

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
ESCUELA DE POSGRADO**

**SECCIÓN DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
- ENERGIA**



**“IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE TUBOS  
DE ACERO SIDER PERU - GERDAU”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAGISTER EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**AUTOR: CARLOS ANTONIO PORRAS GUZMÁN**

**CALLAO – PERÚ**

**2012**

## DEDICATORIA

La presente tesis, la dedico con mucho afecto:

- A Dios Todopoderoso por haberme dado la sabiduría y el entendimiento para poder llegar al final de mi carrera, por proveerme de todo lo necesario para salir adelante y por todo lo que me ha dado.

- A mi Madre Nelly Tomasa Guzmán Collazos, que forjó mi educación en el hogar, enseñándome el amor, el respeto, la perseverancia, la lucha aún en los peores momentos familiares.

- A mis hermanos Melissa y Miguel Porras Guzmán quienes siempre tuvieron para mí una palabra de apoyo, un abrazo de amigo, un aliento de hermano.

- A mi esposa Edit Barrientos Minaya, quien en todo momento con cada gesto o con cada palabra demuestra estar conmigo en cada proyecto nuevo que enrumbo.

- A mi hija Zahira Valentina Porras Barrientos, por ser la luz e inspiración de mis días.

### **Mis Agradecimientos a:**

- Dr. Mg. Juan Lara Márquez, como mi asesor, el cual tuvo la paciencia de corregir los borradores para culminar con éxito para culminar con éxito la presente tesis.
- Dra. Ing. Estrella de la Paz Martínez, quién revisó el primer borrador de la presente tesis, dándome impulso para seguir adelante.
- Mg. Ing. Félix Guerrero Roldán, por sus enseñanzas desde Pregrado hasta la Maestría, dando un ejemplo a seguir como persona y profesional.
- Mg. Ing. Carlos Eduardo Li García, por sus enseñanzas en las clases de la Maestría brindando sus experiencias adquiridas.
- Ing. Luis Rengifo Bardales, quien me brindó la visión necesaria para la presente Tesis.

## INDICE

PRÓLOGO .....	6
I. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Identificación del Problema .....	12
1.2. Formulación de problemas .....	13
1.3. Objetivos de la investigación .....	13
1.4. Justificación .....	14
1.5. Limitaciones y facilidades.....	14
1.6. Hipótesis de partida .....	15
II.- MARCO TEÓRICO .....	15
2.1. Bases que fundamentan la validez de la Tesis.....	15
2.2. Antecedentes de estudio .....	16
2.3. Mantenimiento Productivo Total. Concepto Teórico .....	16
2.4. Marco conceptual .....	58
2.5. Proceso de producción en la Planta de Tubos .....	58
2.6. Implementación del TPM en la Planta de Tubos .....	58
III.- METODOLOGIA .....	87
3.1. Relación entre las variables de la investigación .....	87
3.2. Tipo de Investigación .....	87
3.3. Diseño de investigación .....	88
3.4. Etapas de la Investigación .....	88
3.5. Metodica de cada momento de la Investigación .....	89
3.6. Operacionalización de variables.....	89
3.7. Población y muestra.....	91
3.8. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	92
3.9. Procedimiento estadístico y análisis de datos .....	93
3.10. Análisis de datos .....	93
IV. RESULTADOS .....	94
4.1. Resultados Parciales .....	94

4.2. Resultados Finales .....	95
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	96
5.1. Contrastación de hipótesis con los resultados.....	99
5.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	99
CONCLUSIONES .....	99
RECOMENDACIONES .....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	100
ANEXOS Matriz de consistencia .....	102

## PRÓLOGO

A lo largo de nuestra existencia pertenecemos a algún tipo de organización; millones de hombres y mujeres de todo el mundo pasan su existencia trabajando en distintas organizaciones enfrentando innumerables desafíos al luchar por cumplir con sus tareas diarias.

Toda organización tiene sus métodos de gestión que le permiten alcanzar las metas trazadas, por ser una organización de producción continua, es de importancia mejorar el tipo de mantenimiento para mejorar la rentabilidad.

El mantenimiento es de suma importancia para garantizar el éxito que pueda tener la organización al alcanzar sus objetivos, para mantener disponibles los equipos y para mejorar los costos operativos.

El cumplimiento de un objetivo y de un estándar de calidad en los productos, es y seguirá siendo para una empresa su principal motivación para el desarrollo de la misma, el mejoramiento continuo general y la representación de la empresa en el proceso de la globalización industrial. De la misma manera el desarrollo de los procesos en una planta o en una línea de producción debe de reflejar el compromiso de todos los grupos de trabajo y de cada uno de sus integrantes, de esta forma se asegura que una metodología de mantenimiento se lleve a cabo desde lo más profundo de la empresa hasta sus alrededores, involucrando el conocimiento total y experimental de los operarios hasta las metodologías científicas expuestas por los ingenieros para resolver problemas de una manera eficiente y bien estructurada.

Se trata de un nuevo concepto de gestión de mantenimiento llamado Mantenimiento Productivo Total (TPM) se puede denotar como un sistema que pretende orientar una empresa o proceso de producción a un nivel de excelencia ideal, en donde no se presenten accidente, avería y defectos, Esto con el fin de centrar el objetivo de la empresa en la obtención de productos y servicios de alta calidad, con los que puedan competir a nivel nacional e internacional, esta ideología se considera como una estrategia para realizar cambios positivos que permitan crear capacidades competitivas mejorando los tiempos de respuesta ya establecidos.

Para el logro de los objetivos trazados en la presente tesis, se seguirá el siguiente plan, como se detalla a continuación:

En el Capítulo 1, se aborda el planteamiento inicial de la investigación donde se identifica y formula el problema de investigación, trazando el objetivo general y específico, así como la justificación y la hipótesis respectiva.

En el Capítulo 2, se elabora el Marco Teórico; se revisa los antecedentes, verificando si en la empresa Siderperu se ha realizado anteriormente el TPM, también se trata acerca de las bases científicas las cuales fundamentan la validez de la presente tesis. Finalmente aquí se trata la definición de términos que faciliten el entendimiento del planteamiento de la tesis.

En el Capítulo 3, se desarrolla la metodología a usar en la presente tesis, así como la relación entre las variables de la investigación, el tipo, el diseño y las técnicas de investigación, la población y muestra, para finalmente ver el procesamiento de los datos y el análisis de los mismos.

En el Capítulo 4, se presentan los resultados parciales y finales donde se incluyen las tendencias.

En el Capítulo 5 se presentan la discusión de los resultados.

## RESUMEN

El mundo vive un proceso de cambio acelerado y de competitividad global en una economía cada vez más liberal, marco que hace necesario cambios de enfoque en la gestión de las organizaciones.

En esta etapa de cambios, las empresas buscan elevar índices de productividad, lograr mayor eficiencia y brindar un servicio de calidad, lo que está obligando que los gerentes adopten modelos de administración participativa, tomando como base central al elemento humano, desarrollando el trabajo en equipo.

Para alcanzar la competitividad y responder de manera idónea la creciente demanda de productos de óptima calidad y de servicios a todo nivel, cada vez más eficiente, rápido y de mejor calidad.

Es así que el Mantenimiento Productivo Total toma importancia como herramienta de gestión para alcanzar una tasa de utilización más alta. El TPM es un proceso de mantenimiento desarrollado para mejorar la productividad de los procesos de toma más fiable y con menores residuos.

Su implementación requiere tiempo, recursos y esfuerzos de toda la organización, esfuerzos que con el tiempo se ven reflejadas en la productividad, la calidad, los costos, la rentabilidad, la competitividad, la motivación, seguridad y medio ambiente.

La duración de la implementación es entre 1 a 3 años, la principal razón de esta larga duración se debe a la participación básica y la formación necesaria para la participación de Mantenimiento Autónomo, donde los operadores participen en la restauración de los equipos a su capacidad y estado original y luego mejorar el equipo.

En la presente tesis, se busca implementar el Mantenimiento Productivo Total en la Planta de Manufactura de tubos, para poder mejorar los costos operativos y poder ser más competitivos.

El mercado nacional de tubos pide una demanda de 6 000 Ton / mes, demanda que no es satisfecha por la planta debido a las múltiples paradas que se tienen por distintos factores que serán analizados.



En la actualidad la planta puede producir 3 500 Ton / mes, producción que no se viene realizando debido a los altos costos operativos en relación a nuestros más cercanos competidores.

Con la implementación del TPM se busca determinar el mejor procedimiento para evitar las pérdidas metálicas, las paradas de máquinas, los cambios de proceso, con miras a ser más competitivos.

En síntesis, el TPM busca contribuir como herramienta estratégica de gestión a alcanzar los objetivos de la organización, buscando mejorar la calidad del ambiente laboral y buscando encontrar el mismo producto de alta calidad a un mejor costo operativo.

## ABSTRACT



## **I.- PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.-IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.-**

La empresa SIDERPERU – GERDAU es la principal empresa siderúrgica del Perú. Desde 1956 se dedica a la fabricación y comercialización de productos de acero de alta calidad. El Complejo Siderúrgico, ubicado en la ciudad de Chimbote, está instalado en un extenso terreno de aproximadamente 600 hectáreas y tiene una capacidad de producción superior a las 500 mil toneladas de productos terminados de acero. Una de las plantas pertenecientes a Siderperu es la planta de Tubos, esta planta fabrica tubos cuadrados y redondos electro soldados de diferentes espesores. Debido a la alta demanda (6 000 Ton / mes) es necesario bajar los costos operativos para ser competitivos en un mercado nacional que se ha perdido (Siderperu provee ahora el 33% del mercado nacional con 2 000 Ton / mes luego de tener el 80% del mercado) debido a múltiples factores como:

- El precio de los tubos es más que la competencia (4% más caro que Aceros Arequipa, 8% más caro que tubos importados ecuatorianos y 10% más caros que tubos importados chinos)
- Las paradas no programadas en la planta van en crecimiento, debido a un plan de mantenimiento no específico.
- La mala comunicación entre las áreas de operación y ventas, debido a que cada área defiende sus puntos de vista. Ventas defiende capacidades de venta y Producción defiende la capacidad máxima de la líneas para que sus costos bajen.
- Las demoras en los cambios de proceso, producto de la división entre operadores y mantenedores, debido a que cada una de las partes trata de evitar responsabilidades no comprometiéndose con el proceso.
- La excesiva pérdida metálica por línea, producto a las continuas paradas. Esto se puede deber a que cuando la máquina para, toda la materia prima que queda en la línea es chatarra.
- La falta de estándar de velocidades de las líneas tuberas, debido a falta de dispositivos mecánicos que permitan regular y optimizar la velocidad de la línea. (Cada parada influye directamente en la rentabilidad que en promedio es de 25%).

## **1.2.-FORMULACION DE PROBLEMAS.-**

### **PROBLEMA GENERAL.-**

¿Si se implementara otro sistema de mantenimiento se podrá mejorar los costos operativos en la planta de manufactura de tubos?

### **SUB PROBLEMAS.-**

¿Con qué sería la frecuencia se tendría que hacer el mantenimiento preventivo en las máquinas tuberías para minimizar la pérdida de competitividad?

¿Qué acciones se deben diseñar e implementar para mejorar significativamente la velocidad de producción en las líneas tuberías?

¿Qué acciones se deben implementar para disminuir los tiempos de cambios de proceso?

¿Qué herramientas de gestión se deberán implementar para contribuir a la mejora de la Productividad de la Planta de Siderperu?

## **1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.-**

### **OBJETIVO GENERAL.-**

Encontrar que tipo de mantenimiento sería el más adecuado para solucionar el alto costo operativo de la producción en la planta de Tubos.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO.-**

-Determinar en qué medida mejorando el mantenimiento preventivo se minimizará la pérdida de competitividad en la planta de tubos.

-Determinar en qué medida si se automatizan algunos procesos se mejorará la utilización de la planta de tubos de Siderperu.

-Determinar en qué medida mejorando el pistón de las cortadoras puede mejorar la velocidad de la máquina tubera.

-Determinar si implementando las 5S (Herramienta de gestión de calidad básica para mejorar el tipo de vida), Lean Manufacturing (Filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) y Coach como herramientas de gestión contribuirá a mejorar la productividad de la planta de tubos.

#### **1.4.- JUSTIFICACIÓN.-**

Con la implementación del Mantenimiento Productivo Total (MPT), también reconocida por sus siglas en inglés TPM de Total Productive Maintenance, a la Planta de Tubos se tendrá el mismo producto de alta calidad a un precio más competitivo que permitirá a la empresa SIDERPERU seguir manteniendo el prestigio comercial dentro del mundo de la siderurgia.

El TPM buscará mejorar el tiempo de mantenimiento preventivo, correctivo y el cambio de proceso, especializando al personal en mantenimiento y montaje de rodillos, buscando que los operadores de línea sean los encargados del mantenimiento, y los mantenedores solo el soporte del mantenimiento, Esto ahorrará los costos de horas hombres o incrementará la productividad.

A su vez el TPM buscará integrar todas las jefaturas con procedimientos adecuados entre Ventas, Programación y Producción. Todo esto para beneficiar el mantenimiento de las líneas.

#### **1.5.- LIMITACIONES Y FACILIDADES.-**

##### **LIMITACIONES.-**

-El corto tiempo que se tiene para implementar el TPM, ya que la tecnología avanza, y el mercado se viene perdiendo (Antes Siderperu tenía el 80% del mercado nacional, ahora solo tiene el 33%), para lo cual hay que tomar acción inmediata.

-Para poder sacar los márgenes de costos de operación de las competencias se ha tenido que estimar en relación al precio de venta, ya que es información restringida.

-La sensibilidad de los costos de operación, debido a que si programación, programa poco tonelaje, el precio sube exponencialmente.

##### **FACILIDADES.-**

-El conocimiento del personal del problema principal, que son los altos costos de operación

-La buena relación de los colaboradores con los gestores, lo que permite que el clima laboral esté en óptimas condiciones como para empezar un cambio en la gestión.

-El apoyo de colegas de distintas áreas para poder acceder a información de crucial importancia para el desarrollo de la presente tesis.

## **1.6.- HIPOTESIS DE PARTIDA.-**

Si se cambiara el programa de mantenimiento actual por otro programa de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total en la fabricación de Tubos de la planta de Siderperu podríamos mejorar los costos operacionales y ser competitivos internacionalmente.

## **II.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1 BASES QUE FUNDAMENTAN LA VALIDEZ DE LA TESIS**

#### **2.1.1.- BASE SOCIAL:**

- Satisfacer al mercado con un producto de calidad y prestigio a un precio competitivo.
- Mejorar la utilización de las máquinas y efectividad de los equipos y sistemas.
- Incrementar los niveles de eficiencia en la Gestión de Mantenimiento.
- Evitar pérdidas metálicas por paradas de máquina no programadas.
- Determinar mejores procedimientos para los cambios de procesos.
- Mejorar la capacidad, calidad y entrenamiento Técnico del Personal Operativo.
- Mejorar la gestión temprana de equipos.

#### **2.1.2.- BASE TEÓRICA:**

- Para poder obtener mejores resultados se buscará implementar el TPM, proceso de mantenimiento desarrollado para mejorar la productividad de los procesos de toma más fiable y con menores residuos.
- Se buscará asociar el TPM con otras herramientas de Gestión como el Coach, Smed, Lean Manufacturing y 5S.

## **2.2.- ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

La Ing. Violeta Tiburcio Rodríguez ha realizado estudios de implementación de MRP II al TPM, buscando mejorar la parte administrativa de la empresa (Stocks, materiales) como antesala al TPM, estos estudios lo realizó en la UNMSM.

El Institutionen de Material-och produktion steknik estudió la implementación del TPM en sistemas de fabricación flexible, teniendo buenos resultados.

En Alemania el Ing. Daniel Ottosson estudió la implementación del TPM en una línea automotriz, viendo en este estudio óptimos resultados.

Todos los trabajos anteriormente mencionados y otros más relacionados al tema representan el antecedente sobre el cual se elaborará la presente tesis.

## **2.3.- MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - CONCEPTO TEÓRICO**

En realidad el TPM es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la Segunda Guerra Mundial.

Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió TQM, "Total Quality Management" un nuevo estilo de manejar la industria.

En los años recientes se le ha denominado más comúnmente como "Total Quality Manufacturing" o sea Manufactura de Calidad Total. Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Usando las técnicas de Mantenimiento Preventivo (PM), se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de PM que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los



operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras equivocada), contenida en los manuales.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de TQM, se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de Calidad Total.

El origen del término TPM se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de Nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EEUU. Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de TPM.

## **TPM**

TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades

competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas productivos.

Permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.



FIGURA 1.- Departamentos que interactúan en la implementación del TPM

### **LAS METAS DEL MANTENIMIENTO TPM**

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

### **OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

Los objetivos que busca este mantenimiento son:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costos.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

## **OBJETIVOS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM**

Los objetivos que puede proporcionar a una organización la implantación el TPM se desglosan en los siguientes apartados:

### **Estratégicos**

Ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

### **Operativos**

Tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

### **Organizativos**

Busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TPM

Entre las características más significativas se encuentran las siguientes:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- Dirección de operaciones de mantenimiento y
- Dirección de tecnologías de mantenimiento.

## BENEFICIOS DEL TPM

<b>Organizativos</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Productividad</b>
Mejora de calidad del ambiente de trabajo	Mejora las condiciones ambientales	Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
Mejor control de las operaciones	Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.	Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
Incremento de la moral del empleado	Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas	Reducción de los costes de mantenimiento
Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas		Mejora de la calidad del producto final.
Aprendizaje permanente		Menor coste financiero por recambios.
Creación de un ambiente	Entender el porqué de	

donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.	ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.	Mejora de la tecnología de la empresa
Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.	Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.	Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado
Redes de comunicación eficaces.	Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.	Crear capacidades competitivas desde la fábrica

TABLA 1.- Beneficios del TPM

## **PILARES PRINCIPALES DEL TPM**

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

### **1.- Mejora en la eficacia del Equipo**

La eficacia del equipo es una medida de valor agregado de la producción a través del equipo. PM maximiza la eficiencia del equipo por medio de dos tipos de actividad.

Cuantitativa.- Incrementa la disponibilidad total del equipo y mejora su productividad en un periodo de tiempo.

Cualitativa.- Estabiliza la calidad.

Una meta de TPM es incrementar la eficacia del equipo para que cada parte pueda ser operada en todo su potencial y mantenida a ese nivel. El creer que las cero descomposturas pueden ser alcanzadas es un prerrequisito para el logro del TPM.

## **2.- Mantenimiento Autónomo**

Idealmente quien opera el equipo debería darle mantenimiento, y originalmente, esas dos funciones fueron combinadas.

Hoy muchos gerentes comprenden que un factor decisivo en la competitividad, es un equipo más eficiente. En el fondo, el mantenimiento autónomo es prevención del deterioro.

El mantenimiento desempeñado por los operadores del equipo o mantenimiento autónomo, pueden contribuir significativamente a la eficacia del equipo.

## **3.-Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Aquí se analiza las actividades planeadas de plazo intermedio y largo conducidas por el departamento de mantenimiento: seleccionando estándares de mantenimiento, preparando y ejecutando planes de mantenimiento, manteniendo los registros de mantenimiento, actividades de restauración. Cubre los subsistemas como control de partes, control de lubricación y control del presupuesto de mantenimiento.

## **4.- Prevención del Mantenimiento**

La administración del equipo o maquinaria puede ser dividida en ingeniería del proyecto e Ingeniería de mantenimiento.

La prevención del mantenimiento (PM) es un aspecto significativo de Ingeniería de Proyectos y sirve como interfase entre ésta y la Ingeniería de mantenimiento.

La meta de actividades de prevención del mantenimiento es reducir los costos de mantenimiento y pérdidas por deterioro en el equipo nuevo, considerando los datos de mantenimiento, operatividad, seguridad y otros requerimientos.

En otras palabras significa diseñar e instalar equipo que será fácil de mantener y operar.

## **5.- Entrenamiento en Mantenimiento.-**

Para llevar a cabo las actividades de TPM, la compañía requiere de personal con fuerte destreza en mantenimiento.

Los operadores deben ser instruidos con su propio equipo y desarrollar experiencia práctica y destreza necesaria para mantener operando bien el equipo. Los operadores deben entender la estructura y funciones de su equipo para operarlo apropiadamente.

El personal de mantenimiento debe tener destreza y conocimiento para que los operadores confíen en ellos.

La relación entre los dos grupos es alta puesto que el personal de mantenimiento apoya la capacitación, entrenamiento y guía del personal de producción y por otro lado el personal de producción apoya detectando a tiempo las fallas y, operando y conservando adecuadamente su unidad con labores de limpieza, lubricación y ajustes.

## **EL OPERARIO DE PRODUCCIÓN COMO PROTAGONISTA FUNDAMENTAL DEL TPM**

¿Por qué es importante la formación y adiestramiento del operario de producción en un proyecto TPM?

Es importante que al implantarse el TPM se tenga una clara conciencia de por qué se hace; es por ello que se cree interesante encontrar una serie de justificaciones a la misma. Existen diferentes motivos (desde la óptica del operario de producción) los cuales se clasificaría en negativos y positivos, los cuales serian los siguientes:

- Hay una resistencia generalizada a asumir nuevas funciones.
- Existe escepticismo ante proyectos de cambio.
- Existe desconfianza ante planteamientos de la empresa.
- Existe temor a la propia incapacidad y a la toma de decisiones.
- Predominan los hábitos de trabajo reactivos.
- Existe la creencia de que a partir de determinada época de la vida: "ya no tengo nada que aprender".
- Existe una falta de capacitación técnica generalizada.

- No hay un conocimiento profundo de las propias máquinas y equipos.
- Falta información sobre resultados y cuando se tiene no se sabe interpretar.
- No existen hábitos de trabajar en equipo.
- Falta flexibilidad y polivalencia.
- Predomina la creencia de que la limpieza: "no es mi trabajo".
- Existe desconocimiento sobre estándares, defectos y parámetros de calidad del producto.
- Predomina el: "yo fabrico, tú (mantenimiento) arreglas".

Sin embargo, también ocurre que:

- Puede existir exceso de entusiasmo y grandes expectativas ante la posibilidad de asumir nuevas funciones.
- Pueden existir exceso de recursos preparados.
- Todas las personas sienten curiosidad por naturaleza.
- Todas las personas reaccionan positivamente cuando se facilita el contexto para ello.
- Todos "limpiamos nuestra propia casa".

Y, en definitiva, todos los puntos negativos anteriores pueden ser tratados y mejorados.

### **Entrenando a los operarios a entender su equipo**

El mantenimiento autónomo requiere que los operarios conozcan su equipo. La experiencia en el trabajo, no sólo debe estar relacionada con hacer funcionar el equipo, también debe incluir muchas tareas que son vistas como trabajo del departamento de mantenimiento. La necesidad de este planteamiento se está convirtiendo en obvia a medida que las empresas introducen rebote y sistemas automatizados. Por encima de todo, los operarios necesitan aprender a detectar anomalías. Esto significa desarrollar la habilidad de mirar la calidad de los productos y el funcionamiento del equipo y darse cuenta cuando ocurre algo anormal. Para ello se requieren las siguientes aptitudes:



1. Entender claramente los criterios y ser capaz de juzgar si algo está normal o anormal (capacidad para determinar las condiciones en las que trabaja el del equipo).
2. Cumplimiento estricto de las reglas de funcionamiento (capacidad de mantener el equipo en condiciones).
3. Una respuesta rápida a las anomalías (capacidad de reparar y restablecer las condiciones del equipo).

Cuando un operario ha dominado las tres aptitudes, conocerá el equipo lo suficientemente bien como para reconocer las causas de futuros problemas y darse cuenta de que "esta máquina va a producir defectos", o "esta máquina está a punto de averiarse".

Desarrollando nuevas habilidades:

1. Capacidad de detectar anomalías y realizar mejoras.
2. Capacidad de entender las funciones del equipo y sus mecanismos, así como habilidad para detectar las causas de las anomalías.
3. Capacidad para entender las relaciones entre el equipo y la calidad, y capacidad para predecir problemas de calidad y detectar sus causas.
4. Habilidad para realizar reparaciones.

Obviamente, nadie que domine todos estos conocimientos lo hace a un alto nivel, y no se espera que nadie lo haga rápidamente. En realidad, cada conocimiento debe estudiarse y practicarse durante todo el tiempo que sea necesario para conseguir maestría

### **Clasificación y asignación de tareas de mantenimiento**

Las actividades pensadas para lograr las condiciones óptimas en el equipo y maximizar su eficacia global se refieren bien a mantener el equipo o a mejorarlo. Las actividades de mantenimiento se dirigen a mantener el equipo en un estado deseado, evitando y corrigiendo fallos. Algunas técnicas y actividades de mantenimiento son:

- Operación normal: Operación, ajustes y montajes correctos (prevención de errores humanos)

- Mantenimiento preventivo: Mantenimiento diario (condiciones básicas del equipo, revisiones, pequeño servicio). Mantenimiento periódico (revisiones periódicas, y revisión general periódicas, servicio periódico).
- Mantenimiento predictivo: Verificación de condiciones, servicio a intervalos medios largos.
- Mantenimiento de averías: Detección pronta de anomalías, reparaciones de emergencia.
- Prevención de repeticiones (reparación de averías).

### **Actividades del Departamento de producción**

El departamento de producción debe centrarse en la prevención del deterioro. Debe construir su programa de mantenimiento autónomo alrededor de las siguientes tres clases de actividades:

1. Evitar el deterioro
2. Medir el deterioro
3. Predecir y restaurar el deterioro

Todas estas actividades son importantes, pero es esencial establecer las condiciones básicas del equipo (limpiar, lubricar y apretar pernos) para evitar el deterioro acelerado. Conjuntamente con la revisión diaria hecha con los cinco sentidos, esta es una de las responsabilidades más básicas del departamento de producción.

### **Actividades del Departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento es el jugador clave en el mantenimiento del equipo. Principalmente, debe poner sus esfuerzos en el mantenimiento planificado, en el predictivo y en el correctivo, concentrándose en medir y restaurar el deterioro. Debe reconocer que no es un taller de reparaciones, restaurando el equipo averiado dejándolo en su condición previa a la avería. Como organización de especialistas, su verdadera tarea es elevar la mantenibilidad, operabilidad y seguridad a través de actividades perfiladas para identificar y lograr condiciones óptimas en el equipo. Esto requiere avanzadas capacidades de mantenimiento y tecnología, de modo que los

departamentos de mantenimiento deben esforzarse constantemente en aumentar su acervo técnico.

## **IMPLEMENTACIÓN DEL TPM**

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es designar o contratar un coordinador de TPM de tiempo completo. Será la labor de ese coordinador el "vender" los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral a base de un programa educacional. Se debe convencer al personal de que no se trata simplemente del nuevo "programa del mes", simplemente esa culturización puede tomar hasta más de un año.

Una vez que el coordinador está seguro de que toda la fuerza laboral ha "comprado" el programa de TPM y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción.

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones, sin embargo otros tal vez tengan experiencia de otras plantas o casos previos en la misma y gracias a lo que hayan observado en el pasado y las comparaciones que puedan establecer, se logrará un importante avance. El establecimiento de estas comparaciones, que a veces pueden implicar visitar otras plantas, se denomina "benchmarking" o sea "comparación sobre la mesa" como cuando tenemos dos aparatos de las mismas características y los ponemos sobre la mesa para comparar cada parte en su proceso de funcionamiento. Esta es una de las grandes ventajas del TPM.

A los equipos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia. A fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se la da la mayor publicidad que sea posible a sus alcances. A medida

que la gente se va familiarizando con TPM, los retos se van haciendo mayores ya que se emprenden proyectos de más importancia.

## **ESTRUCTURA DE FASES Y PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM**

### **FASE DE PREPARACIÓN**

#### **PASO 1: ANUNCIO DE LA ALTA DIRECCIÓN DE LA DECISIÓN DE INTRODUCIR EL TPM**

La alta dirección debe anunciar su decisión de implantar el TPM e infundir entusiasmo por el proyecto.

Es esencial el compromiso de la alta dirección con el TPM, pues esto no está necesariamente asegurado con el paso anterior.

Aunque la implantación del TPM dependa de la participación total de los empleados, requiere del persistente apoyo y firme liderazgo de la alta dirección.

La alta dirección debe entender y creer en el concepto TPM antes de su implantación.

#### **PASO 2: LANZAMIENTO DE LA CAMPAÑA EDUCACIONAL**

El entrenamiento y promoción del TPM debe empezar lo antes posible.

El objetivo es, no solamente explicar el TPM, sino elevar la moral y romper la resistencia al cambio.

#### **PASO 3: CREAR UNA ORGANIZACIÓN PARA PROMOVER EL TPM**

Nombrar comités y equipos de trabajo:

**Comité de Dirección.-** Debe estar integrada por los Responsables de Gerencia, Producción, Servicios Técnicos, RRHH y entre sus funciones están:

- Selección de las áreas piloto.
- Constitución de los grupos de trabajo.
- Desarrollar la Ingeniería de Mantenimiento.
- Constitución del comité de control.
- Promover los conceptos del TPM.

- Verificar estado de avance del proyecto.

**Comité de control.-** Esta conformada por Responsables de Producción, Líderes de equipo, Jefe de Mantenimiento, Responsable de Ingeniería y entre sus funciones están:

- Verificar estado de implantación del proyecto.
- Analizar los posibles problemas que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto y actuar sobre las causas que lo generaron.
- Reportar periódicamente al Comité de dirección.

**Equipos de trabajo Interfuncional (Área).-** Entre sus funciones están:

- Mantenimiento Autónomo y de segundo nivel (participación)
- Fuentes principales de las ideas de mejoramiento continuo.
- Deben desarrollar gestión a la vista.
- Interpretar señales débiles.

Este equipo debe ser uno por área y estarán constituidos por personal de operación y mantenimiento del área en cuestión.

**Ingeniería de Mantenimiento.-** Para el desarrollo del TPM es necesario contar con una unidad de Ingeniería de Mantenimiento, fuerte e integrada con el resto de la organización.

-La Ingeniería de Mantenimiento debe ser la referencia cultural de toda la organización de Mantenimiento y promover el mantenimiento y promover el mejoramiento continuo.

Entre los objetivos de Ingeniería de Mantenimiento están:

- Definir y promover políticas de Mantenimiento orientadas a la disminución continua de los costos globales.
- Estandarizar, difundir los sistemas de gestión e informáticos.
- Motivar, evaluar y controlar el desarrollo de los proyectos de mejoramiento continuo.

- Participación directa en decisiones de inversión destinadas a la renovación de equipos.
- Contribuir con la seguridad del trabajo y la protección ambiental.
- Ser el nicho del conocimiento actualizado del mantenimiento y de nuevas tecnologías.
- Mantener actualizado el análisis de gestión global de Mantenimiento.

#### **PASO 4: ESTABLECER POLITICAS Y METAS PARA EL TPM**

- La primera política básica es el compromiso con el TPM e incorporar procedimientos concretos de desarrollo del TPM en el plan de dirección general a mediano y largo plazo.
- Establecer metas anuales cuantitativas y precisas que deben traducirse, en cada departamento y nivel, en acciones para cumplirla.
- Crear una misión de la organización para mejorar la eficacia de los equipos.
- Usar un enfoque centrado en productividad y Mantenimiento Autónomo por los operadores.

#### **PASO 5: FORMULAR UN PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM**

- Este plan debe incluir un programa diario de promoción del TPM empezando por la fase previa a la implementación.
- Se debe buscar implementa los 5 objetivos de desarrollo del TPM en la medida de las necesidades de cada área.
- Para esto se debe realizar un análisis previo.

#### **PASO 6: EL DISPARO DE SALIDA DEL TPM**

- El disparo de salida es una reunión de todos los empleados en donde los directores de alto nivel informan sobre los planes preparados y el trabajo cumplido, así como la estructura de promoción, metas y políticas básicas del TPM.
- También se presenta el plan maestro para el desarrollo del TPM.
- Se busca el consenso y apoyo de todo para estos logros.

## **FASE DE EJECUCIÓN**

### **PASO 7: PROGRAMA DE MEJORA DE LA EFECTIVIDAD DE EQUIPOS.**

- Se organizan los equipos multidisciplinarios para eliminar las pérdidas.
- Atacar inicialmente los equipos con pérdidas crónicas durante la operación.
- Establecer los equipos críticos y medir la efectividad global de los mismos para establecer las pérdidas que conllevan.
- Se puede aplicar el análisis PM como técnica para eliminar pérdidas crónicas.
- También se pueden aplicar otras técnicas de ingeniería industrial o de Calidad Total para eliminar las pérdidas y/o resolver problemas.
- La mejora de la Efectividad de equipos sirve para mejorar las grandes pérdidas como son:

### **TIEMPO MUERTO**

1.- Averías debido a fallas de equipo.

Esporádicos.- Fallos repentinos, drásticos o inesperados de equipo. Normalmente son obvias y fáciles de corregir.

Menores Crónicas.- Son ignoradas a menudo o descuidadas después de intentar corregirlas. Causan un alto % de pérdidas totales y se invierte mucho tiempo y esfuerzo en evitarlas, pero es extremadamente difícil eliminarlas.

2- Preparación y ajustes.

Se producen cuando se ha culminado la producción de un lote y se desea producir otro con variación de las especificaciones (cambio de formato). Esto origina tiempos muertos y productos defectuosos.

La idea es reducir al mínimo los:

Tiempo de Preparación interna: Operaciones que se llevan a cabo mientras la máquina esta parada.

Tiempo de Preparación Externa: Operaciones que se llevan a cabo mientras la máquina está funcionando.

### **PERDIDAS DE VELOCIDAD**

3.- Tiempos en vacío y paradas cortas.

Una parada menor surge por mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva.

No son producidas por averías.

Muchas veces son atoros en líneas la producción es restituida moviendo la pieza o el producto que obstaculiza la marcha y reajustando el equipo.

Causan un efecto drástico en la efectividad de equipo.

Las paradas menores y la inactividad muchas veces se pasan por alto, son difíciles de cuantificar, por ello no se mide generalmente el grado que afectan la productividad.

4.- Velocidad reducida.

Se refieren a la diferencia entre la velocidad ideal diseñada para el equipo y la velocidad real operativa.

Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto.

El equipo puede operar a una velocidad diferente a la ideal, por problemas mecánicos y calidad defectuosa, problemas antecedentes o temor de abusar del equipo por desconocimiento de la velocidad óptima.

## **DEFECTOS**

5.- Defectos en proceso y repetición de trabajos.

Los defectos de calidad en los procesos y el reprocesamiento de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción.

Los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo de los equipos.

Las causas de los defectos crónicos son difíciles de identificar.

También se consideran pérdidas crónicas los defectos que requieren repetición de los trabajos.

La reducción de los defectos y averías crónicas requiere de una investigación cuidadosa y acciones innovadoras para remediarlos.

6.- Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y la producción estable.



Son pérdidas de rendimiento que suceden durante las fases iniciales de producción. Es decir, desde la puesta en marcha hasta la estabilidad de producción. Este tipo de pérdida está latente y la posibilidad de eliminarla es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico que las considera inevitables.

## EFFECTIVIDAD DE EQUIPO

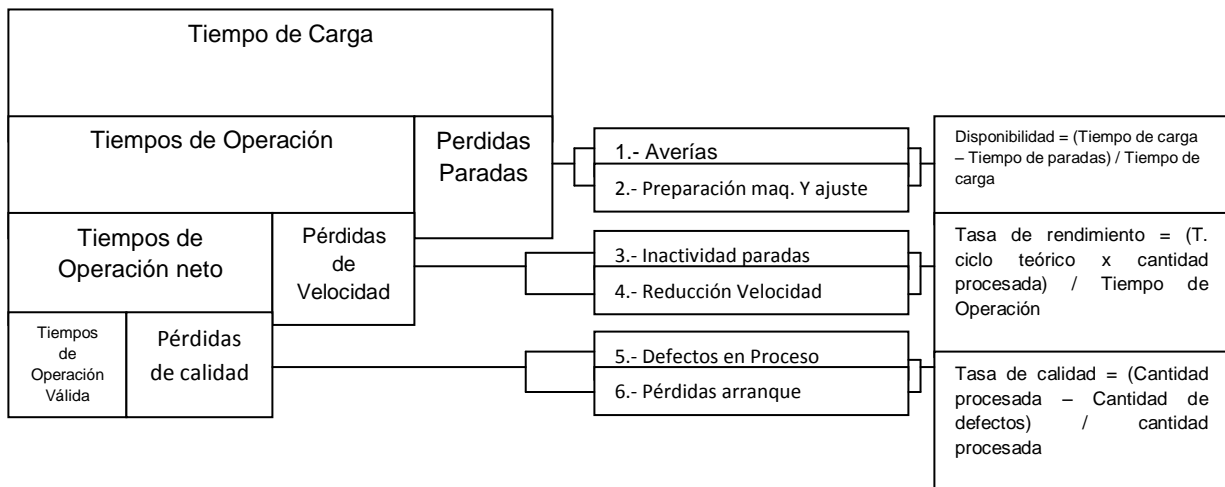
Esto es un indicador que permite conocer, no sólo la eficacia del equipo, sino que además proporciona una pauta acerca de las fuentes de su ineficacia (identificar las 6 grandes pérdidas)

## MEDICIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

$\text{EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{TASA DE RENDIMIENTO} \times \text{TASA DE CALIDAD}$
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DISPONIBILIDAD (Pérdidas por averías, pérdidas en la preparación y otras)

TASA DE RENDIMIENTO (Pérdidas por tiempos muertos y paradas menores y pérdidas por disminución de velocidad)



$\text{Efectividad Global del equipo} = \text{Disponibilidad o tasa de operación} \times \text{tasa de rendimiento} \times \text{tasa de calidad}$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FIGURA 2.- Efectividad de equipo

## **PASO 8: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (AM).**

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM y es la acción más difícil y que más tiempo lleva en realizar, por lo difícil de dejar la forma habitual de trabajo.

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde.

Estas actividades comprenden: Metodología de las Cinco S, y el Mantenimiento Autónomo, Promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en Multi-habilidades) y Procedimientos de trabajo.

La etapa de preparación incluye la educación a todos los medios administrativos y el sindicato.

La etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base.

El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital la mejora de la producción en la empresa.

Ésta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones.

Cambiar tales actitudes son las razones por las que se requiere de mucho tiempo para progresar eficientemente en la implementación completa del TPM. Cambiar el ambiente en una compañía lleva mucho tiempo.

Al fomentar el TPM en su compañía, usted debe creer en la factibilidad de que, cada uno de sus colaboradores pueden adoptar la autonomía en su trabajo.

En adición cada elemento tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. (Mantenimiento Autónomo básico, el TPM es mucho más).

La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las de causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad.

Sin embargo, la capacitación y el adiestramiento no terminan con el mantenimiento básico del equipo por el operador.

Nakajima indica, incrementar las habilidades de los operadores de producción y operarios de mantenimiento, capacitándolos y dándoles adiestramiento en tuercas y tornillos. ¿A qué se refiere?

La capacitación debe enfocarse a cursos como análisis de causa raíz, lógica secuencial, cursos básicos de electricidad, mecánica, neumática, hidráulica, líneas de fuerza, ergonomía, ecología, etc., todos ellos dependiendo de las necesidades de cada planta. Pero nunca esperar a que los operadores sean técnicos especializados, en cada una de estas técnicas, pero si especialistas de su propia máquina o equipo.

Una vez cumplida la capacitación que le permita al operador incrementar sus habilidades, propone entonces las cinco medidas para cero paros. Es entonces que surge la necesidad de una oficina técnica (Ingeniería de la planta o ingeniería de métodos), con una estructura tal, que soporte el total de las necesidades del nuevo mantenimiento.

Es por eso que el TPM lleve mucho tiempo en implementarse y de que exija de asesoría en su implementación.

## **Mantenimiento autónomo en siete pasos**

### **A.- PASO 1.- Limpieza inicial**

Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas.

La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no se está acostumbrado a trabajar de manera ordenada y limpia, y se

crea que el trabajo de limpieza no corresponde, más aun si existen personas que realicen este trabajo, este hecho hace preguntar: ¿Por qué limpiar si la basura se acumula rápidamente? Una manera de comprender esta necesidad es la respuesta. (No existe vibración cuando este perno esta apropiadamente asegurado).

### **B.- PASO 2.- Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo.**

Lo más difícil para el individuo es hacer la limpieza inicial. La firmeza debe ser individual para desear mantener el equipo limpio, y así reducir el tiempo de limpieza. El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc. Este paso se cumplirá como brotes de un plantío de rosas, es decir, una flor por aquí y otra por allá.

### **C.- PASO 3.- Estándares de limpieza y lubricación.**

En los pasos 1 y 2, los operarios y operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos. Cuando esto ha sido terminado, los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro. Limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo.

Más adelante en el paso 5 se revalúan los estándares de mantenimiento autónomo, se inician los mantenimientos preventivos básicos, verificándolos con los procedimientos de inspección autónoma.

El método de trabajo de las 5'S se refiere al mejoramiento continuo del ambiente de trabajo y su principal enfoque se basa en el orden y la limpieza de las cosas y en el respeto a las políticas y disciplinas de cada organización, es necesario implementarlas antes de iniciar los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo. Es la herramienta que se utiliza para romper la resistencia que generalmente surge de los mandos medios, método de trabajo que no lesiona ni castiga a nadie, sin embargo involucra a toda la planta en la mejora continua y prepara las condiciones propicias para el cambio.

Pero es necesario hacer una excelente implementación de las Cinco S, no solo una campaña ni un método simple de limpieza.

Lamentablemente si no se implementa en total de la misma o solo se realiza en forma de campaña, el TPM, fracasará indefectiblemente.

El Dr. Nakajima afirma que "... no es conveniente implementar el Mantenimiento Autónomo, sin haber obtenido los logros tempranos que proporcionan las Cinco S. De aquí que ambas metodologías están íntimamente relacionadas".

Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se enfocan a la reunión de requisitos, por lo tanto, los esfuerzos en esta etapa temprana no siempre presentará resultados impactantes. Menos aún si previamente no se implementaron las Cinco S.

#### **D.- PASO 4.- Inspección general.**

Los pasos 1, 2 y 3 son las acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos, manteniendo limpiezas, lubricación y reaprietes.

En este cuarto paso se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo.

Es también vital haber iniciado ya las capacitaciones relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general.

El entrenamiento general de inspección, debe cumplirse por categoría a la vez, empezando con el desarrollo de destrezas. En este punto se debe intensificar la capacitación técnica para los trabajadores.

Este cuarto paso lleva mucho tiempo complementarlo, porque todos los operarios y operadores tienen que desarrollar su habilidad y destreza para detectar anomalías.

#### **E.- PASO 5.- Inspección autónoma.**

En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1,2 y 3 y el estándar de referencia de la inspección de arranque, son comparados y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar las actividades del

mantenimiento autónomo. El tiempo y la buena técnica proporcionaran el arribo a la meta.

En este paso 5 hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación.

Cuando los operadores de producción y operarios de mantenimiento son completamente entrenados para conducir la inspección general, (paso cuatro) el departamento de mantenimiento podrá hacer los programas de mejoramiento del diseño del equipo, mantenimiento preventivo rutinario por calendario y/o uso y grupos de trabajo, además mantenimiento preventivo, mantenimiento anual y preparar los estándares de mantenimiento. Incluir inspecciones, listas de verificación y ajustes, además de procedimientos que contengan un ciclo completo de inspección, puesto que son varias las instancias que participan. Es muy importante culminar con la elaboración del manual de acción correctiva.

#### **F.- PASO 6.- Organización y ordenamiento.**

(Seiri), o la organización, es el medio para identificar los aspectos a ser manejados en el centro de trabajo, haciendo procedimientos y estándares. Esto es un trabajo para el nivel de dirección y mandos intermedios (No despreciar y simplificar los objetivos a condiciones manejables)

Recuerde que el método de las 5'S, cuando se implementa en el área de trabajo (Seiri) cambia por Clasificación y/o Selección.

(Seiton), u ordenamiento, es el medio para adherirse a los estándares establecidos y es principalmente responsabilidad de los operadores y operarios.

(Seiri y Seiton). Organización y ordenamiento, son así las actividades de mejoramiento para fomentar, simplificar y organizar el mantenimiento autónomo, y la adhesión a los estándares y procedimientos. Siendo los caminos del aseguramiento de la estandarización. Usar controles visuales en todo el centro de trabajo.

Los pasos 1 al 5 acentúan las actividades de inspección y mantenimiento de las condiciones básicas de los equipos. (Limpieza, lubricación, y reapriete). El papel del

operario y operador es mucho más amplio sin embargo, tome en cuenta que solo es el principio.

En el paso 6, líderes, mandos medios, y directores toman el papel principal en complementar la implantación del mantenimiento autónomo por evaluación del papel de los operarios y clarificar sus responsabilidades.

### **G.- PASO 7.- Término de la implantación del mantenimiento autónomo.**

Habiendo terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta.

Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quiénes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía

Esto representa, que las actividades de los grupos de trabajo tuvieron el enfoque de eliminar las seis grandes pérdidas e implantar en cada centro de trabajo el mejoramiento de habilidades como lo recomiendan las Cinco Medidas Para Cero Paros.

### **CINCO MEDIDAS PARA CERO PAROS. (TIEMPOS PERDIDOS)**

Idealmente, los paros pueden ser eliminados completamente a través del mantenimiento preventivo, o la adopción del diseño del mantenimiento-libre. Sin embargo. La condición de la mayoría de los equipos, está lejana de este ideal.

El primer paso hacia el mejoramiento, es eliminar las fallas en los equipos por quienes los operan.

Las experiencias que se obtienen en este esfuerzo, son la retroalimentación para mejorar el diseño de los equipos que gradualmente se aproximarán al ideal.

Una falla resulta de la pérdida del funcionamiento normal de cierta componente de un equipo, (deterioro). Por ejemplo, mal operación de un sistema, ensamble, sub - ensamble e incluso una parte.

Esta pérdida de funcionamiento normal, indica que las fallas de los equipos no están limitadas a un inesperado paro que conduzca a una suspensión total. Aún cuando el

equipo siga trabajando, el deterioro puede causar varias pérdidas pequeñas, como; bajo rendimiento, pérdida de velocidad, tiempos ciclos mayores, más largos y difíciles puesta a punto, ajustes, tiempo ocioso y paros bajos.

Tales pérdidas tienen que ser tratadas como fallas inesperadas. Los paros inesperados con suspensión completa son llamados fallas de funcionamiento-pérdida, mientras aquellos que implican deterioros paulatinos del equipo y a pesar de ello continua mal operando, son llamados fallas de reducción de funcionamiento.

Se entiende entonces, que aquellos que conciernen a paros y defectos serios, son así de evidentes y son sin duda los casos en que las causas solas provocan un defecto de calidad o un tiempo perdido. Estos paros representan la punta del "iceberg".

Sin embargo, los pequeños defectos, tales como la basura, el polvo, la fricción, aflojamientos, desgastes y la vibración, [que pueden parecer insignificantes] son el verdadero problema. Estos pequeños problemas suelen repentinamente convertirse en grandes.

A veces estos pequeños desperfectos pueden crear un efecto más fuerte. "Como una pequeña chispa puede causar un fuego", así de importante es terminar con ellos mientras son pequeños.

Este es el concepto fundamental del mantenimiento preventivo cuando se estructura en un fuerte método de inspección.

Desperfecto que no es visto y no es tratado, se le llama desperfecto oculto y será el disparo de un paro.

Por lo tanto se tendrán que exponer los defectos ocultos y restaurar las condiciones óptimas del equipo antes de su deterioro. Las siguientes cinco medidas ayudan a eliminar los desperfectos.

1. Regularice las condiciones básicas de: Limpieza, lubricación y reapriete.
2. Apegarse a los procedimientos de operación.
3. Elimine el desperfecto.
4. Mejore las debilidades del diseño.
5. Mejore las habilidades y destrezas de los operadores y operarios de mantenimiento.



Se recuerda que muchas veces los paros ocurren por que las personas fallan en la implementación de medidas sencillas. Así entonces; los paros pueden ser eliminados si se cumplen los procedimientos, los que deben ser sencillos para hacerse de una manera sencilla.

Si estos procedimientos son elaborados por ambos departamentos, producción y mantenimiento, ellos deberán comprender, el uno y el otro, su papel y cooperar entre sí para el cumplimiento de cada punto, observando su conducta y deberes respectivos. Así cada uno de ellos involucrados en la operación del equipo y/o el mantenimiento, trabajarán para eliminar las fallas.

### **AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Mensualmente, las actividades del mantenimiento autónomo son auditadas. La auditoría es realizada bajo la coordinación del Facilitador de Operación y la participación del Facilitador de Mantenimiento, Padrino y Operadores. En algunas auditorías deben participar invitados de otras áreas. Son evaluados los ítems relacionados con el estado de los equipos y con los papeles de los involucrados en el proceso.

### **ÍTEMS EVALUADOS EN LA AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

- Limpieza y organización del local de trabajo.
- Estado general de la máquina.
- Herramientas del mantenimiento.
- Participación de los Operadores, Padrino, Facilitador y Gerencia.

### **DISEÑO ESQUEMÁTICO DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Algunas anomalías registradas serán analizadas tratando de evitar su reincidencia. El criterio para realizar, o no, un análisis detallado de las anomalías del Mantenimiento Autónomo es definido para cada equipo/proceso

A continuación se presenta el diseño esquemático del funcionamiento del Mantenimiento Autónomo.



FIGURA 3.- Diseño esquemático del mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo va de la mano con las 5S, práctica que al final a manera de premiación debe de ser reconocida para que motive más al personal.

### LA IMPLANTACIÓN/REVISIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO

La implantación del Mantenimiento Planificado se da por la elaboración de un plan de implantación a través de la metodología del PDCA que tiene inicio en la clasificación de los equipos por criticidad, ya vista anteriormente. Después de elaborado, ejecutado y revisado, con relación a su eficacia en la prevención de las fallas, los nuevos procedimientos de prevención serán puestos en práctica de forma rutinera y continuamente verificados (SDCA). En ese momento, se espera que la tasa de fallas se estabilice, como se puede observar en el siguiente gráfico.

Para reducir las fallas al límite mínimo impuesto por la tecnología de la máquina será necesario repetir el ciclo PDCA/SDCA para mejorar los procedimientos.

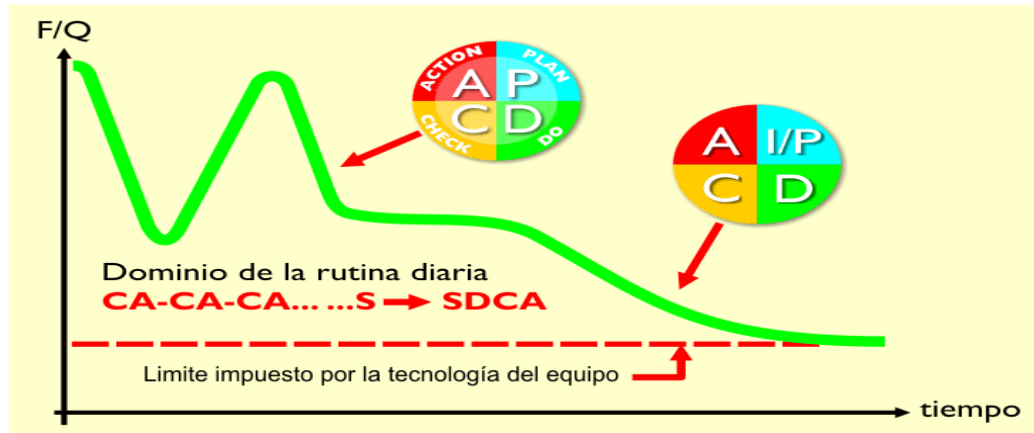


FIGURA 4.- PDCA

### PASO 9: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO (PM).

- Este paso busca establecer un programa de mantenimiento periódico para el Departamento de mantenimiento.
- El mantenimiento programado o preventivo (PM) del Departamento de mantenimiento, deben coordinarse con la actividades de AM del Departamento de operaciones.
- Hasta que la inspección general forme parte de los operarios se requerirá de la asistencia del Departamento de mantenimiento en forma continua.
- Se deben desarrollar estándares para el equipo de forma que durante la fase de inspección autónoma puedan compararse con estándares de operación, buscándose una combinación apropiada de los mismos.

### PASO 10: ADMINISTRACIÓN TEMPRANA DE EQUIPOS

- La Administración temprana o anticipada busca asegurar la fiabilidad y mantenibilidad de los equipos.
- Implica un enfoque comprensivo de prevención del mantenimiento (MP) y de diseño libre de mantenimiento a través de la experiencia y esfuerzos concertados de las áreas de staff de ingeniería, diseño y Mantenimiento tanto en la planificación, diseño, fabricación o compra, instalación y pruebas hasta llegar a la operación normal.
- Se busca minimizar el costo económico del ciclo de vida (LCC).

Para mejorar la administración temprana de equipos se buscará asegurar la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

La confiabilidad de un componente /equipo es la capacidad de un ítem para realizar su función específica en determinadas condiciones, durante un período de tiempo determinado. Parece complicado pero se entiende cuando alguien dice que un equipo es más confiable que otro, o sea que el más confiable tiene menos posibilidad de romperse durante su uso.

Los equipos se comportan como los seres humanos. En la infancia, que corresponde a la fase inicial del equipo, los seres humanos presentan más problemas de salud o “fallas”.

En la edad adulta, si se tiene cuidado con la salud, se tendrá menos problemas de la misma manera que los equipos sometidos a un buen mantenimiento. Durante la vejez, se presenta más problemas, como los equipos y, en ese momento, debemos restaurarlos haciendo una reforma cambiando sus partes muy gastadas (todo que lo que no es posible hacer en el mantenimiento del día a día).

La confiabilidad de un proceso, equipo o pieza puede ser medida por la cantidad de fallas a lo largo de un determinado período de tiempo (Tasa de Fallas). Observe el siguiente gráfico. Este gráfico posee una curva que es llamada de “Curva de la Bañera” en función de su formato parecido con el de una bañera. El gráfico de la curva de la bañera tiene, en su eje vertical, la tasa de fallas y, en el horizontal, el tiempo de uso del equipo.

La parte amarilla del gráfico muestra el inicio del funcionamiento de la máquina, cuando ocurren más problemas. Tomando como ejemplo el automóvil, es la fase de pruebas del automóvil en el campo de pruebas de la empresa cuando aparecen algunos problemas que serán corregidos en la fábrica.

Después de algún tiempo del inicio del funcionamiento de la máquina se accede a la parte verde del gráfico, cuando comienzan a ser realizadas las actividades de Mantenimiento Planificado. En el automóvil corresponde a los primeros años de uso

cuando presenta pocos problemas de mantenimiento, principalmente si realizamos las revisiones en las fechas programadas.

La parte roja del gráfico muestra el momento en el cual el equipo debe ser restaurado. La máquina se rompe con más frecuencia y, en este momento, el Mantenimiento Planificado ya no consigue actuar adecuadamente, por lo tanto, es hora de realizar una “Reforma”, esto sucede debido a los desgastes que no pudieron ser resueltos dentro del proceso de mantenimiento planificado en la rutina del día a día.



FIGURA 5.- La curva de la bañera

El enfoque comprensivo de prevención del mantenimiento y de diseño de mantenimiento es muy importante, para esto es necesario clasificar los equipos de acuerdo a su criticidad.

Para contar con una línea de actuación forzada, buscando resultados positivos, es necesario aplicar criterios apropiados, que nos muestren las prioridades en la acción, permitiendo el uso correcto y adecuado de las modalidades y técnicas de mantenimiento, en nuestros equipos. A continuación, son presentados los criterios adoptados:

Los siguientes son los objetivos de la clasificación de los equipos con relación a la criticidad:

- Indicar el grado de importancia de cada equipo dentro del proceso productivo
- Subsidiar la elaboración del Plan de Mantenimiento
- Auxiliar en la selección de los métodos de mantenimiento
- Priorizar análisis de fallas
- Justificar inversiones

### Criterios a evaluar en los equipos

Áreas afectadas		Criterios de evaluación de los equipos y su ponderación	
1	Afecta la seguridad	5	Causa fatalidad o accidentes serios que provocan incapacidad o salud Irreversible
		3	Efectos nocivos para la salud de una o varias personas
		1	Efectos leves para la salud
2	Afecta el medio ambiente	5	Daños a largo plazo esparcidos en el ambiente
		3	Perturbación ecológica de baja duración
		1	No afecta el medio ambiente
3	Afecta a la producción del producto	5	Afecta a la calidad y/o el cumplimiento mensual del programa de producción. (no recuperable -24Hrs)
		3	Afecta al producto y/o calidad para el cliente interno, (recuperable)
		1	No afecta la producción o especificación del producto
4	Afecta a los Costos de mantenimiento	5	Genera un coste de mantenimiento igual o superior al 25% del coste mensual de mantenimiento (\$14,000)
		3	Genera un coste de mantenimiento entre un 2% y un 25% del coste mensual de mantenimiento (\$1,200)
		1	No afecta significativamente el costo de mantenimiento

<i>Leyenda:</i>	
<i>Equipos Críticos</i>	<b>A</b>
<i>Equipos Importantes</i>	<b>B</b>
<i>Equipos No Importantes</i>	<b>C</b>

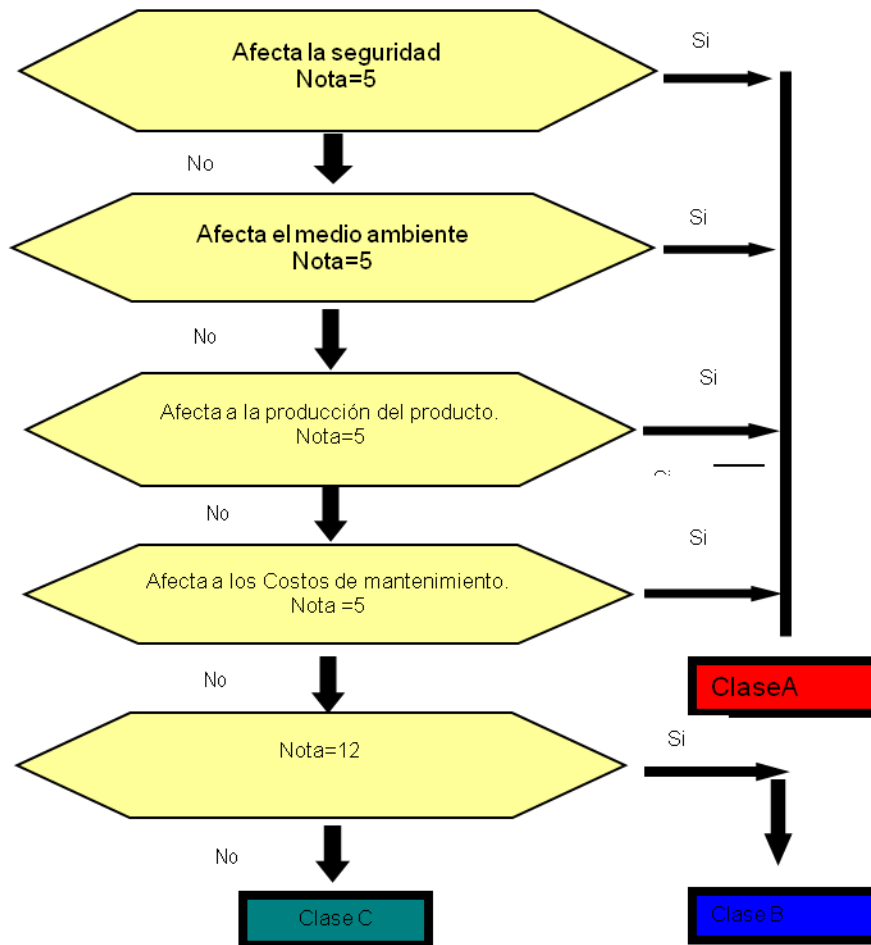


TABLA 2.- Esquema de evaluación de criticidad de equipos

### ORGANIGRAMA PARA DEFINIR LA CLASIFICACIÓN DE UN EQUIPO

Otra forma de administración temprana de equipo es la compra oportuna de los repuestos para los equipos.

El sistema de materiales tiene como objetivo garantizar que las piezas de reserva sean en cantidad y calidad tales que, siempre que sea necesario, aseguren una rápida atención. Los niveles de existencias se definen por los parámetros que siguen la política de existencias de la empresa.

La definición de los ítems de existencia debe ser realizada a partir de la política de mantenimiento de los equipos considerando el potencial de pérdida en el caso de rotura del componente. Entretanto, debemos comparar el costo financiero de mantener el material en el depósito con el potencial de pérdida en el proceso debido a falla del componente.

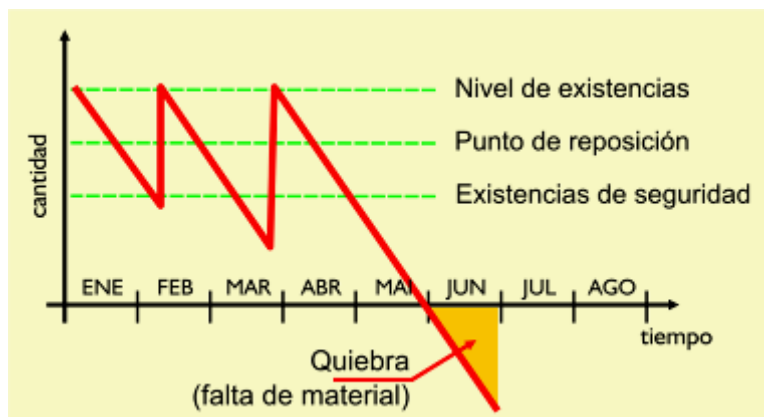


FIGURA 6.- Clasificación de equipo

Los materiales deben estar bien acondicionados en un ambiente adecuado, garantizando que se encuentren siempre en perfectas condiciones de uso. Para garantizar esta condición es necesario que los equipos de existencias y mantenimiento se encuentren involucrados. Para algunos ítems es necesario que existan rutinas de inspección / intervención a ser realizadas por los equipos de mantenimiento (por ejemplo: Giro del eje de motores / bombas, mediciones de aislamientos, análisis de aceite de transformadores reservas, inspección de calentamientos de motores reserva, etc...)

Los inventarios deben ser realizados sistemáticamente y los desvíos identificados y corregidos rápidamente.

Es muy importante la integración entre los equipos de mantenimiento y suministros, para garantizar un buen equilibrio calidad x costos. Para cumplir este objetivo el mantenimiento debe detallar las especificaciones técnicas para que el sector de



suministros pueda optimizar los aspectos relacionados con los costos sin comprometer la calidad.

Con relación a las compras de materiales y servicios, se deben realizar reuniones periódicas (por lo menos bimestrales) para evaluar la atención cualitativa y cuantitativa. En estas reuniones deben participar Mantenimiento, Suministros y Existencias.

Debe existir un proceso sistemático en el cual sean evaluadas las necesidades de repuestos de los componentes críticos de todos los nuevos equipos.

A lo largo de los ciclos de vida de los diversos equipos, la situación de necesidades de piezas de reserva pueden ser modificadas (por cambios en el proceso productivo, subdimensionamientos iniciales, edad de los equipos y otros). EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO a través de la Gerencia de Datos, de los Análisis de Fallas, de los Registros de Anomalías, de los Informes de Gestión de Existencias del Sistema de Materiales, etc... debe identificar las necesidades de corrección permitiendo los ajustes necesarios.

## **PASO 11: PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

La mejora de las capacidades de operación y mantenimiento son inversiones en el personal que rinden múltiples beneficios.

Para que se garantice la continua mejoría de la práctica del mantenimiento en los equipos, es necesario que los equipos de trabajo involucrados tengan conocimientos y habilidades relativos al proceso de mantenimiento, en técnicas intrínsecas de mantenimiento y también de los estándares existentes.

Estos conocimientos y habilidades se dividirán en:

### **Conocimientos generales y de gestión:**

Serán los conocimientos relacionados a los procesos básicos de Mantenimiento Autónomo (Por ejemplo, este módulo de Visión General de Mantenimiento, Mantenimiento Autónomo, Lección punto a punto – Q1, Análisis de Fallas, etc...)

**Conocimientos dedicados a la ejecución de las tareas críticas de los procesos, subdivididos en:**

Especializado de acuerdo con la función: Serán conocimientos intrínsecos relativos a la función desempeñada por el mantenedor y que no tienen relación directa con las tareas críticas de cada proceso. Algunos ejemplos de estos conocimientos son: Conocimientos, entre otros, en hidráulica, alineamiento, motores eléctricos y sistema de alta tensión.

**Específico de acuerdo con la función:**

Serán conocimientos intrínsecos relativos a la función desempeñada por el mantenedor y que tienen relación directa con las tareas críticas de cada proceso.

**FASE DE ESTABILIZACIÓN**

**PASO 12: IMPLANTACIÓN PLENA DEL TPM Y ESTABLECER METAS ELEVADAS.**

- El paso final en el programa de desarrollo del TPM es perfeccionar la implantación del TPM y fijar metas futuras aún más elevadas.
- Durante la fase de estabilización cada persona trabaja para mejorar los resultados TPM, de forma que dure algún tiempo.
- En este punto se puede evaluar participar en un premio PM que no es un fin en sí, sino la reafirmación de la continuidad de la mejora.

**2.4.- MARCO CONCEPTUAL.-**

**EMPOWERMENT**

Empowerment significa potenciación o empoderamiento que es el hecho de delegar poder y autoridad a los subordinados y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo.

En inglés "empowerment" y sus derivados se utilizan en diversas acepciones y contextos, pero en español la palabra se encuentra en pugna con una serie de

expresiones que se aproximan sin lograr la plenitud del sustantivo. Se homologan "empowerment" con "potenciación" y "to empower" con "potenciar", mientras que caen en desuso expresiones más antiguas como "facultar" y "habilitar".

## **INDICADORES TPM**

Cuando las personas no ven cómo puede ayudar al TPM a su empresa, su implantación pierde fuerza y orientación, por tanto, es esencial monitorear permanentemente su eficacia para mantener los esfuerzos en la ruta debida. Hay que medirlo periódicamente durante el desarrollo del programa TPM y, en función de los resultados, ir perfilando nuevas estrategias para satisfacer los objetivos deseados.

El TPM, no es algo paralelo a la gestión económica y productiva normal de la organización. Debe quedar clara su contribución actual y posterior a los objetivos de la empresa. Hay que coordinar sistemáticamente los objetivos del TPM con los objetivos globales de la empresa y revisar regularmente las relaciones entre ellos. Para establecer prioridades en las actividades TPM, hay que descomponer los principales objetivos en objetivos secundarios, por otra parte, además de medir resultados cuantitativos y tangibles, hay que evaluar también los beneficios intangibles tales como la mejora en capacidades y actitudes y la creación de lugares de trabajo productivo y grato.

Los indicadores para medir la evolución del TPM son:

**a.- INDICADORES DE GESTIÓN.-** Los indicadores de gestión sintetizan muchas actividades individuales. Es esencial reflejar los resultados de las actividades TPM en los indicadores de gestión y mostrar cómo esta metodología ayuda a mejorar el rendimiento de la organización. Para lograr esto, se define una política TPM basada en la política general de la empresa, y se establecen objetivos TPM de acuerdo con los objetivos generales de la organización. Se debe asegurar que cada departamento comprenda claramente sus responsabilidades particulares y se deben establecer metas que las reflejen.

Evaluar los resultados y supervisar las actividades en intervalos de seis meses, es la clave para asegurar que el programa TPM contribuya a los rendimientos de la planta. Por otro lado, aunque se hayan definido objetivos sumamente ambiciosos, será demasiado tarde para hacer algo si el progreso se evalúa cada año o cada tres años y se descubre entonces que no se ha logrado lo esperado.

INDICADOR	FÓRMULA
Productividad del personal	$\frac{\text{(Volumen o cantidad de producción)}}{\text{(Nro. de trabajadores o total horas trabajadas)}}$
Reducción de costos	Reducción de costos absolutos o porcentuales
Reducción del personal	Reducción absoluta o porcentual del número de trabajadores
Reducción del valor de los stocks de producto	Reducción absoluta o porcentual del valor de los stocks de producto
Eficiencia de inversiones de equipo	$\frac{\text{Producción por período}}{\text{Valor de activos fijos al final del período}}$
Proporción planta / personal	$\frac{\text{Activos Fijos de planta al final del período (\$)}}{\text{Nro. de empleador (al final del periodo)}}$

TABLA 3.- Indicadores de gestión

**b.- INDICADORES DE EFICACIA DE LA PLANTA.-** El macro – indicador de la eficacia de la planta se compone de tres sub – indicadores (disponibilidad, tasa de rendimiento y tasa de calidad)

INDICADOR	FÓRMULA
Disponibilidad	$\frac{\text{(Volumen o cantidad de producción)}}{\text{(Nro. de trabajadores o total horas trabajadas)}}$
Tasa de Rendimiento	Reducción de costos absolutos o porcentuales
Tasa de calidad	$\frac{\text{(Volumen de producción - defectos por reprocesos)} \times 100}{\text{Volumen de producción}}$
Eficiencia global de la planta	Disponibilidad x tasa de rendimiento x tasa de calidad
Tasa media de producción actual	$\frac{\text{Volumen de producción actual}}{\text{Tiempo de operación}}$
Número de fallos de equipos	Valores actuales para cada clase de equipos
Número de fallos de proceso	Número de fugas, incidentes de contaminación y fenómenos similares

TABLA 4.- Indicadores de eficacia de la planta

**c.- INDICADORES DE CALIDAD Y AHORRO DE ENERGIA.-** En las industrias de proceso, hay que considerarlos como indicadores claves, ya que están directamente relacionados con los costos de producción.

INDICADOR	FÓRMULA
Costo de defectos de proceso	Costo total de pérdidas generadas por cada tipo de producto
Número de defectos pasados sin detectar	Número de defectos pasados al proceso siguiente
Consumo de electricidad	Tendencia de consumo de electricidad (KWH)
Consumo de vapor	Tendencia de consumo de vapor
Consumo de combustible	consumo de petróleo, gas natural, etc.
Consumo de agua	Tendencia de consumo de agua
Consumo de lubricantes y fluidos	Consumo de lubricantes y fluidos hidráulicos
Consumo de materiales auxiliares	Consumo de disolventes, pintura, etc.

TABLA 5.- Indicadores de calidad y ahorro de energía

**d.- INDICADORES DE MANTENIMIENTO.-** De forma general, se deben evaluar dos aspectos del mantenimiento. Primero, se evalúan las mejoras en la fiabilidad y conservación del equipo y se comprueba cómo 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 y lograr un arranque suave y rápido eliminando los problemas de éste. Para valorar la eficacia en la utilización de los mejores y más económicos métodos.

INDICADOR	FÓRMULA
Frecuencia de fallos	$\frac{\text{Número total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}}$
Tasa de gravedad de fallos	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debido a fallos} \times 100}{\text{Tiempo de carga}}$
Tasa de mantenimiento de emergencia	$\frac{\text{Número de trabajos de EM} \times 100}{\text{Número total de trabajos PM y EM}}$
Costo de paradas debidas a fallos	$\text{Tiempo de paradas} \times \text{costo por unidad de tiempo}$
Número de pequeñas paradas y tiempos muertos	Tendencia en el numero de pequeñas paradas y tiempos muertos
MTTR	$\frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de paradas}}$
Reducción en el número de paradas para mantenimiento	$\frac{\text{SMD previo}}{\text{SMD actual}}$
Tasa de logros de PM	$\frac{\text{Tareas de PM terminadas} \times 100}{\text{Tareas PM planificadas}}$

Tasa de reducción de personal de mantenimiento	Tendencia en la reducción del número de personas de mantenimiento
Tasa de costos de mantenimiento	$\frac{\text{Costo Total de mantenimiento} \times 100}{\text{Costos totales de producción}}$
Tasa de reducción de costos de mantenimiento	Tendencia en la reducción de costos de mantenimiento
Reducción de Stocks de repuestos	Tendencia en el valor de los stocks de repuestos
Tasa de costos globales de mantenimiento	$\frac{(\text{Costos totales de mantenimiento} + \text{Perdidas por paradas}) \times 100}{\text{Costos totales de producción}}$

TABLA 6.- Indicadores de mantenimiento

**e.- INDICADORES DE SALUD, SEGURIDAD Y ENTORNO.-** En cada planta, los directivos y supervisores asumen la responsabilidad de la salud, la seguridad y el entorno. Generalmente, el “Comité de Seguridad” organiza equipos que recorren las instalaciones para descubrir posibles problemas o causas de accidentes.

INDICADOR	FÓRMULA
Frecuencia de accidentes	$\frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Horas de trabajo totales}}$
Tasa de gravedad de accidentes	$\frac{\text{Días perdidos por accidentes}}{\text{Horas totales de trabajo}}$
Número de accidentes con pérdidas de días trabajados	Número actual
Número de incidentes	Número actual

TABLA 7.- Indicadores de salud, seguridad y entorno

**f.- INDICADORES DE FORMACIÓN Y CLIMA LABORAL (MOTIVACIÓN).**- A través de la formación y la práctica directa, el TPM intenta revolucionar al personal y desarrollar empleados altamente motivados, capacitados, y con seguridad en sí mismos, que conocen íntimamente sus equipos y procesos. Esto hace particularmente importante la evaluación de la formación y el clima laboral.

INDICADOR	FÓRMULA
Nro. de reuniones o tiempo invertido en actividades de pequeños grupos	Números actuales
Nro. de temas registrados de mejoras focalizadas	Número registrado para cada tipo de pérdida
Costos ahorrados por mejoras focalizadas	Costos totales ahorrados con mejoras enfocadas
Nro. de sugerencias de mejora	Número actual
Nro. de personas educadas en PM	Número actual

TABLA 8.- Indicadores de formación y clima laboral

**SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambio de herramienta en pocos minutos)**

En gestión de la producción, SMED es el acrónimo de Single-Minute Exchange of Die: cambio de herramienta en (pocos) minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute (expresar los minutos en un solo dígito). Se entiende por cambio de utillaje el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria.

**Los cuatro pasos del SMED:**

1. Suprimir operaciones inútiles, convirtiendo las operaciones internas en externas.



2. Simplificación de útiles y herramientas.
3. La necesidad de trabajar en equipo.
4. La supresión de ajustes y pruebas

### **COACHING. (Entrenar)**

Coaching (que procede del verbo inglés to coach, entrenar) es un método que consiste en dirigir, instruir y entrenar a una persona o a un grupo de ellas, con el objetivo de conseguir alguna meta o de desarrollar habilidades específicas. Hay muchos métodos, aplicaciones y tipos de coaching. El Coach decidirá que utilizar según la característica y necesidades del coachee. Entre sus técnicas puede incluir el uso de la Mayéutica, Dialéctica, Ironía, PNL y aplicarlas individualmente o a grupos a través de charlas motivacionales, seminarios, talleres y prácticas supervisadas.

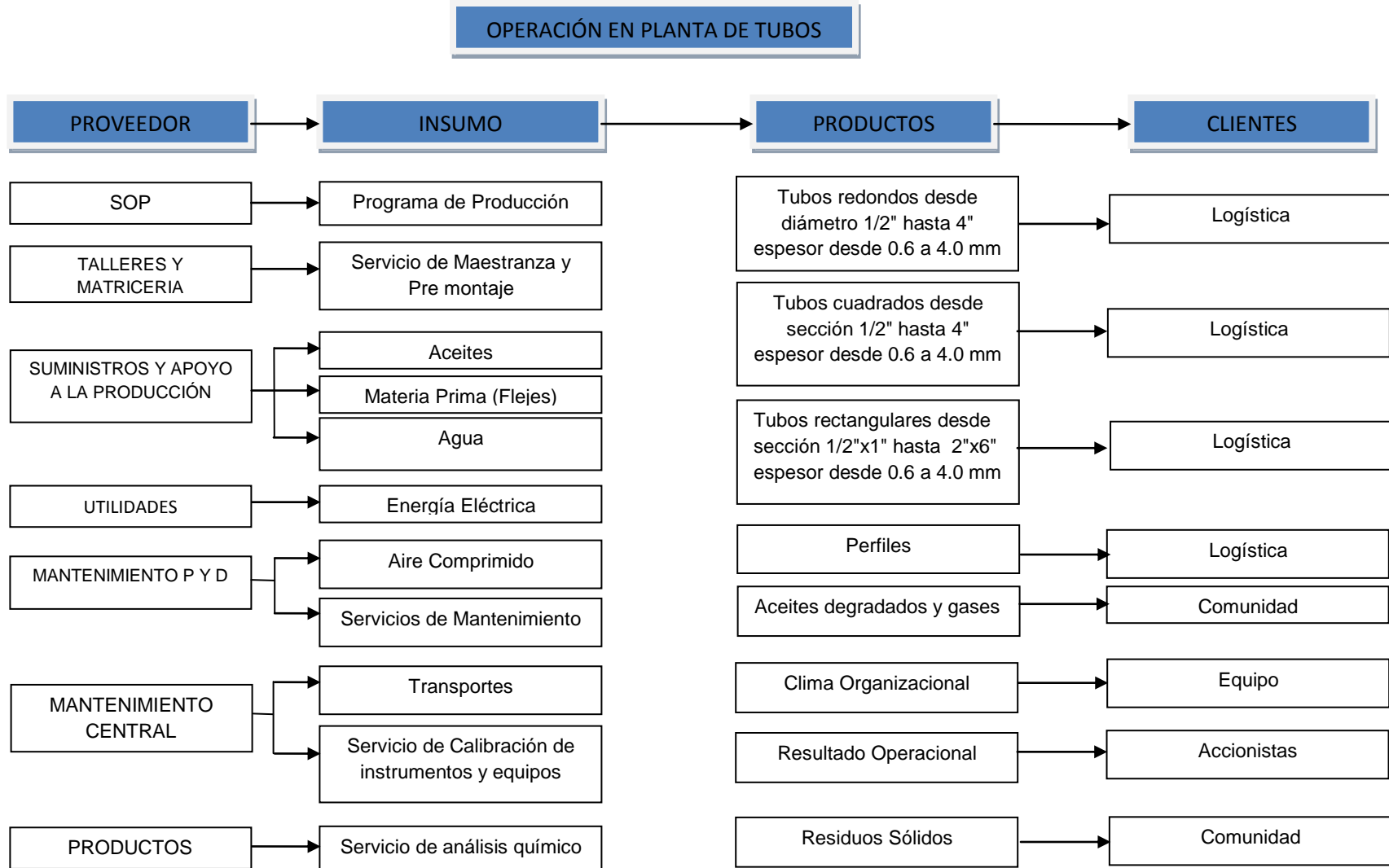
### **COSTOS**

El Costo es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo. Cuando no se alcanza el objetivo deseado, se dice que una empresa tiene pérdidas.

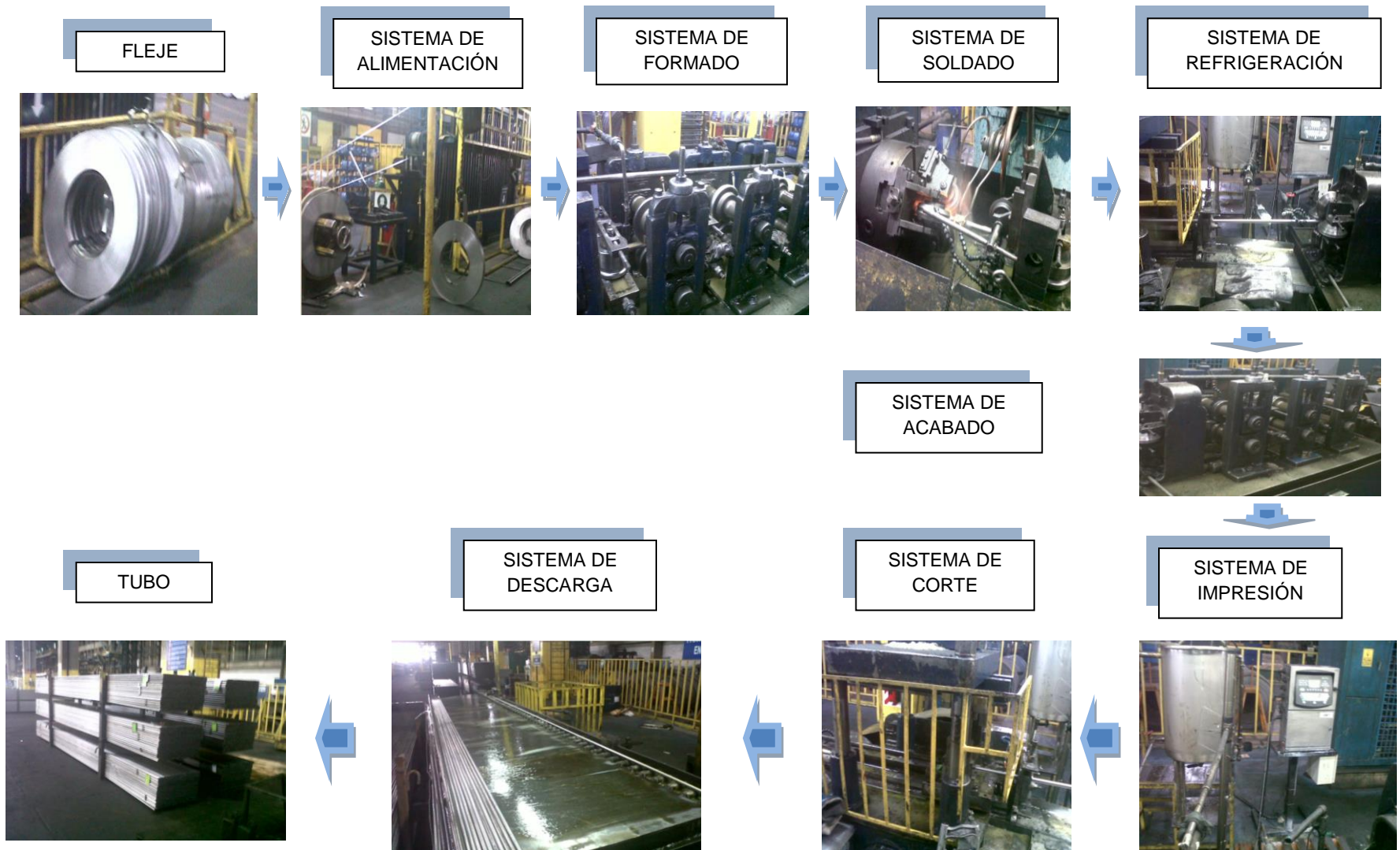
### **LEAN MANUFACTURING (Manufactura esbelta)**

Lean Manufacturing o simplemente "Lean" traduce manufactura esbelta. La palabra esbelta se refiere a la descripción de una empresa o proceso libre de desperdicios o ineficiencias y que se realiza con el mínimo de recursos necesarios. Lean es una herramienta de gestión de mejoramiento continuo que disminuye dramáticamente el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto o servicio, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en todas las operaciones. De esta forma, se alcanzan resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad del negocio.

## 2.6.- PROCESO DE OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE TUBOS.-



## PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE TUBOS



## **2.6.- IMPLANTACION DEL TPM EN LA PLANTA DE TUBOS.-**

### **PASO 1: ANUNCIO DE LA ALTA DIRECCIÓN DE LA DECISIÓN DE INTRODUCIR EL TPM**

#### ***ANUNCIO DE LA ALTA DIRECCIÓN: (GERENTE DE PLANTA)***

Estimados colaboradores.

En esta oportunidad queremos anunciarles la implementación de un sistema integral de mejora llamado TPM. Y ¿Que es el TPM? Es un sistema que nos servirá para reducir costos y aumentar la productividad de nuestra Planta, para lograr esto necesitamos el compromiso de todos ustedes para conseguir la meta indicada.

Realizando esta implementación aumentaremos nuestras utilidades y Uds. saben que eso significa ingreso económico a nuestros hogares. Así que muchachos pongámonle ganas y llegaremos a cumplirla, trabajando en equipo, ayudándonos mutuamente para conseguir todo lo planeado.

### **PASO 2: LANZAMIENTO DE LA CAMPAÑA EDUCACIONAL**

#### ***ACTIVIDADES, TIEMPOS, GRUPOS OBJETIVOS, RESPONSABLES:***

Se harán afiches puestos en planta explicando este nuevo sistema de mejora integral.

Se colocaran protectores de pantalla en las PCs para el personal de oficina y ellos puedan estar motivados y al tanto con el tema.

Se elaboraran cuadros de capacitación donde se dividirán por áreas, donde el jefe de cada área será el líder quien capacite a su personal, para ello los jefes serán capacitados por un experto asesor de TPM.

El tiempo que demoraría el asesor en capacitar en todo lo relacionado con el proyecto al jefe será de aproximadamente 30 días y el jefe dará capacitaciones a sus dirigidos 30 minutos en 2 semanas íter diario al final de cada turno.

### **PASO 3: CREAR UNA ORGANIZACIÓN PARA PROMOVER EL TPM**

## ORGANIZACIÓN PARA PROMOVER EL TPM:

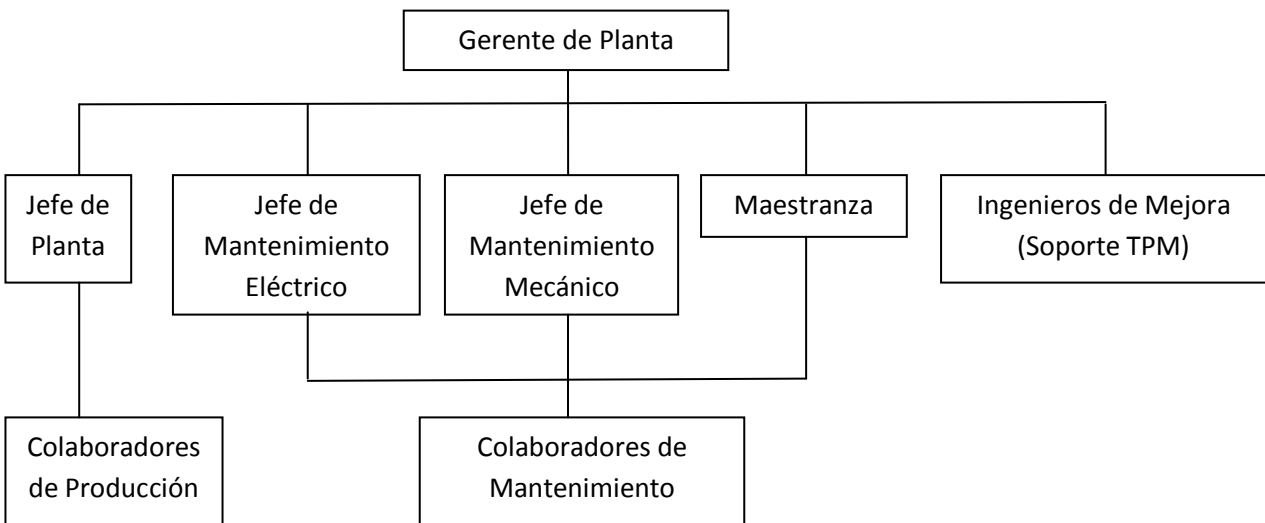


FIGURA 7.- Organización para promover el TPM

La alta dirección deberá estar comprometida en la implantación del proyecto

Experto asesor en TPM, quien será capaz de introducir el nuevo sistema integral

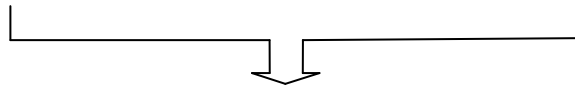
Jefe de cada área, quien será el responsable de la ejecución en cada área del proyecto.

Los ingenieros de mejora se encargarán de brindar soporte para la implantación del TPM, fijando metas y midiendo el avance del mismo.

### PASO 4: ESTABLECER POLITICAS Y METAS PARA EL TPM

<b>DEMANDAS EXTERNAS</b>
1.- Producción efectiva y en el plazo de nuevos productos.
2.- Respuesta flexible a fluctuaciones demanda
3.- Reducción de precios del producto.
4.- Garantizar un elevado nivel de calidad
5.- Conservación de materiales y energía.

<b>DEMANDAS INTERNAS</b>
1.- Aumentar producción y reducir problemas de calidad resultantes de los frecuentes fallos del equipo.
2.- Deterioro del equipo causado por la continua operación con elevada carga.
3.- Debilidad de diseño en el equipo.
4.- Falta entre los operarios cuidando el mantenimiento en equipo.
5.- Declinación de la moral en fábrica por la insatisfacción con el



### **POLITICA BASICA**

Transformar la mentalidad de cada uno a través de actividades que reducen costos e incrementan la efectividad global del equipo.

Eliminar las averías y defectos practicando Tratamiento de Fallas sobre una base global de la compañía.



### **METAS DEL ÁREA**

- 1.- Reducir averías de equipo y útiles.
- 2.- Reducir retrasos, tiempos de cambio de útiles / ajuste.
- 3.- Uso más efectivo del equipo existente.
- 4.- Control de precisión de equipo y útiles.
- 5.- Conservación de materiales y energía.
- 6.- Entrenamiento y desarrollo del personal.



### **METAS**

1.- Reducir fallos	100%	Menos del 80%
2.- Incrementar productividad	100%	Más del 117%
3.- Reducir defectos en proceso	3 x mes	1 x mes
4.- Reducir el consumo de Energía	100%	80%

5.- Reducir Incidentes SPT	240 x año	100 x año
6.- Reducir accidentes CPT	3 x año	Menos 1 x año
7.- Mejorar los costos operativos	100%	Menos del 90%
8.- Mejorar las paradas por impresión eléctrica	100%	Menos del 50%
9.- Mejorar las paradas por sistema de soldado	100%	Menos del 50%
10.- Mejorar las paradas por Sistema de Corte	100%	Menos del 80%
11.- Mejorar paradas por Cambio de Proceso	100%	Menos del 85%
12.- Mejorar las paradas por sistema de Refrigeración	100%	Menos del 60%
13.- Mejorar la cantidad de horas de capacitación a los colaboradores	20 horas x año	80 horas x año
14.- Incrementar la velocidad de la línea	27 mt / min	36 mt / min
15.- Mejorar la Utilización de máquina	100%	Más del 130%
16.- Mejorar la cantidad de chatarra	25 Kg / Ton	14 kg / Ton

FIGURA 8.- Políticas y metas del TPM

### **PASO 5: FORMULAR UN PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM**

Se elaborará un plan maestro, el cual servirá de guía a seguir para la implementación del TPM, centrándose en las 5 actividades de mejoras básicas.

- 1.- Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas.
- 2.- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos).
- 3.- Aseguramiento de la calidad.
- 4.- Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento.
- 5.- Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales.

Enero Hasta Mayo. del 2011		Junio hasta Setiembre del 2011		Octubre del 2011 Hasta Febrero del 2012		Marzo hasta Junio del 2012	
PREPARAR	INTRODUCIR	IMPLANTAR	COMPLETAR	ESTABILIZAR	MEJORAR MANTT		
EFFECTIVIDAD DE EQUIPO	<p>Crear líneas modelo a través actividades grupo;</p> <p>Pasos para evitar averías súbitas:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">Mantenimiento Preventivo</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">Reducir tiempos de preparación / ajuste</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Reducir Roturas de Piezas</div> </div> <hr style="width: 80%; margin: 10px auto;"/> <p>Creación de fundamentos para el mantenimiento autónomo</p>						Obtener niveles de ganadores Reforzar posición compañía, crear un entorno de trabajo favorable
	<p>Promover mantenimiento autónomo</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">1.- Limpieza inicial</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">4.- Inspección general</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">2.- Resolver problemas difíciles</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">5.- Reevaluar paso 2 y 4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px; width: 80%;">3.- Estándares limpieza / lubricación</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">6.- Auto auditoría</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">7.- Organización / orden</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">8.- Metas dirección</div> </div>						



CONTROL DE CALIDAD	Trabajar para producir una cantidad razonable (incluyendo el mantenimiento predictivo del equipo de soldadura) Asegurar calidad en arranque de fabricación		
MANTT PLANIFICADO	Mejora de la mantenibilidad de los sistemas de prevención del mantenimiento y sistemas completo de control		
CREAR DESTREZAS	Perfectas habilidades de mantenimiento	Marzo 2012	1era Reunión compañía
		Abril 2012	2da Reunión compañía
		Mayo del 2012	3era Reunión compañía

FIGURA 9.- Plan Maestro

### PASO 6: EL DISPARO DE SALIDA DEL TPM

Se elaboraran tarjetas de invitación a todos los Gerentes y Facilitadores de las Plantas que conforman la organización.

#### **Actividades**

Brindis y palabras del Director Gerente de Planta sobre el lanzamiento en vivo del TPM en la empresa, resaltando los objetivos y las mejoras que se tendrían de lograrlo.

La reunión será con todos los trabajadores de la Planta sin excepción la cual concluirá con un almuerzo de camaradería.

Efectuaremos la implantación del TPM en 1 año y 6 meses.

PASO	FECHA/HORA INICIO	FECHA/HORA FIN
Anuncio de la alta dirección la introducción del TPM	01.01.11 / 09:00am	01.01.11 / 10:30am
Programas de educación y campañas para introducir el TPM	02.01.11	10.01.11
Crear organizaciones para promover el TPM	05.01.11	08.01.11
Establecer políticas básicas y metas del TPM	09.01.11	15.01.11
Formular un plan maestro para el desarrollo	15.01.11	31.01.11

del TPM		
Organizar un acto de inicialización del TPM	01.02.11 / 12:00 pm	01.02.11/ 13:00pm
Mejorar la efectividad de cada equipo	02.02.11	31.12.12
Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	01.06.11	31.03.12
Desarrollar un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento	01.10.11	31.03.12
Dirigir entrenamiento para mejorar operación y capacidades de mantenimiento	01.11.11	01.03.12
Desarrollar programas de gestión de equipos	01.01.12	15.04.12
Implantación perfecta del TPM	16.04.12	31.06.12

TABLA 9.- Secuencia detallada del TPM

### **PASO 7: PROGRAMA DE MEJORA DE LA EFECTIVIDAD DE EQUIPOS.**

Se organizan los equipos multidisciplinarios para eliminar las perdidas existentes, para ello, se opta por implantar el Método de tratamientos de falla, esto para paradas no programadas mayores a 75 minutos. Con este análisis podremos ver y corregir la falla.

Se tendrá que analizar el Sistema de paradas y producción para poder evaluar que equipos tienen la mayor cantidad de paradas. Esto para poder evaluar mejoras en su efectividad.

Luego de recopilar la información del sistema, se procede a graficarlo en diagramas de pareto.

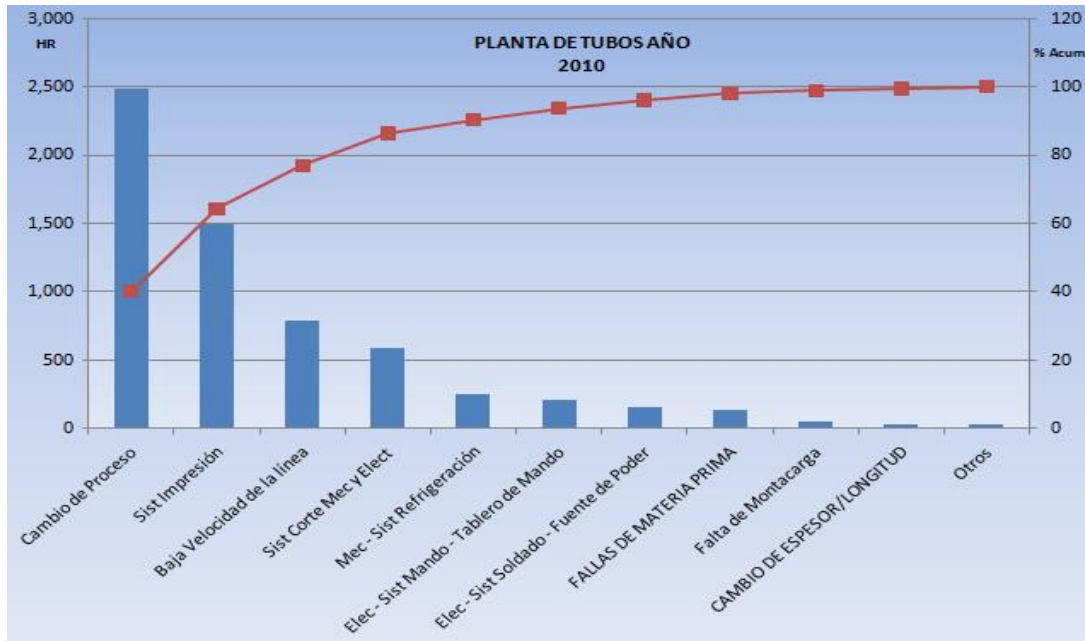


FIGURA 10.- Pareto planta de tubos 2010

Como se ve en los diagramas de Pareto, tenemos constantes paradas no programadas por diversos motivos tales como:

## TRATAMIENTO DE FALLAS

PLAN 001

Fecha de Falla:

Clasificación:

Clasificación:  Proceso

Producto

Sistema

Lugar / Proceso:

Equipo:

Filtro / Gatillo:

Síntoma o Defecto:

Emisor:

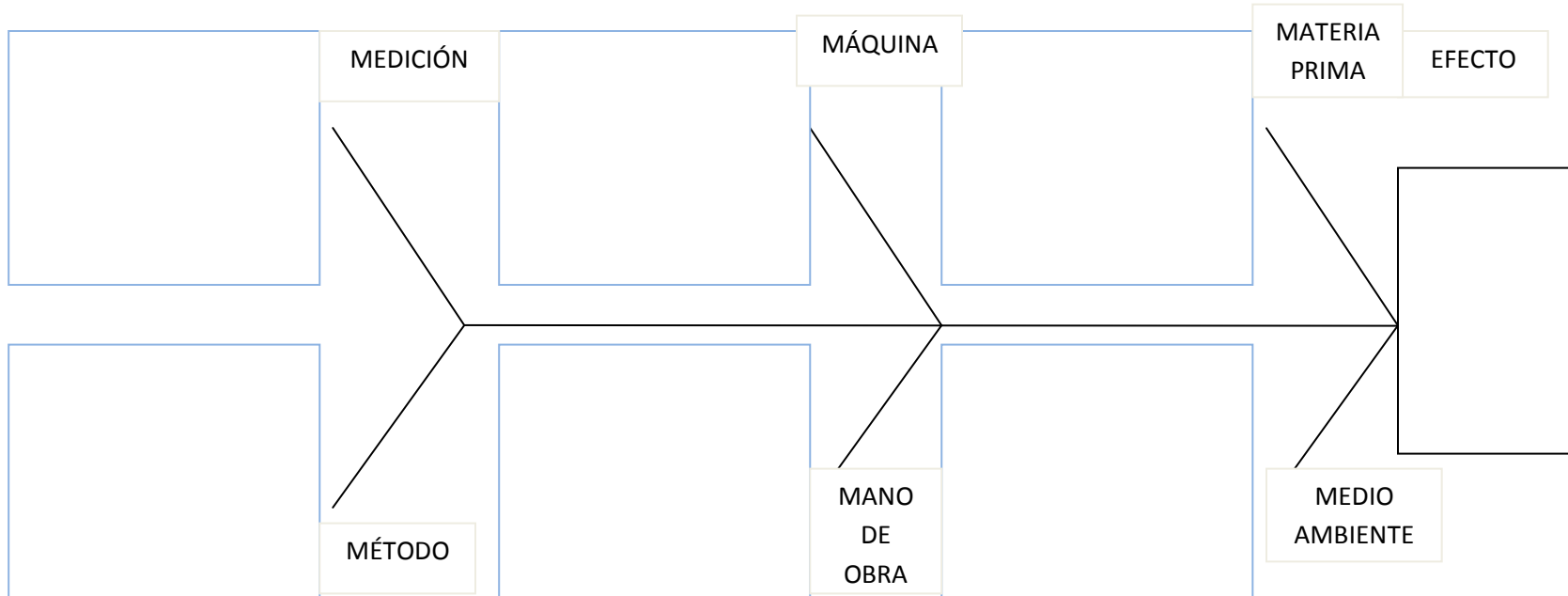
Tiempo de Interrupción:  (min)

Descripción de la Falla:

Observación de la Falla:

Remoción del síntoma / Acción inmediata :

### ANALISIS / IDENTIFICACIÓN DE LA CAUSA FUNDAMENTAL



PUNTAJE TOTAL	CAUSAS PROBABLES	PARTICIPANTES			

<b>Causa Probable 1:</b>
¿Por qué?
¿Por qué?
¿Por qué?

--

<b>Causa Probable 2:</b>
¿Por qué?
¿Por qué?
¿Por qué?

<b>Causa Probable 3:</b>
¿Por qué?
¿Por qué?
¿Por qué?

--

**PLAN DE ACCIÓN**

<b>ACCIÓN (QUE)</b>	<b>RESPONSABLE (QUIÉN)</b>	<b>PLAZO (CUANDO)</b>	<b>CÓMO</b>	<b>VERIFICACIÓN DE ACCIÓN</b>

**VERIFICACIÓN DE EFICACIA**

**OBSERVACIONES / EVIDENCIAS:**

--

<b>RESPONSABLE DEL TRATAMIENTO:</b>	<b>GESTOR:</b>	<b>FECHA:</b>





A.- Cambio de Proceso.-

## TRATAMIENTO DE FALLAS

Fecha de Falla:

Clasificación:

Lugar / Proceso:

Equipo:

Filtro / Gatillo:

Síntoma o Defecto

B.- Impresoras.-

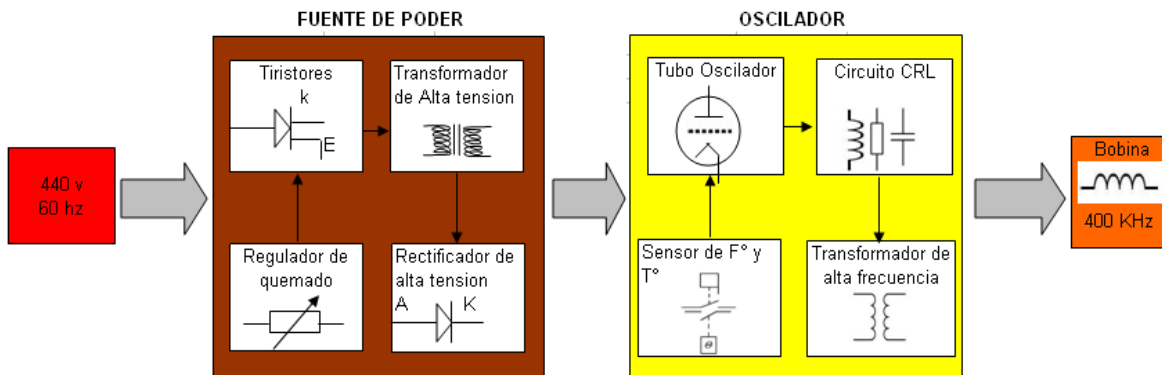
C.- Baja línea de Producción.-

D.- Sistema de Corte.-

E.- Sistema de refrigeración.-

F.- Soldadoras – Thermatool – cambio de tubo oscilador.-

## DIAGRAMA DE BLOQUES-THERMATOOL



G.- Fallas es Materia Prima.-

H.- Falta de Montacargas.-

I.- Elevada pérdida metálica.-

J.- Elevado consumo de Aceite.-

H.- Centralizado de Sistema de Refrigeración de agua destilada

## **PASO 8: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (AM).**

Para poder diferenciar las labores que harán los colaboradores de producción respecto de mantenimiento se trabajará con Tarjetas de Registro de Datos, estas servirán para que no se creen dobles funciones, posteriormente se definirán los perfiles de ambos colaboradores.

### **LOS REGISTROS EN ETIQUETAS**

Las anomalías encontradas en la utilización del *check list* periódico (Rutina de Inspección del MA), como también las que son identificadas informalmente, se registran utilizando etiquetas. Estas etiquetas, posteriormente serán, vía computadora, incluidas en una BASE DE DATOS.

Las etiquetas azules son utilizadas para registrar anomalías que normalmente son subsanadas por los propios Operadores

Las etiquetas rojas son utilizadas para registrar anomalías que normalmente son solucionadas por los Mantenedores.

Solamente los Operadores registran las anomalías en el Mantenimiento Autónomo.

FIGURA 11.- Etiquetas Mantenimiento Autónomo

## PERFILES OPERATIVOS

Como parte del mantenimiento autónomo se definieron roles del personal que hará de soporte a la producción, apoyando el periodo de transición. Los roles son:

### A.- EL PAPEL DEL FACILITADOR DE PRODUCCIÓN

- Motivar a los operadores a practicar el Mantenimiento Autónomo.
- Suministrar los recursos necesarios para las rutinas y mejoras específicas.
- Administrar la emisión y resolución de las etiquetas azules (de operación).
- Acompañar la ejecución de las actividades del día a día corrigiendo los desvíos.
- Trabajar en conjunto con el facilitador del mantenimiento para la eliminación de las anomalías y problemas crónicos.

### B.- EL PAPEL DEL FACILITADOR DE MANTENIMIENTO

- Administrar la resolución de las etiquetas rojas (de mantenimiento).
- Acompañar la actuación del padrino de mantenimiento.
- Buscar la solución definitiva de los problemas (causas raíces).

-Trabajar en conjunto con el facilitador de operación para la eliminación de las anomalías y problemas crónicos.

### **C.- EL PAPEL DEL OPERADOR**

- Ejecutar el *check list* de mantenimiento autónomo.
- Llenar las etiquetas de las anomalías.
- Reclamar la resolución de los problemas registrados en las etiquetas.
- Mantener el local de trabajo limpio y organizado.
- Ejecutar pequeñas reparaciones y registrarlas en las etiquetas azules.
- Mantener las informaciones de operación actualizadas en el cuadro del Mantenimiento Autónomo.

### **D.- EL PAPEL DEL PADRINO MANTENEDOR**

- Hablar con los Operadores todos los días tratando de identificar situaciones de anomalías en los equipos y, a continuación, evaluar las nuevas etiquetas planificando o, incluso, solucionando de inmediato las anomalías encontradas.
- Ejecutar las reparaciones registradas en las etiquetas rojas;
- Capacitar a los operadores para realizar el *check list* de inspección e identificación de anomalías.
- Mantener las informaciones de mantenimiento actualizadas en el cuadro del Mantenimiento Autónomo;
- Hablar con los Operadores todos los días tratando de identificar las situaciones de anomalías en los equipos y, a continuación, evaluar las nuevas etiquetas planificando o, incluso, resolviendo de inmediato las anomalías encontradas.

### **E.- EL PAPEL DEL GESTOR DEL ÁREA**

- Incentivar y patrocinar el Mantenimiento Autónomo.

## **AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Mensualmente, las actividades del mantenimiento autónomo son auditadas. La auditoría es realizada bajo la coordinación del Facilitador de Operación y la participación del Facilitador de Mantenimiento, Padrino y Operadores. En algunas auditorías deben participar invitados de otras áreas. Son evaluados los ítems relacionados con el estado de los equipos y con los papeles de los involucrados en el proceso.

### A.- ÍTEMS EVALUADOS EN LA AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

- Limpieza y organización del local de trabajo.
- Estado general de la máquina.
- Herramientas del mantenimiento.
- Participación de los Operadores, Padrino, Facilitador y Gerencia.

### PROGRAMA AUTÓNOMO

Se definirá las actividades de rutina del operador de máquina, el cuál garantizará el normal flujo de producción en las líneas.

#### ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO AUTONOMO

CORRELATIVO	SISTEMA	TAREA	SUB-TAREAS (SECUENCIA)	TIEMPO	OBSERVACIÓN
ATUBO-001	Caja de transmisión	Inspección de rodamientos de caja de Transmisión (Forming o Sizing)	-----	5 min	
ATUBO-002		Lubricación de rodamientos de caja de transmisión Forming y Sizing	Tomar manguera de bomba lubricadora	10 min	
			Encender bomba neumática de lubricación		
	Colocar boquilla sobre grasera	Con esta operación se busca retirar la grasa contaminada			
ATUBO-003	Postes	Inspección de rodamientos de postes de transmisión (Forming o Sizing)	-----	5 min	
ATUBO-004		Lubricación de rodamientos de postes de cajas de transmisión Forming e Sizing	Tomar manguera de bomba lubricadora	5 min	
			Encender bomba neumática de lubricación		Cuidado de riesgo eléctrico
	Colocar boquilla sobre grasera	Con esta operación se busca retirar la grasa contaminada			

ATUBO-005	Cajas laterales	Limpieza de guías de caja lateral	Colocando la manguera en salida de emulsión se procede a remover el barro y agentes contaminantes	5 min		
ATUBO-006		Lubricación de eje roscado y husillo	Utilizado grasa se procede a untar en eje roscado	5 min	El husillo no debe tener ningún agente contaminante	
ATUBO-007		Limpieza de rodamientos y ejes laterales	Utilizando un desengrasante remover la grasa contaminada y lubricar nuevamente, inspeccionando el estado de los ejes	5 min		
ATUBO-008		Inspección de sistemas de regulación	-----	5 min		
ATUBO-009	Motor CC	Inspección de parámetros de motores CC	-----	5 min	Cuidado de riesgo eléctrico	
ATUBO-010	Intercambiador destilada / emulsión	Inspección de nivel de agua destilada	-----	2 min	Cuidado de riesgo eléctrico	
ATUBO-011		Temperatura del agua destilada	Colocar la palma de la mano y verificar si la temperatura del agua es la correcta	1 min	Tener cuidado de no exponer demasiado tiempo la mano	
ATUBO-012		Limpieza de filtros de agua destilada	Desmontar la canastilla del filtro "Y"	Retirar la suciedad acumulada de la canastilla	5 min	Todo el sistema de refrigeración debe estar apagado y bloqueado
ATUBO-013		Temperatura de emulsión	Colocar la palma de la mano y verificar si la temperatura del agua es la correcta	2 min	Tener cuidado de no exponer demasiado tiempo la mano	
ATUBO-014		Limpieza de filtros de emulsión	Desmontar la canastilla del filtro "Y"	Retirar la suciedad acumulada de la canastilla	5 min	Todo el sistema de refrigeración debe estar apagado y bloqueado
ATUBO-015	Cabeza Turca	Limpieza de roscas	Desmontar los pernos reguladores para luego realizar la limpieza removiendo los agentes contaminantes	5 min	Revisar si algún perno necesita ser cambiado por presentar abolladuras	
ATUBO-016		Inspección de perno regulador lateral	-----	5 min		
ATUBO-017		Lubricación de rodillos y rodamientos	Antes del montaje de rodillos y rodamientos baltzer se debe lubricar, tratando de no contaminar la grasa	5 min		
ATUBO-018	Uncoiller	Limpieza de FLR (purga de filtros)	Abrir la válvula de purga para evacuar la suciedad acumulada	6 min	Cerrar bien la válvula de purga así evitar fugas de aire	
ATUBO-019	Sistema de corte	Reajuste de tuercas de anclaje de base de cortadora	Ajustar tuercas flojas	5 min	Tener en cuenta que el mismo ajuste a todas las tuercas por igual	
ATUBO-020		Inspección de componentes de caja de corte	-----	5 min		



ATUBO-021		Inspección de corte	-----	5 min	Tener presente que esta operación busca encontrar posibles desalineamientos o aflojamientos
ATUBO-022	Electroválvula	Lubricación de FLR de electroválvulas	Retirar el vaso lubricador, retirar el aceite contaminado y agregar aceite en óptimo estado	10 min	Tener cuidado de no romper el vaso lubricador
ATUBO-023	Soldadora	Limpieza, lubricación de soporte de anillo guía	Con emulsión se procede a limpiar la estructura, se procede a lubricar el tornillo regulador lateral	10 min	
ATUBO-024		Inspección de rodamientos	-----	5 min	Revisar el rodamiento que no presente abolladuras, que gire con normalidad
ATUBO-025		Inspección de anillo guía	-----	5 min	Revisar posibles rajaduras o quiñaduras
ATUBO-026		Limpieza de sistemas de regulación	Utilizando emulsión se procede a retirar el barro	15 min	Verificar el estado de los reguladores
ATUBO-027		Inspección de cabeza de chuck		5 min	
ATUBO-028		Limpieza y lubricación	Previa limpieza se procede a inspeccionar el estado así como el funcionamiento	15 min	

**TAREA**  
I INSPECCIÓN  
C LIMPIEZA  
R REAJUSTE  
L LUBRICACIÓN

**LUGAR**  
S SIZING  
FORMIN  
F G  
LATERA  
L L  
TH THERMATOOL  
CB CONTROLES DE BALDOR  
DC CABEZAL DE IMPRESORA  
WB CHUCK DE SOLDADO  
AD SISTEMA AGUA DESTILADA  
EM SISTEMA DE EMULSIÓN

TABLA 10.- Actividades detalladas del Mantenimiento Autónomo

La simbología a usar en el Programa de Mantenimiento Autónomo será:

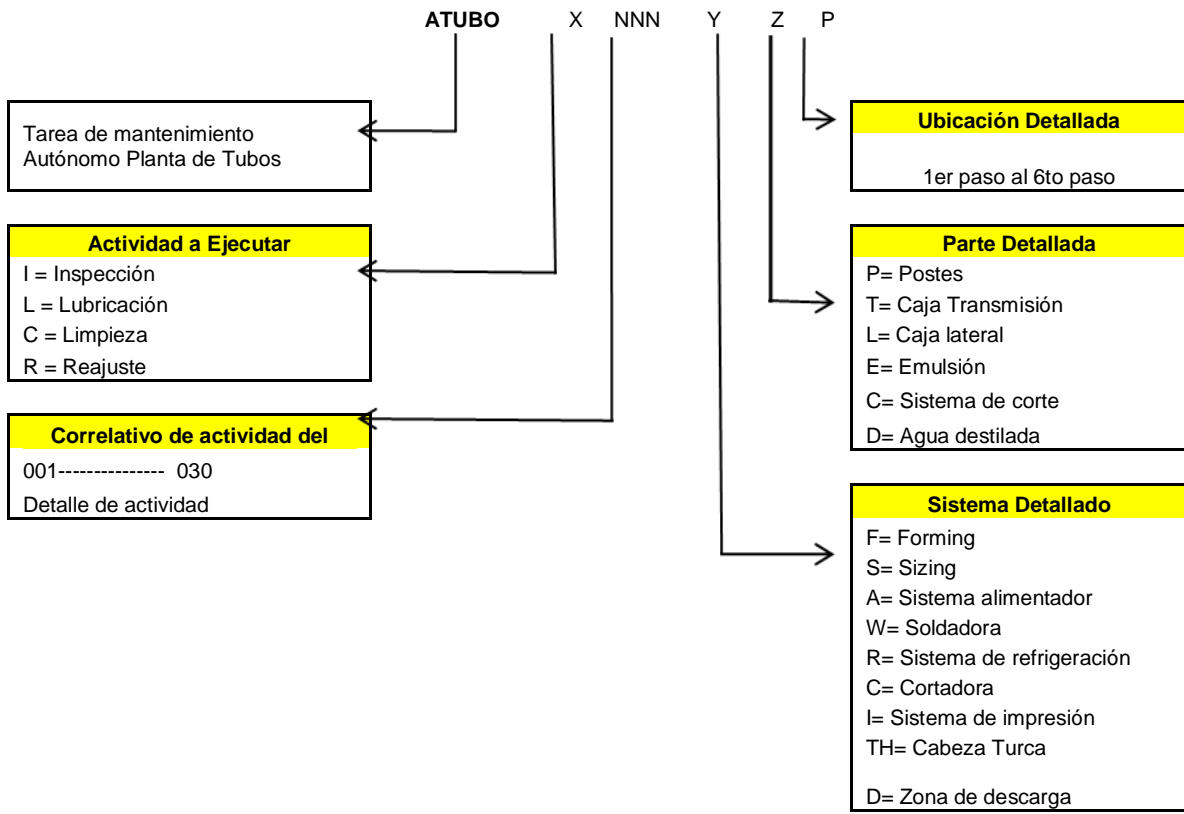


FIGURA 12.- Simbología del Mantenimiento Autónomo

Con esta información recopilada del historial de las máquinas tuberas se procede a realizar el Programa de Mantenimiento Autónomo.

# PROGRAMA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

SEMANA NRO

OPERADOR  
1ER T \_\_\_\_\_  
OPERADOR  
2DO T \_\_\_\_\_  
OPERADOR  
3ER T \_\_\_\_\_

FICHA   
FICHA   
FICHA

		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO	
<b>1 ER TURNO</b>		TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T
		ATUBO - I - 001 - F1	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 001 - F2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 001 - F3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 001 - F4	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 001 - F5	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 016 - TH	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - L - 002 - F1	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 002 - F2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 002 - F3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 002 - F4	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 002 - F5	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 002 - F6	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - L - 012 - LFAD	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 010 - AD	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 014 - TH	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 015 - TH	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 016 - TH	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 017 - UN	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - I - 013 - EM	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 011 - AD	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO	
<b>2 DO TURNO</b>		TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T	TAREA	S T
		ATUBO - I - 003 - F1	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - F2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - F3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - F4	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 001 - F5	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - F6	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - I - 003 - S1	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - S2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - S3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 005 - F1/2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 005 - F2/3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 005 - F4/5	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - C - 005 - F6/5	<input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 006 - F1/2	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 006 - F2/3	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 006 - F3/4	<input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 006 - F5/6	<input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 006 - FOG	<input type="checkbox"/>
		ATUBO - L - 018 - LFLR	<input type="checkbox"/>	ATUBO - R - 018 - SC	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 020 - SC	<input type="checkbox"/>	ATUBO - R - 021 - SC	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 024 - TH	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

3 ER TURNO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	TAREA S T	TAREA S T	TAREA S T	TAREA S T	TAREA S T	TAREA S T
	ATUBO - I - 003 - S1 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - S2 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 003 - S3 <input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 006 - LS1-2 <input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 006 - LS2-3 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 025 - WB <input type="checkbox"/>
	ATUBO - C - 005 - LS1/2 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 005 - LS2/3 <input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 005 - L3/4 <input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 008 - LS1-2 <input type="checkbox"/>	ATUBO - C - 008 - LS3-4 <input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 023 - WB <input type="checkbox"/>
	ATUBO - L - 004 - PS1 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 004 - PS2 <input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 004 - PS3 <input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 009 - TH <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATUBO - I - 027 - WB <input type="checkbox"/>
	ATUBO - L - 026 - TH <input type="checkbox"/>	ATUBO - L - 028 - WB <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SR: Status = Estado Final de máquina

Máquina  
conforme

No  
conforme

(Colocar un nro. correlativo y  
justificar la no ejecución o  
alguna observación)

C	Nombre	Ficha	Causa	Acción correctiva	Quien	Cuando	Estado

FIGURA 13.- Programa del Mantenimiento Autónomo

### PASO 9: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO (PM).

- Se establece el programa de mantenimiento periódico para el departamento de mantenimiento.
- Hasta que la inspección general forme parte de los operarios se requerirá de la asistencia del Departamento de mantenimiento en forma continua.
- Se está desarrollando estándares para el equipo de forma que durante la fase de inspección autónoma puedan compararse con estándares de operación, buscándose una combinación apropiada de los mismos.
- A continuación se detalla el programa de mantenimiento planificado anual.

ITEM	EQUIPO Y/O COMPONENTE	Especialidad	Descripción de Operación	Nº Ejecutores	Duración Operación (minutos)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	MOTOR DC TUBOS	ELECT	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10	X		X		X		X		X		X		
		ELECT	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR MEGADO DE MOTOR	2	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIAR MOTOR CON SOLVENTE	2	20	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	SECAR MOTOR	2	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE CARBONES	2	20	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE RODAMIENTOS	2	30	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIAR Y LIJAR COLECTOR	2	30	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE CONEXIONES	2	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR Y REAJUSTAR BASES Y ACOPLES	2	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR MEGADO DE MOTOR	2	10	X		X		X		X		X		X		X
2	REPARACIÓN TARJETA PULSOS	ELECT	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	1	10		X						X					
		ELECT	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	1	10		X						X					

	TUBOS	ELECT	DESCONECTAR TARJETA DE PULSOS	1	10		X						X					
		ELECT	REVISAR CIRCUITO DE TARJETA	1	30		X							X				
		ELECT	PRUEBAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS	1	30		X							X				
		ELECT	CAMBIO DE CIRCUITOS INTEGRADOS	1	30		X							X				
		ELECT	RESOLDAR CONEXIONES DE TARJETA	1	30		X							X				
		ELECT	PROBAR SEÑAL CON OSCILOSCOPIO	1	20		X							X				
		ELECT	MONTAJE DE TARJETA DE PULSOS	1	10		X							X				
		ELECT	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	1	10		X							X				
		ELECT	PRUEBAS DE TARJETA EN MAQUINA	1	10		X							X				
3	ROSCADORA TUBOS	ELECT	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10			X				X			X		X	
		ELECT	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10			X				X			X		X	
		MEC	REVISAR Y REALIZAR MTTO.	2	30			X				X			X		X	
		ELECT	MTTO. A CONTACTORES,	2	20			X				X			X		X	
		ELECT	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10			X				X			X		X	
		ELECT	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10			X				X			X		X	
		MEC	DESARMAR BOMBAS Y CAMBIAR RODAMIENTOS	2	240							X						
4	PROBADORA HIDROSTÁTICA	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10	X			X				X			X		
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10	X			X				X			X		
		MEC	REVISAR BOMBA DE PISTONES URACA	2	20	X			X				X			X		
		MEC	REVISAR ESTADO DE TUBERIAS	2	60	X			X				X			X		
		MEC	AJUSTAR CONEXIONES DE TUBERIAS	2	20	X			X				X			X		
		MEC	MTTO. A VÁLVULAS MANUALES	2	30	X			X				X			X		
		ELECT	MTTO. A CONTACTORES,	2	20	X			X				X			X		
		ELECT	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10	X			X				X			X		
		ELECT	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10	X			X				X			X		
		MEC	MTTO. GENERAL A BOMBA	2	480		X											
5	COMPRESORA TUBOS	ELECT	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10			X							X			
		ELECT	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10			X							X			
		ELECT	MTTO. Y AJUSTE DE CONEXIONES	2	60			X							X			
		ELECT	LIMPIAR Y AJUSTAR TARJETAS ELRONICAS	2	60			X							X			
		ELECT	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10			X							X			
		ELECT	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10			X							X			
6	SISTEMA CORTE	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10			X						X				
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10			X						X				
		MEC	REAJUSTAR GUIAS VERTICALES DE BRONCE	2	60			X						X				

		MEC	REAJUSTAR PERNOS DE GUIAS VERTICALES	2	60			X						X			
		MEC	CAMBIAR BOCINAS DE BIELA	2	480			X						X			
		MEC	REAJUSTAR PERNOS DE BIELA	2	60			X						X			
		MEC	VERIFICAR HOLGURA ENTRE BOCINA	2	60			X						X			
		MEC	CALIBRAR DISCO DE FRICCION DE FRENO	2	120			X						X			
		MEC	LIMPIAR FERRODOS DE FRENO Y EMBRAGUE	2	120			X						X			
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE CAJA DE CORTE	2	240			X						X			
		MEC	MTTO Y/O CAMBIO DE ROTARY	2	120			X						X			
		ELECT	REVISAR Y REALIZAR MTTO. A CONTACTOS	2	60			X						X			
		ELECT	MTTO. DE ELROVÁLVULAS	2	60			X						X			
		ELECT	MTTO.A TABLERO DE MANDO DE CORTADORA	2	60			X						X			
		ELECT	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10			X						X			
		ELECT	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10			X						X			
7	UNCOILLER TUBERAS	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10		X				X					X	
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y REVISIÓN DE REGULADORES	2	120		X				X					X	
		MEC	REVISIÓN Y MTTO. DE SISTEMA DE FRENADO	2	120		X				X					X	
		MEC	MTTO. A VÁLVULAS DE UNCOILLER	2	120		X				X					X	
		MEC	MTTO. A ELROVÁLVULAS DE UNCOILLER	2	60		X				X					X	
		MEC	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10		X				X					X	
		MEC	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10		X				X					X	
8	CAJAS TRANSMISIÓN FORMING	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10		X				X					X	
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE SPROKES Y CADENAS	2	120		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE EJES INFERIORES	2	240		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE EJES SUPERIORES	2	240		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE ACCESORIOS DE TREN	2	360		X				X					X	
		MEC	CAMBIAR RETENES DE CAJAS DE TRANSMISIÓN	2	240		X				X					X	
		MEC	CAMBIAR RODAMIENTOS Y BOCINAS	2	240		X				X					X	
		MEC	CAMBIAR RODAMIENTOS Y BOCINAS BOCAMAZA	2	240		X				X					X	
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE CHUMACERAS	2	180		X				X					X	
		MEC	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10		X				X					X	
		MEC	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10		X				X					X	
9	CAJAS TRANSMISIÓN	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10		X				X					X	
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10		X				X					X	

	SEZING	MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE SPROKES Y CADENAS	2	120		X			X			X			
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE EJES INFERIORES	2	240		X			X				X		
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE EJES SUPERIORES	2	240		X			X				X		
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE ACCESORIOS DE TREN	2	360		X			X				X		
		MEC	CAMBIAR RETENES DE CAJAS DE TRANSMISIÓN	2	240		X			X				X		
		MEC	CAMBIAR RODAMIENTOS Y BOCINAS	2	240		X			X				X		
		MEC	CAMBIAR RODAMIENTOS Y BOCINAS BOCAMAZA	2	240		X			X				X		
		MEC	MTTO. Y/O CAMBIO DE CHUMACERAS	2	180		X			X				X		
		MEC	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10		X			X				X		
		MEC	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10		X			X				X		
10	SIST. HIDRÁULICO TUBERAS	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10			X					X			
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10			X					X			
		MEC	CAMBIAR FILTROS DE TANQUE	2	120			X					X			
		MEC	MTTO. A VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL	2	180			X					X			
		MEC	MTTO. A CILINDROS Y/O CAMBIO DE SELLOS	2	240			X					X			
		MEC	MTTO. A ELECTROVÁLVULAS	2	120			X					X			
		MEC	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10			X					X			
		MEC	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10			X					X			
11	INTERCAMBIADORES DE CALOR	MEC	REALIZAR ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS	2	10			X					X			
		MEC	BLOQUEAR ENERGÍAS PELIGROSAS	2	10			X					X			
		MEC	DESMONTAR INTERCAMBIADOR DE CALOR	2	120			X					X			
		MEC	DESMONTAR INTERCAMBIADOR	2	120			X					X			
		MEC	LIMPIAR PLACAS DE INTERCAMBIADOR	2	480			X					X			
		MEC	LIMPIAR PLACAS DE INTERCAMBIADOR CALOR	2	480			X					X			
		MEC	REALIZAR ARMADO Y MONTAJE	2	240			X					X			
		MEC	REALIZAR MONTAJE DE INTERCAMBIADOR CALOR	2	240			X					X			
		MEC	RETIRAR DISPOSITIVOS DE BLOQUEO	2	10			X					X			
		MEC	PROBAR EQUIPO EN VACÍO Y CON CARGA	2	10			X					X			
12	TECLE ELÉCTRICO TUBOS	ELECT	REVISIÓN DE TEMPERATURA DE MOTOR	1	5	X		X		X		X		X		
		ELECT	REVISIÓN DE ESTADO DE CABLES DE TECLE	1	5	X		X		X		X		X		
		ELECT	REVISIÓN DE ESTADO DE BOTONERA DE MANDO	1	10	X		X		X		X		X		
		ELECT	REVISIÓN DE TENSIÓN ENTRE FASES	1	10	X		X		X		X		X		
		ELECT	REVISIÓN DE AISLAMIENTO DE MOTOR	1	15	X		X		X		X		X		



		ELECT	VERIFICACIÓN SENSORIAL DE VIBRACIÓN	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR CONTINUIDAD FLOW SWICHT	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR CONTINUIDAD SWICHT TÉRMICO	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR CONTINUIDAD SWICHT TÉRMICO KLIXON	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR CONTINUIDAD FLOW SWICHT 3/4	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR CONDUCTIVIDAD DEL AGUA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR POTENCIAL HIDROGENO	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR PPM DEL AGUA DESTILADA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR FUGAS DE AGUA DESTILADA	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR CORROSIÓN CONECTORES	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR TEMPERATURA DEL AGUA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	TEMPERATURA DE MANGUERAS NO CONDUCTIVAS	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN ESTADO DE MANGUERAS	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE FUGAS DE AGUA DESTILADA	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIAR Y SECAR LA CABINA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REAJUSTE DE ESPIRAS DE BOBINA DE CHOQUE	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	SEPARACIÓN ENTRE PLACAS 1/2"	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR CAPACITANCIA, 20 O 25 UF	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR AISLAMIENTO DE TRANSFORMADOR	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR VALOR NOMINAL DE RESISTENCIA	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE ESTADO DE CABLES.	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REAJUSTE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	AJUSTE DE CONEXIÓN DE BOBINA DE SOLDADO	1	15	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIEZA DE BOBINA DE SOLDADO	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIEZA DE CABINA OSCILADORA	1	10	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN VOLTAJE DE FILAMENTO	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE CORRIENTE DE GRILLA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE TENSIÓN DE PLACA < 13 KV.	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE FLUJO DE REFRIGERANTE	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE ESTADO DE BOBINA	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE PRESIÓN DE REFRIGERANTE	1	5	X		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE FLUJO DE REFRIGERANTE	1	5	X		X		X		X		X		X		X
14	FUENTE PODER THERMATOOL	ELECT	REVISIÓN DE OHMIAJE DE CADA BLOQUE	1	15		X	X		X		X		X		X		X
		ELECT	AJUSTAR CONEXIONES DE BLOQUE	1	15		X	X		X		X		X		X		X

		ELECT	REVISAR TEMPERATURA DE TIRISTORES	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR DESFASE ENTRE TIRISTORES	1	10		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR AISLAMIENTO DE TIRISTORES	1	20		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR RESISTENCIA KÁTODO-GATE TIRISTOR	1	15		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR AISLAMIENTO RESPECTO A TIERRA	1	15		X		X		X		X		X		X
		ELECT	AJUSTE DE TERMINALES, CABLES	1	20		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE CONTINUIDAD FLOW SWICHT 3/4	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIEZA Y AJUSTE DE TERMINALES	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE AISLAMIENTO RESPECTO	1	15		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE CABLES DE ENTRADA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	MEDIR VALOR NOMINAL DE RESISTENCIA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR TEMPERATURA DE RESISTENCIA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR TEMPERATURA DE RESISTENCIA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR TEMPERATURA DE TRAF0 < 40° C	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIEZA DE HOLLÍN DE TRAF0 DE ALTA	1	10		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISAR VIBRACIÓN SENSORIALMENTE	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR TEMPERATURA DE TRANSFORMADOR	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE VIBRACIÓN DE TRANSFORMADOR	1	5		X		X		X		X		X		X
15	MOTORES AC	ELECT	REVISIÓN DE T° MOTOR NO MAYOR DE 40 ° C	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE CORRIENTE POR FASE	1	10		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE TENSIÓN ENTRE FASES	1	10		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE AISLAMIENTO DE MOTOR	1	15		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICACIÓN SENSORIAL DE VIBRACIÓN	1	5		X		X		X		X		X		X
16	IMPRESORAS DOMINO	ELECT	REVISIÓN PARÁMETROS VELOCIDAD DE BOMBA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE PRESIÓN DE TINTA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REVISIÓN DE TIEMPO DE TRABAJO DE BOMBA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE CABEZAL DE IMPRESIÓN	1	10		X		X		X		X		X		X
		ELECT	VERIFICAR ESTADO DE CABLES DE ENTRADA	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	LIMPIEZA GENERAL DE IMPRESORA	1	120			X							X		
		ELECT	CAMBIO DE FILTROS DE TINTA,	1	240			X							X		
		ELECT	CALIBRACIÓN DE CHORRO,	1	60			X							X		
17	ROTARY SWICHT CORTADORA TUBOS	ELECT	REAJUSTE DE CONTACTOS	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	INSPECCIONAR CONTACTOS	1	5		X		X		X		X		X		X
		ELECT	REGULAR RESPECTO AL PRODUCTO	1	10		X		X		X		X		X		X

18	TECLE DE TUBOS	MEC	VERIFICAR ESTADO DE CADENA DE SISTEMA	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR FRENO DE TECLE	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE ELEVACIÓN	1	5		X		X		X		X		X
19	MOTOR ARRASTRE TUBOS	MEC	VERIFICAR T° RODAMIENTO POSTERIOR	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR T° RODAMIENTO LADO POLEA	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR DEFORMACIÓN Y DESGASTE	1	10	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR DEFORMACIÓN Y DESGASTE	1	10	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR TENSADO DE FAJA DE ARRASTRE	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR T° DE SOPORTES DE PIES	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	REAJUSTAR PERNOS DE FIJACIÓN	1	10	X		X		X		X		X	
20	CAJAS TRANSMISIÓN TUBOS	MEC	VERIFICAR DESGASTE DE ACOPLÉS	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR SENSORIAL DE VIBRACIONES	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE ROSCA Y JUEGO	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE TAPA Y JUEGO	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTOS DE EJE	1	12		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTOS DE EJE	1	12		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE PIÑONES Y CORONA	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE PINES LOCOS	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR FUGAS DE ACEITE DE TAPAS	1	18		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE LIRAS	1	18		X		X		X		X		X
21	SISTEMA SOLDADO TUBOS	MEC	VERIFICAR DESGASTE DE REGULADOR ALTURA	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE PORTA RODILLO	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR DESGASTE DE REGULADOR ALTURA	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE BASE PORTA RODILLO	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE PORTA RODILLO	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE PORTA RODILLOS	1	5	X		X		X		X		X	
22	BOMBAS DE AGUA TUBOS	MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTO POSTERIOR	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTO LADO SELLO	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR FUGAS EN ZONA DE SELLO	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	REVISAR Y REALIZAR LIMPIEZA A VÁLVULA	1	5		X		X		X		X		X
		MEC	VERIFICAR FUGAS EN LAS TUBERÍAS	1	5		X		X		X		X		X
23	SISTEMA DESCARGA TUBOS	MEC	VERIFICAR ESTADO DE SOPORTE DE SENSOR	1	5	X		X		X		X		X	
		MEC	VERIFICAR PRESIÓN PROMEDIO DE 3.5 BAR	1	5	X		X		X		X		X	

		MEC	VERIFICACIÓN DE ESTADO DE CILINDRO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE PALETAS BOTADORAS	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE UNIDAD NEUMÁTICA	1	5	X		X		X		X		X		X			
24	SISTEMA HIDRÁULICO CORTE TUBO	MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTO POSTERIOR	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CONEXIONES	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR T° DE INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR T° DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CONEXIONES	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR T° DE MANGUERAS Y CONECTORES	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR FUGAS EN MANGUERAS	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CILINDRO HIDRÁULICO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CILINDROS	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CILINDRO HIDRÁULICO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE SELLOS DE VÁSTAGO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE SELLOS DE ÉMBOLO	1	20	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE VÁSTAGO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		25	ESTRUCTURA CARRO CORTE TUBO	MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTO DE MOTOR	1	5		X		X		X		X		X		X
				MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTO DE MOTOR	1	5		X		X		X		X		X		X
MEC	VERIFICAR DESGASTE DE CANAL POLEA			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR ESTADO DE ESTRUCTURA DE TODA			1	10		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR JUEGO DE RODADURA DE SOPORTES			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR TENSADO DE FAJA DE ARRASTRE			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR ESTADO DE FAJAS TIPO "V" A-50			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR DESGASTE DE CANAL POLEA			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTOS LADO POLEA			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR T° DE RODAMIENTOS LADO DISCO			1	5		X		X		X		X		X		X		
MEC	VERIFICAR VIBRACIÓN DE TAMBOR			1	5		X		X		X		X		X		X		
26	COILCAR	MEC	VERIFICAR ESTADO DE VÁLVULAS DE CONTROL	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR FUGAS EN MANGUERAS	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE CILINDRO HIDRÁULICO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR CADENAS DE TRANSMISIÓN	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ESTADO DE MOTOR HIDRÁULICO	1	5	X		X		X		X		X		X			
27	TORRE ENFRIAMIENTO	MEC	VERIFICAR FUGAS EN SELLO MECÁNICO	1	5	X		X		X		X		X		X			
		MEC	VERIFICAR ACOPLAMIENTOS	1	5	X		X		X		X		X		X			

TUBOS	MEC	VERIFICAR ESTADO DE VÁLVULA DE NIVEL	1	5	X		X		X		X		X	
	MEC	VERIFICAR ESTADO DE VÁLVULAS DE CONTROL	1	5	X		X		X		X		X	
	MEC	VERIFICAR ESTADO DE VÁLVULA REGULADORA	1	5	X		X		X		X		X	

TABLA 11.- Programa del Mantenimiento Anual Planificado

## PASO 10: ADMINISTRACIÓN TEMPRANA DE EQUIPOS

En la administración temprana de equipos lo que se buscará es identificar aquellos equipos que son más críticos.

Los ítems a evaluar para obtener la criticidad será debido a seguridad, medio ambiente, producción y costos de mantenimiento.

EQUIPOS CRITICOS - PLANTA TUBOS								
IT	EQUIPOS	AFECTA				RESULTADOS		
		Seguridad	Medio Ambiente	Producción	Costos de mantto	CLASE	PUNTAJE	Prioridad
1	Sub estación	5	5	5	3	A	18	1
2	Sistema de Soldado de Tuberías	5	1	5	5	A	16	2
3	Sistema de corte de Tuberías	5	1	5	5	A	16	2
4	Sistema de acabado de Tuberías	5	1	3	5	A	14	3
5	Sistema de Alimentación de Tuberías	5	1	5	3	A	14	3
6	Sistema de Formado de Tuberías	5	1	3	5	A	14	3
7	Sistema de Refrigeración de Tuberías	3	1	5	3	A	12	4
8	Torre de enfriamiento	3	1	5	3	A	12	4
9	Prueba Hidrostática	5	3	3	1	A	12	4
10	Sistema de impresión de Tuberías	3	1	3	3	A	10	5
11	Grúa Tubos	5	1	3	1	A	10	5
12	Roscadoras	3	3	3	1	B	10	5
13	Enderezadora	3	3	3	1	B	10	5
14	Sistema de descarga de Tuberías	3	1	3	1	B	8	6
15	Compresora Ingersold	3	1	3	1	B	8	6
16	Compresora Atlas Copco	3	1	3	1	B	8	6

Áreas afectadas		Criterios de evaluación de los equipos y su ponderación	
1	Afecta la seguridad	5	Causa fatalidad o accidentes serios que provocan incapacidad o salud Irreversible
		3	Efectos nocivos para la salud de una o varias personas
		1	Efectos leves para la salud
2	Afecta el medio ambiente	5	Daños a largo plazo esparcidos en el ambiente
		3	Perturbación ecológica de baja duración
		1	No afecta el medio ambiente
3	Afecta a la producción del producto	5	Afecta a la calidad y/o el cumplimiento mensual del programa de producción. (no recuperable -24Hrs)
		3	Afecta al producto y/o calidad para el cliente interno, (recuperable)
		1	No afecta la producción o especificación del producto

4	Afecta a los Costos de mantenimiento	5	Genera un coste de mantenimiento igual o superior al 25% del coste mensual de mantenimiento (\$14,000)
		3	Genera un coste de mantenimiento entre un 2% y un 25% del coste mensual de mantenimiento (\$1,200)
		1	No afecta significativamente el costo de mantenimiento

<i>Leyenda:</i>	
<i>Equipos Críticos</i>	<b>A</b>
<i>Equipos Importantes</i>	<b>B</b>
<i>Equipos No Importantes</i>	<b>C</b>

TABLA 12.- Listado de equipos críticos

## PASO 11: PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Después de analizar la realidad de la organización, se propondrá como base de trabajo para las capacitaciones la siguiente Matriz.

### HABILIDADES / CONOCIMIENTOS

	PERFIL	OPERACIÓN		MANTENIMIENTO		RESPONSABLE DE SOPORTE Y ORIENTACIÓN
		OPERACIÓN ESPECIALIZADA		MEC / ELEC	ESPECIALIZACIÓN	
		Potencial para aprender Voluntad para Aprender Trabajo en Equipo		Iniciativa Comprometidos Dominio Técnico		
HABILIDADES / CONOCIMIENTOS	Educación	Secundaria Completa	Técnicos	Técnicos	Técnicos Especializados	
	Integración	General				Facilitador
		Especificación por Área (50 % en el Trabajo)				
		Especificación por Cédulas (100% en el Trabajo)				
	Proceso, Operación y Mantenimiento	Nociones de Siderurgia				Facilitador/ Externo
		Especialización Conforme a la Función				
Especialización Conforme a la Función + Tareas Críticas				Operadores		

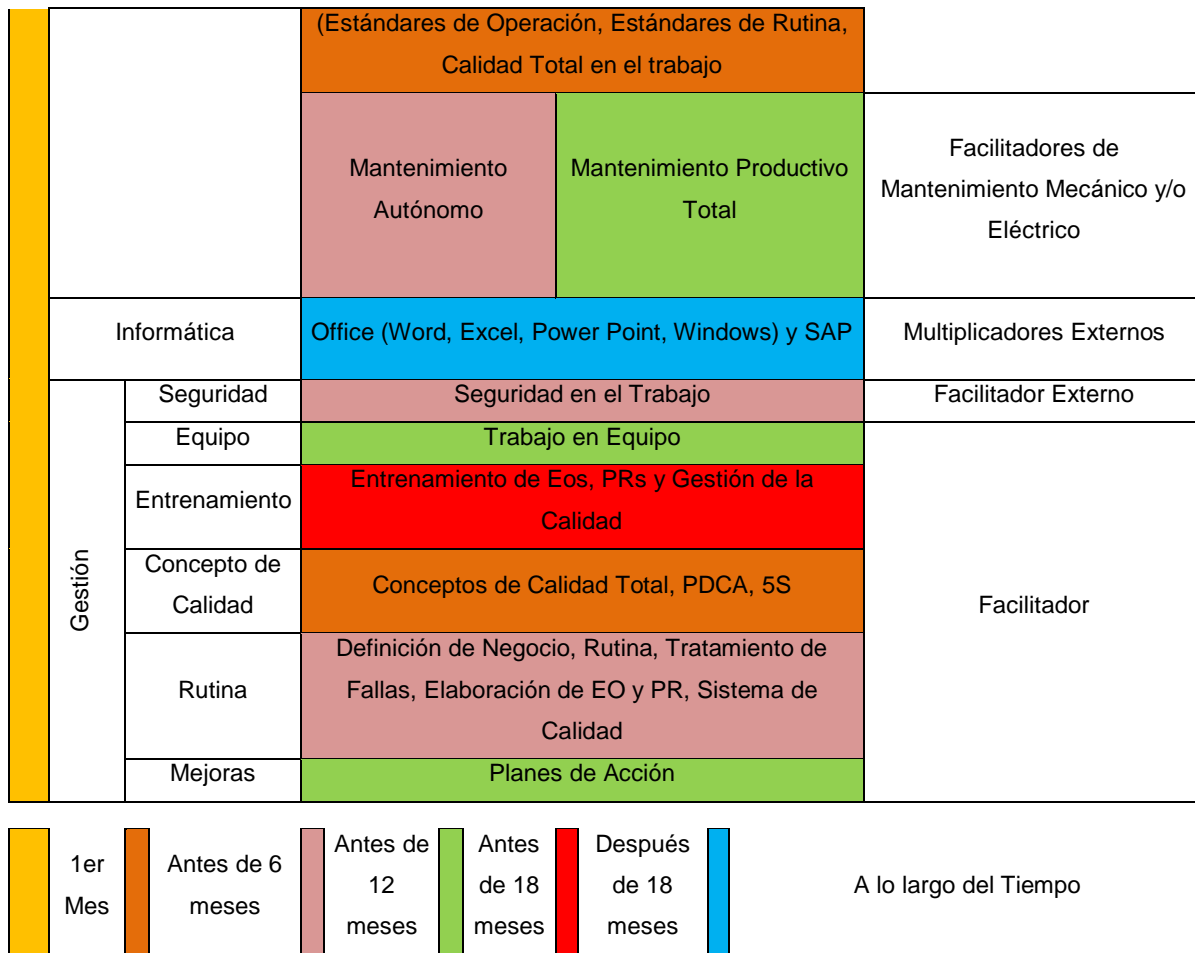


FIGURA 14.- Entrenamiento y Capacitaciones

**PASO 12: IMPLANTACIÓN PLENA DEL TPM Y ESTABLECER METAS ELEVADAS.**

- En este punto se tiene que perfeccionar la implantación del TPM y fijar metas futuras aún más elevadas.
- En este punto se puede evaluar participar en un premio que no es un fin en sí, sino la reafirmación de la continuidad de la mejora.
- Los resultados se verán en el Capítulo IV.



### **III.- METODOLOGIA.-**

#### **3.1.-RELACION ENTRE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.-**

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE.-**

- A.- Plan de Mantenimiento.
- B.- Automatización de algunos Procesos.
- C.- Capacitación del Operador

##### **VARIABLE DEPENDIENTE.-**

- A.- Costos Operativos.
- B.- Cumplimiento del Programa de Producción
- C.- Pérdida Metálica
- D.- Utilización de Máquina
- E.- Satisfacción al Cliente
- F.- Satisfacción del Personal
- G.- Seguridad Industrial

#### **3.2.- TIPO DE INVESTIGACIÓN.-**

Para la presente Tesis los tipos de investigación a usar serán:

- **Investigación Básica:** Buscará analizar el proceso de producción de la planta de Tubos para mejorar los costos de la empresa Siderperu.
- **Investigación Fundamental:** Buscará en base a conclusiones y recopilación de información mejorar el proceso.
- **Investigación Cuantitativa:** Buscará recopilar datos cuantitativos las cuales incluirá mediciones sistemáticas, se empleará análisis estadístico como característica resaltante.
- **Investigación Orientada en Conclusiones:** Buscará interrelacionarla con la investigación cuantitativa.
- **Investigación Exploratoria:** Buscará datos que permita mejorar el proceso. Una vez encontrados los datos se clasificarán, ordenaran, analizarán e interpretarán.

- **Investigación Descriptiva:** Buscará describir el proceso para luego poder medir la evolución del mismo, su objetivo es determinar la situación de las variables involucradas en el estudio en un momento dado con relación a su presencia o ausencia y la frecuencia con que se presenta un fenómeno

- **Investigación Explicativa o Correlacional:** Buscará explicar cómo se relacionan las variables y responder algunas preguntas que se vayan generando durante el proceso.

-**Investigación Técnica:** Buscará mejorar algunos procesos en base a mejorar algunos parámetros técnicos, teniendo como punto de apoyo el historial de máquinas.

- **Investigación de Campo:** Buscará centrar su estudio en la planta de Tubos, buscará conseguir la situación lo más real posible.

### **3.3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.-**

La presente Tesis es un Diseño No Experimental, Tipo Longitudinal de Panel, en el cual se podrá recolectar datos durante el tiempo, el cual permitirá comparar parámetros.

### **3.4.- ETAPAS DE INVESTIGACIÓN.-**

#### **A.- Definición del tema, orientación y conceptualización de criterios metodológicos.- (Ítems 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5)**

En esta etapa se realizó una descripción de la verdadera problemática que son los altos costos de operación de la planta de Tubos de la Empresa Siderperu, se encontró los diversos problemas que contribuyen a este resultado y se trazo diversos objetivos tentativos que permitan mejorar esta problemática.

#### **B.-Definición teórica, investigaciones realizadas, problema, hipótesis y variables.- (Ítems 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1)**

En esta Segunda etapa lo que se buscará es definir ciertos conocimientos que permita entender mejor la tesis, se plantea como hipótesis “Si se cambiara el programa de mantenimiento actual por otro programa de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total en la fabricación de Tubos de la planta de Siderperu

podríamos mejorar los costos operacionales y ser competitivos internacionalmente”, y se identifican las variables independientes como son los costos operativos, plan de mantenimiento, automatización de algunos procesos, capacitación del personal y variables dependientes como cumplimiento del programa de producción, pérdida metálica, utilización de máquina, satisfacción al cliente, satisfacción del personal, seguridad industrial, variables que influyen en la problemática.

### **C.- Diseño del experimento: Manipulación y control de variables.- (Ítem 3.2)**

En esta tercera etapa se busca identificar los distintos indicadores que permitan hacerle seguimiento a las variables tanto independientes como dependientes.

### **D.- Diseño de instrumentos de medición.- (Ítems 3.7, 3.8)**

En esta etapa se busca encontrar la cantidad de datos necesarios para poder hacer seguimiento de las mejoras hechas al proceso con los indicadores de gestión ya indicados.

### **E.- Selección del objeto de estudio, muestra de sujetos y grupos participantes.- (Ítem 3.6)**

En esta etapa se identifica la población que viene hacer La Planta de Tubos constituida por 6 máquinas tuberas.

## **3.5- METÓDICA EN CADA MOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.-**

Dentro de la dificultad de medir la formación y el adiestramiento existe claridad en cuanto a que deben producirse cambios significativos de conducta generados por la mejora de los perfiles formativos del operario. Ya hemos establecido que dicho perfil formativo está compuesto por actitudes, habilidades y conocimientos.

Existen, por tanto, una serie de consecuencias genéricas cualitativas que deben de ser claramente observables en el personal. Dichas consecuencias pasan por mejorar y modificar los motivos que inicialmente nos servían para justificar planes de formación continua.

Ahora bien, dentro de la filosofía continua de vincular las mejoras organizativas (y por tanto, de productividad, rendimiento, calidad, etc.) con la formación, podemos establecer algunas herramientas de seguimiento y medición que nos permitan

cualificar y cuantificar la eficacia de dicha formación. Para poder cuantificar nos servirán los indicadores del ítem 2.4.

Cualquiera de estas herramientas permite, con ciertas limitaciones, vincular los progresos de un proyecto TPM con el desarrollo formativo de unos colectivos determinados pertenecientes a unas zonas o áreas determinadas.

Evidentemente, estas herramientas están dentro de la filosofía de gestión participativa y de organización horizontal en la que se contextualiza el TPM. Además, son y deben ser compatibles y combinables con sistemas de gestión y dirección como la dirección por objetivos, la gestión participativa de los planes de mejora o despliegue de políticas.

En síntesis, un proyecto TPM persigue, sobre todo, optimizar la organización; por tanto la mejor manera de medir los resultados de la formación continua del proyecto, es comprobando que dicha mejora, efectivamente, existe.

### **3.6.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.-**

Las Variables mencionadas serán medidas de acuerdo al orden del punto anterior respectivamente.

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE.-**

A.- Indicador de Gestión que mida la cantidad de paradas no programadas

B.- Indicador de Gestión que permita cuantificar las automatizaciones realizadas en el proceso ( $\$$  Invertido / Tiempo de Reinversión)

C.- Indicador de Gestión que permita mostrar la cantidad de Paradas no Programadas vs Horas de Capacitación del Personal.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE.-**

A.- Indicador de Gestión que mida los Costos mes a mes de los costos Operativos ( $\$$  / Ton)

B.- Indicador de Gestión que permita mostrar el tonelaje programado por el departamento de SOP vs lo realizado.

C.- Indicador de Gestión que permita mostrar los Kg / Ton de pérdida de material producidas por paradas no programadas en las líneas tuberías.

D.- Indicador de Gestión que permita mostrar las Horas programadas vs las horas trabajadas, esto permitirá un mayor análisis de la línea en cuanto a fallas probables para mejoras oportunas.

E.- Indicador de Gestión que permita mostrar la Satisfacción de los clientes vs calidad del producto, esto a través de una encuesta de opinión.

F.- Indicador de Gestión que permita mostrar la Satisfacción del Operador vs el cambio de Tipo de Mantenimiento, esto se podrá lograr a través de una encuesta tipo 360 grados.

G.- Indicador de Gestión de Seguridad que permita mostrar las horas trabajadas sin accidentes

### **3.7- POBLACIÓN Y MUESTRA.-**

#### **3.7.1.- POBLACIÓN.-**

La población que se tomará para la presente Tesis es la Planta de Tubos de la Empresa Siderperu, divididas en Máquinas Frías (M2, TMC, M2.5) y Máquinas Calientes (YODER FERRUM, SHULTER FERRUM, W35), en la cual laboran 60 colaboradores de operación, 6 de pre montaje, 5 de mantenimiento mecánico, 5 de mantenimiento eléctrico, 3 supervisores, 3 Inspectores de calidad, es decir en total tenemos 82 Personas en la Planta, los cuales trabajan en 3 turnos.

#### **3.7.2.- MUESTRA.-**

En planta se tienen 6 Tipos de máquinas, que se diferencia en los espesores de trabajo.

Las máquinas frías que son M2, TMC, M2.5 trabajan espesores delgados entre 0.6 mm a 2 mm

Las máquinas calientes que son la Yoder Ferrum, Shulter, W35 que trabajan con espesores 2 mm a 4 mm.

### 3.8.- TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.-

#### 3.8.1.- TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.-

La Técnica de recolección de datos a aplicar será la técnica tipo MUESTREO NO PROBABILISTICO, la modalidad será el MUESTREO ACCIDENTAL O CAUSAL el cual permitirá elegir el más representativo o típico y extenderlo a toda la planta.

#### 3.8.2.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.-

Los instrumentos de recolección de datos son:

<b>INVESTIGACIONES DE CAMPO</b>	
<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
La observación directa: Sistemática o estructurada	Sistema de Costos Cuaderno de Incidencias Sistema de Producción y paradas
La observación indirecta	Sistema de Costos Cuaderno de Incidencias Sistema de Producción y paradas
Realización de Entrevistas: Dirigidas	Formato de entrevistas Diario de Campo
Aplicación de cuestionario	Hoja de cuestionario

TABLA 13.- Investigación de campo

<b>INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL</b>	
<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Revisión de : Libros Revistas Tesis	Fichas Cuadros sinópticos Fotocopiadoras

Documentos	Computador
Equipos de cómputo	CD
Internet	Diapositivas

TABLA 14.- Investigación documental

### 3.9.- PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.-

Los procedimientos para la recolección de datos serán:

**Sistema de Costos.-** Software que permite almacenar electrónicamente los costos realizados por la planta de planos. De aquí se tomara los gastos realizados por la planta de tubos para poder analizarlos e interpretarlos.

**Cuaderno de Incidencias.-** Cuaderno donde los Operadores principales de turno anotan las incidencias que han ocurrido en su respectivo turno. De aquí se tomará información de las ocurrencias diarias para poder analizarlas e interpretarlas.

**Sistema de Producción y Paradas.-** Software donde se almacena electrónicamente toda la información de paradas y de producción diaria reportada por los Supervisores de Turno. De aquí se bajará la información de producción y paradas, para poder analizarlas e interpretarlas

**Entrevista a los colaboradores.-** Se entrevistará a toda la planta, para poder recopilar la mayor cantidad de información de problemas cotidianos y soluciones probables

### 3.10.- PROCEDIMIENTO ESTADISTICO Y ANALISIS DE DATOS.-

Luego de recolectar la información tanto de Operación como son cantidad de paradas y costos operativos, se procederá a analizar los datos en diagramas de Pareto; buscando subdividir las paradas por tipo de máquina y por rubro (mecánica, eléctrica y de Operación), para un mejor análisis.

En el análisis de costos se especificará detalladamente el Costo Operacional (personal, energético, materiales específicos, mantenimiento) y materias primas

durante el 2010, esto servirá como referencia para aplicarlo el 2011, buscando mejorar.

**IV.- RESULTADOS.-**

**4.1.- RESULTADOS PARCIALES.-**

- Los resultados parciales se muestran en el siguiente diagrama de Pareto, **Figura 14**, donde se ha analizado las paradas de todo el 2011.
- En la Planta de Tubos se empezó a aplicar el TPM a inicios del 2011.

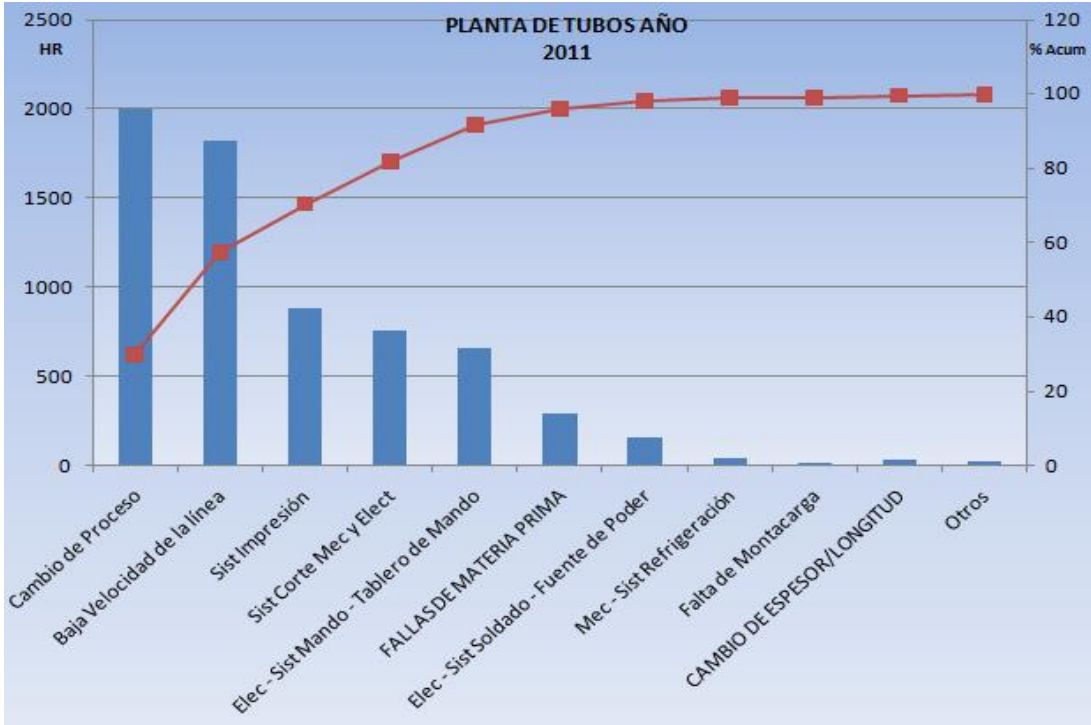


FIGURA 15.- Pareto planta de tubos 2011



#### 4.2.- RESULTADOS FINALES.-

En el presente Tabla 15 vemos en forma cuantificada cuánto es lo que se ha procedido a mejorar en cada ítem debido a la implantación del TPM.

Como se podrá observar, los semáforos de los indicadores muestran en rojo como No Aceptables, esto significa que no se está logrando la meta propuesta. Se muestra el semáforo de color amarillo cuando se aprecia un alza en los indicadores. Se muestra color verde cuando ya están en un + / - 5 % de la meta propuesta.

Al final de año vemos que el precio de operación ha bajado en un 6%, lo cual indica que es Aceptable para la meta de bajar en 10% el costo operativo.

CATEGORIA	EFFECTIVIDAD DEL TPM, BASE DEL FUTURO	2010	Enero - Junio 2011	Julio - Diciembre 2011	Meta Propuesta TPM
P (Productividad)	- Incremento productividad personal 18% (100% a 118%)	100%	105%		117%
	- Reducción de Averías o Fallos 22% (100% al 78%)	100%	100%		78%
	- Mejorar paradas por impresión eléctrica 50% (100% al 50%)	100%	85%		50%
	- Mejorar paradas por sistema de soldado 50% (100% al 50%)	100%	87%		75%
	- Mejorar paradas por sistema de corte 20% (100% al 80%)	100%	100%		80%
	- Mejorar las paradas por cambio de proceso 15% (100% al 85%)	100%	93%		85%
	- Mejorar paradas por sistema de refrigeración 40% (100% al 60%)	100%	80%		60%
	- Incrementar la velocidad de la línea 9 mt / min (27mt / min a 36 mt / min)	27 mt / min	30 mt / min		36 mt / min
	- Mejorar la utilización de las máquinas 30 % (100% al 130%)	100%	110%		130%
	- Mejorar la cantidad de chatarra 11 Kg / ton (25KG / ton a 14 kg / ton)	25 kg / ton	22 Kg / ton		14 kg / ton
Q (Calidad)	- Reducción defectos en proceso 1 x mes (3 x mes a 1 x mes )	3 x mes	2 x mes		1 x mes
	- Reducción reclamos del cliente 50% (5 x mes a 1 x mes)	5 x mes	3 x mes		1 x mes

C (Costo)	- Reducción en personal 15% (100% al 85%)	100%	100%	85%
	- Reducción en Costos Operativos 10% (100% al 90%)	100%	98%	90%
	- Consumo de Energía 20% (100% al 80%)	100%	95%	80%
D (Entregas)	- Reducción de Stocks 30% (100% a 70%)	100%	100%	70%
S (Seguridad)	- Accidentes CPT 2 (3CPT a 1CPT)	3 x año	2 x año	1 x año
	- Accidentes SPT 140 (240 SPT a 100SPT)	240 x año	180 x año	100 x año
M (Moral)	- Mejora de Capacidades Técnicas 35% (100% al 135%)	100%	110%	135%
	- Mejorar cantidad de horas de capacitación a los colaboradores 60 hrs x años ( 20 hrs x año a 80 hrs x año)	20 hrs x año	40 hrs x año	60 hrs x año
	- Mejora del clima laboral 40% (100% al 140%)	40%	70%	140%

TABLA 15.- Cuadro de resultados, efectividad del TPM

#### V.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS.-

- En el figura vemos cuanto es lo que ha disminuido el costo operativo a la fecha; muestra claramente las tendencias positivas de los mismos a partir del Segundo Semestre del año 2011 logrando una mejora en los costos del 12.92%.

ITEM	COSTO LAF \$/ TON	COSTO LAC \$/ TON	TON LAF	TON LAC	COSTO TOTAL	TON TOTAL
1er SEM 2010	173	98	1150	1600	271	1871
2do SEM 2010	178	100	1076	1571	278	1849
1er SEM 2011	170	95	1100	1703	265	1968
2do SEM 2011	153	83	1300	1950	236	2186

TABLA 16.- Resultados consolidados

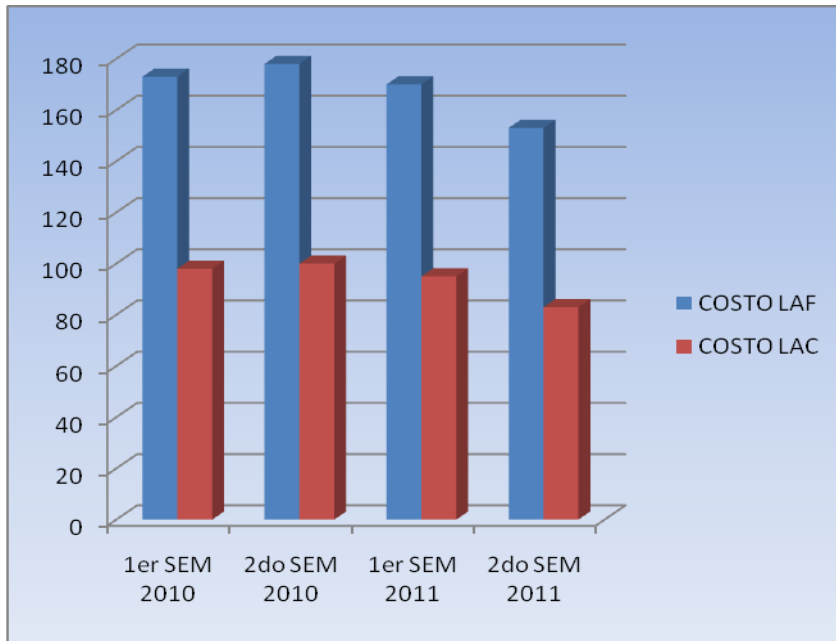


FIGURA 16.- Resultados de barras en semestres de los costos desde el 2010 hasta el 2011 en máquinas LAC y máquinas LAF

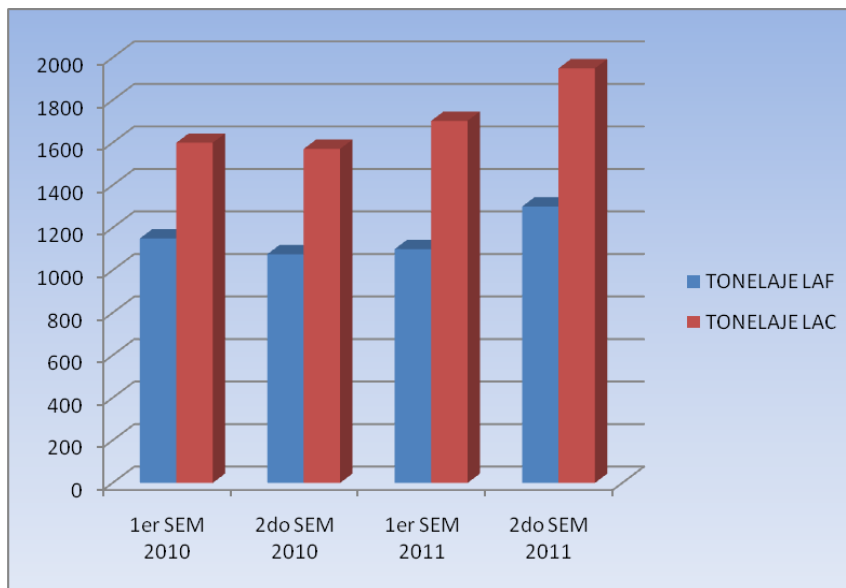


FIGURA 17.- Resultados de barras en semestres de los tonelajes desde el 2010 hasta el 2011 en máquinas LAC y máquinas LAF



FIGURA 18.- Resultados de barras en semestres de los Costos desde el 2010 hasta el 2011 en en la planta de tubos

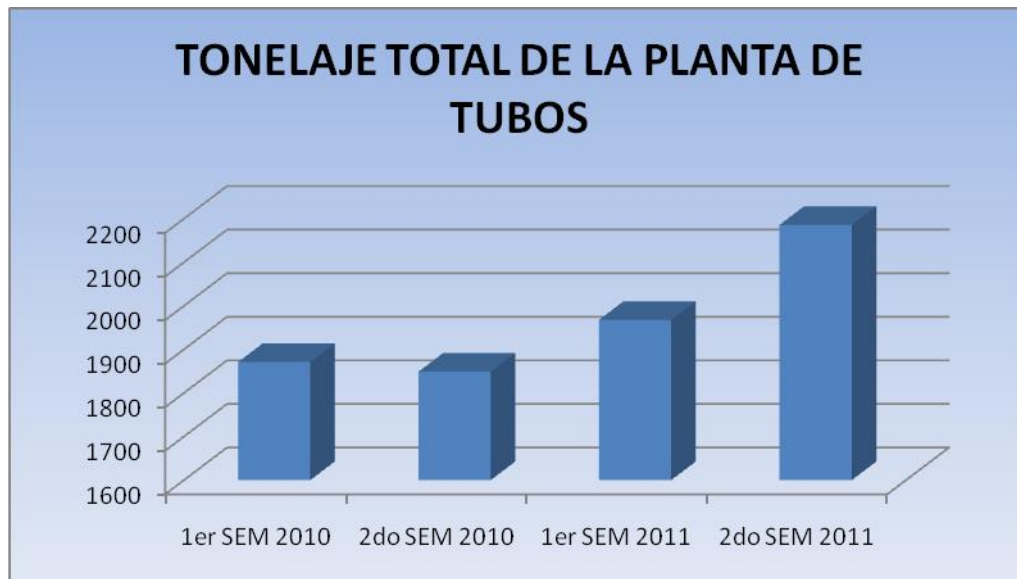


FIGURA 19.- Resultados de barras en semestres de los Tonelajes desde el 2010 hasta el 2011 en la planta de tubos

## **5.1.- CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS.-**

La hipótesis de partida de la presente investigación planteaba:

“Si se cambiara el programa de mantenimiento actual por otro programa de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total en la fabricación de Tubos de la planta de Siderperu podríamos mejorar los costos operacionales y ser competitivos internacionalmente”.

Esta hipótesis pudo ser comprobada, ya que los indicadores muestran la tendencia positiva comprobando así la efectividad del TPM en la mejora de los costos de planta.

## **5.2.- CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES.-**

En otras organizaciones se consiguieron resultados similares al implementar el TPM.

## **CONCLUSIONES**

- Es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del TPM es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.
- Hoy con una competitividad mayor que nunca antes, es indudable que el TPM es la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas. Ha queda demostrada su eficacia no sólo en plantas industriales, también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y varias otras actividades incluidos varios deportes (NT).
- El verdadero "secreto" del TPM está en la práctica disciplinada de métodos de análisis que ayuden a:
  - Aumentar el conocimiento de todo el personal sobre los equipos y procesos.

- Conservar y transferir el conocimiento existente en todos los sitios de la planta.
- Ayudar a innovar permanentemente la organización.
- Eliminar todo tipo de despilfarro existente en una planta industrial
- Crear capacidades competitivas desde los procesos industriales.

## **RECOMENDACIONES**

- Para poder obtener los resultados esperados, es bueno ser paciente, ya que es un proceso prolongado y es una inversión costosa.
- Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", 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.
- En muchas ocasiones no se realiza un profundo análisis y evaluación del cumplimiento de las tareas en los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo, pues muchas veces las cosas se realizan simplemente por cumplir y no con el convencimiento.
- Se recomienda equilibrar cargas de responsabilidades en los diferentes sistemas de gestión, ya que constantemente el personal operativo se queja de que no realiza tareas en TPM porque también tiene que cumplir con otras tareas en los demás sistemas de gestión.
- La falta de conocimientos técnicos es alta en el personal operativo, por eso este proyecto recomienda una serie de entrenamiento que contribuya a la formación y al logro de los objetivos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1.- REY SACRISTÁN FRANCISCO. **Mantenimiento Total de la Producción.** Madrid. Primera Edición. Editorial Madrid, 2009.
- 2.- SANTANDREU ELISAU. **Finanzas para Directivos de Marketing.** México. Tercera Edición. Editorial Paidós, 2002.

- 3.- GASALLA DAPENA JOSE MARÍA. **La Nueva Dirección de personas: La Dirección de Confianza.** México. Tercera Edición. Editorial Grad, 2004.
- 4.- REY SACRISTÁN FRANCISCO. **Técnicas de Resolución de Problemas: Criterios de Resolución de Problemas Criterios a Seguir en la Producción y Mantenimiento.** Madrid. Segunda Edición. Editorial Madrid, 2009.
- 5.- HERNÁNDEZ FERNANDEZ Y BAPTISTA. **Tipos de Investigación.** México. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, 2003.
- 6.- MARIO TAMAYO. **El Proceso de la Investigación.** Madrid. Cuarta Edición. Editorial Madrid, 1974.
- 8.- CANALES F. ALVARADO. **Metodología de la Investigación.** Madrid. Segunda Edición. Editorial Madrid, 1986.
- 9.- CUESTA ÁLVAREZ ANTONIO. **Revolución de la Producción.** Madrid. Tercera Edición. Editorial Tecnologías de Gerencia y Producción SA. , 2000.
- 10.- CUESTA ÁLVAREZ ANTONIO. **Sistema de Producción de Toyota desde el Punto de Vista de la Ingeniería.** Madrid. Segunda Edición. Editorial Tecnologías de Gerencia y Producción SA. , 2001.
- 11.- GONZALES DOMINGUEZ FRANCISCO JOSÉ. **Principios y fundamentos de Gestión de Empresas.** Madrid. Tercera Edición. Editorial Pirámides SA. , 2010.
- 12.- ALEJANDRO JORGE PISARELLI. **Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización. México.** Segunda Edición. Editorial Paidós, 2002.
- 13.- JOSÉ RICARDO DORBESSAN. **Las 5S Herramientas de cambio.** Argentina. Primera Edición. Editorial Universitaria de la UTN de Argentina, 1997.
- 14.- KIYOSHI SUSAKI. **Competitividad en Fabricación, Técnicas para la mejora continua.** Colombia. Segunda Edición. Editorial Fundación Confemetal, 2002.
- 15.- THOMAS FABRICIO TAPPING. **5S para Oficina. Colombia.** Tercera Edición. Editorial Fundación Confemetal, 2006.
- 16.- HIROKU HIRANO. **5S poner a trabajar.** Colombia. Tercera Edición. Editorial Fundación Confemetal, 1998.
- 17.- JOSÉ MARÍA DE BODA NUMANCIA. **Gestión del Mantenimiento – Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones.** Colombia. Segunda Edición. Editorial Confemetal, 1996.

18.- TOMS PETER. **El círculo de la gestión**. España. Primera Edición. Editorial Ideas Propias. 2003

19.- MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ GUILLEN. **La gestión empresarial: Equilibrando objetivos y valores**. México. Segunda Edición. Editorial Díaz de Santos, 2002.

20.- JESÚS MARÍA BELTRÁN JARAMILLO. **Indicadores de gestión**. España. Segunda Edición. Editorial 3R Editores, 2002.

## **ANEXOS**