o reducir las pérdidas
- Realizar seguimiento a las mejoras implementadas para evitar la recurrencia de las pérdidas

- Difundir la metodología a otros procesos

5.1.1.2 Mantenimiento Autónomo:

- Recuperar las condiciones básicas del equipo.
- Crear ambientes de trabajo seguros apoyados en la cultura del autocuidado
- Desarrollar habilidades para el análisis de problemas y la generación de soluciones acertadas por medio de interrelación en los pequeños equipos.
- Asegurar la calidad de los productos para satisfacer las necesidades de nuestros clientes internos y externos.

5.1.1.3 Mantenimiento planeado

Mejorar la funcionabilidad de los equipos, reduciendo los tiempos de reparación y la frecuencia de fallas al menor costo, mediante el trabajo en equipo.

5.1.1.4 Aseguramiento de la calidad:

- Mejorar la calidad del producto, manteniendo los estándares establecidos, mediante el control de las condiciones de las 3M, que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.
- Realizar seguimiento de las acciones correctivas y preventivas aumentando la productividad y buscando el mejoramiento continuo
- Educar y entrenar a todo el personal en el aseguramiento de la calidad

5.1.1.5 Educación y entrenamiento:

Desarrollar conocimientos, habilidades y comportamientos en las personas buscando que estas adquieran competencias en la operación y el mantenimiento impulsando el crecimiento personal y de compañía.

5.1.1.6 Seguridad:

- Minimizar condiciones de riesgo del entorno.
- Desarrollar habilidades para detectar y reportar los riesgos.
- Lograr obtener ambientes de trabajo y procesos con tendencia a “cero” accidentes.

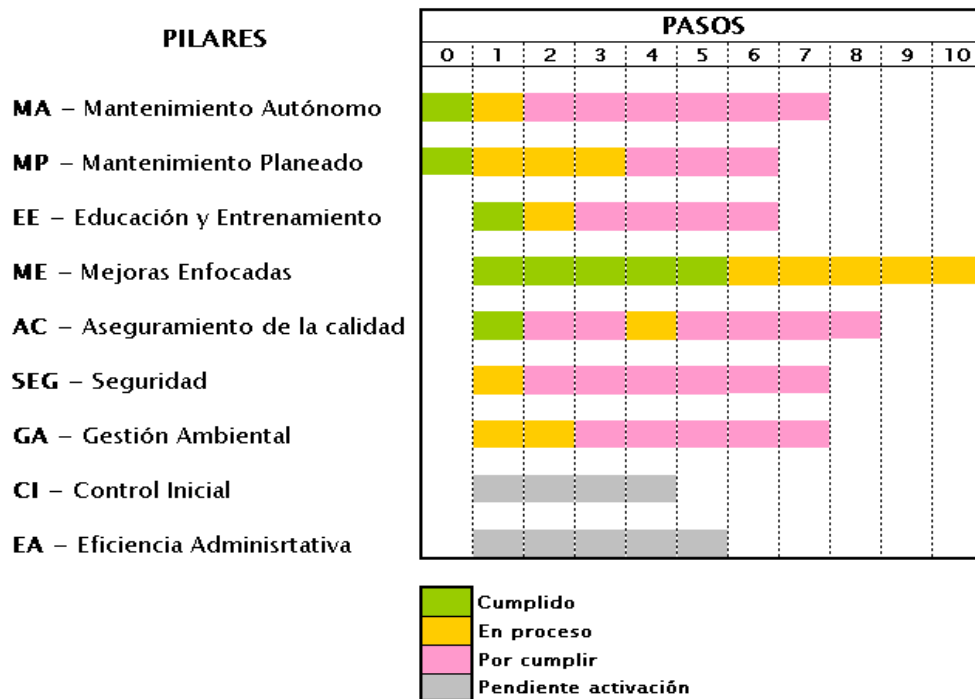
5.1.1.7 Gestión ambiental:

- Disminución de consumos de energía en Kwh/Ton en un 3 %
- Disminución de consumos de agua en m³/Ton en un 1,5%
- Disminución en generación de residuos en Kg en un 1,5%
- Fortalecer cultura ambiental

5.1.2 Estado de la implementación de TPM en la compañía

Como resultado del compromiso y alcance de objetivos de cada uno de los pilares involucrados durante el desarrollo de la implementación de la metodología, en la actualidad se ha logrado alcanzar el siguiente cumplimiento en la ejecución de los correspondientes pasos que se proponen para la total implementación del programa en la empresa.

Figura 46: Alcance de la implementación de cada uno de los pilares TPM



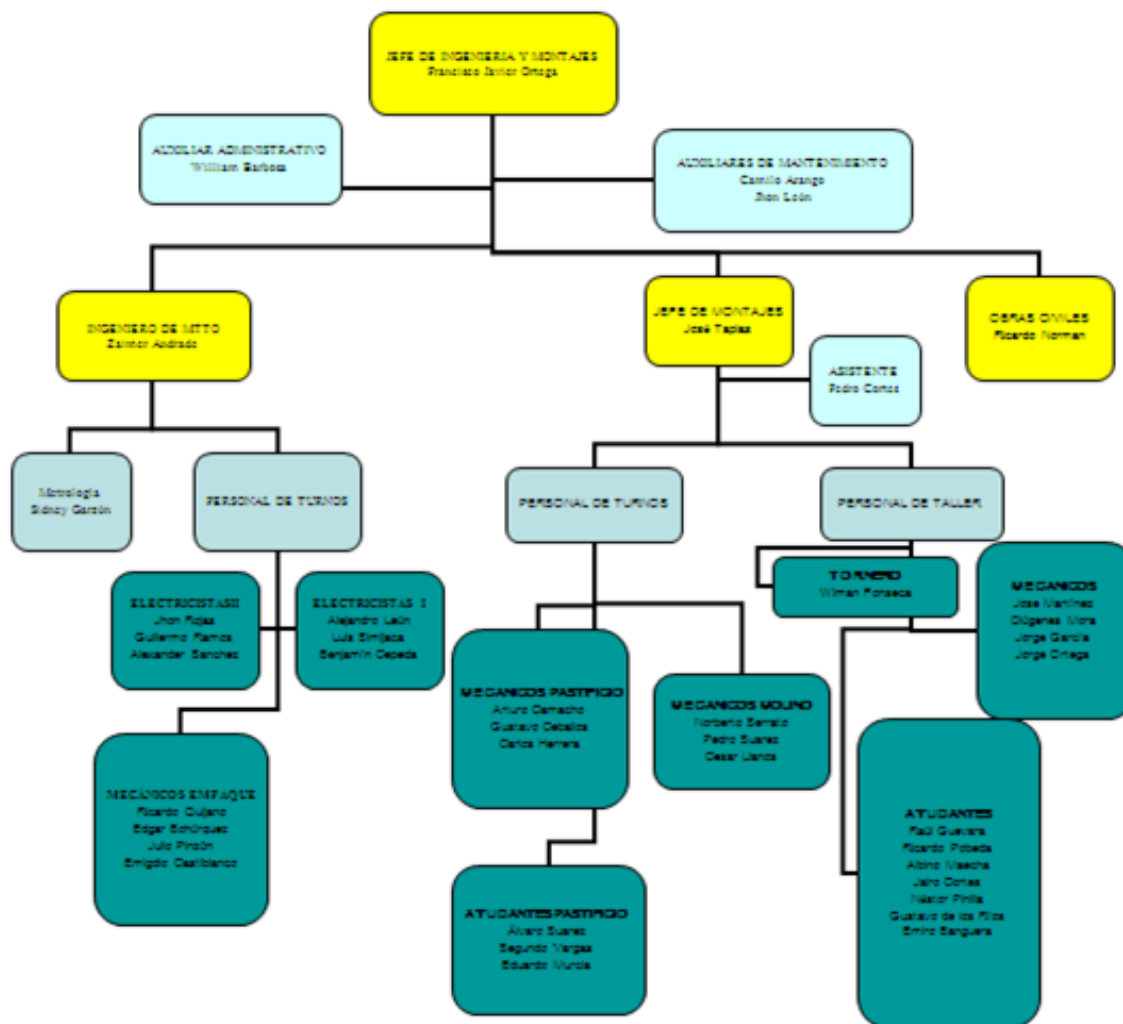
5.2 EVOLUCIÓN DEL PILAR DE MANTENIMIENTO EN DORIA

Desde el comienzo de la implementación del pilar de Mantenimiento Planeado en el sub-proceso de Ingeniería y Montajes en la empresa Productos Alimenticios Doria S.A.S se han evidenciado diferentes transformaciones, no solo en los resultados sino también en la estrategia utilizada y en la transformación cultural del personal técnico

Desde la base del proceso uno de los principales cambio radico en la estructura del equipo de trabajo y en la filosofía de ejecución del mantenimiento, transformando la estructura arcaica de atención de emergencias y reparaciones a falla, evolucionando a la focalización del análisis de los datos históricos y distintos tipos y modos de avería existente, en donde el procesamiento de la información toma un rol protagónico para la implementación de una mejor filosofía de mantenimiento, con tendencia al preventivo planeado y programado, con ejercicios aislados y mejor controlados de mantenimiento correctivo. En las siguientes figuras se esquematiza la evolución de la estructura del subproceso de ingeniería y montajes de una jerarquía vertical a una plana en donde se realza la importancia del know-how de cada técnico en el logro de los objetivos destacando el liderazgo interno, empoderando entre ellos unos “padrinos” para las líneas más importantes de la compañía lo cual refuerza el desarrollo cultural que se viene logrando con la gente.

Figura 47: Evolución de la estructura organizacional del Área Técnica

ANTES



Fuente: Los Autores.

Gráficamente se ilustra el comportamiento desde el periodo inicial de implementación hasta la fecha.

Figura 48: Disponibilidad

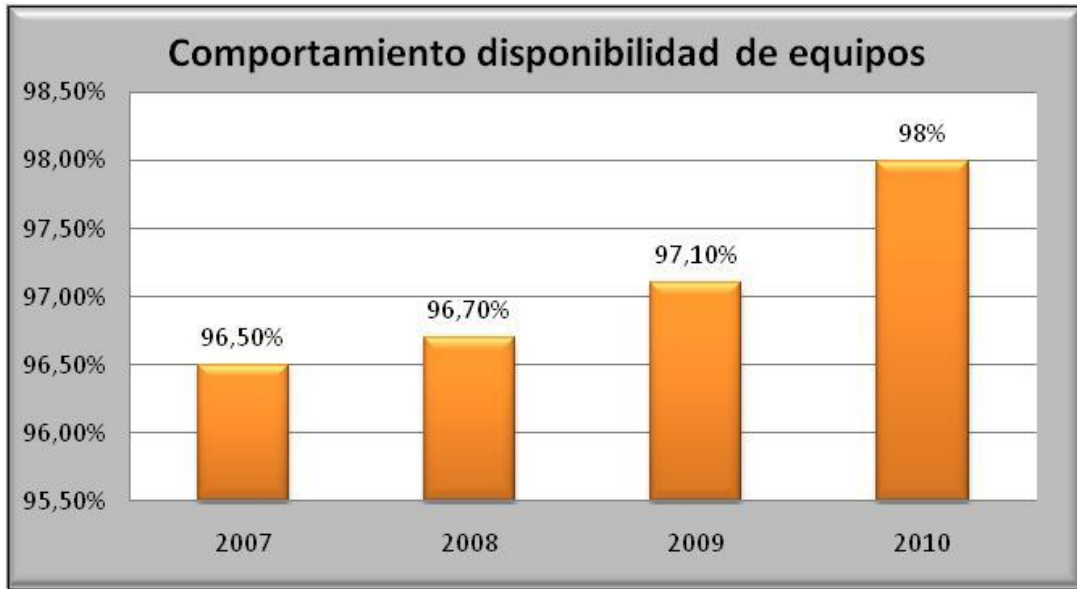
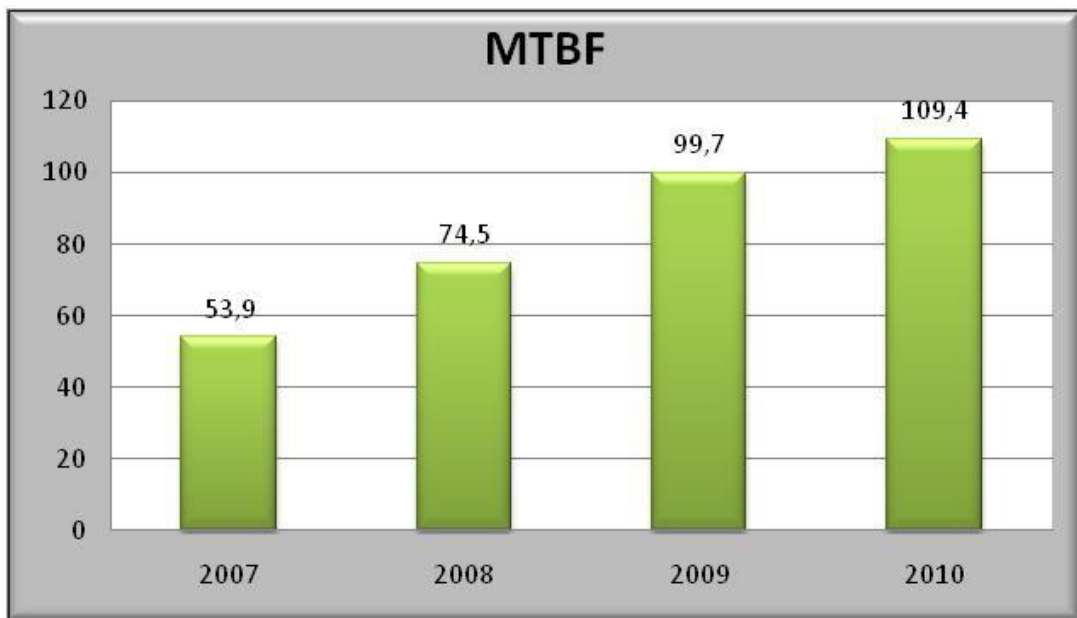


Figura 49: Tiempo medio entre fallas (MTBF)



Fuente: Los Autores

Figura 50: Costos de Mantenimiento

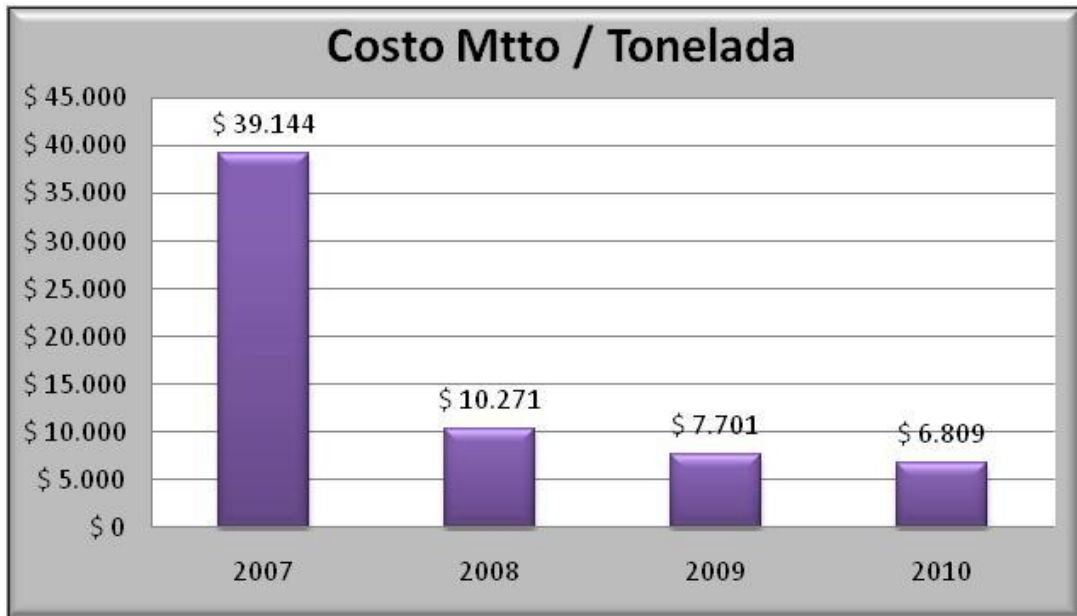
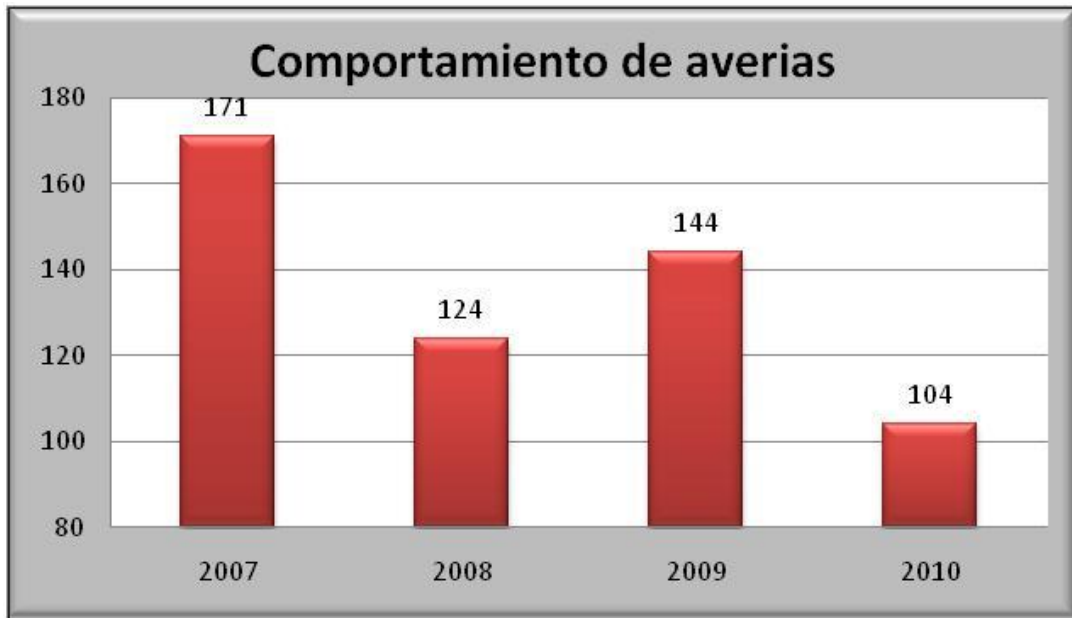


Figura 51: % de Ejecución de mantenimiento planeado.



Fuente : Los Autores

Figura 52: Comportamiento de Fallos



5.2.2 Resultados intangibles

Adicionalmente a lo evidenciado gracias a las distintas mediciones que establece el mismo programa se han logrado evidenciar varios beneficios adicionales no cuantificados, como son:

- Disciplina y cultura, ejemplo reuniones diarias donde se revisan resultados del día anterior y refuerzo de pilares según programación
- Conciencia del impacto desde el puesto de trabajo a las estrategias de la organización, ejemplo análisis y control de presupuesto
- Cambio de imagen de mantenimiento de “apaga fuegos” a técnicos maestros, a enseñar y acompañar, convirtiendo el conocimiento tácito en explícito.
- Involucramiento del personal, la gente de mantenimiento está realizando LUP's, estándares, ADF, criticidad ABC, ciclos CAPDo

CONCLUSIONES

Hoy con una competitividad mayor que nunca antes, es indudable que el TPM es una de las alternativas para hacer la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas. Ha quedado demostrada su eficacia no sólo en plantas industriales como en el caso de estudio, sino también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y otras varias actividades. Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes" o una moda pasajera, sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se hallan comprometidos para siempre, incluida la gran inversión de tiempo mientras que dure su implementación. Si cada quien se compromete como debe, los resultados serán excelentes comparados con la inversión realizada.

El TPM mas allá de ser un excelente programa o una técnica con formulas para la transformación de una compañía, es un proceso de transformación cultural de toda la estructura organizacional que requiere cada vez un mayor compromiso y participación de todos los empleados en la mejora continua para obtener cada vez una mayor eficiencia y efectividad en los procesos.

Tras el análisis de los resultados se evidencia que TPM no solo es una herramienta que beneficia la creación de cultura organizacional si no que demuestra ahorros significativos a todo nivel, caso puntual podemos ver los resultados obtenidos en el proceso de Ingeniería y Montajes en donde los aumentos de Disponibilidad de los equipos no son resultados que se consigan por casualidad sino que son consecuencia de un arduo trabajo con la gente.

También queda demostrado que los resultados obtenidos durante la implementación del TPM en Pastas Doria se logran a través de sinergias entre todos los pilares definidos, lo cual refuerza que el trabajo en conjunto es mayor que la suma de sus partes.

El ejercicio desarrollado en Doria, ha dejado a la fecha un profundo impacto en cada uno de los integrantes de la organización, los cuales cada día se convencen más que después de un trabajo enfocado y metódico se consiguen los resultados soñados, esto ha llenado de mucha satisfacción a todos los colaboradores de la organización ya que son estos los actores principales en el cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos.

Bibliografía

- SUZUKI, tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: Productivity Press, 1995. 385 p.
- Gobin, P.; M. P., Duviou; J. H., Wong; B. B., Buchanan y K. K., Kobrehel, Change in sulfhydryl-disulfide status of wheat proteins during conditioning and milling, Cereal Chem., 73, 495-498(1996).
- IMC, Curso mantenimiento planeado, Medellín: 2007

ANEXO No 1

Hoja de auditoría para paso 1 del mantenimiento planificado

Auditoría del mantenimiento planificado						
Paso 1. Evaluar y comprender condiciones						
Situación: _____			Auto- auditoría: _____			
Fecha: _____			Audit-jefe sección (85+) _____			
Auditor: _____			Auditoría dirección (80+) _____			
Actividad	Puntos clave de auditoría	Max. Punt.	100%	80%	60%	Observac.
1. preparar registros de equipos	-¿Hay registros para cada unidad de equipo?	10				
	-¿Incluyen los registros historias de fallos?	5				
	-¿Incluyen los registros historias de reparación?	5				
2. Evaluar y seleccionar equipo PM	-¿Se han formulados criterios y atributos de evaluación de equipos? ¿Son apropiados?	5				
	-¿Se han evaluado todos los equipos?	5				
	-¿Es apropiada la selección de equipos y componentes PM?	5				
	-¿Esta el equipo PM marcado claramente como tal?	5				
3. Realizar clasificación de fallos	-¿Están apropiadamente definidos los fallos del equipo?	5				
	-¿Están apropiadamente definidos los tiempos en vacío y pequeñas paradas?	5				
	-¿Están apropiadamente definidos los fallos del proceso?	5				
4. Comprender condiciones y nivel de mantenimiento	-¿Se mantienen cuentas y gráficos de fallos y pequeñas paradas?	10				
	-¿Se conoce la frecuencia y severidad de fallos?					
	-¿Se calcula el MTBF?					
	-¿Se registran en gráficos los fallos principales e intermedios?	5				
	-¿se conocen los costes del mantenimiento? ¿Están claras sus categorías de asignación?	5				
5. Establecer referencias y metas	-¿Se han fijado metas de referencia y de reducción apropiadas para fallos, tiempos en vacío y pequeñas paradas?	5				
	-¿Se han establecido apropiadamente metas de referencia y objetivos para MTBF?	5				
	- ¿Se han fijado apropiadamente marcas de referencia y objetivos para tasas de mantenimiento de averías y de mantenimiento periódico?	5				
6. Prepara plan de acción	-¿Hay algún plan de acción para el desarrollo paso a paso?	5				
	-¿Se ha preparado la iniciación del paso 2 y se han asignado claramente responsabilidades?	5				

ANEXO No 2.

Formato de registro de equipo

1. Activo N. _____
2. Equipo: _____ Modelo N. _____ Plano N. _____ Espec. N. _____
3. Situación: _____ Fabrica: _____ Planta: _____ Proceso: _____ Reg. Movimientos: _____
4. Fabricante: _____ Fecha de fabricación.: _____ Fecha de instalación.: _____
Fecha de test: _____ Fecha del arranque: _____
5. Registro de especificaciones de cambios

Fecha	Especificaciones del equipo	Condiciones de operación

6. Registro de mantenimiento

Fecha	Servicio periódico	Movimiento correctivo	Fallos principales

7. Especificaciones del principal equipo auxiliar

ANEXO No 3.

Formato de informe de acciones y prevención de repetición de fallos

INFORME DE FALLO							
INESPERADO N. _____							
Director división	<input type="checkbox"/>			Director de sección	<input type="checkbox"/>		
Supervisor	<input type="checkbox"/>			Supervisor	<input type="checkbox"/>		
Líder de equipo	<input type="checkbox"/>			Líder	<input type="checkbox"/>		
Equipo de fallo: <u>Bombas de aceite caliente</u>		Modelo n. <u>P.XXX</u>		Tiempo	<input type="checkbox"/>		
Fecha: _____	Tiempo _____ (min)			Total	(Min)		
Reparado en _____	Tiempo _____ (min)						
<p>Descripción Se paró la bomba para reemplazar el cierre mecánico. Cuando se hizo arrancar la bomba, se rompió el acoplamiento, de modo que la bomba paro de nuevo. La bomba P-XXX bombea aceite caliente a la temperatura normal de 200-250°C. Como el mecanismo de estanqueidad mecánico tenía una fuga, se paró la bomba para reemplazarlo después de primeramente conectar la bomba de reserva P-XXX. El acoplamiento se rompió cuando se hizo arrancar de nuevo la bomba después de reemplazar el mecanismo de estanqueidad.</p>							
<p>Análisis del fallo: (Causas directas, causas indirectas, causas reales).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El acoplamiento se ha enfriado mientras el mecanismo de estanqueidad se estaba reemplazando. La bomba se hizo arrancar después de conectar el acoplamiento al eje de la bomba, que estaba aun caliente. 2. No se chequeo el estado del acoplamiento. 							
<p>Acción y contramedidas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Precalentar un acoplamiento de repuesto y montarlo cuando la diferencia la temperatura entre el y el eje de la bomba este dentro de un rango especificado. 2. Especificar un método para verificar el estado de la unión de acoplamiento después de la instalación, e incluir esto dentro de los estándares de trabajo 							
<p>Acción para evitar fallos similares</p>							
Situación	Equipo	Plan acción	Acción ejec	situación	equipo	Plan acción	Acción ejec
	Bomba de aceite caliente P-X	/	/			/	/
	Bomba Alta temperatura P-X	/	/			/	/
	Maquinas Rotativas de alta temperatura	/	/			/	/

ANEXO No 4.

a) Resumen periódico de fallos

RESUMEN PERIODICOS DE FALLOS										
<i>Periodo:</i>					<i>director de departamento:</i> _____					
<i>Total acumulado:</i>					<i>Jefe de sección:</i> _____					
FALLOS MECANICOS			EQUIPO PM				CONJUNTO DEL EQUIPO			
EQUIPOS	Total men	% men	Total acum	% acum	Total men	% men	Total acum	% acum	Tiempo parada	Horas reparación.
<i>Mezcladoras</i>	0	0,0	2	1,5	0	0,0	2	1,3	.00	.00
<i>Separadores</i>	3	23,1	49	36,6	3	23,1	49	31,0	.00	.17
<i>Filtros</i>	2	15,4	3	2,2	2	15,4	4	2,5	.00	18,00
<i>Bombas</i>	1	7,7	14	10,4	1	7,7	17	10,8	.00	.00
<i>Agitadores</i>	1	7,7	8	1,5	1	7,7	3	1,9	.00	.33
<i>Tanques</i>	0	0,0	2	1,5	0	0,0	15	9,5	.00	.00
<i>Cristalizadores</i>	2	15,4	6	4,5	2	15,4	6	3,8	.00	2,00
<i>Tamices</i>	0	0,0	2	1,5	0	0,0	2	1,3	.00	.00
<i>Elevadores</i>	0	0,0	9	6,7	0	0,0	9	5,7	.00	.00
<i>Transportadores vibrantes</i>	0	0,0	4	3,0	0	0,0	4	2,50	.00	.00
<i>Transportadores de tomillo</i>	0	0,0	8	6,0	0	0,0	9	5,7	.00	.00

b) Lista de fallos de equipo

LISTADO DE FALLOS DE EQUIPOS							
<i>Fecha de inspección 3/8/89</i>							
<i>Periodo: 1/4/89 a 15/8/89</i>							
Prod. #	Equipo	Fecha de fallo	Clase	Componente	Descripción	Fallo	observaciones
CF – 7302	Separador n. 2	4/4/89	C	Cinta descargada	Parada		Anomalía en sensor de limite de cinta
CF – 7302	Separador n. 2	5/4/89	C	Cinta descargada	Parada	Fallo en descarga	
CF – 7302	Separador n. 2	11/4/89	C	Cinta descargada	Excedido tiempo de ciclo	Fallo en Descarga	Ocurrido 2 veces , causa posible, fricción con extremo superior
CF – 7302	Separador n. 2	14/4/89	C	Cinta descargada	Parada	Fallo en descarga	Fallo en volver a horizontal en limite superior cinta
CF – 7302	Separador n. 2	20/4/89	C	Cinta descargada	Parada	Atascada	

ANEXO No 5.

Procedimientos de seguridad ejecutados antes de empezar el trabajo de mantenimiento.

I. Deberes de supervisores en inspección y trabajo

Parr. 110: Los supervisores se conducirán en todo momento dando ejemplo y evitando peligros y danos:

- Observando todos los requerimientos legales y reglas de la planta.
- Tomando todas las precauciones de seguridad establecidas por la dirección de seguridad de la planta o director relevante.
- Asegurando que todos los que realizan el trabajo se comportan similarmente.

II. Procedimiento a seguir antes de comenzar el trabajo.

Parr. 111: Los supervisores no darán orden de comenzar el trabajo de inspección a menos de que se hayan adoptado y confirmado las siguientes acciones con el director de seguridad, el jefe de la sección donde se localiza el equipo, y los operarios que realizan el trabajo.

1. Cuando se trabaje en áreas peligrosas en presencia de productos petroquímicos o reactivos y gases usados en los procesos de refino o se realizan tareas especiales tales como mover cargas pesadas:
 - El plan de trabajo se confirma solo después de que se ha chequeado el área y todas las cuestiones de seguridad se han revisado de conformidad con el programa, técnicas, procedimientos de desmontaje y montaje, y supervisión y dirección de trabajo.
 - Se ha designado una persona específica para responsabilizarse del trabajo.
 - Se ha dado a los trabajadores información completa de los contenidos del plan de trabajo y se les ha facilitado la necesaria formación sobre seguridad.
2. De acuerdo con las "Reglas de autorización de Comienzo de Trabajo" se unirán al equipo relevante tarjetas de autorización que permiten el comienzo del trabajo o abrir el equipo.
3. Se han revisado y están dispuestos los mecanismos de seguridad y los vestidos protectores necesarios para el trabajo.
4. Cuando tengan que prepararse bombas o compresores, los relevantes motores de mando se habrán desconectado en el lugar de trabajo y en la toma general. Además se instalara una nota de aviso en la estación de toma de corriente indicando que se esta haciendo el trabajo.
5. Cuando tengan que repararse tanques de mezcla o enfriadores por aire, se desconecta el motor, de mando relevante en el lugar de trabajo. Además se encadena el conmutador del lugar de trabajo para impedir su funcionamiento, y se coloca una nota avisando que se esta haciendo el trabajo.
6. Se verifica que el equipo a trabajar es el correcto.
7. Se descarga la presión y se purgan los materiales volátiles de cualquier equipo que tenga que desmantelarse o abrirse; además se cierran fuertemente válvulas y grifos en el equipo químico o se instalan placas de bloqueo, con el fin de evitar que se descarguen en el área de trabajo; sustancias peligrosas o vapor de temperatura elevada; estas válvulas, grifos y placas asimismo se encadenan y o bien se colocan notas de aviso para que no se abran o se coloca una persona de guardia.
8. Adicionalmente, tienen que cumplirse los procedimientos y condiciones especificados en "procedimientos para realizar trabajos en los puntos de instalación"
9. Cuando se comience el trabajo, se toman primero las precauciones oportunas particularmente se conecta el equipo a tierra para evitar descargas de electricidad estática cuando se realicen limpiezas de vapor, lavado con keroseno, pintura, o otros trabajos con pulverizaciones.

ANEXO No 6.

Informe de autorización de comienzo y terminación del trabajo

Fecha _____ Trabajo# _____ Tarjeta autor# _____		¿Se usa llama desnuda? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Tarjeta de autor #: _____																																																																																																																																																																																							
TAREA	Instalación _____ Nuevo <input type="checkbox"/> Construcc <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Descripción del trabajo: _____ SI NO Instrucciones: _____																																																																																																																																																																																								
Subcontratista: _____ Superintendente de trabajo _____ Director del trabajo: _____ Num. De trabajadores: _____ Situación: _____ Equipo: _____		Tiempo de comienzo programado: _____ Tiempo de terminación programado: _____																																																																																																																																																																																							
PUNTOS DE CHEQUEO PREVIOS AL COMIENZO																																																																																																																																																																																									
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Depto. Producc.</th> <th colspan="2">Depto. trabajos</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Autor</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Autor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>¿Ha chequeado los detalles del trabajo el responsable?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>¿Se ha purgado apropiadamente el equipo: es la presión interna igual a la atmosférica?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>¿Está el equipo apropiadamente etiquetado?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>¿Hay procedimientos completos para detectar gases inflamables, tóxicos y asfixiantes?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gases inflamables _____ %</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gases Toxicos _____ ppn</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gases asfixiantes _____ %</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>¿Están instaladas correctamente las placas de bloqueo en válvulas y otros mecanismos?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>¿Esta desconectado el equipo?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>¿Se han colocado señales de la desconexión? (en conmutador del lugar de trabajo y en toma general)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>¿Están apropiadamente sellados los drenajes?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>¿Se han retirado o protegido apropiadamente los materiales inflamables?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>9.</td> <td>¿Se muestran en el lugar de trabajo avisos de que se emplean sopletes y soldadores?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>10.</td> <td>¿Se ha recibido permiso para mover vehículos en zonas peligrosas?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>11.</td> <td>¿Están instalados extintores?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>12.</td> <td>¿Están legalmente cualificados los trabajadores?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>13.</td> <td>¿Está correctamente instalado el andamiaje o programada su instalación?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>14.</td> <td>¿Están informados todos los lugares de trabajo relevantes?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>15.</td> <td>¿Existen medidas para garantizar la seguridad si se interrumpen los circuitos de los instrumentos de medida?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>16.</td> <td>¿Se han facilitado trajes protectores? (equipos de reanimación, guantes, cadenas de seguridad, gafas de seguridad, mascarar Faciales, botas caucho, mascarar de gas, mascarar respiratorias, mascarar de oxigeno)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>17.</td> <td>¿Se han colocado etiquetas de autorización de comienzo de trabajo?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				Depto. Producc.		Depto. trabajos				SI	NO	Autor	SI	NO	Autor	1.	¿Ha chequeado los detalles del trabajo el responsable?							2.	¿Se ha purgado apropiadamente el equipo: es la presión interna igual a la atmosférica?							3.	¿Está el equipo apropiadamente etiquetado?							4.	¿Hay procedimientos completos para detectar gases inflamables, tóxicos y asfixiantes?								Gases inflamables _____ %								Gases Toxicos _____ ppn								Gases asfixiantes _____ %							5.	¿Están instaladas correctamente las placas de bloqueo en válvulas y otros mecanismos?							6.	¿Esta desconectado el equipo?								¿Se han colocado señales de la desconexión? (en conmutador del lugar de trabajo y en toma general)							7.	¿Están apropiadamente sellados los drenajes?							8.	¿Se han retirado o protegido apropiadamente los materiales inflamables?							9.	¿Se muestran en el lugar de trabajo avisos de que se emplean sopletes y soldadores?							10.	¿Se ha recibido permiso para mover vehículos en zonas peligrosas?							11.	¿Están instalados extintores?							12.	¿Están legalmente cualificados los trabajadores?							13.	¿Está correctamente instalado el andamiaje o programada su instalación?							14.	¿Están informados todos los lugares de trabajo relevantes?							15.	¿Existen medidas para garantizar la seguridad si se interrumpen los circuitos de los instrumentos de medida?							16.	¿Se han facilitado trajes protectores? (equipos de reanimación, guantes, cadenas de seguridad, gafas de seguridad, mascarar Faciales, botas caucho, mascarar de gas, mascarar respiratorias, mascarar de oxigeno)							17.	¿Se han colocado etiquetas de autorización de comienzo de trabajo?						
		Depto. Producc.		Depto. trabajos																																																																																																																																																																																					
		SI	NO	Autor	SI	NO	Autor																																																																																																																																																																																		
1.	¿Ha chequeado los detalles del trabajo el responsable?																																																																																																																																																																																								
2.	¿Se ha purgado apropiadamente el equipo: es la presión interna igual a la atmosférica?																																																																																																																																																																																								
3.	¿Está el equipo apropiadamente etiquetado?																																																																																																																																																																																								
4.	¿Hay procedimientos completos para detectar gases inflamables, tóxicos y asfixiantes?																																																																																																																																																																																								
	Gases inflamables _____ %																																																																																																																																																																																								
	Gases Toxicos _____ ppn																																																																																																																																																																																								
	Gases asfixiantes _____ %																																																																																																																																																																																								
5.	¿Están instaladas correctamente las placas de bloqueo en válvulas y otros mecanismos?																																																																																																																																																																																								
6.	¿Esta desconectado el equipo?																																																																																																																																																																																								
	¿Se han colocado señales de la desconexión? (en conmutador del lugar de trabajo y en toma general)																																																																																																																																																																																								
7.	¿Están apropiadamente sellados los drenajes?																																																																																																																																																																																								
8.	¿Se han retirado o protegido apropiadamente los materiales inflamables?																																																																																																																																																																																								
9.	¿Se muestran en el lugar de trabajo avisos de que se emplean sopletes y soldadores?																																																																																																																																																																																								
10.	¿Se ha recibido permiso para mover vehículos en zonas peligrosas?																																																																																																																																																																																								
11.	¿Están instalados extintores?																																																																																																																																																																																								
12.	¿Están legalmente cualificados los trabajadores?																																																																																																																																																																																								
13.	¿Está correctamente instalado el andamiaje o programada su instalación?																																																																																																																																																																																								
14.	¿Están informados todos los lugares de trabajo relevantes?																																																																																																																																																																																								
15.	¿Existen medidas para garantizar la seguridad si se interrumpen los circuitos de los instrumentos de medida?																																																																																																																																																																																								
16.	¿Se han facilitado trajes protectores? (equipos de reanimación, guantes, cadenas de seguridad, gafas de seguridad, mascarar Faciales, botas caucho, mascarar de gas, mascarar respiratorias, mascarar de oxigeno)																																																																																																																																																																																								
17.	¿Se han colocado etiquetas de autorización de comienzo de trabajo?																																																																																																																																																																																								
Confirmación de seguridad		He verificado la condición de equipos, materiales, y contorno, y confirmo que hay seguridad para comenzar el trabajo																																																																																																																																																																																							
Encargado /Líder equipo: _____ supervisor producción: _____ Supervisor de trabajos _____																																																																																																																																																																																									
Grandes recipientes		Cuando se tienen que abrir, entrar o sellar grandes recipientes, obtener autorización de acuerdo con las Reglas de Autorización de comienzo de trabajo.																																																																																																																																																																																							
Director inspección : _____ Director sección prod: _____ Director sección trab: _____ Director de Seguridad: _____																																																																																																																																																																																									
Puntos de chequeo de terminación																																																																																																																																																																																									
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">Dept. Trabajos/Subcontratista</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Secc</th> <th>Term</th> <th>Autor.</th> <th>Obser</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>¿Se han apagado todas las llamas después de usarlas?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>¿Están todas las mangueras de gas y cables ordenados limpiamente y sin obstrucciones?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>¿Están en off todos los interruptores de tableros de distribución y de otros puntos?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>¿Están debidamente aseguradas contra el viento las instalaciones temporales tales como andami Os paneles a prueba de fuego, placas de protección, etc.?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>¿Están los equipos, repuestos, materiales, etc. Limpios pulidos y debidamente ordenados?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>¿Se han informado al Departamento de producción que se ha terminado el trabajo del día?</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				Dept. Trabajos/Subcontratista						Secc	Term	Autor.	Obser	1.	¿Se han apagado todas las llamas después de usarlas?					2.	¿Están todas las mangueras de gas y cables ordenados limpiamente y sin obstrucciones?					3.	¿Están en off todos los interruptores de tableros de distribución y de otros puntos?					4.	¿Están debidamente aseguradas contra el viento las instalaciones temporales tales como andami Os paneles a prueba de fuego, placas de protección, etc.?					5.	¿Están los equipos, repuestos, materiales, etc. Limpios pulidos y debidamente ordenados?					6.	¿Se han informado al Departamento de producción que se ha terminado el trabajo del día?																																																																																																																																										
		Dept. Trabajos/Subcontratista																																																																																																																																																																																							
		Secc	Term	Autor.	Obser																																																																																																																																																																																				
1.	¿Se han apagado todas las llamas después de usarlas?																																																																																																																																																																																								
2.	¿Están todas las mangueras de gas y cables ordenados limpiamente y sin obstrucciones?																																																																																																																																																																																								
3.	¿Están en off todos los interruptores de tableros de distribución y de otros puntos?																																																																																																																																																																																								
4.	¿Están debidamente aseguradas contra el viento las instalaciones temporales tales como andami Os paneles a prueba de fuego, placas de protección, etc.?																																																																																																																																																																																								
5.	¿Están los equipos, repuestos, materiales, etc. Limpios pulidos y debidamente ordenados?																																																																																																																																																																																								
6.	¿Se han informado al Departamento de producción que se ha terminado el trabajo del día?																																																																																																																																																																																								
Confirmación		Confirmando que he realizado los chequeos anteriores.																																																																																																																																																																																							
Director trabajos subcontratistas/supervisor de trabajos: _____ Confirmando los resultados de los chequeos anteriores: Departamento de producción – Confirmando por: _____		Tiempo: _____																																																																																																																																																																																							

ANEXO No 7.

Informe semanal de mantenimiento con parada

GENERAL

No hay danos a empleados de contratistas

Progreso del trabajo del mantenimiento con parada 97-98%

MANTENIMIENTO CON PARADA

Planta C: Un test de fugas en tubos revelo fugas en los fondos de los intercambiadores de calor de alimentación/descarga de aceite de tres reactores. Una era debida a una fuga en la soldadura de sellado de un tubo obturador. Las otras dos serán debidas a fisuras en extremos de tubos. Todas ellas han sido reparadas. Se ha completado la carga de catalizador de los reactores.

Planta B: Basándose en los resultados de una inspección con rayos y de los tubos del horno de calor después de descoquificar, se ha repetido la operación de descoquificar

Planta A: Satisfactorio el test de fugas del distribuidor: comenzada inspección de reemplazo de cubierta

NUEVO TRABAJO

Plan B: Los test han revelado que algunas boquillas de pulverización de las 32 bandejas de lavado estaban obstruidas.
Se ha instalado un tamiz de 10 mallas en la salida de la bomba y la línea se limpia por inyección de aire.
El trabajo cumple el programa.

INSPECCIONES DEL GOBIERNO

Planta C: 22/8 seguridad contra fuego

Planta D y E: 25/8 seguridad contra fuego, gas de alta presión

Planta B: 26/8 seguridad contra fuego

Planta A: 29/8 seguridad contra fuego

ELEMENTOS ESPECIALES

Ninguno
