ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Implementación de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo en un Equipo Piloto de Producción de Aceites Comestibles"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

John Alexander Villamil Prieto

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que son parte de mi vida y que hicieron de este trabajo una realidad. Especialmente al Ing. Rodrigo Sarzosa Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A MI HIJA

A MI ESPOSA

A MIS PADRES

A MI HERMANO

A LA MEMORIA DE MI TIO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Rodrigo Sarzosa C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Juan Calvo U.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

John Alexander Villamil Prieto

RESUMEN

La apertura del mercado mundial trae consigo una creciente competitividad entre las empresas; tratados y mercados globalizados como el TLC están obligando a las empresas ecuatorianas a desarrollar estrategias para alcanzar precios y calidad en sus productos que les permitan sobrevivir tanto en el mercado nacional como en el internacional.

El entorno actual hace que las organizaciones opten por poner en práctica actividades y desarrollen programas que les permitan lograr eficaz y eficientemente la consecución de sus objetivos y metas.

El equipo en el que desarrollaremos la metodología propuesta produce el 56% de la producción total de la Planta a la que pertenece, lo que hace que su gestión sea fundamental dentro de la organización. Actualmente su eficiencia es de 58% y su índice de calidad es de 86,2%.

La Mejora Enfocada y el Mantenimiento Autónomo son programas que incluyen actividades sistemáticas, las mismas que deben ser desarrolladas por grupos multidisciplinarios. Dichas actividades están

orientadas a minimizar las pérdidas que se han identificado y evaluado en el equipo.

Con la implementación eficaz de la Mejora Enfocada y el Mantenimiento Autónomo la organización alcanzará un incremento de 20% en su eficiencia y de un 5% en su índice de calidad. Por otro lado se evidenciará en los operadores un mayor involucramiento en el mantenimiento de rutina y en las actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, todo esto es producto del cambio de mentalidad que existe en la gente una vez que desarrolla las actividades propias del programa.

INDICE GENERAL

RESUMEN……I

INDICE GENERAL……III

ABREVIATURAS……..…VI

SIMBOLOGÍA……...VII

INDICE DE FIGURAS……VIII

INDICE DE TABLAS……IX

INDICE DE FORMATOS……..X

CONCEPTOS Y DEFINICIONES……..XI

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN……1

   1.1 Antecedentes……..1

   1.2 Alcance……3

   1.3 Metodología……5

CAPITULO 2

2. ESTRUCTURA DE PÉRDIDAS Y EL CALCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO……...……...10

   2.1 Diagnóstico del equipo……13

   2.2 Identificación de las 8 Pérdidas Principales del Equipo…….32

   2.3 Identificación de las 5 Pérdidas Principales relacionadas con

la utilización de la mano de obra……41

2.4 Identificación de las 3 Pérdidas Principales relacionadas con la utilización de los materiales y la energía……..46

2.5 Cálculo de la Eficiencia Global del Equipo……...50

2.6 Árbol de Pérdidas…….55

CAPITULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL KOBETSU-KAIZEN "MEJORA ENFOCADA"…..…65

3.1 Concepto, características y estrategias del Sistema Kobetsu-Kaizen…….65

3.2 Principales Indicadores……...……76

3.3 Desarrollo paso a paso de la Mejora Enfocada……..82

3.4 Técnicas analíticas y del Kaizen para la implementación del Kobetsu-Kaizen.…….99

3.5 Círculos de Calidad……107

3.6 Auditoria de la Mejora Enfocada……..112

3.7 Resultados logrados con la implementación…….116

CAPITULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN DEL JISHU-HOZEN "MANTENIMIENTO AUTÓNOMO"……..…….119

4.1 Concepto y objetivos del Mantenimiento Autónomo……119

4.2 Desarrollo del Mantenimiento Autónomo paso a paso……126

4.3 Puntos clave para la implementación exitosa del Mantenimiento Autónomo……170

4.4 Auditoria del Mantenimiento Autónomo……182

4.5 Resultados logrados con la implementación……196

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……...198

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

EO	Eficiencia Operacional
DI	Disponibilidad del Equipo
JIMP	Japan Institute Maintenace Plan
OEE	Eficiencia Global del Equipo
TC	Tasa de Calidad
Tons	Toneladas
ton/h	Toneladas por Hora
TPM^2	Total Performance Management
TQC	Total Quality Control
TR	Tasa de Rendimiento
UE	Utilización Efectiva
USD/Ton	Dólares por Tonelada
USD/h	Dólares por Hora

SIMBOLOGÍA

BO	Soya
PO	Palma

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1	Gráfico de condición real VS Condición ideal…….....	11
Figura 2.2	Análisis de Proceso de Neutralización Alcalina…….....	24
Figura 2.3	Flujograma proceso de Neutralización Alcalina……	25
Figura 2.4	Informe Neutralizado mes 0……	30
Figura 2.5	Cuadro de indicadores mes 0……..	31
Figura 2.6	Cuadro de clasificación de Pérdidas……	40
Figura 2.7	Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo…….....	51
Figura 2.8	8 Pérdidas del equipo mes 0..……	53
Figura 2.9	Tabla de Resultados OEE mes 0…..……	54
Figura 2.10	Diagrama de Pareto Pérdidas en Equipos Mes 0……	58
Figura 2.11	Diagrama de Pareto Pérdidas relacionadas con la mano de obra Mes 0……	60
Figura 3.1	Plan de implementación Mejora Enfocada..……	91
Figura 3.2	Radar de Implementación..……..…….....	113
Figura 4.1	Tarjetas Rojas y Azules……..…….....	139
Figura 4.2	Radar de implementación paso 1 al 3……..…….....	184
Figura 4.3	Radar de implementación paso 4 ……..…….....	188
Figura 4.4	Radar de implementación paso 5 ……..…….....	192

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 Criterios para dosificación inicial de químico..... 18
Tabla 2.2 Producción mensual y porcentajes de producción..... 23
Tabla 2.3 Análisis de Pareto Pérdidas en los equipos de Producción...57
Tabla 2.4 Análisis de Pareto Pérdidas relacionadas con la mano de obra……60
Tabla 3.1 Indicadores para evaluar los outputs de producción……...77
Tabla 3.2 Indicadores de Gestión…… 79
Tabla 3.3 Indicadores de Gestión Seguimiento.…… 80
Tabla 3.4 Desarrollo paso a paso de la Mejora Enfocada..…….. 84
Tabla 3.5 Criterio para evaluación de dificultades……...…… 88
Tabla 3.6 Auditoria inicial Mejora Enfocada……..114
Tabla 4.1 Desarrollo del Mantenimiento Autónomo…..……..127
Tabla 4.2 Despliegue del Mantenimiento Autónomo……...129
Tabla 4.3 Consecuencias de una Limpieza Insuficiente…...……131
Tabla 4.4 Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 1 al 3……..185
Tabla 4.5 Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 4…..……..189
Tabla 4.6 Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 5……..193

ÍNDICE DE FORMATOS

Pág.

Formato 2.1 Reporte de producción diaria (Apéndice A).....26
Formato 2.2 Reporte de pérdidas (Apêndice B).....43
Formato 3.1 Registro de tema de mejoramiento..... 90
Formato 3.2 Formato presentación de ideas de Mejora……... 93
Formato 3.3 Formato Auditoria Mejora Enfocada (Apéndice C) ……...112
Formato 4.1 Lecciones Puntuales (Apéndice D)……...133
Formato 4.2 Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo Pasos 1 al 3 (Apéndice E) ……..……..183
Formato 4.3 Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo Paso 4 (Apéndice F) ……187
Formato 4.4 Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo Paso 5 (Apéndice G)……191

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Pérdidas.- Pérdida o desperdicio es la diferencia entre como son las cosas y como podrían o deberían ser si no se cometieran errores y no surgieran dificultades, problemas o complejidades; en otras palabras si todo funcionara correctamente y de manera óptima.

Accidente.- Cualquier evento no deseado que ocasiona pérdidas a las personas, al medio ambiente o a las instalaciones.

Avería.- Mal funcionamiento que afecta a un equipo de producción y que produce pérdidas.

Pilar.- Denominación atribuida a los diferentes elementos que constituyen la base para el correcto desarrollo del TPM^2.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes.

La competencia que enfrentan las organizaciones en la actualidad es feroz y tiene un alcance de características mundiales. Los tratados internacionales hacen que aunque las organizaciones no realicen exportaciones estas se deban preparar para enfrentar competencias de productores externos dentro del mercado nacional. El resultado de estos factores se refleja en una creciente preocupación de las organizaciones por su futuro, así como el desafío constante para mejorar sus operaciones buscando alcanzar una ventaja competitiva que les permitan primero su supervivencia, segundo su estabilidad y por consiguiente el liderazgo.

La situación a la que se encuentran expuestas las organizaciones hace necesaria la eliminación rigurosa de las pérdidas, debido a que solamente se mantendrán en el mercado aquellas organizaciones

que optimicen y en algunos casos eliminen la generación de desperdicios, los productos defectuosos y las fallas en los equipos. Para poder concretar la reducción innovadora de las pérdidas es primordial hacer una identificación minuciosa de todas las fuentes que generan las mismas y posteriormente desarrollar los planes de acción que le permitan a las organizaciones optimizarlas o eliminarlas.

Paralelamente las organizaciones tienden a desarrollar e implementar programas de mejoramiento, los mismos que tienen diversas características dependiendo de la naturaleza del programa. Los programas que a continuación desarrollaremos tienen como eje central a los equipos y están enfocados a maximizar la efectividad global de los mismos con la participación activa de los operadores.

La elaboración del presente documento, aunque este directamente relacionado con implementación de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo en una línea de Producción específica, podrá aplicarse a organizaciones de todo tipo y tamaño, y adecuarse a diversas condiciones sin importar las características de los equipos y maquinarias de producción con las que cuenten las mismas; Ya que aquí se proporcionaran directrices generales, así como también

documentos y registros que podrán ser adaptados en función de los requerimientos y necesidades específicas de las organizaciones.

1.2. Alcance.

El objetivo general es implementar la Mejora Enfocada y el Mantenimiento Autónomo en una Línea de producción. Esta implementación se basa en la identificación y clasificación de las pérdidas existentes en el equipo, así como también en actividades sistemáticas desarrolladas por equipos multidisciplinarios. Los enfoques y metodologías aquí descritas podrán ser tomados por organizaciones que estén interesadas en implantar un programa de esta naturaleza, debido a que se darán ejemplos reales de documentos y formatos que han sido implantados efectivamente en empresas que ya gestionan su operación con esta herramienta.

El nivel de detalle, la complejidad de los Programas de Mejoramiento, la extensión de la documentación y los recursos destinados al mismo dependerán del tamaño de la organización y de la naturaleza de sus actividades.

Cada organización tendrá la libertad y flexibilidad para definir los límites y campo de acción de los Programas implementados en este documento, ya que este documento es una guía que proporciona pautas y bases de la implementación efectiva de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo, al mismo tiempo que da las herramientas necesarias para medir la efectividad de la implementación. El desarrollo metódico de lo descrito en este documento le garantizará una implementación eficaz de los programas de mejora, al mismo tiempo que mejorará el desempeño de sus operaciones y procesos.

Entre los objetivos específicos que esta tesis plantea, podemos desarrollar:

- Diagnóstico de las condiciones actuales de los equipos y maquinarias analizadas.
- Conceptualización, clasificación e identificación de las principales pérdidas del equipo.
- Comprender los conceptos, metodologías y el desarrollo de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo.
- Incremento del 20 % en la eficiencia del equipo y del 5 % en el índice de calidad.

- Evidenciar las mejoras logradas mediante auditorias de validación y control.

1.3. Metodología.

La metodología aquí propuesta es parte de un programa de gestión denominado TPM^2 (Total Performance Management), el mismo que tiene sus orígenes en los Estados Unidos, pero que fue mejorado y desarrollado en Japón.

La primera organización en trabajar con esta metodología fue la NIPON DENSO, que es una de las empresas del grupo TOYOTA, en 1970. Aquí se dirigió una integración entre las prácticas del TQC (Total Quality Control), con un buen mantenimiento de las condiciones de los equipos, todo esto con la participación de los operadores en actividades de limpieza, inspección, lubricación, reaprietes y pequeñas mejoras.

Posteriormente esta práctica fue descubierta y sistematizada por la organización Japonesa conocida como JIMP (Japan Institute Maintenance Plant). Actualmente el programa se ha implementado

eficientemente y con óptimos resultados en más de 1779 plantas alrededor del mundo.

La metodología ha sufrido algunas evoluciones, lo que la ha hecho más sólida y atractiva para los administradores de las organizaciones; la misma que se basa en la maximización de la efectividad global de los equipos con la participación activa de los operadores. No se limita simplemente a la confiabilidad de los equipos, pues busca producir bienes y servicios de mejor calidad, en el menor tiempo posible, al menor costo y con flexibilidad a fin de que las organizaciones puedan ajustarse a las necesidades del mercado.

El objetivo principal de esta metodología es la eliminación total de las pérdidas, consiguiendo cero defectos, cero accidentes y cero paradas imprevistas de equipos. Todo lo detallado anteriormente fortalecerá la estructura funcional de la organización.

El JIMP recomienda desarrollar el Programa mediante la implementación de 8 PILARES. Se denomina Pilar a cada uno de los elementos constitutivos del Programa TPM, la razón por la cual se

los ha denominado de esta forma es porque son la base del éxito en la implementación del TPM. Estos Pilares son:

- Mejora Enfocada.
- Mantenimiento Autónomo.
- Mantenimiento Planificado.
- Educación y Entrenamiento.
- Mantenimiento de la Calidad.
- Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Gestión Temprana.
- TPM (Gestión de Organización, orden y limpieza) en áreas administrativas.

El JIMP reconoce y ha determinado que el éxito en la implementación eficiente del TPM^2, radica en una sólida implementación de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo, ya que son estos programas los que darán paso al establecimiento y consolidación de una cultura empresarial fuerte, al mismo tiempo que compromete a todos los miembros de la organización para que sus esfuerzos se canalicen a la consecución de los objetivos organizacionales.

Como se ha mencionado anteriormente estos programas deberán ser desarrollados a raíz de la identificación de las pérdidas existentes en los equipos, y serán manejados por equipos multidisciplinarios, los mismos son los responsables por la efectividad de la implementación de los programas.

En función de lo expuesto anteriormente se ha determinado que la Mejora Enfocada y el Mantenimiento Autónomo son programas que nos permitirán conseguir los objetivos específicos planteados de una manera eficiente, los mismos que serán fundamentales para que la organización siga desarrollando la implementación integral del TPM^2.

Una vez definido el marco conceptual en donde se determinó los orígenes de los programas y la razón de su selección, a continuación se detallará la forma como se desarrollará el presente documento.

Este estudio se inicia con un diagnóstico del equipo seleccionado, lo que nos proporcionará la información primaria, que será el punto de partida, debido a que esta información nos da una perspectiva real de las condiciones del equipo.

Luego se definirá, clasificará e identificará las principales pérdidas del equipo. Se definirá el concepto y la forma de calcular la Eficiencia Global del equipo.

Posteriormente los capítulos 3 y 4 se centran en la implementación de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo, los mismos que contienen la conceptualización, características, estrategias, objetivos, auditorias y actividades sistemáticas que se deben ejecutar para la implementación de los mismos.

Para finalizar se presentarán las conclusiones y recomendaciones que surjan durante el proceso de implementación.

CAPÍTULO 2

2. ESTRUCTURA DE PÉRDIDAS Y EL CALCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO

La identificación y eliminación de las pérdidas y por ende de las fuentes generadoras de las mismas es el eje de fundamental para la implementación exitosa de la Mejora Enfocada y del Mantenimiento Autónomo.

En la actualidad, las pérdidas sin importar su clase y origen, son la principal causa de una baja productividad, altos costos de operación y de un bajo índice de calidad en las empresas industriales. Sobre la base de lo anterior, podríamos afirmar que las pérdidas pueden significar la diferencia entre competir exitosamente o quedar fuera del mercado.

Para tener una idea más clara de lo que es una pérdida, se enunciará el siguiente concepto:

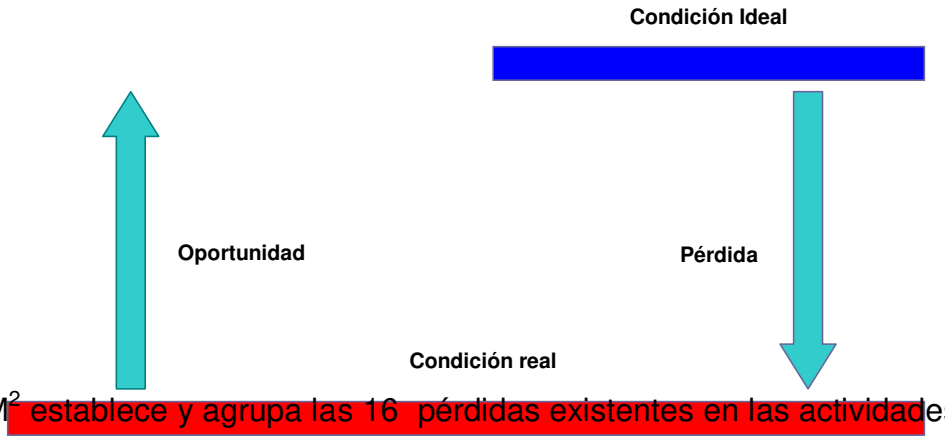
Pérdida o desperdicio es la diferencia entre como son las cosas y como podrían o deberían ser si no se cometieran errores y no surgieran

dificultades, problemas o complejidades; en otras palabras si todo funcionara correctamente y de manera óptima.

Si llevamos este concepto al enfoque de los equipos de producción tenemos que las pérdidas son la diferencia entre la condición ideal versus la condición real.

Es aquí donde se debe atacar la identificación de pérdidas en los equipos, ya que el objetivo debe ser la identificación de las pérdidas y el origen de las mismas, de esta forma se puede desarrollar planes de acción que le permitan a la organización la mitigación y/o eliminación de las condiciones que no le permiten a los equipos mantenerse en su condición de operación y funcionamiento ideal. (Figura 2.1).

Figura 2.1 Gráfico de condición real VS Condición ideal



El TPM[2] establece y agrupa las 16 pérdidas existentes en las actividades de producción, las mismas que ocasionan que las organizaciones no

logren maximizar la eficiencia global de sus equipos y por ende la productividad global de la organización.

Estas 16 Pérdidas están clasificadas en 3 Grupos:

- 8 Pérdidas principales del equipo.
- 5 Pérdidas principales relacionadas con la utilización de la mano de obra.
- 3 Pérdidas principales relacionadas con la utilización de los materiales y la Energía.

Las pérdidas pueden ser reportadas o analizadas en horas o en valor monetario; Para efectos de nuestro caso de estudio, en primera instancia se analizará únicamente los conceptos y criterios de las 16 pérdidas. Finalmente en el árbol de pérdidas realizaremos un análisis tanto de las horas perdidas como de su efecto económico.

Se debe de considerar que dentro de las 3 pérdidas relacionadas con la utilización de los materiales y la energía existen 2 de ellas que no pueden ser expresadas en horas, por lo que su análisis se realizará únicamente en términos monetarios.

2.1. Diagnóstico del equipo.

Es fundamental para una implementación exitosa que se realice una descripción detallada del proceso y un diagnóstico del equipo en el que se va a desarrollar la implantación de dichos programas de mejora.

Inicialmente desarrollaremos de una forma esquematizada, la descripción integral del proceso de Refinación del aceite de soya, posteriormente describiremos detalladamente solo el equipo en el que vamos a desarrollar la implementación de los programas y finalmente determinaremos indicadores tales como Utilización Efectiva (UE), Eficiencia Operacional (EO).

Descripción del Proceso y del Equipo.

Refinación de aceites

La refinación es un proceso purificador al que se someten los aceites comestibles, con el propósito de eliminar todas las impurezas presentes, tale como:

- Ácidos grasos libres.
- Fosfátidos o gomas.
- Materias coloreadas.

➲ Insolubles e insaponificables.

El proceso de refinación de aceites comestibles, consta de 3 subprocesos que son:

1. Neutralización alcalina
2. Blanqueo
3. Deodorización

Destacándose el hecho de que las materias primas que utilizan son de origen vegetal.

Aceites Vegetales

Los aceites vegetales provienen de semillas y frutos de plantas que crecen en diferentes partes del mundo. Se conocen muchas variedades de plantas de las cuales se puede extraer aceite, pero solamente es de nuestro interés el siguiente:

Aceite de Soya

Fréjol de Soya.- Es originario de Asia y aún se cultiva ampliamente en China, Japón y, Corea. Actualmente el mayor productor de soya en el mundo es Estados Unidos. La planta se adapta a una variedad

de condiciones climáticas y el contenido de aceite en el fréjol es de aproximadamente 20%.

El aceite de soya es el que en mayor cantidad se produce en el mundo. Se utiliza en la fabricación de margarinas, aceites para cocina y aceites para mesa.

Proceso

Neutralización Alcalina

Es el proceso por el cual, debido a la adición de ácido fosfórico y soda cáustica, se separan y se eliminan los ácidos grasos libres de los aceites, así como resinas, proteosas, pentosas, fosfolípidos, fitoesteroles, fitosterolinas, fosfatos de inosita, xantófilas, clorofilas y sustancias muscilaginosas, consideradas como impurezas en los aceites crudos, al margen de que no todas son consideradas impurezas indeseables.

La neutralización alcalina, consiste en la combinación del álcali con los ácidos grasos libres del aceite, para formar jabones, los fosfátidos y las gomas absorben al ácido y se coagulan por hidratación o degradación.

Estas impurezas son separadas del aceite neutro por centrifugación, obteniéndose un desecho conocido como borra.

La tecnología que tiene el área es el proceso continuo de Laval Short-Mix totalmente hermético que comprende las siguientes etapas:

a. Desgomado
b. Etapa de neutralización
c. Etapa de lavado con agua
d. Secado al vacío

a. Desgomado.-

La neutralización es a menudo facilitada si las gomas presentes en el aceite crudo son previamente eliminadas, esto reduce también la pérdida de aceite neutro en las borras, lo que aumenta el rendimiento en esta etapa. El aceite crudo se calienta y luego las gomas coagulan por efecto del ácido fosfórico, el cual modifica su solubilidad haciéndolas susceptibles de hidratarse y precipitar, las gomas eliminadas de los aceites están compuestas en su mayor

parte por fosfátidos, y en ciertos tipos de aceites especialmente el de soya puede ser usado como fuente de lecitina.

Etapa de neutralización.-

El principal objeto de esta etapa es la eliminación de los ácidos grasos libres del aceite crudo o desgomado, así también la neutralización de la acidez agregada por la adición de ácido en la etapa de desgomado. Los ácidos grasos libres reaccionan con el álcali y forman jabones, precipitando en una masa untuosa denominada borra, que se separa del aceite arrastrando las sustancias hidrófilas, como es el caso de los carbohidratos, gomas hidratadas, etc. Claro está que el álcali también reacciona con la grasa neutra, pero la concentración de dosificación, dilución de la soda, temperatura, agitación, etc., son factores que determinan la selectividad de la neutralización ya que dichos factores favorecen la reacción de la acidez libre con el álcali.

TABLA # 2.1.- CRITERIOS PARA DOSIFICACIÓN INICIAL DE QUÍMICOS

MATERIAL	PARAMETRO DE ENTRADA	VALOR	DOSIFICACIÓN
SOYA	ACIDEZ	< 1.0 %	HASTA 400 cc / min soda
	ACIDEZ	> 1.0 %	HASTA 500 cc /min soda
	-	-	45 cc. / min ácido fosfórico

- El flujo inicial de aceite es de 5000 Kg/hr; las dosificaciones pueden variar con flujos apreciablemente diferentes. La razón es porque a flujos mayores o menores se debe variar la dosificación de tal manera que se cumplan las especificaciones técnicas del producto.

b. Etapa de lavado.-

El aceite proveniente de la etapa de neutralización pasa al mezclador-lavador, donde es tratado con aproximadamente el 10% de agua caliente en peso para eliminar el jabón suspendido en él (borra) y luego es separado del agua jabonosa de lavado en una separadora centrífuga hermética.

c. Etapa de secado.-

En esta etapa, el aceite proveniente de la separadora de lavado, se introduce en una torre de secado al vacío; el aceite entra a la torre a

través de boquillas que producen una pulverización muy fina, de modo que el agua contenida en el aceite es vaporizada inmediatamente.

Blanqueo

Esta etapa mas bien cumple una función de refinación o eliminación de trazas de impurezas. El fenómeno involucrado en esta etapa del proceso es la adsorción, por la que una arcilla cuya composición y disposición cristalográfica permiten atrapar en su superficie parte de los cuerpos coloreados como los carotenos, xantófilas y clorofilas, también remueve trazas de jabones, metales, etc. y además descomponen los peróxidos formados por la oxidación de las grasas.

Las arcillas o tierras blanqueantes poseen ciertas características que favorecen su trabajo y estas características son impartidas a las tierras por un proceso ácido denominado activación.

Para que la tierra activada sea eficiente, el aceite a blanquear mantiene parámetros adecuados de acidez y jabón, puesto que valores elevados de estas impurezas inhiben la propiedad absortiba.

El proceso de blanqueo transcurre bajo ciertas condiciones de vacío y calentamiento con vapor, se adiciona ácido cítrico o fosfórico y se evapora la humedad remanente; a continuación se introduce la tierra y se deja en contacto por un tiempo apropiado y finalmente se filtra la mezcla para retener la tierra gastada y tener un aceite limpio y más claro que el crudo.

La dosificación depende de las características del material a blanquear, normalmente se adiciona del 0,5 al 1% en peso de tierra filtrante, en relación al peso total de aceite a blanquear.

Deodorización o desodorización

En la refinación de tipo convencional de aceites y grasas comestibles, la deodorización es el último paso, este proceso es usado para mejorar el sabor, olor, color y estabilidad de los aceites, por medio de la eliminación de los ácidos grasos volátiles y de sustancias indeseables que dan un olor y sabor característicos al aceite.

La desodorización es un proceso de destilación con vapor de arrastre, a altas temperaturas y vacío, convirtiendo a los aceites y grasas en productos brillantes sin prácticamente ningún olor y sabor.

Los equipos utilizados para este proceso se denominan obviamente deodorizadores y pueden ser tipo batch o continuos, generalmente los equipos que producen el vacío necesario son eyectores tipo venturi que trabajan con vapor, complementados con condensadores barométricos enfriados con agua.

Los deodorizadores tienen equipos complementarios que realizan los siguientes procesos:
El desaereador, que elimina el aire con que ingresa el aceite por medio de calor.

Dentro de la estructura del deodorizador existen secciones que realizan en primera instancia el calentamiento del aceite a la temperatura de trabajo, esto es entre 240 – 270°C.

Otra sección que realiza la destilación de los volátiles entre los que se encuentran sustancias aldehídicas y cetónicas que causan el mal olor y sabor del aceite no refinado, los ácidos grasos libres cuyo punto de ebullición permite que sean extraídos por el vapor y el vacío desde el aceite y los cuerpos coloreados que son en parte degradados por el calor a una forma de color reducido y en otra

parte son arrastrados por el vapor junto con los ácidos grasos, por lo que el aceite adquiere su color terminado algunas veces mucho mas bajo que el aceite blanqueado.

El calor necesario para alcanzar las altas temperaturas está siendo suministrado por vapor de agua recalentado, generado en calderos especializados de alta presión.

Finalmente, además del sistema de recuperación de calor que tienen algunos deodorizadores, se dispone de intercambiadores de calor que enfrían el aceite a una temperatura adecuada para que puedan entran en contacto con el ambiente, así como puedan ser envasados.

PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN ALCALINA

Ya conocidos los diferentes procesos por los que pasa el aceite para ser refinado, se procede a analizar exclusivamente el Equipo en el que se realiza la Neutralización Alcalina, debido a que es en este equipo de producción en el que vamos a realizar la implementación de los Programas de Mejora.

Como se mencionó este equipo produce el 56 % de la producción total de la planta, por lo que su correcto desempeño es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

En la tabla 2.2 se detalla cual es la producción promedio mensual y los porcentajes correspondientes a cada línea de producción.

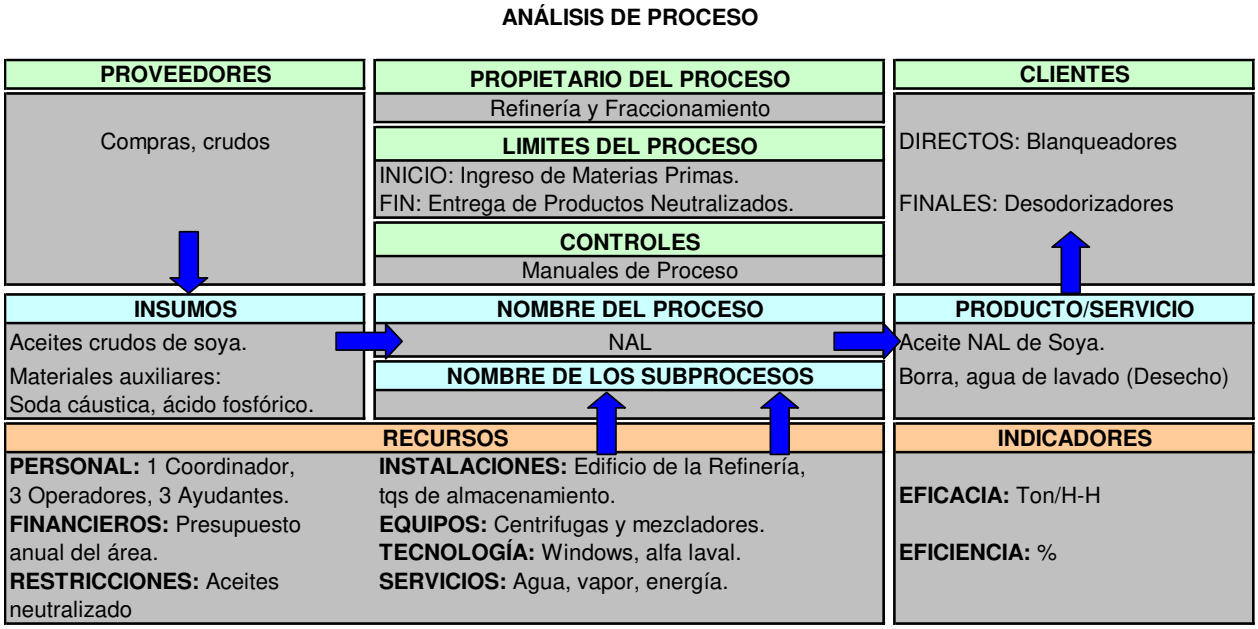
Producto	Toneladas Totales	Porcentajes Totales	Línea	Toneladas	Porcentaje
BO	2076	60,47%	1	151	4,40%
			2	**1925**	**56,07%**
PO	1357	39,53%	3	890	25,92%
			4	467	13,60%
TOTAL	3433	100,00%		3433	100%

Como podemos observar, la producción de Bo corresponde al 60,47% de la producción total de Material Neutralizado, de este el 56, 07% corresponde a la línea de producción 2, la misma que es la línea de producción en la que vamos a implementar los programas de mejora.

Análisis de Proceso

A continuación se muestra el análisis del proceso de Neutralización, aquí se analizan variables tales como: proveedores, insumos, controles, límites del proceso, clientes, etc. Figura 2.2

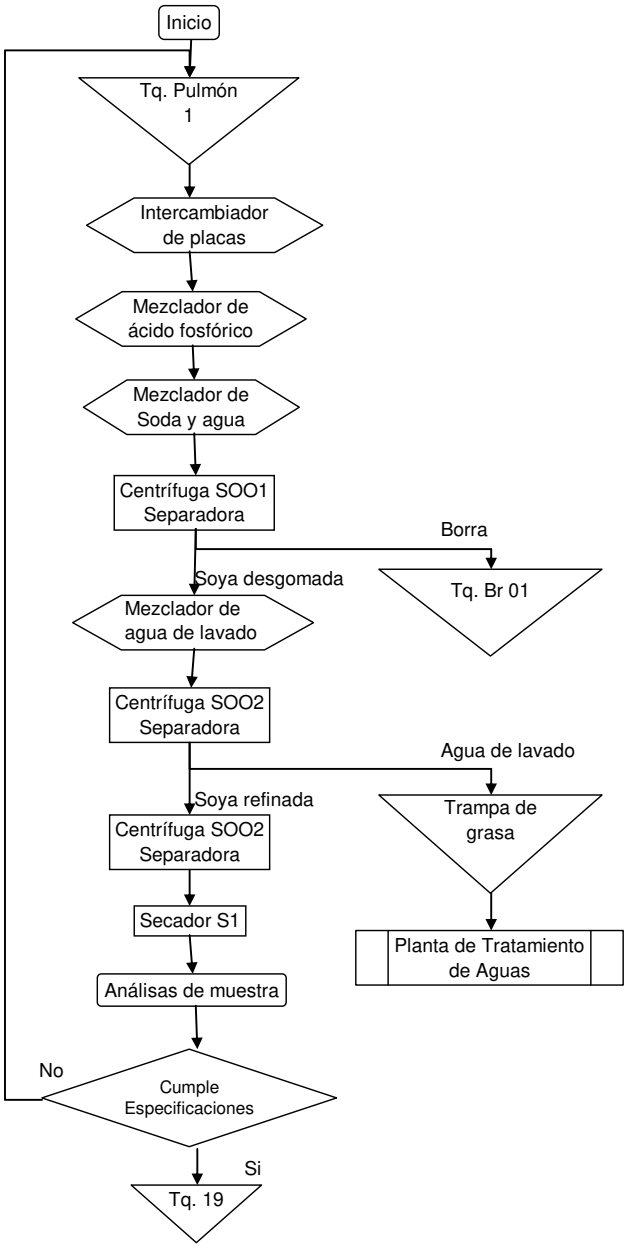
Figura 2.2 Análisis de Proceso de Neutralización Alcalina



Flujograma de Neutralización Alcalina

En la figura 2.3 se muestra un Flujograma del Proceso de Neutralización:

Figura 2.3 Flujograma Proceso de Neutralización Alcalina



Situación actual e Indicadores

Para efectos de identificar las pérdidas y conocer cuales son las que más afectan los índices productivos, se tabulará y valorará los reportes operacionales actuales (Formato 2.1), los mismos que se considerarán como mes 0; de esta forma tendremos nuestro punto de referencia, el mismo que nos permitirá ver la evolución de los indicadores a medida que se vayan desarrollando las diferentes actividades de los programas de mejora a implementar.

El formato en el que se tabularán los datos, es un formato sugerido el mismo que consta de 6 partes fundamentales:

A: Tiempo Total.

B: Tiempo Disponible.

C: Tiempo Utilizado.

D: Tiempo Operacional.

E: Tiempo Productivo.

F: Tiempo Efectivo.

Adicionalmente tenemos los siguientes datos:

Tiempo no disponible: Este es igual a la suma de los tiempos de paradas ocasionadas por cierre de línea / vacaciones, feriados y fines de semana no trabajados.

Tiempo disponible no utilizado: Este es igual tiempo de paradas ocasionadas por la falta de orden de producción.

Tiempo Planificado sin producción: Es igual a la suma de los tiempos de paradas ocasionadas por pruebas, reuniones, mantenimientos planeados e inventarios.

Paradas rutinarias previstas: Es igual a la suma de los tiempos de paradas ocasionadas por arranque y paradas, cambios de producción, comida, limpieza, lubricación e inspección y otras paradas previstas.

Paradas imprevistas: Es igual a la suma de los tiempos de paradas ocasionadas por falta de material, falta de personal, falta de servicios, material irregular, fallas de líneas de producción (Fallas mecánicas, fallas eléctricas y fallas de instrumentación), producto defectuoso, re-procesos y otras paradas imprevistas.

Donde:

Tiempo Total (A)=Total de días del mes X 24 horas que tiene el día.

Tiempo Disponible (B) = Tiempo total – Tiempo no disponible.

Tiempo Utilizado (C) = Tiempo disponible – Tiempo disponible no utilizado.

Tiempo Operacional (D) = Tiempo utilizado – Tiempo planificado sin producción.

Tiempo Productivo (E) = Tiempo operacional – Paradas rutinarias previstas.

Tiempo efectivo (F) = Tiempo productivo – Paradas imprevistas.

Según el formato sugerido, se relacionan los tiempos, de tal manera que podemos obtener 8 indicadores, los mismos que se presentan a continuación:

Eficiencia Productiva (F/E) = Tiempo efectivo / Tiempo productivo.

Eficiencia Operacional (F/D) = Tiempo efectivo / Tiempo operacional.

Utilización Disponible (D/B) = Tiempo operacional / Tiempo disponible.

Utilización Operacional (D/A) = Tiempo operacional / Tiempo Total.

Utilización Efectiva (F/A) = Tiempo efectivo / Tiempo total.

Disponibilidad de Línea (B/A) = Tiempo disponible / Tiempo total.

Índice de Calidad = 1 – (Producto defectuoso / Tiempo efectivo).

Por estrategia de la Organización, para el presente estudio se considerarán solamente 4 de estos indicadores, los mismos que son:

- Eficiencia productiva
- Eficiencia Operacional
- Utilización Efectiva
- Indice de Calidad

Adicionalmente, este reporte nos permite observar si existe una correcta cuantificación de las horas, debido a que nos proporciona una relación entre los kilogramos producidos y la velocidad específica del equipo. Este valor es restado del tiempo efectivo y la diferencia se la denomina Ajustes de Tiempo. Idealmente este parámetro por ajuste de tiempo debe ser 0, lo que implicaría que el número de horas reportado es exactamente igual al tiempo que el equipo estuvo operando.

Análisis:

Mes 0: Cada uno de los rubros deben ser cuantificados en horas, según su ocurrencia. Figura 2.4.

Informe de Neutralizado

		0
A	***TIEMPO TOTAL***	744
	Cierre de Línea/Vacaciones	0
	Feriado	24
	Fin de Semana no trabajados	48
	Tiempo no disponible	72
B	***TIEMPO DISPONIBLE***	672
	Falta de orden de Producción	96
	Tiempo disponible no utilizado	96
C	***TIEMPO UTILIZADO***	576
	Pruebas	0
	Reuniones	0
	Mantenimientos Planeados	24
	Inventario	8
	Tiempo planificado sin producción	32
D	***TIEMPO OPERACIONAL***	544
	Arranques y paradas	4,8
	Cambios de producción	0
	Comida	0
	Limpieza	12
	Lubricación / Inspección	8
	Otras paradas previstas	0
	Paradas rutinarias previstas	24,8
E	***TIEMPO PRODUCTIVO***	519,2
	Falta de material	12
	Falta de personal	0
	Falta de Servicios (int/ext)	8
	Material irregular	4
	Fallas de Líneas de Producción	104
	Fallas Mecánicas	78
	Fallas Eléctricas	21
	Fallas de Instrumentación	5
	Producto defectuoso	43,7
	Reprocesos	13
	Otras paradas imprevistas	17,5
	Paradas imprevistas	202,2
F	***TIEMPO EFECTIVO***	317
	Ajustes de tiempo	9

Figura 2.4 Informe de Neutralizado Mes 0

En este mes se registró un Volumen total de producción de 1540 Toneladas, lo que representaría que se deba trabajar en función de la velocidad específica propia del equipo 308 horas.

Como podemos observar de los tiempos reportados por los operadores tenemos un tiempo efectivo de producción de 317 horas,

que difiere de las 308 horas que da como resultado la relación Kilogramos producidos versus velocidad específica del equipo.

Se determinó que los responsables del equipo, no llevan un correcto control de las horas perdidas, evidenciado claramente debido a que el tiempo de ajuste es de 9 horas.

Los indicadores se presentan en la figura 2.5; para efectos del ejemplo, se presentarán todos los indicadores pero en ejemplos posteriores. Solamente se va a hacer referencia a los 4 indicadores definidos por la organización.

Eficiencia Productiva (F/E) %	61,06%
Eficiencia Operacional (F/D) %	58,27%
Utilización Disponible (D/B) %	80,95%
Utilización Operacional (D/A) %	73,12%
Utilización Efectiva (F/A) %	42,61%
Disponibilidad de Línea (B/A) %	90,32%
Utilización de Línea (C/A) %	77,42%
Indice de Calidad	86,2%

Figura 2.1 Cuadro de Indicadores mes 0

Destacamos los siguientes:

- El equipo produce el 56 % de la producción total.
- Eficiencia productiva 61,06 %.
- Eficiencia Operacional 58,27%.
- Utilización Efectiva 42,61%.
- Indice de Calidad 86,2%.

2.2. Identificación de las 8 Pérdidas Principales del Equipo.

La máxima eficiencia de los equipos de producción se consigue mediante la óptima utilización de sus recursos y de su capacidad, es decir, la eficiencia de los equipos mejora cuando se eliminan las pérdidas existentes.

La organización que identifique las pérdidas existentes en sus equipos y logre determinar los orígenes de las mismas, podrá mantenerse dentro del mercado, dada la alta competencia, la globalización y saturación de mercadas actuales.

A continuación presentaremos cuales son las 8 Principales Pérdidas que existen en los equipos, destacando sus respectivas características. Al mismo tiempo analizaremos estas pérdidas en el contexto del equipo en el que estamos realizando el presente estudio.

Las horas reportadas en el informe mensual son la base para realizar la identificación de las 8 Principales Pérdidas existentes en los equipos; por tal razón se adaptará cada uno de los conceptos de

dicho informe, a los criterios definidos en las 8 Pérdidas existentes en los equipos.

Es importante destacar que no necesariamente todas las horas reportadas en el informe mensual, serán consideradas como pérdidas de los equipos. Al finalizar el análisis se desarrollará el árbol de pérdidas, el mismo que valorará las pérdidas que mayor incidencia tienen sobre el equipo.

1.- Pérdidas de Paradas Programadas.

Es el tiempo perdido cuando se para la producción para el mantenimiento planificado anual o periódico. Estos motivos de paradas son por lo tanto esenciales para mantener el rendimiento de una planta. Sin embargo, aunque estas paradas sean necesarias, la maximización de la eficiencia de los equipos de producción requiere tratar dichos tiempos de para, como pérdidas y por ende minimizarlas. Optimizando los tiempos de trabajo en actividades de mantenimiento, lograríamos ampliar los tiempos de operación continua de los equipos y por ende maximizar la producción de la organización.

En estas pérdidas también tenemos las que surgen como resultado del servicio periódico requerido mientras la planta está en operación, al igual que el caso anterior, se debe optimizar estos tiempos a fin de que el equipo entre en operación en el menor tiempo posible.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son solamente las horas de los Mantenimientos Planeados o también llamados preventivos programados.

2.- Pérdidas por ajustes de Producción.

Es el tiempo perdido por efecto de realizar una parada a la producción, con el propósito de realizar cambios en los suministros o cuando existió un cambio en la demanda, lo que ocasiona que se deban realizar ajustes en los planes de producción.

Obviamente estas pérdidas no surgirían si todos los productos que se fabrican pueden venderse de acuerdo al plan de producción. Por lo que generalmente los ajustes de producción se basan en factores tales como la demanda y los stocks disponibles en la organización.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Cambios de producción.

3.- Pérdidas por fallos de equipos.

Es el tiempo perdido cuando se para la producción porque un equipo súbitamente pierde sus funciones específicas. Estas paradas son las que generalmente se conocen como fallas o averías de los equipos; y en organizaciones que no han trabajado en programas de mejoramiento son este tipo de paradas las que más afectan la eficiencia de los equipos y por ende el proceso productivo general de la planta.

Existen 2 tipos de estas fallas, las mismas que se las denomina como esporádicas y crónicas respectivamente. Las fallas esporádicas suceden imprevistamente. Habitualmente, se las puede identificar y solucionar con facilidad, y por lo general, no vuelven a producirse con frecuencia. La falla crónica es más difícil de manejar, ya que esta falla hace que el equipo o máquina pare y generalmente no se conocen los motivos ni causas de dichas paradas. En ocasiones sucede que las organizaciones se acostumbran a vivir con

estos defectos, lo que es sumamente negativo para el desempeño de la organización.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Fallas de Línea de Producción. Aquí se debe destacar que estas horas están conformadas por las horas perdidas por las fallas eléctricas, fallas mecánicas y fallas de instrumentación.

4.- Pérdidas por fallos de procesos.

Es el tiempo perdido cuando se para la producción como resultado de factores externos al equipo, tales como errores de operación o cambios en las propiedades físicas o químicas de las materias primas que se procesan.

Pueden también ser ocasionadas por obstrucciones en líneas, válvulas, fugas u otros factores externos al equipo. Como se mencionó estas pérdidas pueden tener su origen en las propiedades de los materiales que se procesan o en fenómenos como la corrosión, erosión o la dispersión de polvo; por lo tanto, decrecerán o se eliminarán solamente cuando se bloqueen o eliminen las fuentes

que originan las mismas. Es importante también destacar que estas pérdidas deben trabajarse independientemente de las averías o pérdidas por paradas súbitas de los equipos.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Material Irregular, Falta de Material, Otras paradas imprevistas.

Aquí también se destaca, que dentro de las horas que se reportan como otras paradas imprevistas están incluidas las horas perdidas por obstrucciones en líneas, válvulas, fugas, fallas operacionales, etc..

5.- Pérdidas de Producción Normales.

Es el tiempo perdido por el bajo rendimiento que ocurre durante la producción normal en el arranque, parada y/o cambio de materiales. La tasa de producción estándar no puede lograrse durante el periodo de calentamiento existente en el arranque ó durante el periodo de enfriamiento existente en las paradas ó durante los cambios de un producto a otro.

Las organizaciones normalmente no consideran estos tiempos como pérdidas, cuando en realidad lo son y en el caso de no estandarizarse los arranques, paradas y/o cambios de producto, estas pueden tornarse dramáticas y sumamente significativas.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Arranques y paradas, Lubricación e inspección, Pruebas, Reuniones, Inventario, Comida, Limpieza, Otras paradas previstas.

6.- Pérdidas de Producción Anormales.

Son pérdidas de rendimiento que se producen cuando una planta rinde por debajo de su estándar como resultado de disfunciones y otras condiciones anormales que interfieren en el funcionamiento.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Falta de Servicios (ext/int).

Se destaca que los tiempos de ajuste serán cargados como pérdidas de producción anormales.

7.- Pérdidas por defectos de calidad.

Las pérdidas por defectos de calidad incluyen el tiempo perdido en la producción de productos rechazables, la generación de productos irrecuperables.

Estas pueden ser originadas por diversas causas, tales como un erróneo establecimiento de las condiciones de proceso, disfunciones en los dispositivos de instrumentación, contaminación, problemas de materias primas, errores de operación, etc..

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Producto defectuoso.

8.- Pérdidas por Reprocesamiento.

Son pérdidas producidas por el tiempo utilizado para reciclar el material que se originó como resultado de la generación de productos rechazados.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Reproceso.

Para finalizar en la Figura 2.6 se detalla específicamente la relación que la organización ha establecido entre las horas reportadas según informe de neutralizado y las 8 pérdidas de los Equipos de Producción.

1	**Paradas programadas**
	Mantenimientos Planeados
2	**Ajustes de Producción**
	Cambios de producción
3	**Fallas de equipos**
	Fallas de Líneas de Producción
	Fallas Mecánicas
	Fallas Eléctricas
	Fallas de Instrumentación
4	**Fallas de procesos**
	Falta de material
	Material irregular
	Otras paradas imprevistas
5	**Producción Normal**
	Pruebas
	Reuniones
	Inventario
	Arranques y paradas
	Comida
	Limpieza
	Lubricación / Inspección
	Otras paradas previstas
6	**Producción Anormal**
	Falta de Servicios (int/ext)
	Ajustes de tiempo
7	**Defectos de Calidad**
	Producto defectuoso
8	**Reprocesamiento**
	Reprocesos

Figura 2.6 Cuadro de Clasificación de Pérdidas

2.3. Identificación de las 5 Pérdidas Principales relacionadas con la utilización de la mano de obra.

Independientemente de las pérdidas que afectan a los equipos de producción, dentro de las organizaciones existe otro tipo de pérdidas, las mismas que con frecuencia reducen la eficiencia del trabajo de los operadores. Su incidencia sobre el normal desempeño de la organización es vital, por tal razón, estas pérdidas deben ser identificadas y medidas.

La frecuencia de las pérdidas en la mano de obra depende de la habilidad de los trabajadores, del método operativo, del diseño del lugar de trabajo (condiciones ambientales y entorno de la planta) y del nivel/calidad de gestión y dirección en la planta de producción. Estas pérdidas se las denomina las 5 pérdidas relacionadas con la Mano de Obra, y son las siguientes:

- Pérdidas por Gestión.
- Pérdidas por Calificación.
- Pérdidas por Organización de la Línea.
- Pérdidas por Logística.
- Pérdidas por mediciones y ajuste.

Cada organización establecerá la metodología de cuantificación de dichas horas, en el caso particular de nuestro caso de estudio se tomarán algunas horas del reporte mensual, y otras serán consideradas según un reporte realizado por los coordinadores de producción.

1.- Pérdidas por Gestión.

Las pérdidas por gestión se deben a tiempos de espera, como por ejemplo el tiempo de espera por la demora en la llegada de los materiales, de herramientas, de instrucciones, de reparación de un equipo, etc. Todas ellas son generadas por problemas de administración y o la dotación de los recursos necesarios.

De las horas reportadas en el informe mensual, las horas que se adaptan a este concepto son: Falta de Material, Falta de Orden de Producción, Fallas de líneas de Producción.

2.- Pérdidas por calificación.

Las pérdidas por calificación son las pérdidas de mano de obra generadas por diferencias en los niveles de habilidad en lo referente

a las operaciones de puesta a punto y ajuste, cambio de herramientas, cambios de productos, etc.

Ningún concepto del reporte mensual se adapta a esta pérdida, por lo que las horas se considerarán en función de un reporte que entregarán los coordinadores del área (Formato 2.2.- Reporte de Pérdidas).

3.- Pérdidas por organización de la línea.

Las pérdidas por organización de la línea, son las que resultan del hecho de que los operadores tengan que trabajar en más de una zona del equipo al mismo tiempo, en estas pérdidas también están incluidas las pérdidas provocadas por una mala organización de la línea de producción.

Del reporte mensual el tiempo reportado como falta de personal, se adapta a este criterio, pero adicionalmente también se considerarán horas reportadas por los coordinadores del área, debido a que puede existir la posibilidad de que el coordinador deba asignar algún operador a otras funciones específicas.

4.- Pérdidas por logística.

Las pérdidas por logística son las horas de mano de obra utilizadas para realizar un trabajo de logística (Transporte de productos o materias primas). También se incluyen los tiempos que se generan al parar los equipos por falta de espacio en las bodegas, parada de equipos por exceso de stock, etc.

Para nuestro caso, en el reporte mensual las horas reportadas como otras paradas imprevistas, incluyen horas tales como: Paradas por falta de espacio, exceso de stock, entre otros. Por tal razón no se considera ninguna de las horas reportadas en el informe mensual, por el contrario se utilizarán las horas reportadas por los coordinadores del área.

5.- Pérdidas por medición y ajuste.

Las pérdidas por medición y ajuste son las pérdidas provocadas por las tomas frecuentes de medidas y ajustes para evitar la reaparición de productos defectuosos o de baja calidad.

Ningún concepto del reporte mensual se adapta adecuadamente a esta pérdida, por lo que las horas se considerarán en función de un reporte que entregarán los coordinadores del área. Se destaca que dentro de las horas reportadas como arranques y paradas, se incluyen las horas tanto por arranque o paradas propiamente dichas, como las horas utilizadas para la calibración y ajuste del equipo.

2.4. Identificación de las 3 Pérdidas Principales relacionadas con la utilización de los materiales y la energía.

De la misma forma que se identifican y miden las pérdidas relacionadas con la mano de obra independientemente de las pérdidas que afectan a los equipos de producción, las organizaciones deben de estar concientes de la existencia de pérdidas relacionadas estrictamente con la mala utilización de los materiales, herramientas y recursos energéticos en general.

Estas pérdidas se las denomina Las 3 pérdidas relacionadas con la utilización de Materiales, herramientas y energía. Dichas pérdidas van en desmedro de un uso eficiente de los materiales herramientas y la energía, por lo tanto la identificación de las mismas generarían mejoras significativas en el consumo de los recursos de los que se dispone en el proceso productivo.

Por la naturaleza de estas pérdidas, las mismas no podrán ser cuantificadas de la misma forma que las anteriores; esto se debe a que cuantificar las pérdidas de energía y materiales en horas no tiene ningún valor agregado sobre el sistema. Por lo que cuantificaremos las pérdidas en términos de sus costes reales, de

esta forma se conocerá con certeza cuales son las pérdidas monetarias que tiene la organización y el impacto mensual de la mismas en la operación del proceso productivo.

Las 3 pérdidas relacionadas con la utilización de Materiales, herramientas y energía son:

- Pérdidas de energía.
- Pérdidas por herramientas y materiales.
- Pérdidas por rendimiento.

1.- Pérdidas de energía.

Se refiere a la energía necesaria utilizada en el proceso de producción (electricidad, gas, combustible, etc), que no se utiliza en forma eficiente durante el proceso, y que por ende implican un uso irracional o que generan desperdicio. Aquí están incluidas las pérdidas de la puesta a punto, pérdidas por marcha en vacío, etc.

Del reporte mensual se toma el criterio de arranque y parada, este valor es el cantidad de horas que no se utilizó eficazmente la energía; por lo que para obtener el coste real de la pérdida lo

relacionaremos con los recursos utilizados por el equipo. En este caso, el equipo de producción requiere de electricidad y vapor para su funcionamiento.

2.- Pérdidas por herramientas y materiales.

Estas pérdidas representan los costos adicionales derivados de reemplazar los materiales y herramientas que están gastados o que se han roto debido a un uso excesivo, mal uso o abuso. Materiales como el aceite de corte, el aceite de trituración, etc. están incluidos en este tipo de pérdidas.

Para nuestro caso de estudio, los criterios definidos por este tipo de pérdidas se refieren exclusivamente a los costos de mantenimiento en los que se incurren para mantener el equipo en óptimas condiciones de operatividad y funcionamiento.

3.- Pérdidas por rendimiento.

Las pérdidas de rendimiento es la diferencia entre el peso de materia prima y el peso de los productos fabricados no defectuosos. En esta

categoría están incluidos los productos defectuosos, los restos por corte, la merma, el desperdicio, etc.

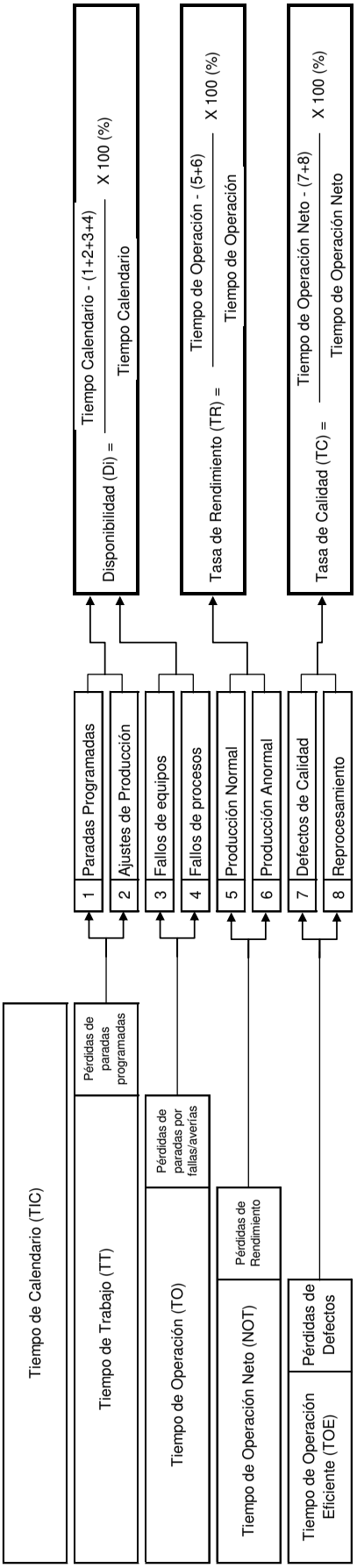
En términos generales a nivel de las organizaciones, esta pérdida se refiere a la merma del proceso, por lo que el valor que se considerará aquí es el que se refiere exclusivamente a la merma del proceso.

2.5. Cálculo de la Eficiencia Global del Equipo (OEE).

Este es un indicador global de la condición de un equipo de producción o de una Planta de Producción. Este indicador se caracteriza porque nos da un enfoque totalmente objetivo de las variables que realmente afectan el desempeño del equipo o de la Planta.

TPM tiene claramente establecido cuales son los criterios y los tiempos que afectan este indicador (Figura 2.7.- Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo), Como se observa, la metodología para obtener el OEE incorpora algunos conceptos que son independientes a los existentes en los reportes que maneja la organización. Esta independencia radica en el hecho de que cada organización tiene completa libertad de definir la forma en que cuantificará sus pérdidas, pero finalmente estos datos alimentan la base de datos utilizada para la obtención del valor de la Eficiencia Global del Equipo OEE.

Figura 2.7 Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo



Basados en este principio las horas reportadas por la organización alimentaran a la base de datos establecida en la figura 2.7. Este indicador toma en cuenta las siguientes variables:

Disponibilidad (Di).- Es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo de calendario.

Para calcular la disponibilidad, del tiempo de calendario se resta el tiempo perdido durante las paradas programadas, los ajustes de producción, las fallas de los equipos y las fallas de proceso. A continuación se divide el resultado por el tiempo calendario y se multiplica por 100. (Figura 2.7.- Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo).

Tasa de Rendimiento (TR).- Expresa la tasa de producción como porcentaje de la tasa de producción estándar.

Para calcular la tasa de producción estándar, del tiempo de operación, se resta el tiempo de las pérdidas de producción normal y de producción anormal. A continuación, se divide el resultado por el tiempo de operación y se multiplica por 100. (Figura 2.7.- Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo).

Tasa de Calidad (TC).- Expresa la cantidad de producto aceptable (producción total menos productos defectuosos y productos reprocesados expresado como un porcentaje de la producción total).

Para calcular la tasa de calidad, del tiempo de operación neto, se resta el tiempo de las pérdidas producidos por los defectos de calidad y por los reprocesamientos. A continuación, se divide el resultado por el tiempo de operación neto y se multiplica por 100. (Figura 2.7.- Eficiencia global del equipo y su relación con las 8 pérdidas del equipo).

Una vez definidas las variables que afectan el indicador OEE, analizaremos cuales fueron las 8 Pérdidas del Equipo en el mes 0 (Figura 2.8), para posteriormente incluir estos datos en la base de datos del OEE.

8 Pérdidas de los equipos

1	**Paradas programadas**	24
2	**Ajustes de Producción**	0
3	**Fallas de equipos**	104
4	**Fallas de procesos**	33,5
5	**Producción Normal**	32,8
6	**Producción Anormal**	17
7	**Defectos de Calidad**	43,7
8	**Reprocesamiento**	13

Figura 2.8 8 Pérdidas del equipo mes 0

Los datos están reportados en horas y fueron obtenidos de los reportes mensuales realizados por los operadores de la organización.

A continuación se presenta el cuadro con los datos del mes 0 y sus respectivos resultados. Figura 2.9.

Tiempo calendario	744

Di	78,29%
TR	91,45%
TC	89,36%

Figura 2.9 Tabla de Resultados OEE mes 0

Eficiencia Global del equipo OEE

OEE= Disponibilidad X Tasa de Rendimiento X Tasa de Calidad

OEE= Di X TR X TC

OEE= 63,98 %

Como resultado tenemos que la Eficiencia Global del Equipo para el mes 0 es de 63,98 %.

2.6. Árbol de Pérdidas.

Existen varios métodos o formas de cuantificar las pérdidas, las más utilizadas son:

Cuantificación de las horas.

Cuantificación de los costes.

Ambos métodos son muy prácticos y válidos. Para efectos del presente trabajo realizaremos ambas cuantificaciones.

Los árboles de pérdidas pueden ser elaborados de 2 maneras diferentes, la primera metodología consiste en considerar las pérdidas globalmente, es decir cuantificar las pérdidas en los equipos, las pérdidas en la mano de obra y las pérdidas relacionadas con la utilización de los materiales y la energía en un solo esquema. La segunda metodología consiste en cuantificar y analizar cada uno de los criterios definidos como pérdidas individualmente.

Por decisión de la dirección de la Organización, se utilizará la metodología que consiste en cuantificar las pérdidas individualmente. Esta elección de la metodología a aplicar se fundamenta en la necesidad de la organización de diferenciar las

pérdidas de manera individual, con el propósito de poder así definir planes de acción inmediatos que permitan mitigar y/o eliminar en el tiempo las mismas.

En primera instancia se realiza un diagrama de Pareto para cada uno de los segmentos, de esta forma determinaremos la incidencia de cada pérdida y lograremos categorizar las mismas.

Para entender mejor se explica brevemente el concepto del diagrama de Pareto:

Concepto

El **Diagrama de Pareto** constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Ventajas

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.

- Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

Utilidades

- Determinar cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- Contrastar la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.
- Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

Análisis de 8 Pérdidas Equipos de Producción

Análisis de Pareto (Horas)

Pérdida	Horas	Porcentaje	Acumulado
Fallas de equipos	104	38,81%	38,81%
Defectos de Calidad	43,7	16,31%	55,11%
Fallas de procesos	33,5	12,50%	67,61%
Producción Normal	32,8	12,24%	79,85%
Paradas programadas	24	8,96%	88,81%
Producción Anormal	17	6,34%	95,15%
Reprocesamiento	13	4,85%	100,00%
Ajustes de Producción	0	0,00%	100,00%
Total de Horas	**268**	**100,00%**	

Tabla 2.3 Análisis de Pareto Pérdidas en los equipos de Producción

La figura 2.10, presenta el diagrama de Pareto de las Pérdidas de los equipos para el mes 0, de este diagrama se obtiene las pérdidas que constituyen el 80%, y será sobre dichas pérdidas que se canalizarán los programas de Mejoramiento Continuo.

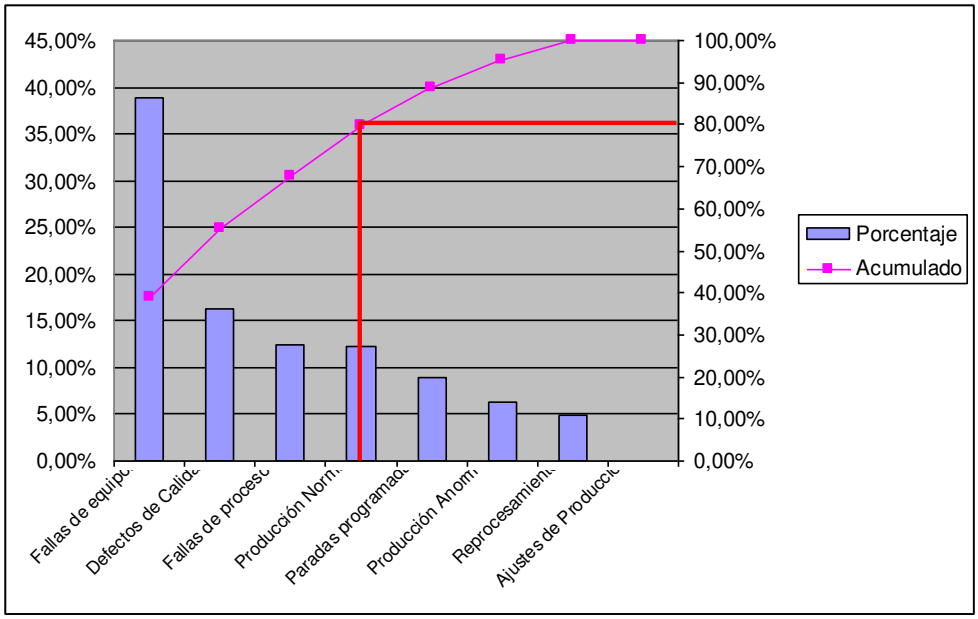


Figura 2.10 Diagrama de Pareto Pérdidas en Equipos Mes 0

Las pérdidas que constituyen el 80% son:

- Fallas de equipos.
- Defectos de Calidad.
- Fallas de Procesos.
- Fallas de Producción Normal.

Para poder cuantificar las pérdidas en términos de costes, la organización nos proporcionó los costes de producción por tonelada, este valor es de 13,4 USD/Ton. Se incluyen en estos costes los rubros por administración, laboratorio y producción.

Para poder determinar específicamente el coste de las horas perdidas, el valor de producción por tonelada se lo multiplica por la tasa de producción del equipo que es 5 ton/h. Así obtenemos que el coste por hora pérdida es de 67 dólares. Este rubro está expresado en USD/h.

Este valor lo podemos relacionar con las horas totales perdidas o con las obtenidas por cada pérdida. En el presente caso, solo relacionaremos los costos con las horas totales perdidas.

Si se determinó que en el mes 0 existieron 268 horas perdidas, se obtiene en términos de costes que las pérdidas en dicho mes ascienden a $17,956 USD. Por lo que cualquier gestión inicial y las prioridades dentro de la organización, deben estar orientadas a disminuir este valor.

Análisis de 5 Pérdidas relacionadas con la Mano de Obra

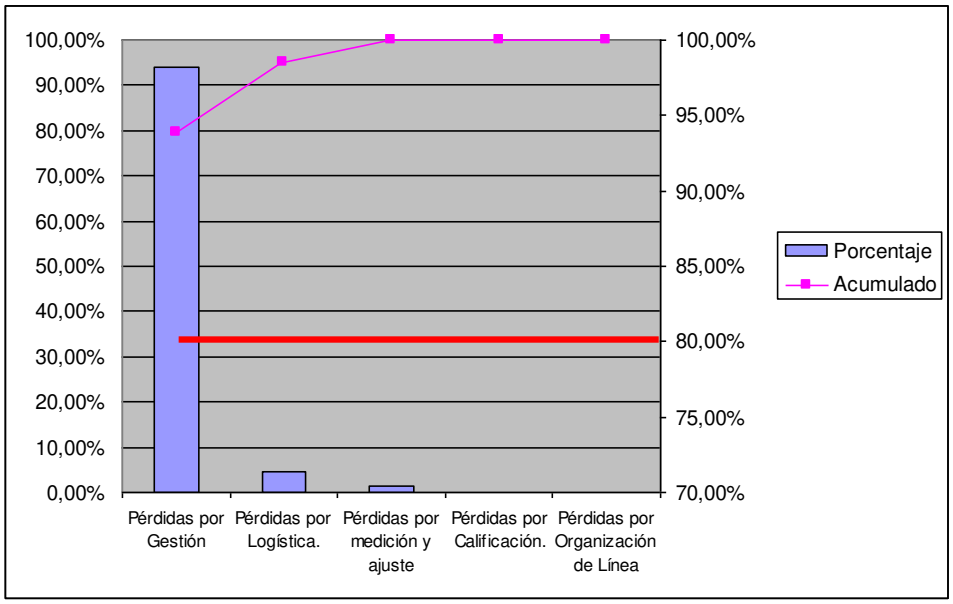
Análisis de Pareto (Horas)

Pérdida	Porcentaje	Acumulado
Pérdidas por Gestión	93,85%	93,85%
Pérdidas por Logística.	4,65%	98,49%
Pérdidas por medición y ajuste	1,51%	100,00%
Pérdidas por Calificación.	0,00%	100,00%
Pérdidas por Organización de Línea	0,00%	100,00%
Total de Horas	**100,00%**	

Tabla 2.4 Análisis de Pareto Pérdidas relacionadas con la mano de obra

La figura 2.11, presenta el diagrama de Pareto de las Pérdidas relacionadas con la mano de obra para el mes 0, de este diagrama se obtiene las pérdidas que constituyen el 80%, y será sobre dichas pérdidas que se canalizarán los programas de Mejoramiento Continuo.

Figura 2.11 Diagrama de Pareto Pérdidas relacionadas con la mano de obra Mes 0



Como se observa este fue un caso particular, debido a que solamente las pérdidas por gestión alcanzaron el 93,85%, por lo que los planes de acción deben canalizarse hacia esta pérdida, es decir, inferir los controles necesarios permanentes y las acciones inmediatas que se deben realizar.

Utilizando la misma metodología para cuantificar las pérdidas en términos de costes, consideraremos el dato referencial proporcionado por la organización sobre el coste de producción por tonelada que es de 13,4 USD/Ton y el coste por hora pérdida que es de 67 dólares.

De la misma manera este valor lo podemos relacionar con las horas totales perdidas o con las obtenidas por cada pérdida. En el presente caso, solo relacionaremos los costos con las horas totales perdidas.

Si se determinó que en el mes 0 existieron 225,9 horas perdidas, se obtiene en términos de costes que las pérdidas en dicho mes ascienden a $15,135.30 USD. Por lo que cualquier gestión, debe estar orientada a disminuir este valor.

Análisis de 3 Pérdidas relacionadas con los Materiales y la Energía

1.- Pérdidas de Energía.

Como se mencionó anteriormente esta pérdida se la cuantifica partiendo de las horas reportadas como arranque y parada, para posteriormente relacionarla con los recursos utilizados. Se destaca que este equipo para su normal operación consume electricidad, y vapor.

Por datos proporcionados por la organización el coste de Operación de calderos, combustibles y servicios eléctricos por tonelada producida es de 3,81 USD. USD/ton. Por lo que si lo relacionamos con la tasa de producción, se obtiene que por cada hora de producción los costos de operación por servicios son de $19,05 USD.

Las horas perdidas por arranque y parada son de 4,8 horas. Realizando la relación respectiva, se obtiene que los costos atribuidos a estas pérdidas asciendan a los $ 91. 44 USD.

2.- Pérdidas por herramientas y materiales.

Como se mencionó en la descripción de esta pérdida, se la cuantificará en términos de los costes de mantenimiento para mantener el equipo completamente operativo y funcional.

Por la naturaleza de los equipos de producción utilizados por este proceso, los costes de mantenimiento son sumamente significativos; sobre la base de esto la organización confirmó que en promedio mensual los costes de mantenimiento para el área de neutralizado ascienden a $1,800 USD.

3.- Pérdidas por rendimiento.

Este rubro corresponde exclusivamente a la merma del proceso; para el caso específico del proceso que se analiza este rubro es muy significativo, esto se debe exclusivamente al costo de la materia prima. Por datos proporcionados por la organización se tiene que el costo de una tonelada promedio de Materia Prima es de 685 USD.

Al analizar el mes 0 tenemos que la producción fue de 1540 Toneladas, con una entrada de 1604,68 Toneladas, lo que implica que la merma del proceso fue de 4,03%. En toneladas esta merma

representa 64,68 Tons; Y en términos monetarios asciende a $44,305.80 USD.

Cuando se le presentó este valor a la alta administración decidieron que con la implementación de los programas de Mejoramiento, se alcanzaría como objetivo disminuir la merma en 0,5%, lo que representaría un aprovechamiento de 8 toneladas y por lo tanto una disminución a manera de ahorro de $5,480.00 USD en el mes.

Se puede observar claramente que de las 3 pérdidas por materiales y energía, las mermas son las más crónicas. Por tal razón los planes de acción se enfocarán a conseguir la meta propuesta por la organización para disminuir las mermas en el proceso, y por ende generar una mejor eficiencia global de la producción.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL KOBETSU-KAIZEN "MEJORA ENFOCADA"

3.1. Concepto, características y estrategias del Sistema Kobetsu-Kaizen.

Concepto.

Las mejoras enfocadas son actividades realizadas por equipos de proyectos multi-disciplinarios compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento, operarios y todos aquellos funcionarios de la organización que deseen participar en los programas de mejoramiento.

Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas identificadas dentro de un equipo de producción específico o en toda

la organización. Es decir, una vez identificadas, medidas, evaluadas y priorizadas las pérdidas; las actividades de estos equipos están enfocadas a minimizarlas o erradicarlas.

Características.

La Mejora Enfocada incluye todas las actividades que maximizan la eficiencia global del equipo, procesos y organización a través de una minimización (reducción) o eliminación de las pérdidas, y por ende la mejora de rendimientos.

En las organizaciones las actividades de mejora enfocada se dirigen a temas específicos: tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la instalación, o un procedimiento operativo. Por lo tanto un proyecto de mejora enfocada puede tratar temas vitales como establecer criterios para seleccionar procesos y sus condiciones, descubrir deficiencias en las condiciones del proceso, localizar y cubrir desfases entre las condiciones de los procesos ideales y los actuales.

Los equipos de proyecto documentan y analizan las pérdidas principales identificadas, de ésta manera determinan cuál es la

incidencia de las mismas sobre el proceso integral, y cuales son las acciones requeridas para el establecimiento de las condiciones básicas del proceso analizado.

Independiente de que el análisis se centre en un proceso, en un flujo de trabajo, en un equipo o en procedimientos operativos, el equipo de mejora utilizará sistemáticamente métodos de análisis de causas, a fin de que las acciones y los planes a tomar sean los más idóneos. En esta etapa se valida además la viabilidad de las acciones proyectadas.

Estrategias.

Una preparación tanto física como mental es esencial antes de empezar cualquier proyecto de mejora enfocada. Los grupos de mejoramiento continuo deben prepararse bajo los siguientes criterios:

- Comprender plenamente la filosofía de la mejora enfocada.
- Comprender plenamente el significado de las pérdidas y la importancia de desarrollar programas para mejorar la eficiencia

global de los equipos, los procesos y en definitiva a la organización.

- Entender bien el proceso de producción, incluyendo todos los principios teóricos básicos de los mismos.
- Reunir y analizar datos sobre fallas, problemas y pérdidas; así como los gráficos de la evolución de éstas variables en el tiempo.
- Reestablecer las condiciones básicas necesarias para asegurar el apropiado funcionamiento de los equipos y definir claramente los factores que contribuyen a su estado óptimo.
- Conocer las técnicas básicas necesarias para analizar y reducir los fallos y pérdidas.
- Capacidad de observar minuciosamente los lugares de trabajo para descubrir lo que realmente sucede y por ende las oportunidades de mejora.
- Saber escuchar a las personas, especialmente a los operadores de los equipos, quienes generalmente son los primeros en detectar oportunidades de mejoras.

Adoptar una perspectiva macro

En las organizaciones es más importante identificar las deficiencias del proceso en su conjunto que en las unidades de equipos individuales. El objetivo es mejorar la eficiencia global, para lograr éste objetivo hay que investigar el proceso entero e identificar claramente los subprocesos y equipos que crean cuellos de botella. Este es un primer paso más eficaz que apresurarse a mejorar un equipo que se avería frecuentemente.

Adoptar este enfoque y proceder gradualmente a un análisis cada vez más detallado puede elevar regularmente la capacidad global de un proceso y rendir excelentes resultados.

Orientación a Ceros

La tendencia global a nivel organizacional en el mundo actual es la orientación a cero, éste criterio radica en estimular sistemáticamente a los grupos de mejora a reducir a cero toda clase de pérdidas, desperdicios, mermas, uso irracional de recursos, accidentes, etc.

La clave para las cero pérdidas es identificar y establecer admisiones óptimas de procesos como parte de un programa de

mejoramiento continuo. Para mantener con éxito éste enfoque se debe considerar lo siguiente:

- Detectar meticulosamente, sacar a la luz y eliminar las pequeñas deficiencias.
- Establecer y mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, apretado de pernos, calibración, reparaciones y sustituciones menores), identificando y estableciendo condiciones ideales u óptimas.
- Corregir exhaustivamente cada deficiencia identificada. Para esto se debe priorizar las pérdidas y seguir un proceso sistemático de eliminación de las mismas.

Simplificar el Equipo

Las organizaciones por temor a incurrir en pérdidas de producción originadas por averías y otros problemas han adoptado el costoso hábito de instalar unidades de reserva, tanques reguladores, tuberías derivadas (By-pas), y otros equipos redundantes. En muchas de estas organizaciones existen equipos que todavía no han sido utilizados, por lo que han estado parados durante años y actualmente podrían encontrarse incluso en estado de

descomposición y/o deterioro acelerado; e incluso en buenas condiciones, pero en estado de obsolescencia.

También ocurre frecuentemente que las organizaciones al implementar un erróneo programa de prevención del mantenimiento incurren en duplicaciones de máquinas, equipos y tuberías, lo que da como resultado una capacidad innecesariamente alta y por lo tanto una sub-utilización de las instalaciones. Es importante recordar, que para estos casos se hace necesario realizar un correcto análisis de criticidad de equipos, validando todas las variables que intervienen en este tipo de estudio.

Para complementar la información y que la organización tenga un mejor criterio para definir sus equipos críticos, se levantó la siguiente información:

CRITICIDAD DE EQUIPOS:

Este concepto generalmente es parte de un programa que se describe a continuación:

- El programa de tareas y procesos de mantenimiento preventivo organizado y estructurado en base a unidades técnicas, especifican detalladamente las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de la organización.
- Normalmente lo que se incluye dentro del programa de mantenimiento preventivo anual tiene la característica ser alimentado por las recomendaciones de mantenimiento del fabricante en función de las horas de servicios prestados o de cualquier tipo de medición. Es importante mencionar que los activos considerados críticos deben ser prioritarios dentro del programa.

Las etapas en la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo anual son:

1. Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones críticas.
2. Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante.
3. Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidad es de tiempo y recurrencias establecidas.

4. Determinación de los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas.
5. Definición de los controles a cumplir.

La amplitud general del plan de mantenimiento preventivo anual de una organización estará en función de los siguientes parámetros:

1. Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado. Adicionalmente se deben considerar las recomendaciones realizadas por el proceso de Mantenimiento.
2. De las condiciones estándares de las edificaciones, instalaciones y equipos de los que dispone la organización.
3. De las prioridades definidas por la organización, así como de los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes y las mejores prácticas de mantenimiento en relación a cada activo.

Las instalaciones y equipos deben seleccionarse para el Programa, en base al impacto y a la importancia que tienen en la prestación de servicios dentro de la organización. Por tal razón se debe medir la incidencia al detenerse un equipo de acuerdo a la frecuencia y los tiempos de operación de los mismos.

Se conoce como equipos críticos a aquellos cuyas fallas producen detenciones e interferencias generales, cuellos de botella, daños a otros equipos o instalaciones y retrasos o paras en las actividades de los demás centros de actividad de una organización. También se deben incluir aquellos que detienen la prestación de los servicios a los clientes.

Los Equipos críticos especiales son aquellos cuyas partes o componentes más importantes no se encuentran disponibles en el mercado directo de proveedores de partes y que no permiten adaptaciones o el hacerlo es sumamente complicado, dado lo sofisticado de su diseño y/o arquitectura. Una parada no programada de estos equipos generalmente pueden afectar sustancialmente y/o detener la producción de un bien o un servicio, generando altos costos para la organización.

El desarrollo de un programa efectivo de simplificación de procesos y equipos puede eliminar muchos de éstos equipos, eliminar las pérdidas y rendir los siguientes resultados:

- Simplificar el equipo que hay que mantener, reduce el trabajo diario de lubricación e inspección (mantenimiento predictivo).

- Simplificar el equipo a mantener, reduce el número de horas de trabajo de mantenimiento y por lo tanto los costos de reparación.
- Los consumos unitarios decrecen en función de la reducción de energía eléctrica, agua, combustibles y vapor que se usan.
- Reducir y simplificar los complejos sistemas de tuberías y equipos reducen el número de errores de operación.

3.2. Principales Indicadores.

La efectividad de la implementación de la mejora enfocada y por ende los resultados conseguidos dentro de la organización deben ser medidos. La metodología utilizada para realizar la evaluación consiste medir los seis outputs de la producción que son:

1. Producción (P)
2. Calidad (Q)
3. Costos (C)
4. Delivery (Entregas) (D)
5. Seguridad (S)
6. Moral (M)

Cada uno de estos outputs tienen indicadores relacionados (Tabla 3.1. Indicadores para evaluar los outputs de producción). Estos indicadores son referenciales y las organizaciones están en libertad dependiendo de sus requerimientos de adoptar alguno de los indicadores sugeridos o de establecer sus propios indicadores.

La evaluación de los resultados obtenidos con la implementación de la Mejora Enfocada y al publicar estos resultados en forma gráfica a

toda la organización, trae consigo muchos beneficios. Es menos probable que las actividades declinen si los gráficos y cuadros que muestran los problemas atacados por los grupos de mejora se comparten públicamente.

P	**Producción**
1	Productividad de los equipos
2	Productividad del Personal
3	Rendimiento
4	Tasa de Operación en la Planta

Q	**Calidad**
1	Mermas
2	Tasa de defectos
3	Quejas de los clientes
4	Tasa de desechos
5	Costos de reprocesamietos

C	**Costos**
1	Horas de Mantenimiento
2	Costos de Mantenimiento
3	Costos de recursos
4	Ahorro de energía

D	**Entregas**
1	% de Cumplimiento del programa de Producción
2	Reducción de entregas retrasadas
3	Reducción de stocks

S	**Seguridad**
1	# de accidentes con pérdidas
2	# de días perdidos
3	# de inicidentes reportados

M	**Moral**
1	# de Sugerencias de Mejora
2	# de Lecciones de un punto único

Tabla 3.1. Indicadores para evaluar los outputs de producción

Implementación.

La organización normalmente ha monitoreado su desempeño mediante la utilización de algunos indicadores. Estos indicadores eran definidos por cada proceso y en ocasiones nunca fueron utilizados para evaluar realmente al sistema. Un análisis minucioso de estos indicadores determinó que existen indicadores cuyo valor agregado es nulo, razón por la cual no son un aporte para el sistema.

Una vez que se definió que la organización debe tener indicadores claves de desempeño alineados a los 6 indicadores sugeridos, se adoptaron los indicadores que se presentan la tabla 3.2 Indicadores de Gestión.

Los datos de los indicadores seleccionados se tabularán durante el tiempo que dure el proyecto y en el caso de que el indicador haya sido utilizado con anterioridad, el valor del promedio anual del año anterior se lo pondrá en la tabla como referencia.

El objetivo es monitorear el avance de los indicadores a lo largo del tiempo de medición y adicionalmente establecer las metas para los siguientes años.

P	**Producción**
Productividad (Tons/H-H trab)	
Eficiencia Operacional	
Eficiencia Global del Equipo	

Q	**Calidad**
Merma	
Indice de Calidad	

C	**Costos**
Costos de Producción (usd/ton)	
Horas de Mantenimiento	

D	**Entregas**
% de Cumplimiento del programa	

S	**Seguridad**
# de accidentes	
# de incidentes reportados	

M	**Moral**
# de Sugerencias de Mejora	
# de Lecciones de un punto único	

Tabla 3.2. Indicadores de Gestión

Como se observa en la tabla de los indicadores de gestión, algunos de los indicadores seleccionados por la organización han sido adoptados de los indicadores sugeridos en el capítulo 2.

En la tabla 3.3 Indicadores de Gestión Seguimiento, se presentan los resultados y monitoreo de los indicadores en un periodo de 6 meses.

MES	0	1	2	3	4	5	6
P Producción							
Productividad (Tons/H-H trab)	1,15	1,35	1,28	1,54	1,75	1,79	1,89
Eficiencia Operacional	58,27%	63,80%	64,58%	69,75%	76,12%	78,39%	82,34%
Eficiencia Global del Equipo	63,98%	68,71%	66,24%	72,97%	78,25%	78,03%	80,32%
Q Calidad							
Merma (%)	4,03	3,87	3,80	3,54	3,31	3,06	2,99
Indice de Calidad	86,21%	87,46%	88,56%	91,64%	93,47%	94,03%	95,26%
C Costos							
Costos de Producción (usd/ton)	13,40	13,20	13,01	12,67	12,26	12,13	11,97
Horas de Mantenimiento	104	81	80	84	69	60	52
D Entregas							
% de Cumplimiento del programa	64,17%	67,43%	69,33%	86,13%	94,04%	96,36%	97,33%
S Seguridad							
# de accidentes	1	1	0	0	0	0	0
# de incidentes reportados	0	1	2	2	2	2	2
M Moral							
# de Sugerencias de Mejora	0	0	1	1	1	2	2
# de Lecciones de un punto único	0	0	1	1	2	2	2

Tabla 3.3 Indicadores de Gestión Seguimiento

Se observa una evolución favorable en todos los indicadores, se destaca que dicha evolución no solo corresponde a la implementación de la Mejora Enfocada, debido a que paralelamente se implementaba el Programa de Mantenimiento Autónomo. Por lo tanto en el análisis de los resultados valoraremos mas detalladamente cada uno de los indicadores.

3.3. Desarrollo paso a paso de la Mejora Enfocada.

Los resultados obtenidos con la implementación de la Mejora Enfocada son radicales, debido a que la Mejora Enfocada persigue la utilización más eficiente de la maquinaria, del trabajador, del material y de la energía, es decir, abarca toda el área productiva. Las actividades de la Mejora Enfocada tratan de mitigar o en algunos casos eliminar las pérdidas identificadas. La base de estas actividades es potenciar las facultades tecnológicas, analíticas y de mejoramiento de todos los colaboradores de la organización.

Desarrollar las actividades de la Mejora Enfocada paso a paso es la práctica indica, más fácil y eficiente de realizar, adicionalmente que nos permite ir documentando el progreso visualmente conforme se procede. Este enfoque tiene las siguientes ventajas:

- Todos pueden observar lo que sucede, lo que implica que toman una participación activa dentro del programa de mejoramiento.
- Los planes son desarrollados y ejecutados por equipos individuales, pero todos buscan los mismos objetivos organizacionales, de tal manera que integrando los resultados

obtenidos individualmente se maximizan los resultados globales.

- En el caso de que se conforme un comité de mejoras, este puede supervisar y monitorear fácilmente el progreso del programa.
- La organización puede realizar auditorias, estas pueden ser al inicio a manera de diagnóstico situacional, y al final para evidenciar los logros obtenidos. De esta manera fácilmente se consolida lo logrado y motivamos a los colaboradores de la organización.

En la tabla 3.4 Desarrollo paso a paso de la mejora enfocada, se describe los 10 pasos sistemáticos con las actividades recomendadas para una implementación efectiva de la mejora enfocada.

Las actividades de la mejora enfocada pueden implementarse eficazmente fijando modelos o pilotos en departamentos, secciones, o procesos, y desarrollando las actividades sistemáticamente acorde a lo establecido en los planes de implementación.

Paso		Actividad
Paso 1:	Seleccionar equipo/ línea/ proceso modelo o piloto.	- Las líneas, procesos, equipos o actividades que producen las mayores pérdidas. - Posibilidades de réplicas horizontales. - Sincronización con las actividades de mantenimiento autónomo.
Paso 2:	Organizar equips de mejoramiento.	- Los equipos de mejoramiento son conformados por integrantes multidisciplinarios. - El líder es nombrado por los miembros del grupo democráticamente. - Los equipos de mejoramiento son registrados para poder realizar un monitoreo.
Paso 3:	Confirmar las pérdidas actuales	- Captar y confirmar las pérdidas identificadas. - Ver disponibilidad de suficiente cantidad de datos. En caso de no existir, levantarlos.
Paso 4:	Tema de Mejoramiento y fijación de metas	- Instalar formalmente y denominar el tema de mejoramiento, basado en la confirmación del paso 3 - Fijar metas y periodos desafiantes.
Paso 5:	Trazar el Plan de Mejoramiento	- Planificar análisis y preparar procedimientos para implementar el mejoramiento y el plan de cumplimiento del programa. - Hacer diagnóstico inicial por representante administrativo.
Paso 6:	Ejecución del análisis.	- Realizar los análisis formales de las pérdidas utilizando técnicas analíticas. - Presentación formal con el análisis de las pérdidas.
Paso 7:	Implemenatción del Mejoramiento.	- Asignación del presupuesto necesario. - Implementación del Mejoramiento.
Paso 8:	Confirmar Efectos.	- Validación y monitoreo de los resultados obtenidos. - En caso que sea necesario implementación de contramedidas.
Paso 9:	Toma de decisiones para evitar repeticiones.	- Implementación de la normalización o estandarización. Medidas necesarias para evitar repeticiones. - Preparación de documentación para la réplica horizontal. - Presentación oficial.
Paso 10:	Réplica Horizontal.	- Réplica horizontal en otros procesos, líneas y equipos.

Tabla 3.4 Desarrollo paso a paso de la mejora enfocada

Implementación.

La organización decidió trabajar en la implementación de los Planes de Mejoramiento utilizando las pérdidas identificadas en el Capítulo 2, específicamente se seleccionó las más representativas que son:

- Fallas de equipos.
- Defectos de Calidad.
- Fallas de Procesos.
- Fallas de Producción Normal.
- Pérdidas por Gestión.

Pero para efectos del presente documento solo se presenta el desarrollo de un Programa de Mejoramiento. Los resultados obtenidos producto de la implementación del Programa se pueden verificar en el Item 3.7 sobre los resultados obtenidos.

Programa de Mejoramiento por pérdida identificada como fallas de equipos.

Paso 1 (Selección de Proceso):

En términos generales en cada organización serán todos y cada uno de los procesos los encargados de seleccionar sus propios temas de mejoramiento, éstos deben estar perfectamente alineados con la política y los objetivos de la organización.

Una vez identificadas las pérdidas es muy importante analizar si el proyecto o la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto pueda ser implementado en otro proceso dentro de la organización; de esta forma se asegura que a corto plazo se desarrollen proyectos similares con beneficios tangibles dentro de la organización.

En las organizaciones con grandes fuentes de contaminación, es extremadamente importante adoptar un correcto enfoque en el

desarrollo de los proyectos, debido a que el Mantenimiento Autónomo trata las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles dentro del desarrollo de su programa, por lo tanto un enfoque correcto nos ayuda a que no exista duplicidad en las actividades ni programas de Mejoramiento a implementar en la organización.

Este paso fue desarrollado en el capitulo 2 en el tema relacionado a la identificación de las pérdidas en el equipo de producción. Desde la perspectiva de la posibilidad de réplicas como se observó existen 3 líneas de producción adicionales a la que estamos analizando, todas estas son de similares características, por lo tanto las posibilidades de réplicas son representativas.

El proyecto seleccionado se enfoca a minimizar y de ser posible eliminar las pérdidas por fallos de equipos, estas pérdidas cuantificadas en horas ascienden en el mes 0 a 104 horas, lo que representa un 38,81 % de las pérdidas globales del equipo de producción.

Paso 2 (Organización de equipos de mejoramiento):

Los equipos de mejoramiento son la base de un programa de mejoramiento exitoso, estos equipos de mejoramiento deben ser

conformados por equipos multidisciplinarios; es decir, ingenieros, jefes de procesos, supervisores de procesos, técnicos y operadores.

La conformación del equipo puede darse por convocatoria o por iniciativa propia, idealmente se espera que los equipos se conformen por iniciativa propia. Una vez conformado el equipo, se debe nombrar al líder del equipo, esto es mediante elección democrática de todos los miembros.

Finalmente se registra el equipo, con el objetivo de que cuando sea necesario se realicen monitoreos a las actividades realizadas.

El equipo de mejoramiento conformado para este proyecto fue por convocatoria, y estaba conformado por un Ingeniero Mecánico, Coordinador de Producción (Líder), Coordinador de TPM, Supervisor mantenimiento eléctrico, Operador, Ayudante. Formato 3.1 Registro de Tema de Mejoramiento.

Paso 3 (Confirmar las pérdidas actuales):

Normalmente este paso se lo recomienda para organizaciones que estén implementando los programas de mejoramiento por primera vez. El objetivo es el de que una vez conformado el equipo de mejoramiento valide la información levantada y la oportunidad de mejoramiento.

Así mismo el equipo de mejoramiento debe ver si los datos disponibles son suficientes para el desarrollo del proyecto o si existe la necesidad de levantar datos adicionales. Formato 3.1 Registro de Tema de Mejoramiento.

Tabla 3.5 Criterio para evaluación de dificultades.

Grado	Criterio de Evaluación
A	1.- Pérdidas y problemas que afectan a muchos departamentos. 2.- Fuentes principales de derrames y fugas que se han dejado sin chequear durante muchos años. 3.- Problemas serios, urgentes que causan retrasos en entregas, reclamos de clientes importantes. 4.- Problemas complejos que requieren un alto nivel de tecnología de ingeniería. 5.- Mejoras que se prevé costarán $ 40.000 o más.
B	1.- Pérdidas y problemas restringidos a un solo departamento, fuentes de contaminación de severidad media. 2.- Corrección de debilidades del equipo tales como resistencia estructural, construcción, materiales, etc. 3.- Mejoras que requieren un nivel de tecología de ingeniería y que se prevé oscilan entre los $ 8.000 y los $ 40.000.
C	1.- Pérdidas que los operadores trabajar con directrices y ayuda. 2.- Mejorar los puntos innacesibles que dificultan la operación de rutina, la lubricación y la inspección. 3.- Eliminar las fuentes de contaminación sin grandes modificaciones del equipo.

Adicionalmente la metodología debe evaluar el grado de dificultad del tema de mejoramiento, los criterios para evaluar dicha dificultad se los establece en la tabla 3.5 Criterio para evaluación de dificultades.

En caso de que la pérdida que estamos evaluando cumpla cualquiera de los criterios establecidos, debe ser calificada en con el grado relacionado a ese criterio. De esta forma también se establece un criterio de criticidad de la pérdida.

Paso 4 (Tema de Mejoramiento y fijación de metas):

El objetivo de este paso es la instalación formal y denominación del tema de mejoramiento, el nombre del proyecto debe guardar relación con la pérdida asociada. En caso de que el grupo así lo determine, podrán nombrar el grupo.

Finalmente se deben fijar metas y periodos de tiempo para su ejecución, si bien es cierto estos deben ser realistas, se espera que sean muy ambiciosos, retadores y desafiantes para el grupo.

Como se evidencio las pérdidas por fallos de equipos ascienden en el mes 0 a 104 horas, la organización estableció como meta reducir en un periodo de tiempo de 6 meses las fallas del equipo a máximo 60 horas mensuales, de esta manera se logrará el incremento planificado del 20% en la eficiencia.

Formato 3.1 Registro de Tema de Mejoramiento.

Registro de Tema de Mejoramiento

Para:	Gerencia de Planta	
De:	Grupo de Mejora Alfa	
Fecha:	26 de Febrero del 2005	
Tema:	Disminución de las pérdidas producto de las fallas de los equipos.	
Tipo de Pérdida:	Pérdida por fallas de equipos.	
Duración Planificada:	Marzo a Agosto 2005	
Líder:	XXX.	Coordinador de Producción.
Reuniones Programadas:	8 a 9 1/2 cada miércoles.	
Miembros:	XXX	Ing. Mecánico.
	XXX	Supervisor Mant. Eléctrico
	XXX	Operador
	XXX	Ayudante
Elaborado por:	XXX	Coordinador de TPM

Validación del Proyecto

Disponibilidad de datos:	Si	X	No	
Datos suficientes:	Si	X	No	

Datos Adicionales:

Dificultad del tema de Mejoramiento:

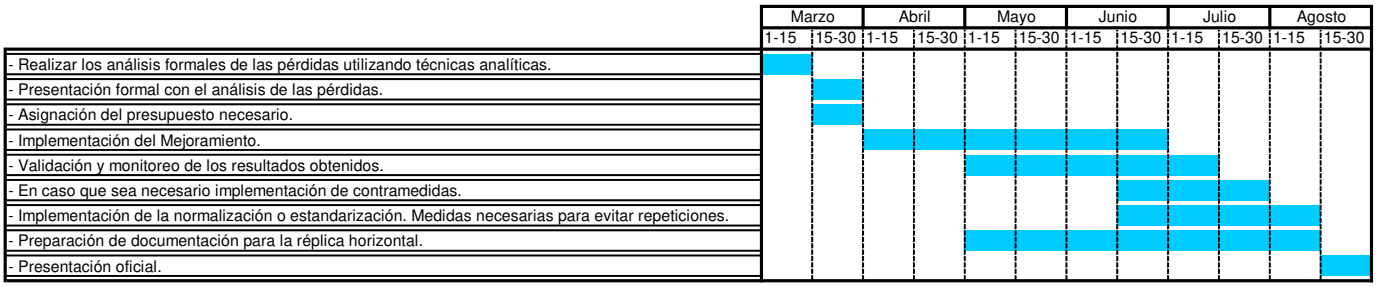
A B C

Causa:	Pérdidas y problemas afectan a muchos departamentos.
	Fuentes de fugas no se han chequeado por muchos años.
	Problemas serios por falta de entrega (Cumplimiento del programa)

Paso 5 (Trazar el plan de Mejoramiento):

En este paso se establece el plan de mejoramiento, las organizaciones están en plena libertad de elaborar sus planes, estos deben estar alineados a la duración establecida del proyecto. Se recomienda que la duración del proyecto debe estar comprendida entre 3 y 6 meses máximo. Figura 3.1 Plan de implementación Mejora Enfocada.

Plan de implementación Mejora Enfocada (Pérdidas por fallos de equipos)



Finalmente el Representante de la dirección realiza el diagnóstico de toda la propuesta. Dando la aprobación que da luz verde a la ejecución del proyecto.

Paso 6 (Ejecución del análisis):

Se debe realizar un análisis formal de las pérdidas identificadas, en el Item 3.4 se realizará una explicación sobre las Técnicas analíticas y del Kaizen para la implementación de la Mejora Enfocada.

En el caso particular del proyecto que se está desarrollando la metodología utilizada fue la siguiente:

Primero se diferenció los motivos de paradas, lo que dio como resultado que de las 104 horas totales de fallas, las fallas mecánicas fueron de 78 horas, las fallas eléctricas 21 horas y las fallas de instrumentación 5 horas.

Posteriormente se analizó las causas que originan las diferentes pérdidas. Esto nos dio como resultado lo siguiente:

Fallas Mecánicas	**78**
Fallas en el Motor	57
Ruptura de Rodamiento	7
Ruptura de eje	3
Falla en el intercambiador de calor	11

Fallas Eléctricas	**21**
Cableado defectuoso	11

Fallas de instrumentación	**5**
Falla en los sensores	5

Una vez identificadas claramente los motivos de las paradas debemos hacer planes de acción para atacarlas, los mismos que se denominarán Ideas de Mejora. Para efectos del presente documento se presenta solamente una idea de mejora, la misma que se origina por las fallas del motor.

Para evidenciar la idea de mejora se utiliza el formato 3.2 Formato presentación de Ideas de Mejora. Este formato puede ser utilizado independientemente del origen de las pérdidas.

IDEA DE MEJORA

Fecha: _____
Grupo: _____
Integrantes: _____
_____
_____
_____
_____

Tema:

Eliminación de la suciedad y polvo acumulados en el motor AL-002 y determinar la fuente de generación de la polución.

Explicación:

Una vez analizadas las pérdidas se determinó que la acumulación de suciedad y polvo en las paredes y partes rotatorias del motor AL-002, son las que originan las fallas en el motor. Se evidenció que en el área de influencia existe una gran fuente de polución, la misma que afecta directamente al motor y que periodicamente lo hace perder sus funciones.

Evaluación

1.- El motor AL-002 de la centrífiga frecuentemente se frena producto de la acumulación de polvo y suciedad en las paredes y en las partes rotatorias. Según información de operadores experimentados, este fonómeno no ocurría cuano recién se instaló el equipo, sino que por el contrario la falla se ha producido desde hace aproximadamente 3 años, produciendo un promedio de 50 horas mensuales de paradas.

2.- En el último mes el total de horas de paras producidas por este fenómeno fue de 68 horas, por lo tanto si lo multiplicamos por el costo de hora perdida que es de 67 dólares, obtenemos que el total en USD es de 4556.
Si llevamos esto a un promedio anual, obtenemos que las pérdidas por esta razón ascineden a 40200 USD.

Análisis de causa.

1.- No existe evidencia de registros de limpieza dentro del área.
2.- En la parte posterior funciona el taller mecánico, el mismo que por sus operaciones genera gran cantidad de polución.
3.- Una vez que se solucionaba el problema por falta de aceite adecuado, los operadores utilizaban el aceite usado.

Mejora.

1.- Se estableció un procedimiento de orden y limpieza, el mismo que establecía que diariamente el turno de la mañana, debía realizar limpiezas menores en la sección y que los días viernes se debía realizar una limpieza general. Esto se evidenciaba según registro de limpieza de planta, y en la bitácora de los operadores.
2.- Se levantó una pared de 2.50 metros de alto para dividir el taller del área de operaciones, esa pared se la había retirado para hacer una mantenimiento hace aproximadamente 4 años.
3.- Mantener en Stock, un aceite acorde a las especificaciones establecidas por el departamento de mantenimiento.

Resultados.

- En el siguiente mes de implementada la mejora, no ocurrió una parada producida por este factor, y a lo largo de los 6 meses que duró el proyecto, no se volvio a repetir la parada ocasionada por este factor.
- La cantidad invertida fue de 2000 usd.
- Comparativamente se observa que en un periodo similar de 3 años se podría ahorrar 120600 USD

Formato 3.2 Formato presentación de Ideas de Mejora

En el caso de la pérdida por fallas en el motor, la idea de mejora fue desarrollada dentro del programa de Mantenimiento Autónomo. Esto se debe a que todas, según la investigación del grupo de mejora, las paradas se originaban por un exceso de suciedad y polvo, el mismo que se acumulaba en las paredes del motor, partes rotatorias, y mezclado con el aceite lubricante se convertía en una masa que impedía el normal desempeño del motor. Formato 3.2

Paso 7 (Implementación del Mejoramiento):

Este paso se inicia con la asignación del presupuesto, este es un tema crucial dentro de las organizaciones, por lo tanto se debe realizar una correcta y óptima distribución de los recursos, con el objetivo de que el proyecto se ejecute eficientemente.

Como se observa los pasos previos son cruciales, esto se debe a que si en el momento de realizar los análisis de las pérdidas no se hace una correcta valoración, seguramente el presupuesto asignado al proyecto puede diferir de las verdaderas necesidades del mismo.

Las organizaciones utilizan diversas metodologías para elaborar sus presupuestos, por lo tanto existe completa libertad al momento de

realización de los mismos. Una vez asignado el presupuesto, se da inicio a las actividades del programa.

La organización no tenía contemplado dentro de sus presupuestos estos rubros, por tal razón la alta dirección decidió asignar una orden estadística, en esta orden serán cargados todos los gastos o costos que se originen para la implementación de los programas de mejoramiento. Adicionalmente estas ordenes estadísticas le permitirán a los directivos de la organización monitorear constantemente los proyectos que se estén ejecutando y los responsables de la implementación.

Paso 8 (Confirmar los efectos):

En este paso se realiza la validación y monitoreo de los resultados, como se observa en el formato 3.2 al final se hace mención a los resultados obtenidos por la implementación del Programa, es importante mencionar que la validación de los resultados se la debe realizar mes a mes y al final se determinará una síntesis global de los resultados obtenidos.

En el Formato 3.1 Registro de Tema de Mejoramiento. Se determinó que todas las semanas se realizarán reuniones para llevar un control permanente del proyecto, adicionalmente en la primera reunión de cada mes, el grupo analiza los indicadores de gestión para evaluar el efecto que están teniendo los programas sobre el desempeño general del equipo.

Lo importante de realizar un monitoreo permanente es que este sistema permite tomar acciones inmediatas, también denominadas contramedidas. En el caso de este programa de mejoramiento no se tuvo que tomar acciones correctivas, pero en el caso de que esto se dé, las mismas deben quedar debidamente identificadas y registradas, es decir tabuladas y disponibles.

Paso 9 (Toma de decisiones para evitar repeticiones):

Las actividades realizadas y los registros utilizados, que hayan originado resultados esperados y favorables, deben ser normalizados o estandarizados en toda la organización. Obviamente algunas de estas herramientas pueden ser adaptadas de tal manera que se ajusten adecuadamente a la línea o equipo en el que se

vayan a utilizar. Utilizar esta metodología permite minimizar la posibilidad de que ocurran pérdidas similares en la organización.

Antes de iniciar un proyecto de mejora una de las variables a analizar son las posibilidades de réplicas, como se analizó anteriormente este programa de mejora puede ser replicado, por lo tanto toda la documentación debe llevarse de tal manera que sirva como referencial para desarrollar las réplicas en otras líneas. Durante el desarrollo del programa de mejora enfocada se han utilizado formatos y registros, los mismos que como ya se mencionó pueden ser utilizados en la implementación del programa en otras líneas. Este proceso se denomina en administración moderna regida por la calidad total: Fast learning.

Finalmente el grupo puede realizar una presentación formal dentro de la organización del proyecto, este mecanismo de retro-alimentación permite que el involucramiento y la motivación de todo el personal aumente y por lo tanto que mejore el clima organizacional. Se ha validado que las personas en la organización comienzan a generar y plantear hasta 10 veces más ideas relacionadas con mejoras enfocadas.

Paso 10 (Réplica horizontal):

Durante el desarrollo de todo el proyecto se menciona la posibilidad de las réplicas horizontales. La importancia de esto radica en que todos dentro de la organización pueden vivir los cambios, por lo tanto ven en la implementación del programa una oportunidad de mejorar.

Se debe de motivar a los diferentes procesos o áreas para que implementen o desarrollen réplicas, de esta manera se consigue fortalecer el proceso de mejoramiento continuo dentro de la organización, convirtiéndolo en filosofía de trabajo permanente.

3.4. Técnicas analíticas y del Kaizen para la implementación del Kobetsu-Kaizen.

La obtención de resultados como consecuencia de la aplicación del Kobetsu-Kiazen (Mejora Enfocada), no se consigue fácilmente, esto depende mucho de las características de las pérdidas existentes en la organización, es decir, entre mas críticas sean las pérdidas, más complejo es la determinación de las verdaderas causas que la originan.

Por tal razón el Kobetsu-Kaizen nunca excluye ningún método que ayude a identificar el origen de las pérdidas; por el contrario, da total libertad para utilizar cualquier técnica analítica para conseguir este objetivo.

Los miembros de la organización deben estar en capacidad de utilizar técnicas estadísticas que les permitan identificar los orígenes de las pérdidas. En caso de no ser así se debe capacitar al personal para el logro de este propósito.

Algunos métodos analíticos útiles en las mejoras son:

- Análisis de Pareto
- Análisis Know-why (Conocer porqué o análisis porqué-porqué)
- Análisis del árbol de fallos (FTA)
- Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).
- Análisis P-M (Los fenómenos se analizan en función de sus principios físicos).
- Gráficos de control
- Histogramas de producción, de mantenimiento
- Validación de los registros fiables de operación
- Análisis Costo - Beneficio

Las técnicas analíticas son herramientas para identificar todas las causas de fallos, defectos de calidad y similares entre un gran número de fenómenos complejos e interrelacionados. Lo importante es asegurar que los equipos de mejora utilicen la técnica más idónea, de tal manera que logren el objetivo de minimizar o eliminar las pérdidas.

Análisis P-M

El análisis P-M es una técnica desarrollada para promover la eliminación radical y sistemática de los defectos que contribuyen a

las pérdidas crónicas. Proporciona un planteamiento más eficaz que los métodos tradicionales utilizados en los programas de Mejoramiento Continuo.

Análisis de factores inadecuados para la eliminación de las pérdidas crónicas.

Los métodos tradicionales son de fácil uso y eficaces para resolver muchos tipos de problemas. Sin embargo, su lado débil se descubre cuando se utiliza para analizar las causas complejas relacionadas con pérdidas crónicas. Por lo tanto en ocasiones la aplicación de una técnica estadística común no garantiza que se pueda determinar con exactitud el origen de la pérdida.

Confirmación y Clasificación insuficientes.

Las conclusiones se basan a menudo en una observación y análisis insuficientes. Aunque pueda parecer que diferentes acontecimientos o fenómenos son similares unos a otros, una observación ulterior esclarece a menudo las diferencias. Es importante considerar detenidamente las condiciones bajo las que se han producido los fenómenos y sus resultados para compararlos a continuación. Si este proceso es incompleto se pueden acentuar los factores

incorrectos y tomar medidas ineficaces. Es crucial confirmar la verdadera naturaleza del problema.

Análisis insuficiente del fenómeno.

Cuando las causas potenciales se clasifican sin un planteamiento práctico y sistemático, es fácil que se incluyan factores no relacionados y que los factores vitales se pasen por alto. Se requiere un planteamiento basado en un análisis sano de condiciones físicas.

El análisis de factores comienza a menudo sin una comprensión total de las condiciones físicas. Es típico aplicar el análisis a un grupo limitado de factores, mientras otros factores son conscientemente ignorados. Tampoco se considera la información sobre casos similares y, por tanto, los factores son a menudo sesgados y limitados. Todos los esfuerzos se centran en las acciones correctoras; el misterio del fenómeno permanece sin resolver y el número de pérdidas crónicas no disminuye.

Procedimiento del análisis P-M

El análisis P-M fue desarrollado con vistas a estas deficiencias del análisis convencional. El P-M es un acrónimo de palabras que

empiezan por las letras P (<phenomena = Fenómeno>, <physical = físico>, <problem = problema>) y M (<mecanismo>, <maquinaria>, <mano de obra>, <material>).

A través del análisis P-M, todos los factores pertinentes en una pérdida crónica son eficazmente identificados y eliminados. Incluye los siguientes pasos:

Paso 1: Esclarecer el problema

Investigar cuidadosamente el problema y comparar su aparición, sus condiciones y partes afectadas con los de equipos similares. Determinar si los fenómenos son los mismos o ligeramente diferentes.

Paso 2: Llevar a cabo un análisis físico del problema

Considerar el fenómeno observado a la luz de las leyes naturales. Por ejemplo, cuando dos objetos entran en contacto, el material más blando sufre arañazos. Por lo tanto, si en un proceso hay frecuentes arañazos, busque las evidencias de una fricción. Si observamos los

puntos donde dos piezas entran en contacto se aclara cuáles son las áreas y factores específicos causantes de problemas.

Este paso es esencial por varias razones:

- El análisis físico proporciona una perspectiva única del fenómeno e indica las causas con toda precisión.
- La investigación lógica y sistemática asegura que los factores no sean pasados por alto.
- Evita confiar en la intuición y las corazonadas.
- Nos obliga hacer una nueva evaluación de las causas básicas, realizar acciones correctivas, y controlar los puntos de pérdidas crónicas que en el pasado fueron tratados sin éxito.

Paso 3: Listar cada condición potencial relacionada con el problema.

Considerar qué condiciones deben estar presentes para que el fenómeno se produzca. Una vez conocidas estas condiciones, es posible prevenir todas las situaciones que puedan convertirse en desórdenes. Un análisis físico del mecanismo de rotura nos permite estudiar sistemáticamente estas condiciones.

Bajo el análisis tradicional de factores, la acción correctora se dirige solamente hacia algunas de las condiciones influyentes. No se pueden reducir las pérdidas completamente cuando algunas de ellas son pasadas por alto. Hay que evitar el fijar prioridades y enfocas el análisis empleando ideas preconcebidas que lo puedan limitar.

Paso 4: Evaluar el equipo, materiales y métodos.

Considerar cada condición identificada en el paso 3 en relación con factores como el equipo, plantillas, herramientas, material, y métodos de trabajo. Anotar todos los factores posibles que influyan sobre las condiciones. Es preciso aclarar la relación entre estos factores, el fenómeno y las condiciones.

Paso 5: Planificar la investigación

Planificar cuidadosamente para cada factor el alcance y dirección de la investigación. Decidir lo que hay que medir y cómo hacerlo y seleccionar el plan de datos.

Paso 6: Investigar las disfunciones

Todos los puntos planificados en el paso 5 deben ser cuidadosamente investigados. Téngase en cuenta las condiciones óptimas que se deben lograr y la influencia de los pequeños defectos. Evítese el planteamiento tradicional de análisis de factores y no ignorar las disfunciones que puedan considerarse poco significativas.

Paso 7: Formular planes de mejora

Basándose en las investigaciones precedentes, planificar estrategias de mejora para cada factor y su implantación.

3.5. Círculos de Calidad.

Los círculos de Calidad son pequeños grupos de colaboradores que realizan un trabajo igual o similar en un área común, que trabajan a ordenes del mismo supervisor o coordinador, que se reúnen voluntariamente y periódicamente y son entrenados para identificar, seleccionar y analizar problemas y posibilidades de mejora relacionados con su trabajo, recomendar soluciones y presentarlas a la dirección. Finalmente en el caso de que se aprueba la propuesta, el grupo debe estar en capacidad de realizar la implementación.

Características de los Círculos de Calidad

- Aunque la participación es completamente voluntaria, se espera que todos los integrantes del proceso participen en el Círculo de Calidad.
- El número de integrantes difiere pero se considera que: de 4 a 6 personas es un grupo pequeño, de 7 a 10 personas es un grupo mediando y mas de 10 es un grupo grande.
- Los miembros del Círculo de Calidad realizan el mismo trabajo o trabajos relacionados lógicamente, es decir, los integrantes normalmente tienen objetivos comunes.

- Las reuniones deben ejecutarse periódicamente y se deben resolver problemas descubiertos por ellos mismos.
- Todos los participantes deben recibir capacitación e información acorde al grado de participación que se tena sobre el sistema.

Propósitos de los Círculos de Calidad

- Desarrollo y perfeccionamiento de la organización, Principios relacionados con un crecimiento en calidad, innovación, productividad y servicio al cliente.
- Lugares de trabajo seguros y agradables. Esto conduce a que el sitio de trabajo sea el más apto para el desarrollo se las habilidades y creatividad del trabajador.
- Aprovechar y potenciar las habilidades, destrezas y capacidades de los individuos dentro de la organización. El factor humano es el activo más importante y decisivo de la organización. Por tal razón el desarrollo efectivo de esta actividad tiene un efecto multiplicador y llevará a la organización al logro de sus objetivos y metas.

Principios de los Círculos de Calidad

- Reconocimiento a todos los niveles de la organización. Esto se basa en el principio de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso que el personal que lo realiza cotidianamente.
- Respeto al individuo.
- Potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en equipo.
- Referencia a temas relacionados con sus actividades y trabajo.

Enfoques de los Círculos de Calidad

- Calidad.- Normalmente es el gran objetivo de los círculos de calidad. Los mercados cada vez son más competitivos y los clientes son más exigentes, razón por la cual en enfoque actual generalizado de las organizaciones es la satisfacción total de los clientes.
- Productividad.- La gestión de los círculos de calidad es un aporte para lograr el incremento de la productividad en todas las áreas y procesos de la organización.
- Mejora de Costes.- Como todos los colaboradores participan activamente de los programas de mejora y conocen el efecto de sus decisiones sobre el sistema, existe la tendencia natural a

optimizar el uso de los recursos, lo que directamente reduce los costes.

- Motivación.- La participación activa de los colaboradores en los círculos de calidad tiene un efecto directo en la motivación y autoestima del personal. Finalmente al ser consideradas sus recomendaciones y propuestas se sienten valorados dentro de la organización.
- Integración.- Los círculos de calidad hacen que todos dentro de la organización conozcan el trabajo de los demás y comprendan mejor sus necesidades y problemas.

El papel de los Círculos de Calidad en el Programa de Mejoramiento Continuo.

En el desarrollo de los pasos para la implementación se mencionó que una de las variables a considerar para realizar un proyecto de mejora es la oportunidad de realizar réplicas horizontales. Es ahí donde toma un papel protagónico los círculos de calidad.

Los grupos de mejoramiento desarrollan proyectos, los mismos que deben ser implementados en el resto de la organización. Los Círculos de Calidad toman dichos proyectos y valoran su

adaptabilidad e implementación. Paralelamente están en capacidad de proponer programas o proyectos adicionales.

3.6. Auditoria de la Mejora Enfocada.

Luego de la implementación se debe validar la misma, el mecanismo mas idóneo es mediante la realización de una auditoria. Normalmente las auditorias están sujetas a un criterio, para este caso se utiliza una lista de chequeo y validación. Formato 3.3 Formato Auditoria Mejora Enfocada. Este formato puede ser replicado en cualquier industria independientemente de los procesos que se desarrollen dentro de la organización.

El formato se divide en 2 partes, la primera evalúa 10 puntos y la segunda es un radar donde se evidencia la implementación. A continuación se detalla los 10 puntos a auditar:

1.- Estructura de pérdidas

2.- Proceso de mejora

3.- Beneficio Visual

4.- Beneficio

5.- Mejoras (Kaizens)

6.- Herramientas y técnicas

7.- Revisión

8.- Reconocimiento

9.- Implementación de ideas

10.- Esquema de sugerencias

Cada uno de estos ítems pueden alcanzar un puntaje máximo de 10 puntos, y estos alimentan el radar de implementación (Figura 3.2).

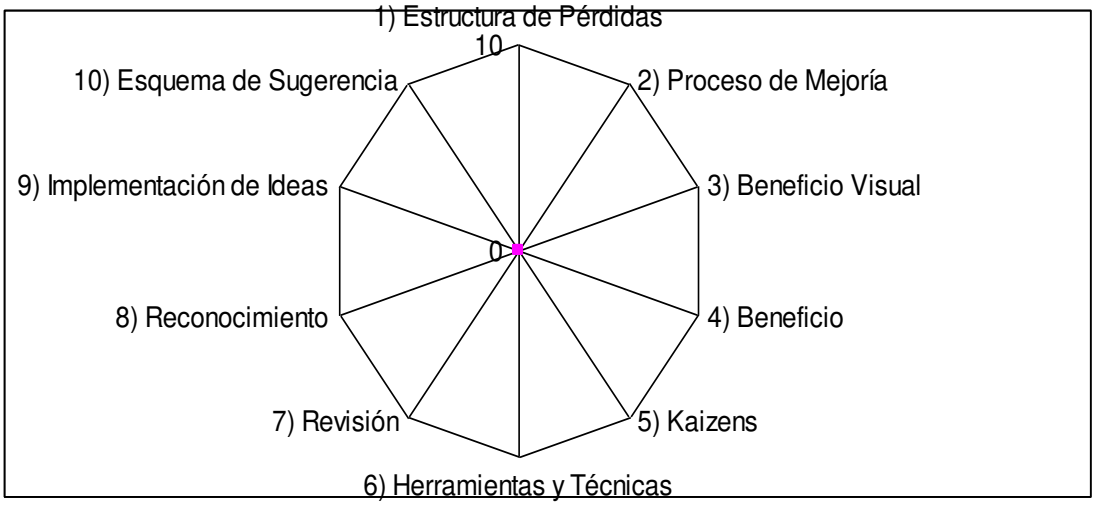


Figura 3.2 Radar de Implementación

IMPLEMENTACIÓN

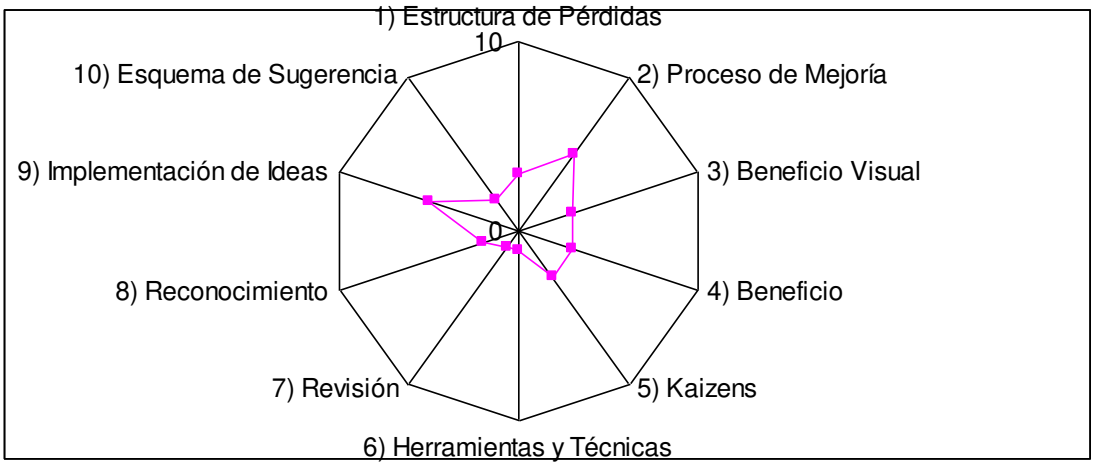
Antes de iniciar la implementación se desarrollo una auditoria preliminar, la misma que será comparada con una auditoria final que se realizará 6 meses después del inicio de la implementación del programa.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 3.6.

Categoría:	Total
1) Estructura de Pérdidas	3
2) Proceso de Mejoría	5
3) Beneficio Visual	3
4) Beneficio	3
5) Kaizens	3
6) Herramientas y Técnicas	1
7) Revisión	1
8) Reconocimiento	2
9) Implementación de Ideas	5
10) Esquema de Sugerencia	2
Total	**28**

Tabla 3.6.- Auditoria Inicial Mejora Enfocada

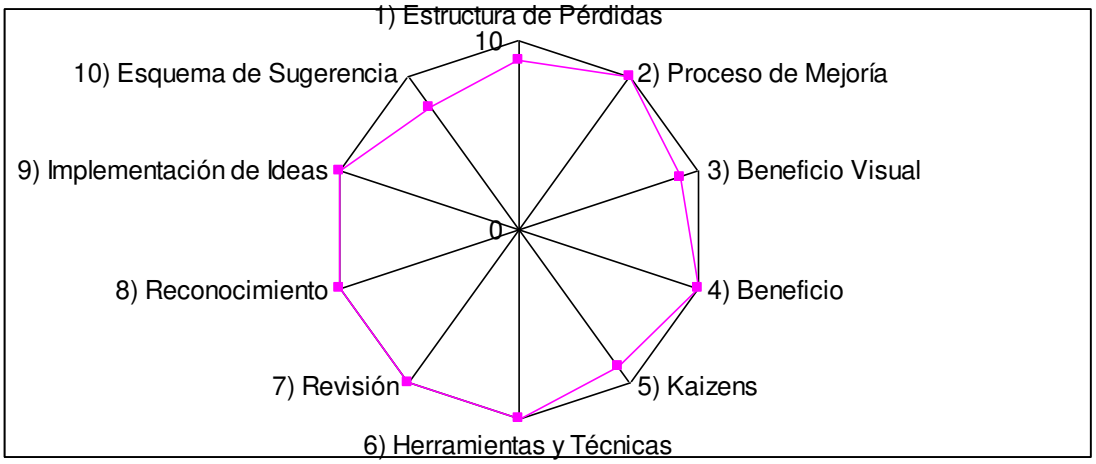
Como se puede evidenciar el programa tenía un porcentaje de implementación de 28 %.



Después de 6 meses de implementado el sistema se realizó una nueva auditoria la misma que tuvo los siguientes resultados:

Categoría:	Total
1) Estructura de Pérdidas	9
2) Proceso de Mejoría	10
3) Beneficio Visual	9
4) Beneficio	10
5) Kaizens	9
6) Herramientas y Técnicas	10
7) Revisión	10
8) Reconocimiento	10
9) Implementación de Ideas	10
10) Esquema de Sugerencia	8
Total	**95**

Como se puede evidenciar el programa tuvo un incremento positivo ubicándose en un porcentaje de implementación de 95%.



3.7. Resultados logrados con la implementación.

A continuación se presentan los diferentes logros alcanzados en un periodo de implementación de 6 meses en la Línea de Producción alfa. Como se mencionó anteriormente se conformó un núcleo de trabajo conformado por en equipo multidisciplinario.

1. Reducción de las pérdidas por fallos de equipos de 104 horas a 52 horas, lo que implica el cumplimiento de la meta que era de 60 horas mensuales y una reducción del 50% de estas pérdidas.

2. Incremento en la productividad de 1,15 Ton/H-H a 1,89 Ton/H-H, esto se debe a que con la implementación de los programas de mejoramiento se tuvo un incremento en la utilización efectiva del 28,23 %, lo que permitió aumentar la producción del equipo utilizando la misma cantidad de recurso humano.

3. Disminución en un periodo de 6 meses de la merma de 4,03% a 2,99%. Se destaca que la disminución de la merma fue sistemática y que según datos de la organización la merma promedio era de 4%. Si se cuantifica este ahorro en términos

monetarios a lo largo de la implementación del programa tenemos que asciende a 58826,62 USD.

4. Incremento del Indice de calidad de 86,21% a 95,26%.

5. Reducción de los costos de producción de 13,40 USD a 11,97 USD.

6. Incremento del cumplimiento de la Programación de 64,17% a 97,33%.

7. Incremento en la cantidad de Sugerencias de mejora. El incremento fue de 0 ideas de mejora en el mes 0 y 1 a 2 ideas de Mejora en el mes 6.

8. Aumento de la motivación del personal, así como incremento del sentido de pertenencia. Los operadores en una encuesta manifestaron que su percepción era sumamente favorable ante el desarrollo del sistema, debido a que sus sugerencias e ideas eran consideradas un aporte para el desarrollo de la organización.

9. Trabajos desarrollados bajo el concepto de trabajo en equipo y círculos de calidad, lo que implica que todos participaban en las mejoras desarrolladas.

10. Personal altamente capacitado especialmente en la utilización de técnicas estadísticas. Incremento en el sentido de pertenencia, se genero empatía en el personal y se pudo compartir la visión de la importancia de generar mejoras enfocadas en la organización.

11. Incremento en un 67% en la puntuación obtenida en la auditoria, obviamente esto se refleja en una eficiente implementación del programa de mantenimiento.

CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN DEL JISHU-HOZEN "MANTENIMIENTO AUTÓNOMO"

4.1. Concepto y objetivos del Mantenimiento Autónomo.

Concepto.

El "Mantenimiento Autónomo" es la actividad en que cada trabajador realiza las inspecciones diarias, lubricación, sustitución de piezas, reparación, búsqueda de fallos, comprobaciones de precisión, etc., sobre su propio equipo; marcándose el objetivo de "mantener uno mismo su propio equipo, la maquinaria y el equipo asignado en buenas condiciones".

Con el avance de la tecnología, los equipos se han vuelto más sofisticados y complejos, y con la expansión en la escala de

operaciones de las empresas, las funciones de mantenimiento se han dividido en áreas específicas. El concepto conocido cómo “yo opero, tú reparas”, en el que el Departamento de Producción se ocupa solamente de producir mientras que el Departamento de Mantenimiento sólo se preocupa del mantenimiento, se ha difundido ampliamente en el campo de la fabricación. Como resultado, mucha gente ha llegado a pensar que las personas que están dedicadas a la producción deberían solamente ejecutar el trabajo de operar, comprobar la cantidad producida y que las actividades como el mantenimiento de los equipos, la lubricación y otros cuidados básicos de las máquinas y equipos deben dejarse exclusivamente en manos del personal de mantenimiento.

Hay que descartar actitudes críticas tales como “las pobres prácticas empleadas por el Departamento de Mantenimiento y la inadecuada instalación de los nuevos equipos son los culpables de los fallos”, por lo tanto el departamento de producción “no es responsable de las averías”. Un poco de atención en el apriete de sujeciones, lubricación y limpieza, a menudo puede evitar las averías por adelantado, o un poco de cuidado con la máquina y el equipo ayudaría muchas veces a encontrar cualquier anomalía y evitar la avería antes de que esta se produzca una falla de consideración o lo

más grave una parada forzoso que afecte todos el proceso productivo.

Operarios entrenados para ser responsables de los equipos.

Para realizar de manera satisfactoria el “Mantenimiento Autónomo”, los operarios deben tener “suficientes conocimientos de los equipos”. No deberá esperarse que los operarios sean meramente técnicos de mantenimiento. Cuanto más automatizado o robotizado esté el equipo o en general la operación, tanto más capacitado debería estar el operario para realizar el mantenimiento del equipo. Cuando nos referimos a mantenimiento del equipo, lo estamos haciendo con relación a las siete actividades básicas del mantenimiento preventivo programado.

Lo que hace falta es que el operario adquiera “la capacidad para hallar la anomalía”, la capacidad para detectar la anomalía en el equipo y/o productos sintiendo el “comportamiento sospechoso”; todo esto muchas veces está basado simplemente en el uso de los cinco sentidos. La pregunta fundamental del JISHU-HOZEN “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO”: Quien mejor para realizar

mantenimiento básico, que quien conoce y opera una maquinaria o equipo?.

Para adquirir esta capacidad, el operario deberá tener las siguientes aptitudes básicas:

- Capacidad de poder diferencias entre la normalidad y la anomalía de forma precisa.
- Acostumbrado a mantener estrictamente las normas de control de condiciones (Capacidad para mantener la gestión).
- Capacidad de tomar acciones rápidas y adecuadas para solucionar la anomalía (Capacidad para realizar las acciones necesarias y para rectificar la anomalía).
- Conocimientos de cómo leer y registrar magnitudes físicas de medición básicas que ciertos dispositivos instalados en las maquinarias y equipos permiten determinar (instrumentos de medición).

En resumen, es preciso que cada operario domine las siguientes tecnologías y capacidades:

a. Conocimientos y capacidad para encontrar mal funciones de equipos y de tomar las acciones correctivas de mejora necesarias para ellos.

b. Capacidad para entender el mecanismo y funciones de equipos y de localizar las posibles causas si de produce la avería.
c. Capacidad para comprender la correlación entre los equipos y la calidad y para predecir la calidad anormal del producto y sus causas.
d. Conocimiento y aptitud para reparar.
e. Capacidad para realizar acciones correctivas de mejora de temas que se adapten a sus tareas como operario independientemente o en cooperación con otros departamentos afines.

Aquellos que tengan estos conocimientos y esta capacidad pueden ser considerados operarios realmente responsables de los equipos, que pueden predecir las “señales de defectos” y las “señales de las averías” y tomar las medidas necesarias para evitar que tales embriones se conviertan en serios problemas.

Concepto Básico

(1) Si todo el personal dedicado al funcionamiento del equipo cambia sus conceptos básicos y su comportamiento, los paros y/o

deterioro de las funciones de los equipos podrían evitarse consiguiendo “cero averías y defectos”.

(2) Si se mejora el funcionamiento de los equipos, los trabajadores cambiarán. Si los trabajadores cambian, el entorno de trabajo en la fábrica puede cambiarse.

(3) Mediante un sistema de trabajo paso a paso se podrá alcanzar la autosatisfacción, con todos los trabajadores participando activamente en pequeños grupos organizados.

Objetivo.

El Mantenimiento Autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de Producción. Los objetivos de un programa de Mantenimiento Autónomo son:

- ✓ Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos periódicos programados y aleatorios.
- ✓ Llevar al equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada de modernización o desarrollo.

- ✓ Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente.

4.2. Desarrollo del Mantenimiento Autónomo paso a paso.

Adoptar una metodología de implementación paso a paso permite que las actividades evolucionen lenta pero profundamente. Esto se debe: a que a medida que se va implementando cada uno de los pasos, se van ejecutando actividades sistemáticas que pueden ser entendidas y desarrolladas fácilmente. Una ventaja adicional radica en el hecho de que esta metodología permite la ejecución de auditorias regulares, las mismas que nos dan una clara evidencia de los avances del programa.

El mantenimiento autónomo se implementa en siete pasos, los mismos que se describirán en las siguientes tablas y puntos. Los responsables del proceso decidieron conjuntamente con el núcleo de trabajo realizar 2 matrices. La primera se la denominó Desarrollo de Mantenimiento Autónomo (Tabla 4.1) y en la misma se describe cuales son las actividades que realiza el grupo, el objetivo del núcleo de trabajo, los objetivos particulares y una guía básica. La segunda matriz denominada Despliegue del Mantenimiento Autónomo (Tabla 4.2) describe cada paso, detalla la finalidad del mismo y proporciona una guía básica de implementación. El objetivo de realizar estas dos

matrices es la de definir los conocimientos y directrices básicas para una implementación efectiva del mantenimiento autónomo.

Tabla 4.1. Desarrollo de Mantenimiento Autónomo

Paso	Categoría	Actividades	Objetivos del equipo	Objetivos del Operario	Guía y Promoción
1	Limpieza Inicial (Limpieza e Inspección)	* Eliminación completa del polvo y suciedad, especialmente en el equipo. * Ejecución de actividades de lubricación, reapriete, descubrimiento y rectificación de ligeros defectos del equipo. * Eliminación de elementos innecesarios, orden y aseo de herramientas y útiles.	* Prevención del deterioro forzoso causado por polvo y suciedad. * Descubrimiento y rectificación de defectos latentes por medio de la limpieza. * Identificación de las áreas donde la limpieza e inspección sean difíciles. * Eliminación de elementos innecesarios alrededor del equipo.	* Cultivar y fomentar la capacidad para identificar los defectos en el equipo. * Formación de la familiarización mental con el equipo tocándolo y manipulándolo. * Reconocimiento de la importancia de la limpieza.	* Capacitación sobre la importancia de realizar actividades de limpieza en el equipo. * Responsabilidades en el funcionamiento e implementación de las actividades. * Declaración y guía de las áreas prioritarias de limpieza. * Formatos de Limpieza
2	Contramedidas para las causas del deterioro forzoso y mejora de las áreas de difícil acceso	* Implementación de contramedidas para eliminación de polvo y suciedad. * Prevención de salpicaduras por fugas * Implementación de contramedidas para eliminación de áreas de difícil acceso. * Definición de lugares prioritarios para la inspección diaria. * Confirmación del mejoramiento y su efecto.	* Hacer fácil la limpieza e inspección del equipo por la mejora obtenida mediante la eliminación de las fuentes de polvo y suciedad. * Mantener las mejoras	* Mejoramiento mediante réplicas que permiten practicar y dominar la aplicación de los temas de mejoramiento. * Disfrutar de las actividades de mantenimiento	* Concepto y práctica del mejoramiento del equipo. * Levantamiento de criterios y normas. * Control visual y capacitación
3	Preparación de las Normas Provisionales del "Mantenimiento Autónomo"	* Preparación de criterios para permitir el mantenimiento positivo de la limpieza, lubricación y reapriete en menor tiempo. * Mejoramiento del método de inspección y control visual.	* Conservación de los 3 elementos básicos del Mantenimiento Autónomo (Limpieza, Lubricación y apriete)	* Decisión de criterios y su estricto seguimiento. * Cada trabajador asume sus misiones individuales.	* Preparación de normas para aplicación de técnicas. * Clasificación de procedimientos para estudiar lo que el equipo tiene que ser

4	Inspección General	* Dominar los conocimientos de inspección, utilizar manuales de inspección. * Descubrimiento y restauración de la inspección general.	* Restauración del deterioro por inspección general exterior del equipo y mejora de la fiabilidad. * Mejoramiento de áreas donde la acción correctiva y la inspección normal son difíciles. * Hacer eficaz la inspección.	* Familiarización con los Conocimientos de Inspección. * Comprender las funciones y mecanismos del equipo. * Dominar la forma de reunir datos y utilizarlos. * Activación a través de actividades de Mejoramiento * Aprender la importancia de la educación en la comunicación.	* Preparación del texto de entrenamiento para la inspección general. * Planificación del Programa de educación y entrenamiento. * Seguimiento de la educación y entrenamiento * Preparación del manual de inspección general y hojas de comprobación.
5	Inspección Autónoma	* Revisar los criterios de limpieza, lubricación e inspección general e integrarlos en criterios de conjunto para contribuir a la eficacia de las actividades. * Preparación e implementación de hojas de comprobación de inspección autónoma. Mejora del control visual y operabilidad.	* Conservar positivamente la restauración del deterioro por medio de la inspección general. * Mejoramiento del equipo que tenga buena operabilidad.	* Mantenimiento por uno mismo del propio equipo. * Autodecisión y estricta observancia	* Enseñar como analizar los datos con precisión. * Gestión y mantenimiento efectivo del equipo.
6	Normalización	* Detallar los puntos a gestionar. * Normalización de los puntos de gestión y sistematización de la gestión de Mantenimiento.	* Mejoramiento de la fiabilidad, operatividad y conservación del equipo. * Revisión y mejoramiento del entorno y disposición del equipo.	* Mejora de la tecnología de Gestión * Expansión del campo de gestión del Mantenimiento * Perfeccionamiento del control visual	* Guía técnica para promover la normalización * Revisión de las normas de gestión y perfeccionamiento de la gestión
7	Gestión Autónoma	* Desarrollo de la política / metas de la compañía. * Implementación positiva del análisis y registro del tiempo medio entre fallas.	* Mejoramiento de la fiabilidad, operatividad y conservación del equipo por medio del mejoramiento del equipo aplicando diversos análisis de datos. * Conservar la eficacia total del equipo en el tiempo.	* Mejora del Conocimiento de metas y conocimiento completo de costes, incluyendo costes de mantenimiento. * Adquisición de la habilidad para reparaciones menores por si mismo * Adquisición de la técnica de registro y análisis de datos y tecnología de mejoramiento.	* Asistencia técnica para el mejoramiento del equipo. * Normalización de puntos mejorados. * Educación y entrenamiento en los conocimientos prácticos de reparación.

Tabla 4.2. Despliegue del Mantenimiento Autónomo

Paso	Actividad	Descripción	Fin	Guía e Implementación
1	Limpieza Inicial (Limpieza e Inspección)	* Eliminar todos los articulos innecesarios de las áreas de trabajo y otros lugares * Orden y limpieza de útiles herramientas y piezas * Limpiar el polvo y la suciedad en las áreas de trabajo	* Pensar en lo que deben ser las áreas de trabajo aseando y limpiando las áreas por uno mismo. * Reconocer la importancia de las 5´S	* Guía sobre la decisión de cuales son los artículos innecesarios, enfoque del aseo e importancia de las 5´S * Preparación de hojas de diagnóstico. * Participación y funcionamiento de la reesponsabilidad.
2	Contramedidas para las causas del deterioro forzoso y mejora de las áreas de difícil acceso	* Implementación de medidas de control básicas para articulos innecesarios.	* Facilidad de ver y hacer actividades de orden y aseo * Pensar que fuentes de generación, vistas por el 5´S, están obstruyendo la calidad en los productos.	* Despertar la consiencia en cuanto a los problemas * Enfoque e implementación del mejoramiento de procesos. Implementación y nuevas ideas sobre el control visual
3	Preparación de las Normas Provisionales del "Mantenimiento Autónomo"	* Preparar y desarrollar la norma para mantener correctamente el orden, aseo y limpieza y limpiar en un corto tiempo. * Ideas nuevas y mejoramiento en la comprobación y control visual.	* Desarrollar las normas, siguiendo las directrices de utilizadas en los pasos 1 y 2, al igual que las definidas a continuación	* Guía de conocimientos de la misión y directrices a seguir por los individuos. * Método empleado para elaborar normas. * Prevención de piezas erróneas y ausentes.
4	Inspección General	* Adquirir conocimientos y especialización en tareas de inspección. * Extracción y restauración de ligeros defectos evidenciados en la inspección general * Preparación de la norma de comprobación autónoma provisional.	* Comprender las estructuras y funciones de los equipos. * Comprender los manuales de calidad y del fabricante * Definir herramientas, accesorios, equipos de medición que aseguren el cumplimiento de los requisitos y especificaciones de calidad.	* Preparación y creación de materiales docentes para el entrenamiento en inspecciones. * Definir programas de entrenamiento * Implementación del entrenamiento * Preparación de manuales de verificación
5	Inspección Autónoma	* Revisión de la norma 5´S, norma de inspección, norma de control diario para optimizar la inspección. * Afinar e implementar perfectamente el control visual. * Crear e implementar la hoja de inspección autónoma y el calendario de inspección autónoma	* Comprender la importancia del control autónomo * Comprender el fin de los puntos de control diario	* Entrenarse en la importancia de la gestión autónoma * Guía sobre el enfoque de comprobaciones eficaces * Guía sobre decisión de niveles de verificación para los puntos de control diario
6	Normalización	* Entrenar a trabajadores multidisciplinarios de tal forma que produzcan la misma cantidad con la misma calidad incluso si cambian a los mismos * Praparar especificaciones de trabajo estándar	* Definición de los estándares de trabajo basados en el cumplimiento de los objetivos del proceso * Busqueda de la simplificación de las observaciones y del trabajo, eliminando los derroches y las irregularidades	* Preparación de los planes de entrenamiento para los trabajadores multidisciplinarios. * Guía sobre los métodos de observar las cosas * Revisión de las normas de control y seguimiento de las mismas
7	Gestión Autónoma	* Difusión y análisis de las Políticas y metas de la organización y ejecución de actividades diarias de mejoramiento	* Mantener periódicamente reuniones de investigación de los trabajos autónomos para elevar el conocimiento y el nivel de las metas	* Preparación activa de los grupos de trabajo y responsables del proceso y guía sobre sugerencia

PASO 1: LIMPIEZA INICIAL

Propósito de las actividades

A través de la limpieza se descubrirán los defectos (goteos, piezas flojas, desperdicios, etc.) y se comprenderá el sentido de la frase "Limpieza es inspección". La idea no consiste simplemente en limpiar los equipos, por el contrario, al tocarlos directamente, frotándolos y limpiándolos, se descubrirán sus defectos.

Es muy importante comprender el significado de la limpieza inicial antes de arrancar con las actividades del Mantenimiento autónomo.

Significado de la Limpieza:

La limpieza de los equipos consiste literalmente en librarlos de suciedad, manchas, polvo, grasa y otras materias extrañas adheridas a ellos. Todos los equipos se hacen visibles tras la limpieza y por eso se dice que "la limpieza es inspección".

El objetivo último de la limpieza no es que los equipos parezcan más bonitos. Si la limpieza es deficiente, el riesgo de deterioro de los equipos es muy alto. Tabla 4.3. Consecuencias de una Limpieza Insuficiente.

Avería	Manchas y mezcla de Materiales extraños en piezas giratorias, deslizantes, sistemas neumáticos e hidráulicos, sistema eléctrico y de control, censores, etc., causan baja precisión, malfuncionamiento y averías por desgaste, obstrucción, resistencia, etc.
Defecto	La mezcla de materiales extraños en los productos y las pérdidas por malfuncionamiento del equipo causan defectos.
Deterioro Forzoso	El polvo y las manchas hacen difícil las comprobaciones y el hallazgo de aflojamiento, grietas, holguras y fugas de aceite que causan el deterioro forzoso.
Pérdida de Velocidad	Las manchas y las incrustaciones aumentan la resistencia al desgaste y la resistencia al deslizamiento, causando baja capacidad y otras pérdidas de velocidad.

Tabla 4.3. Consecuencias de una Limpieza Insuficiente.

Limpieza es inspección:

Basada en este concepto, la limpieza tiene como objetivo el realizar hallazgos de puntos defectuosos. La limpieza completa del equipo frecuentemente nos evidencia la existencia de un sin número de defectos, en ocasiones inesperados y sorpresivos. A continuación se detallan factores importantes a considerar mientras se realiza la limpieza:

- La seguridad es lo primero.
- Limpiar perfectamente para extraer la suciedad acumulada, en ocasiones, esta suciedad ha permanecido por muchos años.
- Se deben abrir cubiertas y tapas que nunca se han examinado y limpiar perfectamente la suciedad del equipo.
- Limpiar la suciedad no solamente del equipo, sino también en los equipos complementarios como intercambiadores de calor, cajas eléctricas, etc.
- No abandonar aunque se ensucie inmediatamente después de la limpieza. En caso de que esto ocurra registre cuando, de donde y como se ensucio posterior a la limpieza.

Implementación del paso 1

A) Proporcionar el entrenamiento básico necesario.

Se precisa un entrenamiento práctico en temas de seguridad, estructura y funcionamiento de los equipos, lubricación y reajustes. Aquí se implementaron 2 métodos, los mismos que describimos a continuación:

- Lecciones Puntuales.- Este es un método de aprendizaje sumamente efectivo, se basa en el principio de que los mismos operadores capacitan a sus compañeros en temas específicos

relacionados con su equipo de producción. Formato 4.1 Lecciones Puntuales.

- Prácticas en las líneas.- Esta metodología se basa en realizar periódicamente prácticas programadas en las líneas de producción, donde los operadores supervisan mientras los auxiliares y/o los ayudantes realizan la operación de los equipos. Estas prácticas deben ser registradas.

B) Plan de Limpieza

Las actividades incluidas las de limpieza deben ser programadas de tal manera que se puedan asignar los recursos adecuados y llevar un registro de ejecución. Para una correcta implementación se dividió esta actividad en 2 fases:

- Se diseñó un plan de acción de limpieza.- Se debe estructurar un plan de limpieza, señalando qué equipos deben limpiarse en primer lugar y dar un orden de prioridad a los demás equipos (concepto 5S).
- El plan debe incluir claramente las herramientas, los implementos, accesorios y los responsables.

- Se retiró todas las piezas innecesarias no solamente de alrededor de los equipos sino también en toda la línea para disponer de más espacio en el inicio de las actividades de limpieza inicial.

Se realiza una breve descripción del concepto de las 5´S: Las mismas que corresponden a cinco palabras japonesas y todas las palabras principian con la letra "S" que son:

Seiri (Clasificar, Ordenar): Verificar los elementos verdaderamente necesarios y los verdaderamente innecesarios en el trabajo y eliminar los últimos. Se incluyen por ejemplo: herramientas, maquinaria, productos con defectos, papeles y documentos que no aportan nada y en general todo tipo de cachureo, que se encuentre molestando y que satisface el dicho “lo voy a guardar por si acaso”.

El objetivo básico es mantener sólo lo necesario, ordenando y separando por categorías, clases, tipos, tamaños, rotación, etc.

Entre las acciones a realizar destacan: la revisión del área de trabajo, separar lo que sirve de lo que no sirve, separar lo necesario de lo innecesario, determinar un lugar donde poner temporalmente lo que no necesito pero puede servir a alguien, decidir que se hará con las cosas, arreglar o componer los pequeños desperfectos.

Seiton (Organizar): Las cosas deben mantenerse en orden de manera que estén listas para ser utilizadas cuando se necesiten. Cada artículo debe tener una ubicación, un nombre y un volumen (cantidad) designado (especificado claramente).

El objetivo básico es mantener el orden de las cosas. “Cada cosa en su lugar”. Entre las acciones a realizar destacan: definición de un nombre para cada clase de artículos, determinar una ubicación para cada cosa, decidir donde guardar las cosas, en razón de la frecuencia de uso y requerimientos de seguridad, calidad y eficiencia, definición de sistemas que todos entiendan, definición de las formas para acomodar las cosas tomando en cuenta su localización, sacar y devolver a su lugar de origen, detección de faltantes, reposición, etc.

Los beneficios esperados se relacionan con la disminución de los tiempos de búsqueda, prevención de faltantes, mayor seguridad,

minimización de los errores, velocidad en las respuestas y rapidez en las mejoras.

Seiso (Limpieza): mantener limpio todo el lugar de trabajo. Entre las acciones a realizar se incluyen: limpieza de todo lo que se use, aseo después de cada uso, limpieza de cualquier mancha o suciedad de las máquinas, herramientas, instrumentos, computadoras, aparatos, baños, etc., antes y después de cada uso y verificar su funcionalidad, si durante el proceso de limpieza encuentra cualquier desorden, o desarrollo anormal, o condiciones indeseables, identifique las causas principales y establezca acciones preventivas recurrentes, establecer un programa de limpieza, lleve una bitácora de registro de actividades, ordenar y limpiar como se quiere encontrar al día siguiente. Tirar y separar desperdicios tales como envases, papeles, retirar lo innecesario del puesto de trabajo para facilitar la limpieza general, colocar cada cosa en su sitio, utilizar los sitios y recipientes indicados para tirar los desperdicios, envases, colillas, etc., recoger y colocar en su lugar las cosas tiradas.

Entre los beneficios se encuentra el evitar accidentes, disminución de reparaciones costosas, tomar acciones correctivas inmediatas, un

lugar impecable de trabajo, mejora el clima laboral, mejorar la calidad.

Seishoo Seido (Coordinar y estandarizar): Trabajar en equipo y lograr la unificación a través de normas. Se logra mediante la participación de todos en las acciones para mejorar la satisfacción de clientes internos y externos.

Dentro de las acciones necesarias se destacan: congruencia entre el pensar, decir y actuar, vincular a todo el personal en las tareas de mejoramiento, constancia, coordinar los esfuerzos, comunicar metodologías, lograr el compromiso, etc.

Shitsuke (Disciplina): Autodisciplina y formar él hábito de comprometerse en las 5´S mediante el establecimiento de estándares y seguir los procedimientos en el lugar de trabajo. Dentro de la metodología de las 5´S, el concepto de disciplina, autodisciplina y autocontrol, se refiere al hecho de que cada empleado mantenga como hábito y costumbre normal, la puesta en práctica de los procedimientos correctos.

Entre las acciones a realizar se cuentan: procedimientos estándares de trabajo, entendimiento de los estándares, comprensión total y adquisición del hábito, aprender haciendo, predicar con el ejemplo,

disciplinarse para respetar y seguir las normas, compromiso con los objetivos, espíritu de equipo, facilitar las condiciones para que cada empleado ponga en práctica lo aprendido, corrección porque no se hace así.

C) Limpieza Inicial

Se ejecutó el proceso de limpieza. Esto permitió que al tocar y mover el equipo se descubran sus defectos. El enfoque durante el proceso de limpieza fue el de encontrar defectos tales como aflojamiento, desgaste, excentricidad, vibraciones, ruidos anormales, partes calientes y fugas de aceite, usando los cinco sentidos. Examinar cuidadosamente las piezas y áreas que habitualmente generan problemas.

Para llevar una identificación y registro se colocaron tarjetas en los defectos encontrados. Figura 4.1 Tarjetas Rojas y Azules. Estas tarjetas ubicadas en el lugar donde se detectó la anomalía nos proporciona la siguiente información:

- Persona que reporta la anomalía.
- Fecha de reporte.
- Prioridad de la anomalía encontrada.

- Descripción de la anomalía.
- Tiempo estimado de reparo.

La diferencia entre las tarjetas rojas y azules radica en que donde se ubique una tarjeta roja el responsable de la eliminación de la anomalía es Mantenimiento, mientras que si la tarjeta que se ubica es una azul, la responsabilidad de eliminar la anomalía es del mismo equipo de trabajo.

Figura 4.1 Tarjetas Rojas y Azules.

Tarjetas Rojas

Durante este proceso de ubicaron las siguientes tarjetas:

Tarjeta 1	Fuga en válvula V002 línea de aceite
Tarjeta 2	Fuga en válvula V008 línea de aceite
Tarjeta 3	Goteo en codo de línea de entrada a centrífuga
Tarjeta 4	Goteo en acople de línea de soda cáustica
Tarjeta 5	Fuga en válvula V015 línea de soda cáustica
Tarjeta 6	Goteo en Intercambiador de Calor
Tarjeta 7	Goteo en tramo de tubería de aceite a centrífuga
Tarjeta 8	Goteo en bomba BM-03
Tarjeta 9	Goteo en tramo de tubería a centrífuga lavadora

Tarjetas Azules

Durante este proceso de ubicaron las siguientes tarjetas:

Tarjeta 1	Falta de pintura tramo de tubería a centrífuga alfa.
Tarjeta 2	Falta de pintura centrífuga alfa
Tarjeta 3	Falta de pintura tanque de almacenamiento Soda Cáustica.
Tarjeta 4	Gomas en tramo de tubería a centrífuga lavadora
Tarjeta 5	Falta de señalización en toda la línea.
Tarjeta 6	Suciedad representativa en área de Químicos.
Tarjeta 7	Gomas en centrífuga alfa
Tarjeta 8	Exceso de suciedad en el área
Tarjeta 9	Exceso de suciedad en los respiradores del motor de la centrífuga alfa
Tarjeta 10	Perno suelto válvula V005
Tarjeta 11	Perno suelto válvula V007

D) Localizar el origen y las causas de suciedad

Algunas zonas se ensucian poco después de haberse limpiado. Esto obliga a reforzar la necesidad Kaizen, tanto para comprender adecuadamente las fuentes que originan el deterioro, como para evitar que las mismas se acumulen.

PASO 2: CONTRAMEDIDAS PARA LAS CAUSAS DEL DETERIORO FORZOSO Y MEJORA DE ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO.

Propósito de las actividades

El objetivo es el de eliminar las fuentes que generan suciedad y manchas así como mejorar los lugares donde es difícil evitar las salpicaduras y derrames, facilitando las tareas de limpieza y engrase dentro del tiempo asignado. Este es un paso importante para introducir las pequeñas mejoras, las cuáles realizan los operarios por sí mismos, experimentando satisfacción y compartiendo su alegría por la consecución de resultados con sus compañeros y también con sus superiores.

El propósito de este paso es proporcionar a los operarios la capacidad para mejorar sus equipos y que adquieran confianza para acometer otras acciones de mejora de más complejidad.

Eliminar focos causantes de la suciedad

Se toman medidas para corregir y mejorar los puntos que generan suciedad y fugas (aceite, aire, materiales). Una vez realizado el tarjeteo, se inicia el proceso de seleccionar aquellos puntos que pueden ser acometidos por los propios operadores.

Mejora de las áreas de difícil acceso:

Se toman medidas para mejorar el acceso a las partes más difíciles para su limpieza e inspección. Tenemos casos como filtros de aceite, filtros de aire y el lubricador, instalados a ras de suelo haciendo difícil el drenaje y la comprobación de nivel. Estos problemas pueden ser solucionados fácilmente; como ejemplo, podemos cambiar la posición de ventanilla de inspección para la comprobación de los niveles de aceite y agua; esto permite comprobar desde afuera sin sacar la tapa cada vez que se realice una inspección. Otro ejemplo práctico es: la limpieza de cables y mangueras eléctricas es más

fácil eliminando los que haya por los suelos y reubicándolos en canaletas o debidamente conducidos por amarras de agrupamiento y ordenamiento.

Implantación del Paso 2

En este paso, se resaltó con todo el grupo la importancia de la toma de acciones para mantener bajo control las fuentes de suciedad encontradas durante el proceso de tarjeteo:

Metodología para controlar los focos de suciedad

Para conseguir este objetivo, se siguieron los siguientes dos pasos:

1.- Origen de las actividades de mejora

Los operarios encontraron muchas dificultades para mantener la limpieza realizada durante el paso 1, comprendieron que los equipos limpiados con mucha dificultad no deben ensuciarse y naturalmente sirve para que presten mayor atención a los focos causantes de polvo y suciedad pensando en lo que debería hacerse para eliminarlos.

Se realizó un análisis de las tarjetas ubicadas en el equipo y se definió que todas las tarjetas tanto rojas como azules pueden ser eliminadas. Por decisión del Grupo de Trabajo se solícito autorización para realizar un WORKSHOP, el mismo que fue inmediatamente aprobado.

El objetivo del WORKSHOP era eliminar la totalidad de las tarjetas encontradas en el equipo de producción.

La duración del WORKSHOP fue de 10 horas. Para poder cumplir los objetivos planteados se realizaron algunos análisis individuales de cada una de las anomalías en donde se encontraban ubicadas las tarjetas, de tal manera que para el día asignado para efectuarse el WORKSHOP se cuenten con todos los accesorios, productos y recursos que permitan eliminar las mismas.

Los participantes fueron todos los operarios y auxiliares del proceso de Neutralización, es decir, 6 participantes del área y 3 responsables de Mantenimiento. Como evidencia se realizó un video que fue grabado mientras se realizaban las actividades.

Los resultados fueron los siguientes:

- Eliminación total de las tarjetas del área.
- Se encontró que existían puntos en los que no se había realizado limpiezas ni mantenimientos por más de 2 años.
- La mayor fuente de contaminación se originaba por la ausencia de una pared entre mantenimiento y el área de proceso.
- Tramos de tuberías, codos y demás accesorios sumamente deteriorados, los mismos que producían excesivos goteos.
- Ausencia de señalización y trabajos de pintura en toda el área.

2.- Preparar normas provisionales para la limpieza

La ausencia de normas y estándares de limpieza provocaban que dichas actividades no se realicen periódicamente ni bajo estándares. Por tal razón se decidió desarrollar un manual de orden y limpieza, el mismo que optimizó dichas actividades.

Una vez finalizadas las actividades se realizó una nueva inspección en la que el equipo quedó libre de tarjetas.

PASO 3: PREPARACIÓN DE LAS NORMAS PROVISIONALES DEL "MANTENIEMIENTO AUTÓNOMO"

Propósito de las Actividades

En base a las experiencias obtenidas en las actividades emprendidas en los Pasos 1 y 2, este paso se dirige específicamente a mantener continuamente los siguientes aspectos:

- Nivel alcanzado del Paso 1.
- El estado del equipo con el control implementado en las contramedidas para las causas de deterioro forzoso y la mejora de las áreas de difícil acceso.

Este paso pretende también mejorar la fiabilidad y conservación de los equipos mediante la preparación de normas provisionales de limpieza que puedan seguirse fácilmente, revisión de los procedimientos desarrollados, mejoramiento de los defectos y definición de los lugares de difícil acceso.

Implementación del Paso 3:

En este paso se aclara el significado de: "lo que debe ser el equipo de uno mismo" basado en los resultados que se han alcanzado en los Pasos 1 y 2. Sobre la base de estos, se establecen y fijan los criterios de actuación para mantener las condiciones de: "lo que debe ser el equipo".

Consideraciones claves utilizadas para la implementación de este paso

a. Como se mencionó en este proceso no contaban con procedimientos orientados a tareas de inspección, lo que levó a la dirección a reflexionar detenidamente sobre el por qué no se observaron regularmente criterios para mantener en buenas condiciones los equipos.

   La razón se debe a que a pesar de existir una gran cantidad de información, normas de trabajo y criterios simples de inspección, estos no concordaban con la situación real del proceso, porque eran solamente instrucciones preparadas desde una perspectiva lejana a las circunstancias actuales.

Estas instrucciones fueron desarrolladas por los coordinadores y supervisores, las mismas que estaban enfocadas a que los operarios las obedezcan, sin dar las mínimas explicaciones para que estos lleguen a comprender ampliamente las mismas. Por lo tanto se estableció que es necesario listar y aclarar todas las normas y criterios actuales antes de preparar los criterios provisionales para el “Mantenimiento Autónomo”.

b. Una vez definidas las directrices anteriores, el grupo de trabajo determinó que se deben cumplir las condiciones que pueden observarse, con el único objetivo de que los procedimientos generados sean aplicables y a su vez tengan un efecto positivo sobre el sistema.

El grupo definió las siguientes pautas a seguir:

- Aclarar qué observar, y cómo debe hacerse.
- Explicar a los operarios que sucederá si no fuera observado. Que ellos “sepan el por qué”.
- Adiestrar a los operarios suficientemente, para que puedan observar los criterios adecuados por sí mismos.

- Proporcionar las condiciones (por ejemplo, tiempo) bajo las cuáles puedan observarse los criterios.

Las actividades se desarrollaron basándose en las condiciones anteriores.

c. Las observaciones y participación deben ser voluntarias por parte de los operarios.

Para que los procedimientos sean totalmente aplicables al proceso, las observaciones y criterios deben ser establecidos por los mismos operarios quienes después las deberán cumplir. Este es el primer paso hacia la gestión autónoma.

- Enseñar las necesidades de observar los criterios.
- Proporcionar a los operarios suficiente información y conocimientos prácticos para establecer los criterios que ellos mismos deberán cumplir.
- Dejar que los operarios elaboren ellos mismos los criterios.

Finalmente como resultado de la aplicación de todos los criterios descritos anteriormente se generó el Manual de Orden y Limpieza, el

mismo que en un periodo de aplicación de 6 meses optimizó dichas actividades. Esto se evidencia claramente en el reporte de horas Informe de neutralizado, en los rubros correspondientes a Limpieza y Lubricación/Inspección.

PASO 4: INSPECCIÓN GENERAL

Propósito de las Actividades

En los pasos del 1 al 3 se han detallado las actividades necesarias para prevenir el deterioro de los equipos poniendo énfasis en mejorar las condiciones básicas de los mismos. En los pasos 4 y 5, se avanzará en las actividades para medir el deterioro y se pretenderá promocionar en los operarios el conocimiento profundo de los equipos a la vez que se tratará de restaurar su deterioro.

El objetivo de estos pasos es mejorar la capacidad del "Mantenimiento Autónomo" mediante la mejora en la comprensión de las estructuras y funciones de sus propios equipos, aprendiendo y conociendo sus técnicas operativas, realizando comprobaciones diarias. Esto significa realizar una evaluación sensorial de los defectos, esta evaluación se la realiza con los cinco sentidos.

El propósito de la inspección general es comprender las estructuras, funciones y principios de los equipos y aprender su estado óptimo para comprobar perfectamente los mecanismos y sus partes principales. Se identifican los defectos latentes y se restauran y mejoran los equipos para conseguir una eficacia máxima.

Los pasos 1 a 3 se centraban en las actividades para prevenir el deterioro, poniendo énfasis en la restauración y mantenimiento de las condiciones básicas. El paso 4 se dirige a crear conciencia sobre los equipos mediante el proceso de medición y de restauración del deterioro.

El concepto de “Mantenimiento Autónomo” va un paso más lejos que la simple identificación del mal funcionamiento y de defectos mediante la utilización de los cinco sentidos. Se consigue la mejora realizando inspecciones diarias respaldadas por la lógica, utilizando el ciclo de gestión (PHVA – Planear – Hacer – Verificar – Actuar) después de comprender bien las estructuras y funciones de los equipos asignados y de comprender los conocimientos y técnicas relativos a los mismos.

Implementación del Paso 4

Los operarios deben aprender en detalle los fundamentos, elementos y piezas correspondientes a cada parte de los equipos. Mediante las Lecciones Puntuales se enseñan los fundamentos básicos de los elementos de la máquina, lubricación, neumática, hidráulica, parte eléctrica, transmisión, seguridad de los equipos y condiciones de operación. Basados en este entrenamiento, se aprenden las técnicas para comprobar y hallar los defectos. Esto se realizó de la siguiente manera:

- Estudio de los fundamentos (formación por parte del supervisor).
- Transmisión de esta información a los operarios.
- Práctica de lo que se ha aprendido. Detección de los fallos y defectos.
- Implementación del control visual

Lineamientos generales definidos por el equipo para una implementación efectiva del proceso de Inspección General.

a) Secuencia de implementación del paso 4.

Para una correcta implementación de la inspección general el equipo de trabajo definió la siguiente secuencia de pasos:

1. Preparación para la educación y adiestramiento en la inspección general.
2. Implementación de la educación y entrenamiento en la inspección general.
3. Implementación de la inspección general.
4. Prevención de irregularidades mediante la inspección general.
5. Realizar el ciclo PHVA una vez al mes por cada asunto.

b) Identificación de los puntos de inspección general.

El grupo de trabajo definió los siguientes puntos básicos, donde se definió que se podrán añadir puntos adicionales para la inspección general de acuerdo con las necesidades que se puedan presentar:

- Elementos de máquina
- Lubricación
- Hidráulica
- Neumática

- Transmisión
- Parte Eléctrica
- Seguridad del Equipo
- Condiciones Operativas

c) Identificación de puntos de inspección general

Este paso se lo implementó de la siguiente manera:

- Se preparó un esquema gráfico del sistema.
- Se preparó un diagrama de bloques del sistema.
- Se identificó, definió y fijó los elementos de comprobación.
- Ejecución de los puntos de comprobación.

Una vez definidos los criterios anteriormente mencionados el equipo trabajó consistentemente en la implementación de los mismos, logrando resultados óptimos y mejorando significativamente las inspecciones en el área.

PASO 5: INSPECCIÓN AUTÓNOMA

Propósito de las Actividades

La condición de deterioro y restauración de los equipos alcanzada en los pasos 1 a 4 debe mantenerse y mejorarse para aumentar más la fiabilidad, conservabilidad y calidad de los mismos.

Por esta razón, las normas provisionales de limpieza, inspección, lubricación y calidad de los equipos, preparadas hasta ahora, deben ser reexaminadas para llegar a una mayor eficacia de comprobación y eliminar errores a fin de preparar las normas definitivas del "Mantenimiento Autónomo".

Implementación del paso 5.

Estas actividades pretenden clarificar los puntos de control de los equipos para asegurar una alta calidad de los mismos (condiciones de operación y conseguir una situación de cero averías y cero defectos. Como se indica la limpieza, lubricación y normas de inspección se reexamina desde los siguientes 4 puntos de vista definidos por el equipo de trabajo:

1. Reexaminar desde el punto de vista de cero averías y cero defectos.

Revisar las medidas para prevenir la repetición de averías, defectos y errores de inspección anteriores y reexaminar si faltan puntos de inspección en las normas del “Mantenimiento Autónomo”.

2. Reexaminar desde el punto de vista de la eficacia de la inspección.

   Reexaminar las normas de limpieza, lubricación e inspección definidas anteriormente, tratando de hallar duplicación de trabajos y reducir los puntos de inspección combinando áreas de comprobación, como por ejemplo, comprobando mientras se limpia y comprobando mientras se engrasa.

3. Reexaminar desde el punto de vista del equilibrio de carga de trabajo de comprobación.

   Las inspecciones se concentran frecuentemente al principio de la semana. Se reexamina la situación actual de dichos períodos, tiempo y rutas de inspección para encontrar un buen equilibrio en la carga de trabajo de inspección.

4. Método específico de implementación del control visual.

   Reexaminar los siguientes puntos:

- ¿Pueden encontrarse fácilmente los lugares a inspeccionar?
- ¿Puede hacerse fácilmente la inspección?
- ¿Pueden encontrarse fácilmente los problemas y anomalías?

En función de los resultados obtenidos una vez analizados los puntos anteriores, el grupo definió la siguiente metodología para la implementación del Control Visual:

Método Específico de Implementación del control visual.

Lubricación

- Codificación de colores de los puntos de engrase.
- Indicar los tipos de aceite y periodicidad de cambio.
- Indicar los límites para los niveles (máximo-mínimo)
- Indicar el consumo previsto por unidad de tiempo
- Indicar el tipo de aceite para cada uso.

Elementos de la máquina

- Señalar las piezas comprobadas y verificar marcas
- Colorear los tornillos a comprobar por mantenimiento
- Colorear de amarillo los fijadores que no necesiten tornillo
- Marcar la ruta de comprobación
- Indicar el estado de funcionamiento de los equipos.

Neumática

- Indicar la cantidad de goteos de aceite
- Indicar los límites máximo-mínimo del engrasador
- Indicar el uso de cada solenoide
- Indicar las conexiones (entrada y salida).

Hidráulica

- Indicar las presiones prefijadas
- Indicar los niveles de aceite
- Indicar los tipos de aceite con las características más relevantes.
- Rotular la bomba hidráulica

- Indicar el uso de cada solenoide
- Verificar las marcas de las contratuercas de las válvulas de seguridad.

Sistemas de transmisión

- Marcar la posición y tensión de las correas y las cadenas
- Marcar el sentido de giro de las correas y de las cadenas
- Instalar ventanillas de inspección para la comprobación.

*Ejecución de reexaminación de las normas de inspección***:**

Los elementos a inspeccionar y las horas de inspección aumentan a medida que avanzan los pasos de las actividades del "Mantenimiento Autónomo". Este incremento aunque para el grupo fue significativo tuvo excelentes resultados reflejados en los tiempos de operación del equipo. Mediante un análisis de los métodos de inspección se definió algunas directrices que permitieron optimizar las inspecciones.

*Clarificación de los elementos a inspeccionar en colaboración con el departamento de mantenimiento***.**

Algunos de los criterios de inspección (inspección sin desmontar la máquina), especialmente incluidos en el calendario de mantenimiento anual (comprobación, inspección, reposición y examen detenido) realizado por el departamento de mantenimiento, se relacionan con las normas de inspección autónomas establecidas de forma objetiva por el departamento de producción. El equipo definió que el departamento de producción debe preferiblemente estar a cargo de algunos aspectos específicos de los equipos. Por otro lado el equipo se dio cuenta que las normas de inspección establecidas pueden no ser suficientes a los ojos del personal de mantenimiento.

Finalmente se definió que las normas elaboradas conjuntamente deben ajustarse a la realidad del equipo. La coordinación para seleccionar los puntos de inspección combinando los criterios de inspección de ambos departamentos es importante y los resultados obtenidos fueron sumamente representativos dentro de la organización.

Frecuencia de inspección

La frecuencia de la inspección fue definida dependiendo de las características de los elementos y componentes del equipo de tal forma que se tenían inspecciones diarias, semanales, cada 10 días, mensual o trimestral. El criterio utilizado fue el siguiente:
Las inspecciones diarias se realizan únicamente sobre elementos importantes para prevenir grandes problemas en seguridad, calidad y averías. No sería práctico aumentar los puntos de inspección hasta el punto de que ésta no pueda llevarse a cabo. Por lo tanto el resto de las inspecciones serán definidas en función de la criticidad de los componentes, elementos y/o accesorios.

En muchos casos, la frecuencia para las comprobaciones individuales se decidió empíricamente. El personal de producción junto con el de mantenimiento consultará y decidirán sobre la conveniencia de aumentar o disminuir la necesidad de horas de comprobación a su satisfacción, en base a su propia experiencia y en función de las condiciones y problemas que presente el equipo.

PASO 6: NORMALIZACIÓN

Propósito de las actividades

En los casos anteriores, las actividades se han realizado con énfasis en mantener las condiciones básicas y la inspección diaria, primordialmente, en los equipos. La normalización pretende asegurar el mantenimiento y gestión de estas actividades y ampliar las áreas de responsabilidad del operario frente al trabajo relacionado con sus equipos y áreas alrededor. Reduciendo drásticamente las pérdidas, se da un toque de acabado a la gestión autónoma.

Implementación del paso 6

En la fase de implementación de la inspección Autónoma se realizan mejoras (KAIZEN), se toman registros de los defectos, averías y pequeñas paradas y se realizan también contramedidas y medidas para prevenir la repetición de las mismas, incluyendo la revisión de las normas.

Se trata también de anotar movimientos / acciones a realizar en cada posición en el trabajo del operario y se intenta conseguir hacer el trabajo más fácil y sencillo de ejecutar.

El flujo de acciones de los pasos 1 a 6 en las actividades del "Mantenimiento Autónomo" muestra una secuencia del modo de proceder, en primer lugar con el equipo, seguido por la calidad y el movimiento de trabajo. Las actividades relacionadas con el movimiento del trabajador "crear procesos suaves para los hombres", prestando atención a su esfuerzo físico, son fundamentales para un mayor perfeccionamiento de la gestión autónoma. Se pretende que todos los operarios alcancen un nivel determinado en el desempeño de su función. Se considera que un operario ha alcanzado el nivel para realizar la gestión autónoma solamente después de desempeñar su función al mismo nivel que el resto de los otros operarios.

Clasificación de los conceptos controlables

- Criterios de distribución en línea
- Criterios de trabajo estándar
- Criterios estándares de trabajo

- Normas de registro de datos, etc.
- Criterios para manejar moldes, útiles, herramientas e instrumentos de medición
- Criterios de gestión de piezas de repuesto.
- Criterios de garantía de calidad del proceso.

Consideraciones para la implementación

El equipo definió las siguientes consideraciones para una correcta implementación de la Normalización:

a. Lo que se necesita es ampliar las misiones del operario al trabajo relacionado con los lugares alrededor del equipo, analizar para qué fines está ejecutando el trabajo, clasificarlo en trabajo corriente y no corriente, comprobar si se han fijado normas de trabajo para el trabajo corriente y repetitivo y sistematizar el trabajo y las normas para su ejecución.
b. Al considerar eficacia de la mano de obra y equipo, en el trabajo habitual se realizan operaciones sin sentido, se produce despilfarro y falta de fiabilidad. Estos tienen que mejorarse. Se observó el trabajo rutinario de los operarios y se estudió en el grupo si los métodos son los más apropiados, seguido por el KAIZEN y la normalización.

c. Integración del KAIZEN (Procesos de Mejora). Las mejoras en horas-hombre fueron evidentes, logrando una reducción de las mismas, al final la única meta es la de unificarse los criterios, realizarse las actividades dentro de un contexto global que enlace las metas con la gestión de la compañía.

d. Nuevas ideas para la inspección autónoma, mantenimiento y estado de control. La planificación de la inspección debe siempre hacerse clara para mantener un estado de mantenimiento. La clave es idear un mecanismo para continuar las auditorias del sistema basadas en los criterios del "Mantenimiento Autónomo". Se definió que se debe expedir un certificado de aceptación después de la auditoria y decidir la próxima fecha de auditoria. No se recomienda un intervalo largo antes de la siguiente auditoria.

PASO 7: GESTIÓN AUTÓNOMA TOTAL.

Propósito de las Actividades

Los pasos 1 a 6 han conseguido los resultados de concentrar todas las actividades, en cambiar el equipo, en cambiar a los hombres y en cambiar los puestos de trabajo. En el paso 7, se reconoce la propia

capacidad y se disfruta de la emoción de la participación, de la solidaridad y de la creatividad con el desafío permanente de “las mejoras nunca se acaban”.

El paso 7 se dirige a la formación de hombres que actúen con energía propia, los mismos que puedan cumplir las políticas y retos de la compañía.

Implementación del Paso 7

Este paso debe implementarse enfocándose en cinco aspectos:

Formando una región de gestión que no se derrumbe.

El primer aspecto es formar una fisonomía de gestión que no se derrumbe. Es conocido por estudios realizados que el sistema de “Mantenimiento Autónomo” en muchas de las compañías a las que se les ha concedido el distintivo P-M, se derrumba en 2 o 3 años, una vez reciban la concesión. Es razonable deferir que este problema es causado por los altos cargos y directores. Los subordinados actúan mirando las espaldas de sus directores. La

firme determinación y el poder de actuación de los directores son muy importantes en la continuación de la gestión autónoma.

Entrenamiento del poder subjetivo de actuación de los mismos operarios.

Este poder se enseña siempre mediante el entrenamiento práctico y en gran parte por la gestión y compromiso de los directores y supervisores. El poder de gestión autónoma de los operarios se obtiene seleccionando los temas adecuados de las políticas de sus superiores, proporcionando apoyo a sus actividades. Una buena comunicación entre los superiores y sus subordinados es lo mejor para propagar las políticas a los operarios.

Reglas para la implementación de tareas.

Se debe comprender que hay que seguir ciertas reglas para la implementación de tareas cuando se considera una plena demostración de la capacidad de la mano de obra.

1. Participación total.

2. El historial y cumplimiento de las actividades son claramente visibles.
3. Disfrutar de los logros.
4. Fijar una etapa para hacer que se reconozcan y reconocerlos.

Fijar objetivos transcendentales

Deben fijarse objetivos trascendentales para continuar sin límites con los retos. Probar temas que se acomoden a las misiones y alcanzar las metas de la compañía.

Continuación de la diagnosis por los altos cargos.

Los operarios sienten perspicazmente que ellos participan en las políticas de la compañía y llevan a cabo sus misiones si sus actividades sin diagnosticadas por los altos cargos de la compañía. La continuación de la diagnosis por lo altos cargos será importante.

4.3. Puntos clave para la Implementación exitosa del Mantenimiento Autónomo

Para que los pasos del desarrollo del “Mantenimiento Autónomo” funcionen, hay varios puntos claves esenciales que se deben observar. Estos puntos son el resultado del análisis en la implementación del grupo, como de experiencias en otras organizaciones. Se hace a continuación un resumen de dichos puntos claves:

1. Educación introductoria y cooperación entre varios departamentos.

Antes de iniciar los pasos del “Mantenimiento Autónomo”, es necesario proporcionar una educación completa sobre el desarrollo del Sistema a Implementar, se debe incluir conceptos como la visión y la misión del “Mantenimiento Autónomo” a todos los departamentos involucrados y desde la alta dirección a los supervisores de primera fila. Es necesario también tener reuniones a nivel directivo con los directores de mantenimiento, proyectos, ingeniería de producción, personal, servicios generales y financieros, así como con el departamento de producción (incluyendo a los jefes de sección) para

discutir y adoptar un consenso total sobre cómo cooperar con y/o ayudar al departamento de producción.

2. Actividades conducidas por los grupos de trabajo (por nivel de trabajo)

Las actividades deberán principalmente conducirse por una gran cantidad de pequeños grupos superpuestos con la participación de todos los trabajadores. Es importante que el título de cada líder del grupo de trabajo se corresponda con los del título organizativo.

Se organizan una gran cantidad de pequeños grupos superpuestos para componer el sistema de las líneas y cada grupo se hace funcionar y se promociona dentro de un entorno libre y activo en el funcionamiento de abajo-arriba.

El grupo de trabajo se organizará con un encargado de línea, supervisor, elegido como líder y cuando el número de miembros del grupo sea demasiado grande, se dividirá en varios subgrupos o mini grupos de forma que estos tengan un tamaño máximo de 5 o 6 miembros. El líder de cada pequeño grupo tiene que actuar como un enlace conectando los grupos de niveles superiores e inferiores.

Este tipo de organización se llama “la organización de pequeños grupos superpuestos con todos los trabajadores participando”.

3. Pragmatismo promovido por los líderes de grupo y superiores

Es importante que se reconozca plenamente el concepto de que todas las operaciones dirigidas por el “Mantenimiento Autónomo” son “el trabajo en sí mismo”. Se encontró que en ocasiones se manejó el concepto que el “Mantenimiento Autónomo” significa realizar actividades de gestión autónoma y por lo tanto deben separarse el trabajador del supervisor.

Las actividades relacionadas con el Mantenimiento Autónomo son una parte de las tareas de los individuos, las mismas deben realizarse consistentemente. Por otro lado no debe dejarse a las actividades del grupo bajo el nombre de actividades autónomas. El propósito de ésta actividad es el activar el comportamiento de los miembros del grupo.

Por consiguiente, las actividades deben organizarse bajo el entorno de abajo-arriba y arriba-abajo, centrándose en actividades prácticas,

aprendiendo a través de un funcionamiento práctico sin atenerse a las formas o teoría y liderando voluntariamente el desarrollo.

4. Liderazgo positivo de la alta dirección

Para la activación del “Mantenimiento Autónomo” es necesaria la adhesión activa y agresiva del equipo directivo. El éxito de esta actividad, en la que el liderazgo de la organización es esencial, depende en gran parte del liderazgo de su personal directivo.

Para mostrar liderazgo, es necesario seleccionar la máquina ó línea piloto y promover la implementación del Mantenimiento Autónomo concreto “in situ”, de forma que la esencia del “Mantenimiento Autónomo” pueda comprenderse y la educación de los subordinados pueda ser positivamente fomentada. Además la réplica horizontal utilizando la línea piloto entre los grupos de trabajo también es un medio efectiva dentro de la organización.

5. Sistema progresivo, paso a paso

La mayor parte de las organizaciones han reconocido a través de la experiencia que es difícil ejecutar muchas actividades

simultáneamente. Es por ello que las actividades se inician con una orientación hacia acciones prioritarias con características restringidas.

Lo mismo puede decirse sobre el “Mantenimiento Autónomo”. El funcionamiento perfecto de esta actividad puede fácilmente objetivarse y alcanzarse fijando objetivos no a largo plazo, sino a corto plazo. Por lo tanto, en la planificación del “Mantenimiento Autónomo”, la gama de actividades debe dividirse en los 7 pasos establecidos, y sólo se debe proseguir con el siguiente paso después que se haya completado el paso que se esta desarrollando. El otro propósito de este sistema es el ganar confianza en las actividades a través de la terminación de cada paso y crear un espíritu de retos para los pasos siguientes. Este sistema se denomina “el sistema de desarrollo de pasos del Mantenimiento Autónomo”.

6. Auditoria de pasos

Es importante que, reconociendo a las auditorias como una oportunidad para la educación de los grupos de trabajo, estas se realicen en cada paso por el personal directivo para ver si el paso del

“Mantenimiento Autónomo” pasa el nivel especificado verificando los logros reales. El propósito aquí es reconfirmar el motivo del paso, comprobar si se han adquirido los conocimientos necesarios prácticos y técnicas; además se deberá dar guía para que el nivel de capacidad de gestión pueda incrementarse confirmando el proceso para la realización de mejoras. Deberá evitarse la mera señalización de los problemas.

7. Transmisión de la educación

El mantenimiento es una de las actividades más importantes del “Mantenimiento Autónomo” y todos los miembros de las actividades de los grupos deben adquirir información y técnicas. Como la expectativa en lo que debe aprenderse difiere de nivel a nivel según la clasificación de tareas de los operarios, para cada nivel, frente a esta situación, se ha desarrollado el “Sistema de Transmisión de la Educación”, y como sea que su filosofía es “aprender a medida que se enseña”, es recomendable que el concepto se emplee no solamente para el entrenamiento del Mantenimiento Autónomo sino también para otros entrenamientos. En el desarrollo del Mantenimiento Autónomo, el entrenamiento básico se da primero al líder, él lo transfiere después a los operarios empleando un método

de “Lecciones Puntuales”, con el objeto de conseguir que los subordinados comprendan. Es importante recalcar que el líder previamente debe estudiar y entender bien la lección.

El secreto del éxito de las “Lecciones Puntuales” es preparar un texto que sea fácil de comprender, y que se corresponda con el nivel al que se dirige. Preferiblemente, el tipo de “Lección Puntual” se clasificará dentro de una de las siguientes categorías para su efectiva comprensión:

a) Conocimientos Básicos: Desde el punto de vista de confirmación de si los trabajadores conocen realmente lo que se espera que ellos conozcan. Los conocimientos básicos se han preparado para que puedan ayudar a llenar su falta de conocimientos.
b) Ejemplo de Problema: Se prepara el ejemplo del problema para enseñarle a los trabajadores los puntos en los que se debe prevenir la repetición de un defecto similar, mostrándoles qué falta de conocimientos o técnicas pudieron motivar el problema.
c) Ejemplo de Mejoras: Desde el punto de vista de establecer contramedidas drásticas, se preparan los ejemplos de mejora para mostrar cómo implementar una mejora en situaciones

similares al ejemplo, o cómo extender horizontalmente el concepto que realmente contribuyó al éxito de la mejora.

8. Experiencia del éxito

El propósito de recopilar casos exitosos es el de motivar a los trabajadores, es importante acumular tantos ejemplos exitosos como sea posible. Para acumular muchos casos exitosos, es importante hacer todo lo posible para participar en las actividades tanto como sea posible para descubrir los defectos y rectificarlos uno mismo. A través de la repetición de las actividades de restauración y realización de mejoras, cabe esperar el éxito y disfrutar del logro.

Éste proceso es difícil debido a que la situación experimentada por los participantes es novedosa, se pondría en práctica la nueva faceta en la que exponemos nuestros logros.

Es evidente que existe una gran posibilidad de que varias buenas ideas salgan de las actividades de los grupos. El esfuerzo colectivo para superar las dificultades dispara el nacimiento de los grupos con creatividad.

Para potenciar las actividades de los pequeños grupos y para posibilitar la capacidad de cada unos de sus miembros para realizar mejoras y exponer sus logros, es necesario mostrar a los miembros el tema de “Proyectos de Mejora” y hacer que ellos mismos experimenten con varios retos y actividad creativa.

9. Lo que se observa debe decidirse por quien lo observa

Los operarios que tengan la responsabilidad del equipo deben elaborar normas de limpieza, lubricación, inspección, instalación, funcionamiento, orden y limpieza, con objeto de que puedan adquirir la capacidad para promover la gestión autónoma. La capacidad para preparar la norma o criterios se obtendrá por medio de la educación y entrenamiento.

10. Trabajos de reparación rápida

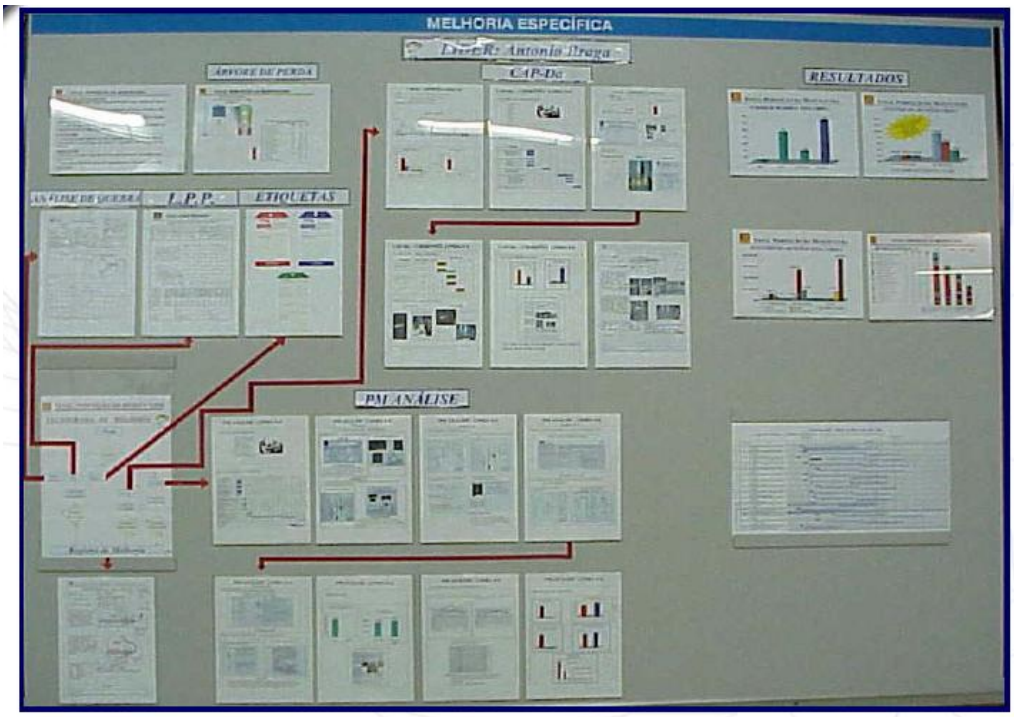
La reparación de los defectos o las mejoras de los puntos que se hayan señalado en las actividades del “Mantenimiento Autónomo” deben realizarse tan rápidamente como sea posible. La mayor parte de este trabajo será atendido por el departamento de mantenimiento. El departamento de mantenimiento tiene que realizar una gran

cantidad de trabajos de reparación solicitados por las actividades del “Mantenimiento Autónomo” además de sus propios proyectos, lo cual podría ser una carga bastante pesada sobre el departamento. Sin embargo, si el departamento de mantenimiento no puede responder rápidamente a la solicitud de los trabajos de reparación, la situación no decaerá en lo absoluto. No solamente se suspenderá el “Mantenimiento Autónomo”, sino que las actividades de los grupos no pueden activarse. Por consiguiente, el departamento de mantenimiento tiene que hacer un esfuerzo máximo para realizar rápidamente toda clase de trabajos de reparación teniendo en cuenta su eficacia, reorganización de la mano de obra y turnos, o pensando en hacer horas extras, trabajo en días festivos y utilización de subcontratistas.

11. Tablero de actividades

No es necesario explicar lo importante que es seguir con el concepto de acuerdo con el programa previsto (actividades y tiempos), pero es también importante que el progreso de la situación actual del proyecto y de las contramedidas y sus efectos puedan ser claramente captadas en un simple vistazo. El modo de llevar para mantener actualizados estos datos e información para que todos

puedan captar la situación en una ojeada es instalando un “tablero de actividades”. La clave está en utilizar este “tablero de actividades” como una herramienta de comunicación. Las actas de las reuniones que son indispensables para el seguimiento de las actividades de los pequeños grupos se expondrán y anunciarán en el “tablero de actividades” con comentarios del supervisor, de forma que se puedan confirmar por cada miembro del grupo. Sirve además para aumentar el nivel de conocimiento prácticos de cada participante y que todos puedan disfrutar del logro.



12. Reuniones

En las reuniones de los grupos se espera una gran actividad y participación de todos los integrantes de los grupos de trabajo, tanto los líderes como los operarios. Las tareas que los grupos deben realizar se discuten frente al tablero de actividades y pueden hacerse revisiones de una actividad o estudio.

En las reuniones es también importante que todos los miembros del grupo tengan oportunidad de expresar su opinión. Para que todos los miembros puedan expresar su opinión, se buscará un método para facilitar los comentarios personales de todos los asistentes.

13. Perfección

Es muy importante que las actividades exigidas en cada paso sean “perfectamente” cumplidas. El no seguir los pasos estrictamente por razones de forma, o la ejecución incompleta en cada paso, no ayudará a adquirir las habilidades esperadas y nada positivo permanecerá en el entorno de trabajo.

4.4. Auditoria del “Mantenimiento Autónomo”

Las auditorias del “Mantenimiento Autónomo” tienen 2 propósitos, el primero es el proporcionar al grupo una forma de monitoreo y seguimiento del desarrollo del programa. El segundo propósito es el proporcionar a la alta dirección y al resto de la organización un diagnóstico del Programa al mismo tiempo que confirman si las actividades del “Mantenimiento Autónomo” pueden ser comprendidas en toda la organización, y si son un aporte para conseguir los objetivos planteados. Una vez realizado este diagnóstico se pueden clasificar y clarificar los trastornos y problemas que tengan los grupos y proporcionarles las apropiadas sugerencias, guías, apoyo y asistencia.

Por lo tanto, en lugar del juicio de aceptación o rechazo, es importante que el equipo de diagnosis clarifique los futuros retos no solamente a los miembros de los grupos, sino también a los responsables de la alta dirección. Es de suma importancia que la persona que tenga la responsabilidad de la diagnosis mantenga un constante dialogo y discusión abierta con los miembros de los grupos y de la alta dirección.

Tal como se había mencionado, el grupo identificó como un elemento clave para el éxito en la implementación del Mantenimiento Autónomo la realización de auditorias, el grupo definió que se van a realizar auditorias de los pasos del 1 al 5, esta decisión se originó a raíz de que el grupo estableció que los 2 últimos pasos son solamente de mejora y gestión. De tal forma que se han elaborado 3 Check List o formatos de auditoria, estos están divididos de la siguiente forma:

- El Primer Check list abarca la implementación de los pasos del 1 al 3.
- El segundo y tercer check list abarca la implementación de los pasos 4 y 5 respectivamente.

Auditoria de los pasos del 1 al 3

Tal como se mencionó utilizaremos un formato previamente establecido para realizar la auditoria Formato 4.2. Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo pasos 1 al 3. Este formato se divide en 2 partes, la primera parte evalúa 10 puntos y la segunda es un radar donde se evidencia la implementación. A continuación se detalla los 10 puntos auditables:

1) 5S & Gestión del Local de Trabajo

2) Seguridad

3) Objetivos y Metas

4) Status de las Actividades

5) Limpieza Inicial

6) Fuentes de Problema

7) Áreas Inaccesibles

8) Limpieza y Estándares Preliminares

9) Lubricación

10) Habilidades y entrenamiento

Cada uno de estos ítems pueden alcanzar un puntaje máximo de 10 puntos, y estos alimentan el radar de implementación (Figura 4.2).

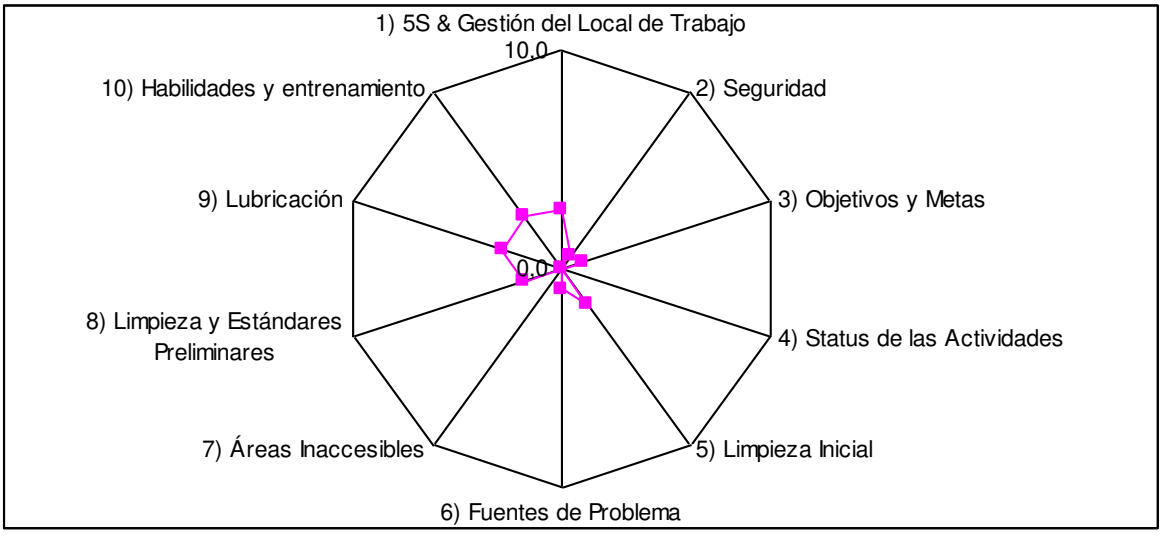


Figura 4.2. Radar de Implementación Paso 1 al 3

IMPLEMENTACIÓN

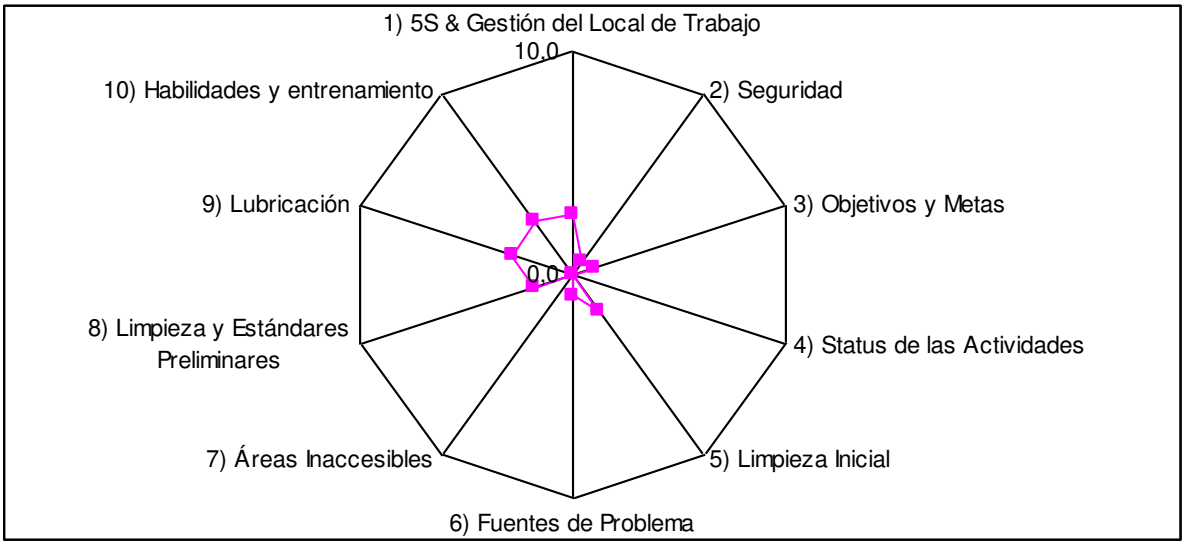
Antes de iniciar la implementación se desarrolló una auditoria inicial, la misma que será comparada con una auditoria final que se realizará 6 meses después del inicio de la implementación del programa.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.4

Categoría:	**Total**
1) 5S & Gestión del Local de Trabajo	2,7
2) Seguridad	0,7
3) Objetivos y Metas	1,0
4) Status de las Actividades	0,0
5) Limpieza Inicial	2,0
6) Fuentes de Problema	1,0
7) Áreas Inaccesibles	0,0
8) Limpieza y Estándares Preliminares	1,8
9) Lubricación	2,8
10) Habilidades y entrenamiento	3,0
Total	**14,9**

Tabla 4.4.- Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 1 al 3

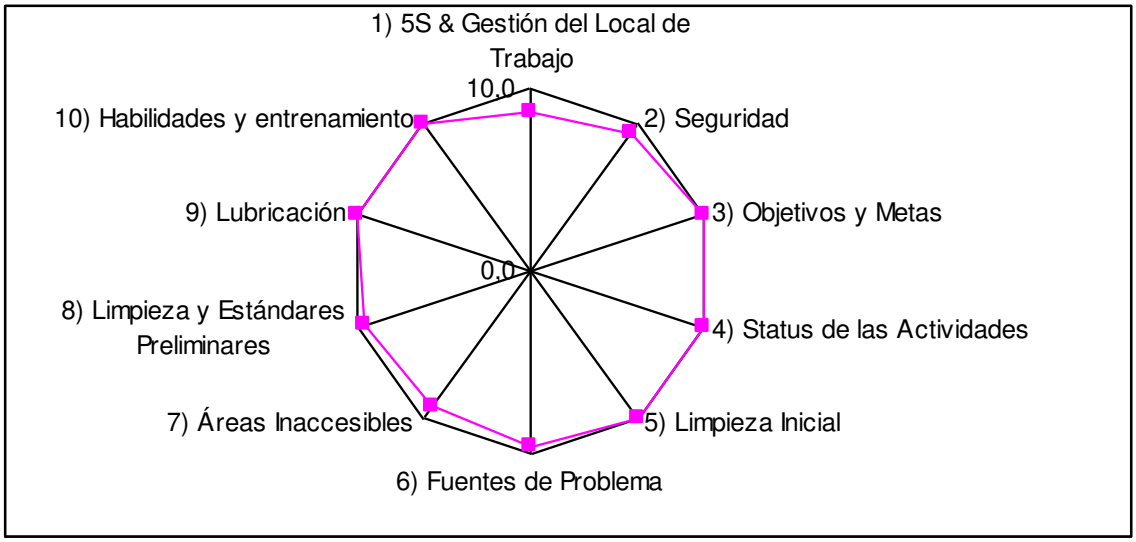
Como se puede evidenciar el programa tenía un porcentaje de implementación de 14,9 %.



Después de 6 meses de implementado el sistema se realizó una nueva auditoria la misma que tuvo los siguientes resultados:

Categoría:	**Total**
1) 5S & Gestión del Local de Trabajo	8,7
2) Seguridad	9,3
3) Objetivos y Metas	10,0
4) Status de las Actividades	10,0
5) Limpieza Inicial	10,0
6) Fuentes de Problema	9,7
7) Áreas Inaccesibles	9,2
8) Limpieza y Estándares Preliminares	9,6
9) Lubricación	10,0
10) Habilidades y entrenamiento	10,0
Total	**96,5**

Como se puede evidenciar el programa tuvo un incremento positivo ubicándose en un porcentaje de implementación de 96,5 %.



Auditoria del paso 4

Para realizar esta auditoria utilizaremos el Formato 4.3. Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo paso 4. Este formato se divide en 2 partes, la primera parte evalúa 10 puntos y la segunda es un radar donde se evidencia la implementación. A continuación se detalla los 10 puntos auditables:

1) Seguridad

2) Manteniendo los pasos 1-3

3) Inspección

4) Habilidades del Operador

5) Mejorías

6) Método de Entrenamiento

7) Programa Visual

8) Estándares

9) Organización

10) Beneficios

Cada uno de estos ítems pueden alcanzar un puntaje máximo de 10 puntos y estos alimentan el radar de implementación (Figura 4.3).

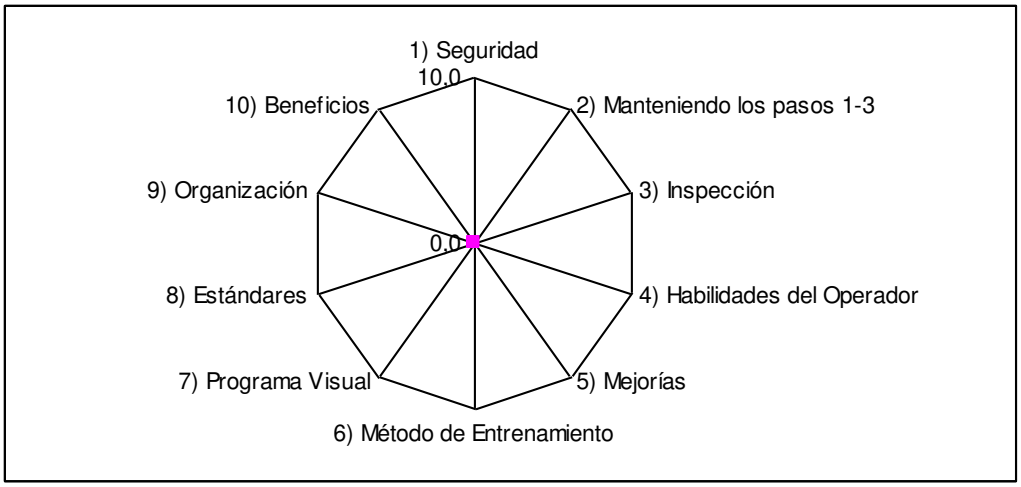


Figura 4.3. Radar de Implementación Paso 4

IMPLEMENTACIÓN

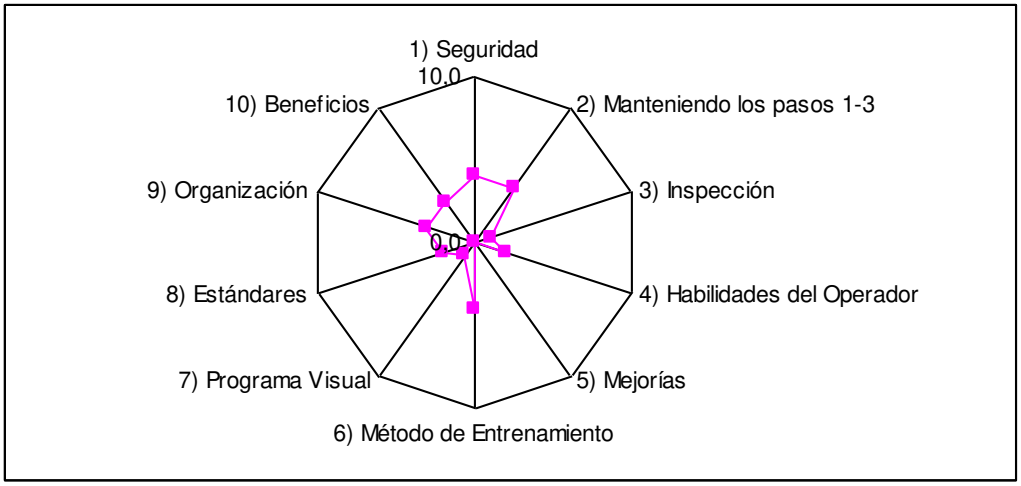
Antes de iniciar la implementación se desarrollo una auditoria preliminar, la misma que será comparada con una auditoria final que se realizará 6 meses después del inicio de la implementación del programa.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.5

Categoría:	**Total**
1) Seguridad	4,0
2) Manteniendo los pasos 1-3	4,0
3) Inspección	1,0
4) Habilidades del Operador	2,0
5) Mejorías	0,0
6) Método de Entrenamiento	4,0
7) Programa Visual	1,0
8) Estándares	2,0
9) Organización	3,0
10) Beneficios	3,0
Total	**24,0**

Tabla 4.5.- Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 4

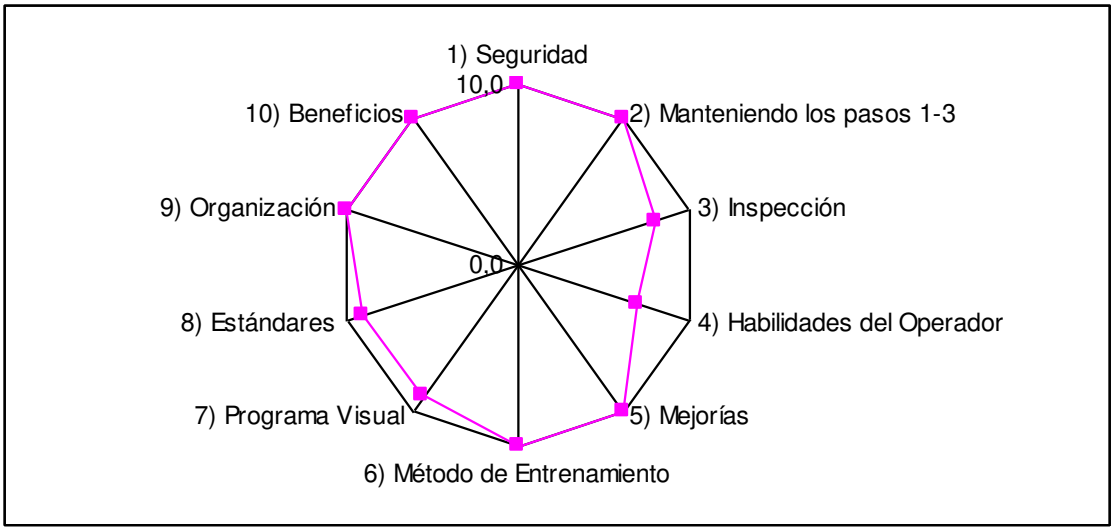
Como se puede evidenciar el programa tenía un porcentaje de implementación de 24,0 %.



Después de 6 meses de implementado el sistema se realizó una nueva auditoria la misma que tuvo los siguientes resultados:

Categoría:	**Total**
1) Seguridad	10,0
2) Manteniendo los pasos 1-3	10,0
3) Inspección	8,0
4) Habilidades del Operador	7,0
5) Mejorías	10,0
6) Método de Entrenamiento	10,0
7) Programa Visual	9,0
8) Estándares	9,0
9) Organización	10,0
10) Beneficios	10,0
Total	**93,0**

Como se puede evidenciar el programa tuvo un incremento positivo ubicándose en un porcentaje de implementación de 93,0 %.



Auditoria del paso 5

Para realizar esta auditoria utilizaremos el Formato 4.4. Formato Auditoria Mantenimiento Autónomo paso 5. Este formato se divide en 2 partes, la primera parte evalúa 10 puntos y la segunda es un radar donde se evidencia la implementación. A continuación se detalla los 10 puntos auditables:

1) Seguridad

2) Manteniendo los pasos 1-4

3) Entrenamiento

4) Inspección

5) Vínculos con Mantenimiento de la Calidad

6) Multi-habilidades

7) Vínculos con MP

8) Pericia en Falla Cero

9) Simplificación de Equipo

10) Conocimiento

Cada uno de estos ítems pueden alcanzar un puntaje máximo de 10 puntos y estos alimentan el radar de implementación (Figura 4.4).

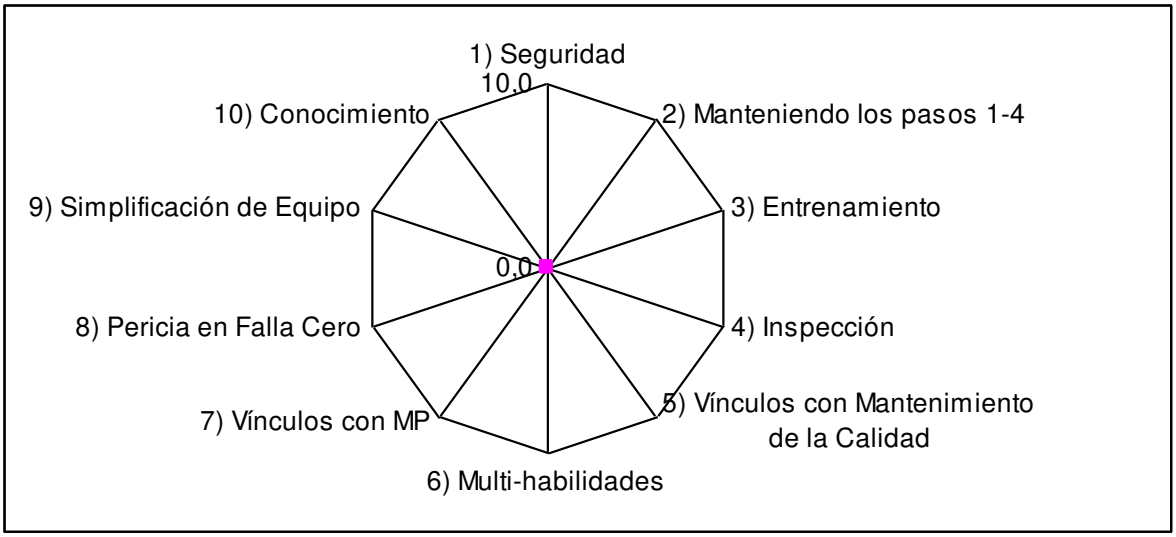


Figura 4.4. Radar de Implementación Paso 5

IMPLEMENTACIÓN

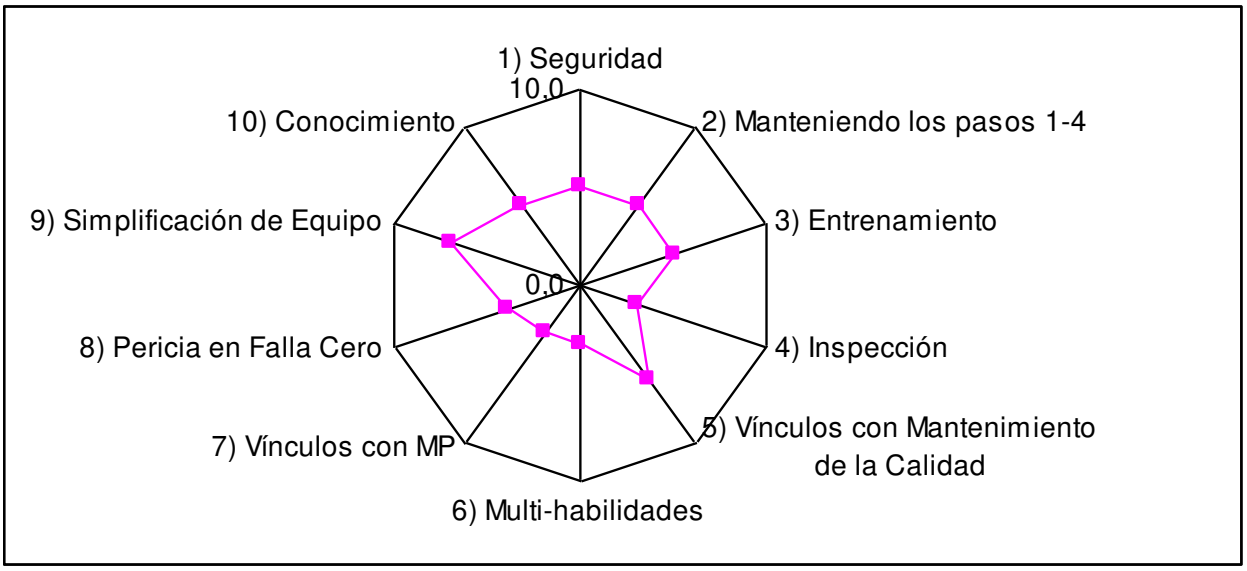
Antes de iniciar la implementación se desarrollo una auditoria preliminar, la misma que será comparada con una auditoria final que se realizará 6 meses después del inicio de la implementación del programa.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.6

Categoría:	**Total**
1) Seguridad	5,0
2) Manteniendo los pasos 1-4	5,0
3) Entrenamiento	5,0
4) Inspección	3,0
5) Vínculos con Mantenimiento de la Calidad	6,0
6) Multi-habilidades	3,0
7) Vínculos con MP	3,0
8) Pericia en Falla Cero	4,0
9) Simplificación de Equipo	7,0
10) Conocimiento	5,0
Total	**46,0**

Tabla 4.6.- Auditoria Inicial Mantenimiento Autónomo paso 5

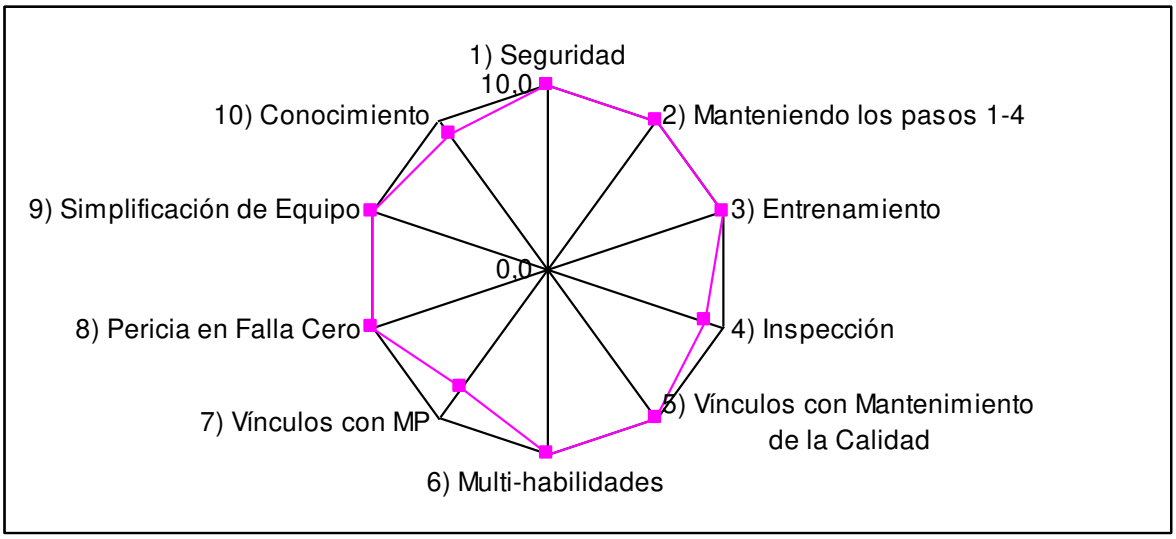
Como se puede evidenciar el programa tenía un porcentaje de implementación de 46,0 %. Este porcentaje de relativamente alto en comparación a las otras auditorias iniciales. La causa es que el trabajo realizado en el desarrollo e implementación de los pasos anteriores dejó una base sólida dentro de la organización la misma que permitió que los sistemas tomen identidad propia y por lo tanto su implementación sea más sencilla.



Después de 6 meses de implementado el sistema se realizó una nueva auditoria la misma que tuvo los siguientes resultados:

Categoría:	Total
1) Seguridad	10,0
2) Manteniendo los pasos 1-4	10,0
3) Entrenamiento	10,0
4) Inspección	9,0
5) Vínculos con Mantenimiento de la Calidad	10,0
6) Multi-habilidades	10,0
7) Vínculos con MP	8,0
8) Pericia en Falla Cero	10,0
9) Simplificación de Equipo	10,0
10) Conocimiento	9,0
Total	**96,0**

Como se puede evidenciar el programa tuvo un incremento positivo ubicándose en un porcentaje de implementación de 96,0 %.



4.5. Resultados Logrados con la implementación

A continuación se presentan los diferentes logros alcanzados en un periodo de implementación de 6 meses en la Línea de Producción alfa. Como se mencionó anteriormente se conformó un núcleo de trabajo conformado por en equipo multidisciplinario.

1. Incremento en la eficiencia operacional de 58,27% a 82,34% en un periodo de 6 meses. Esto implica un incremento en la eficiencia del 24,07%

2. Reducción del tiempo por paradas imprevistas de 202,2 horas a 102 horas, es decir, una reducción de 50,44% de horas perdidas por esta causa.

3. Incremento de la eficiencia global del equipo en un periodo de tiempo de 6 meses de 63,98% a 80,32%.

4. Reducción del tiempo por horas de mantenimiento de 104 horas a 52 horas. Es decir, tenemos una disminución del 50% en las horas de mantenimiento.

5. Cumplimiento de la meta de reportar 2 incidentes mensuales.

6. No se reportaron accidentes en los últimos 4 meses de gestión.

7. Se cumplió la meta de realizar 2 lecciones puntuales mensuales.

8. Reducción en los tiempos de ajuste de 9 horas mensuales a 1,4 horas. Esto se debe a que el personal está mucho más capacitado y ellos proporcionan y llevan el control sobre los registros que se generan.

9. Optimización de los tiempos utilizados para la lubricación e inspección. Estos disminuyeron de 8 horas mensuales a 4 horas. Siendo esta actividad mucho más efectiva y generando información relevante para la organización.

10. Incremento significativo en todas las puntuaciones obtenidas en las diferentes auditorias realizadas en cada paso.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los resultados obtenidos, se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones:

- La tecnología de última generación a nivel industrial, no necesariamente es la solución a los problemas de productividad, calidad, costos, entregas, seguridad industrial y motivación de la gente, que enfrenta la industria, ya que únicamente considera uno de los elementos del proceso productivo, la maquinaria, sin tomar en cuenta los otros elementos que son fundamentales en el proceso productivo, la gente y el liderazgo de la dirección para motivarlos y guiarlos al logro de objetivos en los aspectos mencionados. Bajo esta consideración el TPM es una herramienta que toma en cuenta

todos estos elementos de una manera sistémica para lograr un cambio de cultura en las empresas que implementan esta herramienta.

- La mejora enfocada como elemento del TPM muestra las pérdidas del proceso, la forma de evaluarlas, con el fin de minimizarlas o eliminarlas tomando en cuenta los aspectos de personal, producto, equipos y medioambiente. Para el caso analizado los resultados son evidentes en los aspectos de reducción de tiempos de cambio de condiciones, cumplimiento de programas, productividad, seguridad y costos.

- El mantenimiento autónomo hace efectiva la solución de problemas rutinarios en tiempos cortos con la participación del mismo personal operativo, luego de recibir las conocimientos y experiencia del personal de mantenimiento, esta herramienta disminuye significativamente los tiempos de paros y compromete al personal a cumplir con las metas de producción establecidas para el proceso donde trabajan.

- Las herramientas de TPM, son de carácter participativo, con seguimiento de los resultados por el mismo nivel operativo y a la

vista de toda la organización, esto logra un ambiente de sana competencia entre los miembros de los equipos de cada proceso por presentar proyectos de mejora que sean apoyados y reconocidos por la dirección.

- Las herramientas de TPM analizadas en este trabajo de tesis muestran su efectividad a corto plazo, siempre y cuando exista el compromiso gerencial para proveer los recursos, el liderazgo de la dirección y los mandos medios para guiar al nivel operativo en la aplicación y seguimiento de estos elementos y el compromiso del nivel operativo por estar dispuestos mejorar sus conocimientos a través de compartirlos con los miembros del equipo.

- Consientes de que los costos de tecnología de punta, esta muchas veces fuera del alcance de las industrias nacionales, esta herramienta es un muy buen ejemplo para lograr índices elevados de productividad, calidad y motivación del personal, minimizando costos, tiempos de entrega y actos o condiciones inseguras en los procesos productivos, buscando la meta de ser empresas de clase mundial con el principal activo de una empresa ¡su gente!

- La visión de futuro que debemos crear como lideres en nuestras empresas, se ve reforzada con el uso de estas herramientas probadas en otros países, que han logrado un éxito económico y tecnológico inclusive sin contar con los recursos con los que cuenta nuestro país .

- Todo es posible con la firme convicción de que el éxito es el resultado del trabajo en equipo, el liderazgo y el compromiso de la gente en un mismo objetivo.

- Las organizaciones que requieren implantar Programas de Mejoramiento como los implementados en el presente documento, deben de tener en cuenta que ninguna metodología es una receta exacta para implantarla, sino que cada organización puede diseñar la metodología que más se adapte a su entorno y a sus características.

Recomendaciones:

- La alta dirección debe mantener el compromiso y apoyo de los programas de mejoramiento, de tal forma que se consiga mantener

los logros obtenidos y que las réplicas tengan el mismo resultado en la organización.

- Los equipos de trabajo deben apoyar el proceso de réplicas dentro de la organización, esta gestión garantiza que las réplicas se ejecuten según los objetivos definidos y disminuirá los tiempos de implementación.

- Los mandos medios deben orientar sus esfuerzos a mantener la motivación en los equipos de trabajo de cada uno de los procesos y a canalizar y ejecutar las ideas de mejora propuestas.

- La organización debe mantener los programas de capacitación a todo nivel, el efecto logrado mediante este sistema fue evidente y pilar fundamental para la consecución de los objetivos y metas planteados.