



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES
Y ADMINISTRATIVAS

“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL
ÁREA DE PINTURA DE CERRAMEX.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A N
FERNANDO CORTES LABASTIDA
JOSE LUIS JUAREZ TREVINO
GUADALUPE ARACELI MALDONADO PUGA
GABRIELA ITZEL RAMOS FERREIRA
MARIA DEL RAYO BERENICE SEGURABARRANCO

I2.1187

MÉXICO D.F.

2010

Í N D I C E

	Pagina
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
 CAPÍTULO I MARCO METODOLÓGICO	
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Objetivo General	1
1.3. Objetivos Específicos	2
1.4. Tipo de Investigación	2
1.5. Técnicas de Investigación	3
1.6. Justificación del Estudio	4
 CAPÍTULO II MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
2.1. Mantenimiento	5
2.2. Tipos de Mantenimiento	8
2.3. Mantenimiento Preventivo	9
2.4. El mantenimiento y la Organización	11
2.5. Conservación y Mantenimiento	12
2.6. Estandarización de las Actividades de Mantenimiento	16
2.6.1. Tipos de Estándares	17

2.7.	Técnicas para la Clasificación de Recursos	17
2.7.1.	Inventario de conservación	19
2.7.2.	Clasificación de Acuerdo al Principio de Pareto	19
2.7.3.	Índice de Clasificación para los Gastos de Conservación (ICGM)	21
2.8.	Planes de Mantenimiento	24
2.9.	Administración de Proyectos	30
2.10.	Conservación y uso de los Registros de Mantenimiento	32
2.11.	Control de Partes de Repuesto	34
2.12.	Reducción de Costos de Mantenimiento	36
2.13.	Matriz DOFA	38
2.14.	Pintura Electrostática en Polvo	40

CAPÍTULO III EL MANTENIMIENTO DENTRO DE CERRAMEX

3.1	CERRAMEX S.A. DE C.V.	43
3.2	Productos Elaborados.	44
3.3	Modelos Actuales de Trabajo.	51
3.4	Problemática Actual de CERRAMEX	52
3.4.1	Problemática del Área de Pintura Electrostática	53
3.5	Análisis de Baja Productividad en el Área de Pintura	58
3.6	Metodología para el Análisis del Objeto en Estudio	72
3.7	Sistemas de Aplicación de Pintura en la Industria	73
3.7.1	Descripción General de Proceso de Pintura	74
3.8	Descripción de la Distribución del Área de Pintura en CERRAMEX	81
3.9	Comparativo del Sistema Manual y el Sistema Automático de Pintura	90

3.10	Herramienta Aplicada para el Diagnostico de Mantenimiento	92
3.11	Resultados de la Aplicación de la Herramienta de Diagnostico de Mantenimiento	93

CAPÍTULO IV REALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1	Diseño de la Propuesta	96
4.2	Metodología del Programa de Mantenimiento Preventivo	98
4.3	Elementos a Considerar y Objetivos de la Propuesta	100
4.4	Costos y Beneficios del programa	136

CONCLUSIONES	142
---------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	142
---------------------	------------

ANEXOS	144
---------------	------------

RESUMEN

Hoy en día las organizaciones deben estar preparadas para enfrentar nuevos retos e incrementar de forma eficiente su productividad con base en la investigación y el desarrollo tecnológico. Sin embargo, este ha estado ausente en la definición de estrategias, pues no se ha tomado en cuenta como palanca para generar riqueza y disminuir la inflación.

El mantenimiento en la industria es una actividad compleja, puesto que aunque no actúa directamente en el proceso productivo, lo afecta directamente reflejándose en los costos de operación de la planta.

El presente trabajo pretende ser un ejemplo para la aplicación de programas de mantenimiento preventivo; y reafirmar estos, como una de las herramientas de ingeniería industrial para lograr el incremento de la eficiencia de cualquier actividad creadora de bienes y/o servicios.

El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continua cuando se formaliza la compra de aquellos y su montaje correspondiente.

El propósito del mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo. Engloba al conjunto de actividades necesarias, con el fin de mantener una instalación o equipo en funcionamiento y restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por la capacidad instalada de producción y por su disponibilidad, entendiéndose por tal al cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de este y el tiempo de parada por mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento asegura la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad.

Partiendo de un análisis global de la empresa y particularizando en el problema específico del área de pintura electrostática, se determinara si en este lugar es donde se presenta el origen de su baja productividad y que a su vez está estrechamente ligada con deficiencias en la labores de mantenimiento.

Una vez que se haya determinado la problemática específica, se analizara a detalle la operación de cada etapa del proceso de pintura y se aplica una herramienta para establecer un diagnóstico de mantenimiento para el área poniendo al descubierto los puntos clave que aborda la propuesta de solución.

La propuesta de solución consiste en la aplicación de un Programa de Mantenimiento Preventivo para el área de Pintura Electroestática de CERRAMEX, S.A. de C.V., cuyo objetivo fundamental será preservar el mayor tiempo posible la vida útil de los mismos contribuyendo al continuo desarrollo de la calidad de servicio que la empresa ofrece en sus productos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todo el mundo está de acuerdo que el mantenimiento es una pieza fundamental para el logro de los objetivos de una empresa, ya sea por razones internas o por exigencias de los clientes, exigencia de la administración o combinación de las anteriores.

En este contexto, la confiabilidad o seguridad de funcionamiento de una instalación industrial, visión integrada de los conceptos de fiabilidad (capacidad de funcionar continuamente durante un determinado periodo de tiempo), mantenibilidad (capacidad para ser mantenido preventivamente y correctivamente), disponibilidad (capacidad para funcionar en un instante determinado) y seguridad (capacidad para operar sin producir daño), constituye el índice básico de medida del aseguramiento de su capacidad productiva.

La aparición de fallos y averías en los componentes de una instalación industrial trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad del proceso provocan una merma de ingresos; y así mismo, originan un incremento de los costos de producción, ya que como mínimo habrá que reparar o sustituir el equipo averiado.

Si los conceptos anteriormente mencionados se jerarquizan en términos de la influencia de unos en otros, se puede afirmar que el mantenimiento en sus variantes de preventivo y correctivo, influye sobremanera en el resto de los elementos de la confiabilidad de un dispositivo. De ahí el notable auge que; en los últimos años, está teniendo su optimización en la mayoría de las organizaciones industriales.

Entonces realizando un compendio histórico logrado con la ayuda de la investigación bibliográfica, se dice que: el mantenimiento ha pasado de ser el “el mal necesario” de la producción, para convertirse en el “factor clave” de la competitividad y la productividad.

La humanidad junto con las empresas deben de ir evolucionando tecnológicamente hasta quedar satisfechas a la hora de brindar un servicio o producto de la calidad que están vendiendo.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mantenimiento se ha visto en la necesidad de crecer junto con la tecnología moderna ya que se ha vuelto una herramienta con la que se puede incrementar la productividad de cualquier empresa. Tomando en cuenta esto, es que la empresa CERRAMEX S. A. de C.V. ha decidido tomar esta propuesta e implementar un programa de mantenimiento preventivo en su departamento de pintura electrostática para evitar cuellos de botella y prolongar la vida útil de todas las máquinas con las que cuenta, además que el mantenimiento preventivo ayudará a que existan planes donde cada una de las máquinas reciban una atención especializada, adecuada y personalizada.

El mantenimiento forma parte de la empresa, y le corresponde ser parte importante de su presupuesto ya que con él se consigue la eficiencia de los equipos y por ende de todo el proceso productivo.

1.8. OBJETIVO GENERAL

Fijar las técnicas y herramientas manejadas por el mantenimiento preventivo que resulten favorecedoras para esta empresa en particular y con ello sentar las bases para la realización de un programa de mantenimiento que contribuya al incremento de su productividad.

1.9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

✎ Obtener la información precisa del proceso del área de pintura electrostática, con la finalidad de conocer y determinar los problemas de ese departamento.

✎ Revisar las herramientas que proporciona el mantenimiento preventivo y decidir cuál de ellas serán aptas para resolver los problemas que fueron detectados.

✎ Agrupar la información obtenida de las fuentes y al mismo tiempo realizar una valoración de ellas comparando lo que se desarrolla actualmente en el área de estudio de la empresa y las técnicas del mantenimiento que se recomiendan.

✎ Ya que se han evaluado los resultados se procede a plantear la estrategia de trabajo conveniente para el tipo de problemas que se presentan dentro del área de estudio de la empresa

1.10. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La forma de llevar a cabo la investigación será de la siguiente forma:

✎ EXPLICATIVA. Se expone dentro de cada capítulo, de forma detallada el plan en el que se piensa fundamentar el programa de mantenimiento que facilite y beneficie estas actividades.

✎ DESCRIPTIVA. En el proyecto se describe detalladamente la forma de trabajo actual dentro de CERRAMEX S.A. de C.V., y también la forma correcta en que se debe de llevar acabo dicho trabajo para asegurar que los recursos físicos sean aprovechados al máximo, por medio de la forma correcta de aplicación de los procedimientos

1.11. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se utilizarán los siguientes tipos de investigación para complementar el proyecto:

- ▶ INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL. Este tipo de investigación nos ayudará a reafirmar el conocimiento de las herramientas para decidir cuáles de éstas serán tomadas en cuenta para ser utilizadas dentro del programa de mantenimiento

- ▶ INVESTIGACIÓN DE CAMPO. Las visitas a la empresa se realizarán con la finalidad de identificar con mayor precisión en donde se encuentran las deficiencias y así poder determinar con más facilidad el tipo de herramienta necesaria en esos puntos.

- ▶ ENTREVISTAS AL PERSONAL. Son de gran importancia ya que por medio de ellas será más sencillo detectar en donde se encuentran las fallas en el método de trabajo que se lleva a cabo en la actualidad, además de que los empleados son los que mejor conocen la máquina y los que saben cada cuando llega a fallar.

- ▶ INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO. Utilizaremos el método analítico que indica la forma de verificar cada uno de los elementos de la estructura. Esto permite conocer el estado actual de los elementos que la conforman, así como el deterioro o daños que presenta.

1.12. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Debido a lo observado en la empresa y específicamente en el área de pintura electrostática nos dimos cuenta que en esa área, es donde tendríamos la oportunidad de llevar a cabo el mantenimiento o un programa, con ayuda de algunas de las materias vistas en la escuela nos servirán como apoyo para realizar este proyecto de tesis, ya que en sí muchas de nuestras materias serán de gran apoyo en nuestra vida profesional.

Y nos brindara conocimientos prácticos sobre cómo utilizar varias de estas técnicas en la industrial. Por otro lado en la actualidad el mantenimiento juega un papel fundamental dentro de cualquier organización, y la empresa CERRAMEX S.A. de C.V. es una de las empresas líderes en su ramo por lo que ha decidido tomar en cuenta este punto a fin de tratar de eliminar los problemas y gastos no programados pero sobre todo tratar de que la vida útil de su maquinaria sea mayor, ayudando con esto también al aumento de su productividad y la calidad en los productos que ofrece. Después de realizar un diagnostico en el área de pintura electrostática.

CAPÍTULO II

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

2.15. MANTENIMIENTO¹

Realizando una breve reseña histórica podemos decir que el mantenimiento ha pasado de ser el “mal necesario” de la producción, para convertirse en un “factor clave” de la competitividad. En los últimos tiempos ha habido una evolución de conceptos respecto al mantenimiento, en la década del '80 se hablaba de Gestión de Mantenimiento, en la década del '90 se amplió el concepto a Gestión de Activos, en el año 2000 ya se está hablando de Gestión de Confiabilidad.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones:

- ✦ **1ª generación:** Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.
- ✦ **2ª generación:** Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.
- ✦ **3ª generación:** Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones. Sistemas del tipo TPM (Mantenimiento Productivo Total).

En una primera generación se incurría en costos de no-calidad al tenerse que reprocesar productos (algunos cuando el cliente advertía el defecto) hasta que se vio que controlar la calidad costaba menos que las consecuencias de no hacerlo. Así nacieron los controles de calidad en los procesos (equivalente a la 2ª generación del Mantenimiento).

¹ Newbrough 'E. T., Administración del Mantenimiento Industrial, Organización, Motivación y Control en el Mantenimiento Industrial, Editorial Diana. Sexta Impresión, México 2003

Más adelante se comprobó que el costo de estos controles era muy alto y se pasó al control de calidad por procesos y al control estadístico de calidad (corresponde a la 3ª generación del mantenimiento).

La evolución posterior ha sido la creación de círculos de calidad y grupos de mejora continua con objetivos de alcanzar la calidad total e integración del personal (equivalente a los modelos de organización tipo T.P.M., o sea la última generación del mantenimiento).

El TPM es el mantenimiento productivo realizado por todos los integrantes de la compañía, a través de actividades de pequeños grupos. La meta final del TPM es el de cero averías y el de cero defectos, mejorándose así las tasas de operación de los equipos y minimizando los stocks y costes.

Para la mejor comprensión del tema se procede a revisar los diferentes conceptos de mantenimiento.

Algunas definiciones de Mantenimiento son:

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

La función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones.

Asegurar que todo activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas

Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada; también se divide en mantenimiento correctivo o preventivo; será preventivo si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad de servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios por que dicha calidad de servicio ya se perdió.

Objetivos del mantenimiento

Dada estas definiciones debemos plantear los objetivos de mantenimiento como algo medible, cuantificable, que exprese lo dicho lo enunciaremos así:

- ↳ **El mantenimiento se ocupa de la preservación de las funciones de los activos.**
- ↳ **Evitar, reducir o eliminar las consecuencias de los fallos.**
- ↳ Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:
- ↳ Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- ↳ Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- ↳ Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y
- ↳ Maximizar el beneficio global.

2.16. TIPOS DE MANTENIMIENTO²

Hay *cuatro* tipos básicos de mantenimiento:

Predictivo - Preventivo - Correctivo – Detectivo

La mayor parte de lo que ha sido escrito hasta ahora sobre estrategias de mantenimiento en general, hace referencia a tres y solamente tres tipos de mantenimiento: predictivo, preventivo y correctivo.

Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial):

Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo, consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas, consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

Mantenimiento Correctivo o A la Rotura, consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

Mantenimiento Mejorado o Rediseños, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

2.17. MANTENIMIENTO PREVENTIVO³

El Mantenimiento Preventivo o basado en el tiempo, consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento

Se considera como la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección periódica del aparato o dispositivo y en su reparación o sustitución, incluso aunque no muestre signos de mal funcionamiento. De este modo se intenta conseguir que la tasa de fallos se mantenga constante en la etapa de operación normal o de fallos aleatorios, antes de la entrada en la etapa final de desgaste o envejecimiento.

El mantenimiento preventivo puede realizarse de tres formas:

1. **Potencial fijo** de revisión de componentes con intervalos de tiempo iguales entre revisiones, donde el componente se desmonta antes de haber fallado, y se restaura a cero horas. Es el tipo de mantenimiento normal en aviación general.
2. **Según condición** de los componentes en inspecciones periódicas. Se revisan cuando exceden los límites de operación. Es el tipo de mantenimiento que se efectúa en los componentes eléctricos y electrónicos y en los instrumentos.
3. **Control de actuaciones** donde se realizan operaciones de desmontaje de componentes para su examen. Se utiliza en sistemas complejos electrónicos, o en aquellos equipos donde no hay forma de predecir los fallos.

El mantenimiento preventivo en la industria

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costes excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon implantar procesos de prevención.

La elaboración de los planes de mantenimiento preventivo se basa además de en el análisis de riesgos, en las técnicas del análisis de fiabilidad de las instalaciones.

2.18. EL MANTENIMIENTO Y LA ORGANIZACIÓN

"La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento ha sido puesta en relieve por varios motivos:

- ✦ **UNA CRECIENTE MECANIZACIÓN.** *La extendida mecanización en la industria ha reducido el costo de mano de obra directa, pero a la vez ha impuesto la exigencia de conservar debidamente los recursos de la empresa.*
- ✦ **UNA MAYOR COMPLEJIDAD DEL EQUIPO.** Esto amerita servicios altamente especializados para mantenerlos en óptimas condiciones de funcionamiento.
- ✦ **CONTROL ESTRICTO DE LA PRODUCCIÓN.** Aún cuando esta clase de controles ha reducido al mínimo los inventarios de materiales entre las distintas operaciones, también han provocado que sea mayor el impacto de las interrupciones en la producción.
- ✦ **EXIGENCIAS CRECIENTES DE UNA BUENA CALIDAD.** Esto, desde luego, hace más vendibles los productos, pero también ha puesto en relieve la urgencia de que se corrija, de inmediato, cualquier condición impropia. "

En el presente trabajo, se hace referencia a la aplicación del mantenimiento preventivo dado que en la medida que se garantice un funcionamiento eficiente de los recursos de la empresa y se corrija oportunamente las deficiencias, se obtendrá un mejor y más alto rendimiento de los mismos, repercutiendo en un incremento de la producción actual, para cubrir oportunamente las ordenes de los clientes.

2.19. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO⁴

SERVICIO es la utilidad que presenta una cosa o las acciones de una persona para lograrla satisfacción directa o indirecta de una necesidad"

CALIDAD DE SERVICIO: grado de satisfacción que se logra dar a una *necesidad mediante la prestación de un servicio.*"

"MANTENIMIENTO" es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada, en otras palabras, conserva la calidad del servicio 'que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas"

La función mantenimiento, permite controlar:

- a) **Las reparaciones de emergencia**, estableciendo planes y programas para procurar un servicio permanente y preventivo a los equipos, maquinaria e instalaciones que eviten o reduzcan al mínimo la ocurrencia de situaciones imprevistas.

- b) **El tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento**, *dado* que procura evitar al máximo las prácticas de mantenimiento correctivo, principales causas de este efecto, y en caso de que ocurran, contempla contar de antemano con los elementos necesarios para la restauración inmediata del recurso o la puesta en marcha de un medio alternativo y temporal de trabajo, a fin de no prolongar más de lo necesario, un paro de producción.

- c) **Las reparaciones y modificaciones del equipo**, las cuales planea y programa tomando en consideración los tiempos disponibles para su ejecución, de acuerdo con los programas y necesidades del departamento de producción.

- d) **El desperdicio de materiales en producción, imputable a mantenimiento**, porque la calidad de servicio suministrada por los recursos destinados a la producción influye directamente en el aprovechamiento óptimo de materias primas y la calidad del producto final.

- e) **Los materiales usados en las reparaciones y modificaciones**, para mantener en el inventario de refacciones sólo el tipo y cantidad de refacciones necesarias y contempladas por los programas de mantenimiento ordinario y contingente, a fin de poder disponer de éstas en el momento que se necesiten.

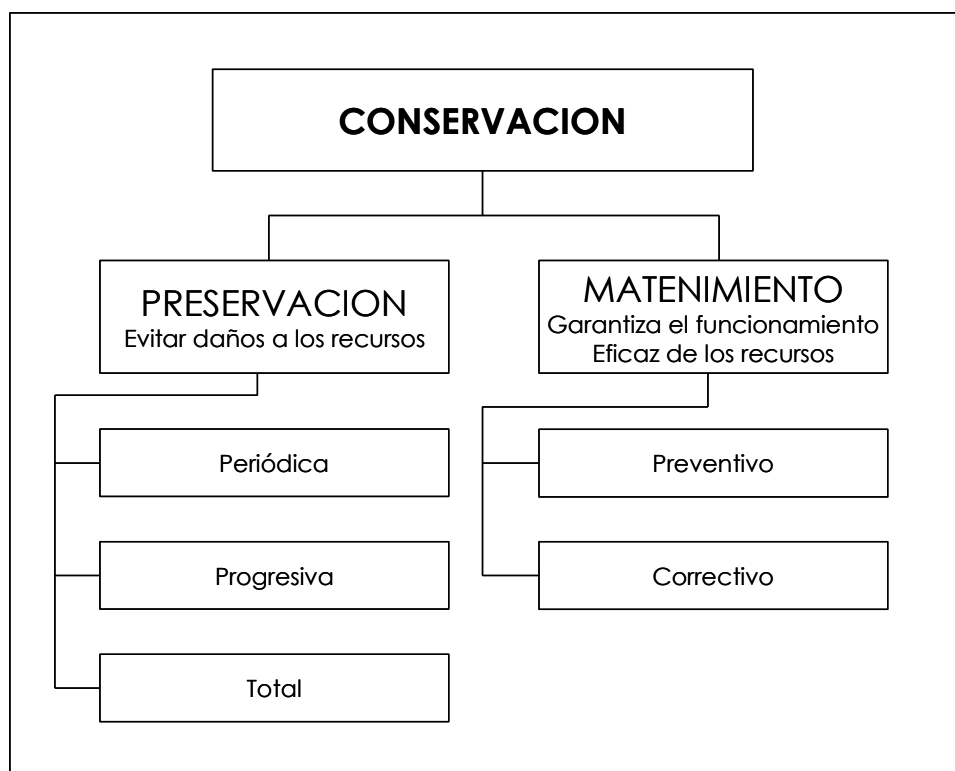
- f) **La seguridad de los trabajadores y de la planta**, al prevenir fallas y averías en la maquinaria, los equipos y las instalaciones, que pongan en peligro su integridad; vigilando además la correcta ubicación de elementos que adviertan de un peligro y la colocación de dispositivos de protección (guardas) a maquinaria y equipos que representen actividades riesgosas para sus operarios.

- g) **La mano de obra de mantenimiento**, asignando solo el personal adecuado para cada tipo de actividad de mantenimiento a realizar o falla suscitada.

- h) **La depreciación del equipo y del edificio**, llevando a cabo un registro y cálculo periódico de la vida útil de sus recursos, a fin de dotar a todos los recursos del mantenimiento pertinente y realizar la renovación oportuna de aquellos recursos que hayan caducado.


“Conservación Industrial, aplicación de conocimientos científicos y técnicos que contribuyan al óptimo aprovechamiento de los recursos, se divide en: preservación y mantenimiento (CUADRO 2.1)”

Cuadro 2.1
División de la Conservación.




"El Mantenimiento se divide en Preventivo y Correctivo. Será preventivo si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad del servicio y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad del servicio ya se perdió.

La Preservación se divide en tres categorías, que engloba a su vez cinco niveles:

 **Preservación Periódica:** "Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde se está operando"

"**1er. Nivel:** Corresponde al **usuario del recurso**, el cual tiene como primera responsabilidad conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de preservación asignadas a su cargo (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores).

"**2o. Nivel:** Corresponde a los trabajos asignados al **técnico medio** el cual necesita un pequeño taller, con aparatos de prueba y herramientas básicas para poder proporcionarle al equipo los "primeros auxilios.

 **Preservación Progresiva:** Después de un largo funcionamiento los equipos deben ser revisados y reparados más a fondo, por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación del equipo.

3er. Nivel: Labor atendida en el taller general de la fábrica por **personal asignado** especialmente a atender labores de mantenimiento, con características de alta habilidad y destreza, en donde la mano de obra es más importante que el trabajo de análisis.


4o. Nivel: Labor atendida por terceros **con personal de talleres especializados**, que realizan labores de preservación enfocada a áreas específicas de la empresa.


Preservación Total:


5o. Nivel: Este es ejecutado generalmente por el **fabricante del equipo y sus propios talleres**, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación.

2.20. ESTANDARIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

“Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas por varias razones, entre las cuales destacan las siguientes.

-  Las actividades diversas de mantenimiento no pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las lleva como a cada cual le gusta.

-  Las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente.

-  El trabajo de mantenimiento es menos efectivo que el de producción pues es menos repetitivo.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales, tales documentos, permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, realicen el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar muchos individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento. Los estándares se deben revisar al menos una vez al año.”

2.20.1. TIPOS DE ESTÁNDARES

Estándares de desempeño o especificaciones del equipo. Indican cómo el equipo debe ser operado, incluye las principales dimensiones, capacidad y desempeño, precisión, funciones, mecanismos, los materiales con que están hechas sus partes principales, cantidad de energía eléctrica, vapor o agua necesaria para la operación, etc.

Estándar para la inspección de materiales del equipo. Provee métodos de prueba e inspección para determinar los materiales y partes usadas en el equipo.

Estándar para la obtención de materiales para el equipo. Cubre la calidad para materiales y partes, son basados en el diseño del equipo y en el estándar de desempeño.

Estándar de aceptación y corrida de prueba. Indica la aceptación y pruebas de operación a ser desempeñadas en el equipo que ha sido instalado, modificado o reparado.

ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO⁵

A. Estándares de mantenimiento del equipo. Indica los métodos para medir el deterioro y restauración de equipo.

▀ **Estándares de inspección.** Son técnicas para medir o determinar el deterioro. Especifican el área y objetos a ser inspeccionados, los intervalos de inspección, métodos, instrumentos de medición, criterios de evaluación, acción correctiva a tomar, etc.

▀ **Estándares de servicio.** Especifican cómo dar servicio de rutina. Incluyen guías y métodos de servicio, limpieza, lubricación, ajuste y partes de reemplazo.

- ▄ **Estándares de reparación.** Especifican condiciones y métodos para el trabajo de reparación. Los estándares de reparación usualmente incluyen métodos de reparación y horas de trabajo.

B. Procedimientos del trabajo de mantenimiento

Métodos de trabajo, tiempos para inspección, servicio y reparación.

- ▄ **Estándares de trabajo de mantenimiento.** Estos estándares son preparados para el trabajo que se desempeña frecuentemente. Son de mucha ayuda para medir la eficiencia de la cuadrilla de mantenimiento, estimar las horas de trabajo disponibles y capacidad de reserva, entrenar nuevos trabajadores, programar trabajo, etc.

2.21. TÉCNICAS PARA LA CLASIFICACIÓN DE RECURSOS

2.21.1. INVENTARIO DE CONSERVACIÓN⁶

Es imprescindible que el Departamento de Mantenimiento de cualquier fábrica, cuente invariablemente con un inventario de conservación, el cual es un listado de todos los recursos por atender, sean estos equipos, muebles, instalaciones o construcciones. Para establecer dicho inventario, es necesario que se tomen en cuenta todos los recursos de la empresa a fin de definir en primer lugar, su importancia relativa (clasificación) y, en segundo, los aspectos de cómo, cuándo y quién lo va a atender.

La jerarquización del inventario de recursos a los que se debe dar atención, se realizará de acuerdo a la importancia relativa que éstos tienen para el buen desempeño de la empresa, y poder determinar en qué momento se va a realizar el mantenimiento.

6. Newbrough 'E. T., Administración del Mantenimiento Industrial, Organización, Motivación y Control en el Mantenimiento Industrial, Editorial Diana. Sexta Impresión, México 2003 22

Para obtener un inventario de conservación de una manera más racional se pueden conjugar el Principio de Pareto y el ICGM, que se explican a continuación.

2.21.2. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO AL PRINCIPIO DE PARETO

Para tener una adecuada clasificación de los recursos, es necesario que se tomen en cuenta todos los recursos que integran a la empresa, y tratar de definir su **Importancia relativa**, la cual estará relacionada con la importancia que para la producción tiene el recurso analizado, dentro de la fábrica.

Para llevar a cabo la clasificación de los recursos comúnmente se utiliza el Principio de Wilfredo Pareto el cual define tres rangos que son: vitales, importantes, y Triviales, con la finalidad de dar prioridad al equipo vital dentro de la organización.

Pareto descubrió que el efecto ocasionado por varias causas tiene una tendencia bien definida, ya que aproximadamente 20% de las causas originan el 80% del efecto, las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto. Este fenómeno se repite frecuentemente por lo que se aplica a casos prácticos.

🔹 **Recursos Vitales.** Son los recursos físicos indispensables para la buena marcha de la fábrica, cuyo paro o demérito en la calidad de servicio que proporcionan pone en peligro la vida de personas o dificulta la buena marcha de la fábrica, a grado tal que se supongan pérdidas de imagen o económicas, que la alta gerencia de la empresa no esté dispuesta a afrontar.

🔹 **Recursos Importantes.** Son aquellos equipos, instalaciones o construcciones, cuyo paro o demérito de su calidad de servicio cause molestias de importancia o costos de consideración para la fábrica.

- 🔹 **Recursos triviales.** Son todos aquellos recursos cuyo paro o demérito en su calidad de servicio no tienen un impacto importante para la buena marcha de la fábrica.

Procedimiento para aplicar el principio de Pareto.

1. Definir el efecto a analizar.
2. Elaborar una lista con todas las causas que originan el efecto que se quiere analizar.
3. Ordenar las causas, con base en su contribución, de mayor a menor.
4. Sumar el total de los valores con que cada uno contribuye para obtener el valor del 100%.
5. Calcular por cada causa el porcentaje con el cual contribuye al total.
6. Identificar las causas vitales que originan aproximadamente el 80% del efecto, y tome acciones cuidadosas e individuales.
7. Identifique las causas *importantes* y tome acciones globales o de grupo.
8. Identifique las causas *triviales* y atiéndalas en forma correctiva.

2.21.3. ÍNDICE DE CLASIFICACIÓN PARA LOS GASTOS DE CONSERVACIÓN (ICGM)⁷

Dentro de una fábrica se presentan ocasiones en las cuales ocurren varias fallas en distintas máquinas o instalaciones al mismo tiempo; del correcto funcionamiento de cada una de ellas va a depender que se dé o no un paro total de las actividades que se estén realizando, tomando en cuenta que con los recursos existentes de conservación sólo se les pueden dar servicio a una de ellas, y el problema radica en la elección correcta del equipo a reparar sin tener otra opción, parte en la que el índice de Clasificación para los Gastos de Conservación (ICGM) ayudará a la toma de decisiones.

⁷ Newbrough 'E. T., Administración del Mantenimiento Industrial, Organización, Motivación y Control en el Mantenimiento Industrial, Editorial Diana. Sexta Impresión, México 2003

El índice de Clasificación para los Gastos de Conservación, que en los Estados Unidos de América se conoce como RIME (RANKING INDEX FOR MAINTENANCE EXPENDITURE) es una herramienta que permite clasificar los gastos de conservación interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos, con la clase o tipo de trabajo por desarrollar en ellos. Tiene tres aplicaciones perfectamente bien delineadas:

1. Jerarquización de las labores de Conservación, de acuerdo a su importancia relativa.
2. Elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación.
3. Auxiliar en la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa, determinando si son 'vitales', 'importantes' o 'triviales', para definir la clase y cantidad de trabajo de conservación que se les debe proporcionar.

El ICGM Se compone de dos factores denominados:

1. **Código Máquina.** Representa un valor asignado que determina la trascendencia de los recursos por atender en la operación normal de la empresa (equipo, instalaciones y construcciones).
2. **Código de Trabajo.** Representa un valor asignado que determina la trascendencia de cada tipo de trabajo al que se sujetarán dichos recursos.

El ICGM se obtiene del siguiente producto:

$$\text{Índice ICGM} = \text{Código Máquina} * \text{Código de Trabajo}$$

Metodología:

Para establecer este índice en una empresa, se aplica la mecánica siguiente:

1. Se levanta un inventario universal, listando “todo” lo que debe ser atendido para asegurar un funcionamiento adecuado de la empresa. Aquí debe contemplarse todo tipo de máquinas, edificios, jardines, caminos de acceso, etc.
2. Se analiza cada una de las unidades contenidas en el inventario para darle un valor de acuerdo con su importancia relativa, calificándolo con puntuación del 1 al 10, con lo cual se clasifica el inventario en diez grupos de recursos, cada uno de diferente valor. Con esto se obtiene el “Código Máquina”.
3. Cuando se haya asignado el código máquina, se procede a hacer un listado de los diferentes trabajos que el departamento de conservación tiene que llevar a cabo: correctivo, preventivo, limpieza, auxilio a producción, compra o fabricación de refacciones, etc., y en la misma forma que en el caso anterior, estos trabajos los dividirán en grupos o códigos, cuidando de asignarles un valor del 1 al 10, de acuerdo con la importancia que guardan éstos con respecto a la productividad.
4. Una vez establecidos los códigos máquina y trabajo se realiza el análisis de los problemas a resolver para determinar en que grupos se clasificarán y asignarles el número, a través del producto de sus códigos respectivos, lo cual indicará la prioridad que tiene su solución para la empresa.

El valor más alto del ICGM determinará la prioridad de los recursos por atender y los trabajos de mantenimiento a ejecutar.

Por otra parte, el índice ICGM no es constante durante la vida útil de las máquinas, ya que éstas pueden cambiar de labor, de producto, de volumen de producción y, en fin, tener cualquier cambio que aumente o disminuya la importancia y calidad del servicio que deben proporcionar.

El ICGM sirve como auxiliar (exclusivamente el código máquina) para que, combinado con el principio de Pareto se logre identificar en la fábrica cuáles son los recursos (equipos, instalaciones y construcciones) vitales, los importantes y los triviales, a fin de obtener la jerarquización del inventario y programar convenientemente el mantenimiento.

2.22. PLANES DE MANTENIMIENTO

"El mantenimiento periódico y rutinario debe ser bien planeado; basado en las condiciones reales del equipo tomando en consideración las prioridades y recursos presentes ' y futuros. Los planes de mantenimiento son clasificados por período o por proyecto.

"Una rutina de conservación, como su nombre lo indica, son todos aquellos trabajos de preservación y mantenimiento, que se considera necesario hacer periódicamente para obtener una buena apariencia duración y funcionamiento del recurso; éstas pueden durar en su atención algunos meses o más de un año, pero a su término vuelven a iniciar el ciclo de trabajo.

Las rutinas de conservación se desarrollan para atender a los recursos vitales y algunos importantes, asignándoles una frecuencia de revisión (diaria, semanal, mensual y/o anual), con la finalidad de tener bien establecido lo que habrá de analizarse periódicamente.

TIPOS DE PLANES DE MANTENIMIENTO:

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

Asegura la contabilidad del equipo a largo plazo. Los pasos para su preparación son:

A. Determine qué trabajo es requerido.

- ▣ **Regulaciones estatutarias.** Seguridad, control de contaminación, etc.

- ▣ **Estándares de mantenimiento del equipo.** Trabajo determinado para los requerimientos del control de precisión (calibración y ajuste de parámetros operativos) y los resultados de las medidas de deterioro (cálculo de vida útil).

- ✦ **Registros de descomposturas.** Trabajo de mantenimiento requerido para prevenir la recurrencia de descomposturas.
- ✦ **Plan anual del año anterior.** Trabajo pendiente por cambios en el programa causados por contingencias.
- ✦ **Ordenes de trabajo, recibidas del taller.** Trabajo necesario basado en registros de anormalidades.

B. Seleccione el trabajo a realizar. Categorizar el trabajo en orden de importancia.

C. Calcule los intervalos de mantenimiento. Hacer pruebas de estimación del alcance de vida del equipo, componente por componente, para decidir los intervalos de mantenimiento, preferentemente usando los intervalos de descomposturas.

D. Estime la lista de trabajo y los costos y tiempos de mantenimiento. Use los planes de producción anual y las metas de desempeño del equipo para estimar el número de días caldos y el tiempo requerido para el trabajo de mantenimiento y confírmelo contra el presupuesto.

E. Cheque la obtención y colocación del trabajo. Confirme el arreglo para materiales y las piezas de repuesto difíciles de conseguir, y para el trabajo hecho por contratistas y manufactureros de fuera determine si el personal calificado es requerido.

PLAN DE MANTENIMIENTO MENSUAL

Son planes de acción para hacer el trabajo requerido por el plan de mantenimiento anual. Su contenido puede basarse en la siguiente serie de pasos:

A. Prioridad en el trabajo.

Para mejores resultados ponga el trabajo en el siguiente orden de prioridad:

1. Trabajo mensual indicado por el plan anual de mantenimiento.
2. Trabajo indicado por un análisis de registros de descomposturas e inspección.
3. Trabajo indicado por la inspección diaria y mejoras requeridas por el departamento de producción.
4. Cambios en los planes de distribución e instalación de plantillas y herramientas.
5. Planes para mejorar la calidad y seguridad del producto,

Deberán incluirse en el plan otros trabajos como: órdenes de trabajo de varios departamentos, rescate de piezas reutilizables, preparaciones para el trabajo de mantenimiento y limpieza.

B. Estime la mano de obra y costos

Una vez que los detalles del trabajo han sido determinados, estime las horas-hombre y costos.

C. Balancee las cargas de trabajo y prepare listas de trabajo

Para nivelar la carga de trabajo en el mes, divida el trabajo en semanas, empezando con el trabajo que ha de ser hecho en días designados o durante paros.

PLANES PARA PROYECTOS MAYORES DE MANTENIMIENTO

"Son trabajos grandes como reparaciones periódicas o trabajo de cambio, que requiere apagar el equipo por un determinado período. Son costosos y consumen mucho tiempo. El plan es necesario para materiales, fuerza de trabajo, movilización y subcontratos.

Para facilitar el control del progreso es conveniente usar PERT o CPM

"PERT es una técnica que proporciona información sobre los problemas reales y potenciales que pueden presentarse en la terminación de un proyecto, la condición corriente del proyecto en relación con el logro de sus objetivos, la fecha esperada de terminación del proyecto y las probabilidades de lograrlo, y en dónde se encuentran las actividades más críticas del proyecto total

CPM, es una técnica alternativa al PERT como un enfoque al análisis de redes.

La programación de proyectos por PERT y CPM consisten en tres fases: planeación, programación y control, conteniendo los siguientes pasos para su aplicación:

1. Descomponer el proyecto en actividades
2. Asignación de tiempos y recursos
3. Construcción del diagrama de precedencia
4. Cálculo de la ruta crítica
5. Determinación de holguras
6. Construcción del diagrama de tiempos y nivelación de recursos
7. Consideraciones de costos
8. Determinación de probabilidades

Estos dos métodos están básicamente orientados en el tiempo, son casi iguales, teniendo como diferencia significativa que las estimaciones de tiempo se suponen determinantes en CPM y probables en PERT.

2.23. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Típicamente los proyectos consisten de exámenes periódicos y mantenimiento preventivo para conservar al equipo en un desempeño consistente, así como para construcciones nuevas o expansión de las existentes, reemplazo, reconstrucción, etc.

Administración del proyecto, significa ejecutar el trabajo en la forma planeada y de la forma más efectiva respecto al costo.

Para administrar proyectos de este tipo, son necesarios cuatro "puntos clave para la ejecución de planes de mantenimiento mensuales y proyectos mayores"

1. Identifique problemas que podrían sobresalir.

- Los días y paros determinados por los planes de producción para mantenimiento.
- Capacidad y hombres disponibles para mantenimiento.
- Presupuestos y metas de mantenimiento.
- Capacidades y nivel de destrezas.
- Sí el trabajo será hecho en días de trabajo o días festivos.
- Sí el trabajo es sub-contratado.
- Sí las partes de repuesto críticas pueden ser enviadas e inspeccionadas cuando se necesite.

2. Confirme los detalles administrativos

- ☛ Confirme el trabajo subcontratado por adelantado.
- ☛ Las razones más comunes para que los planes no se cumplan son: el olvido de órdenes, retrasos en la expedición, insuficiente expedición, etc.

3. implementación del proyecto de mantenimiento

- ☛ Reúna a los representantes de cada departamento involucrado para monitorear el progreso del proyecto e identificar problemas y dirija reuniones para discutir las acciones correctivas. '

4. Control del progreso

Los siguientes puntos clave deben ser observados:

- ☛ Estime las horas-hombre requeridas y acumule la carga de trabajo individual
- ☛ Identifique la diferencia entre las horas-hombre reales y estimadas.
- ☛ Confirme y siga los arreglos administrativos.
- ☛ Asigne trabajos de acuerdo a las destrezas individuales de los trabajadores.
- ☛ Para grupos de dos o tres mezcle el nivel de destrezas para fomentar el aprendizaje.
- ☛ Para evitar el ocio en las descomposturas, planee trabajos de mejora o trabajo que pueda hacerse en ese tiempo.

Analice otros requerimientos para mantener a los trabajadores en orden y tome acciones apropiadas.'

2.24. CONSERVACIÓN Y USO DE LOS REGISTROS DE MANTENIMIENTO

Documentar los resultados de mantenimiento es una importante actividad de mantenimiento. Cada quién debe entender el propósito de la conservación de registros, ¿por qué son mantenidos?, ¿qué está siendo controlado? y ¿cómo se deben de usar?

"Los siguientes son los tipos de registros mínimos requeridos, que ayudan a revelar la calidad del mantenimiento en la fábrica:

- ✦ **Registros de mantenimiento de rutina.** Están enfocados a prevenir el deterioro y mantenimiento de las condiciones básicas.
- ✦ **Registros de inspección Verídica.** Hacen referencia al criterio seguido para indicar el desgaste permisible antes de reparar.
- ✦ **Registro de los reportes de mantenimiento.** Son aquellos utilizados para solicitar la reparación y servicio, a fin de restaurar el equipo a su condición original.
- ✦ **Registros de mejoras.** Describen las modificaciones para aumentar la contabilidad del equipo.
- ✦ **Análisis de MTBF (Mean Time Between Failures: Tiempo promedio entre fallas).** Los análisis de MTBF clarifican al clasificar las ocurrencias de descomposturas.
- ✦ **Bitácora del equipo.** Es el compendio de registros de mantenimiento de un equipo en particular, debiendo mantenerse a lo largo de la vida del equipo.
- ✦ **Registro de los costos de mantenimiento.** Informe de costos de reparaciones generales.

2.25. CONTROL DE PARTES DE REPUESTO

"El control de partes tiene tres propósitos:

- a) Promover la confiabilidad del equipo y extender su período de vida a través de la compra, fabricación y almacenaje de partes.
- b) Asegurar que el lote económico de partes de repuesto necesario esté disponible cuando se necesite y así, minimizar los paros por descomposturas o para mantenimiento.
- c) Reducir costos de ordenar y aceptación, y reducir costos de almacenamiento.'

Los materiales de mantenimiento necesarios incluyen: equipo de repuesto para reemplazo regular, partes de repuesto para descomposturas, reservas de almacén, partes reutilizables reconstruidas por el departamento, herramientas de mantenimiento.

Las partes de repuesto deben ser clasificadas como partes prioritarias y como comunes, las prioritarias son las partes más importantes del equipo, las partes comunes deben ser suministradas automáticamente y deben ser repuestas por la colocación de una orden.

Las órdenes individuales son órdenes para partes que son solicitadas exclusivamente cuando se necesitan. Los inventarios permanentes son materiales que se mantienen continuamente y hay varios métodos para reponer los inventarios cuando llegan a cierto nivel, por ejemplo; método de punto de reorden, doble caja, por paquete, lote, cantidad fija, intervalo fijo, etc., existen también algunos métodos basados en contratos con proveedores como: Envío parcial basado en el método de precio unitario, sistema de depósito.

Para seleccionar un método para inventario permanente, debe considerarse cada artículo y el tamaño de la pieza para ver si es posible, estimar qué cantidad debería ser usada.

Las partes de repuesto con las siguientes características deben designarse en el inventario permanente:

- ▶ Partes que deben ser compradas tres o cuatro veces al año.
- ▶ Partes, que es probable que fallen, entre períodos de mantenimiento.
- ▶ Partes con tiempo de envío más largo que los intervalos de servicio planeados.

"El método de cantidad fija es el más común para partes de repuesto. Este se establece determinando las cantidades mínima y máxima a mantener. La cantidad mínima es considerada ligeramente mayor a la suficiente para durar desde que se llega al mínimo hasta que una entrega normal restituye el nivel. La cantidad máxima se finca en consideraciones económicas. De esta forma la cantidad que equilibra estos dos puntos se considera la cantidad fija de repuestos a mantener en el inventario y, cuando se hace uso de éste, se ordena de inmediato la reposición de existencias, conservando constante la cantidad estipulada.

2.26. REDUCCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Cada compañía puede reducir sus costos de mantenimiento. Las prioridades son diferentes para las diferentes industrias y tipos de industria, pero varios puntos generales pueden ser observados:

- ▶ **"Revise los intervalos periódicos de mantenimiento.** Es importante introducir técnicas de diagnóstico de equipo y cambiar poco a poco, a los métodos basados en las condiciones.
- ▶ **Cambio de los contratos exteriores de mantenimiento preventivo al servicio interno.** El mantenimiento sub-contratado debe ser gradualmente hecho por personal de la empresa para que la ejecución sea más pronta.

- ✦ **Revise las partes de repuesto.** Reduzca el número de artículos en el inventario permanente del incremento el número de artículos de compra planeada.

- ✦ **Use el equipo ocioso efectivamente.** Intente conservar los recursos considerando si el equipo puede ser reconstruido.

- ✦ **Reduzca el uso de energía y recursos.** Una vuelta a la planta normalmente revela desperdicio de energía (vapor, agua, luces prendidas, etc.)

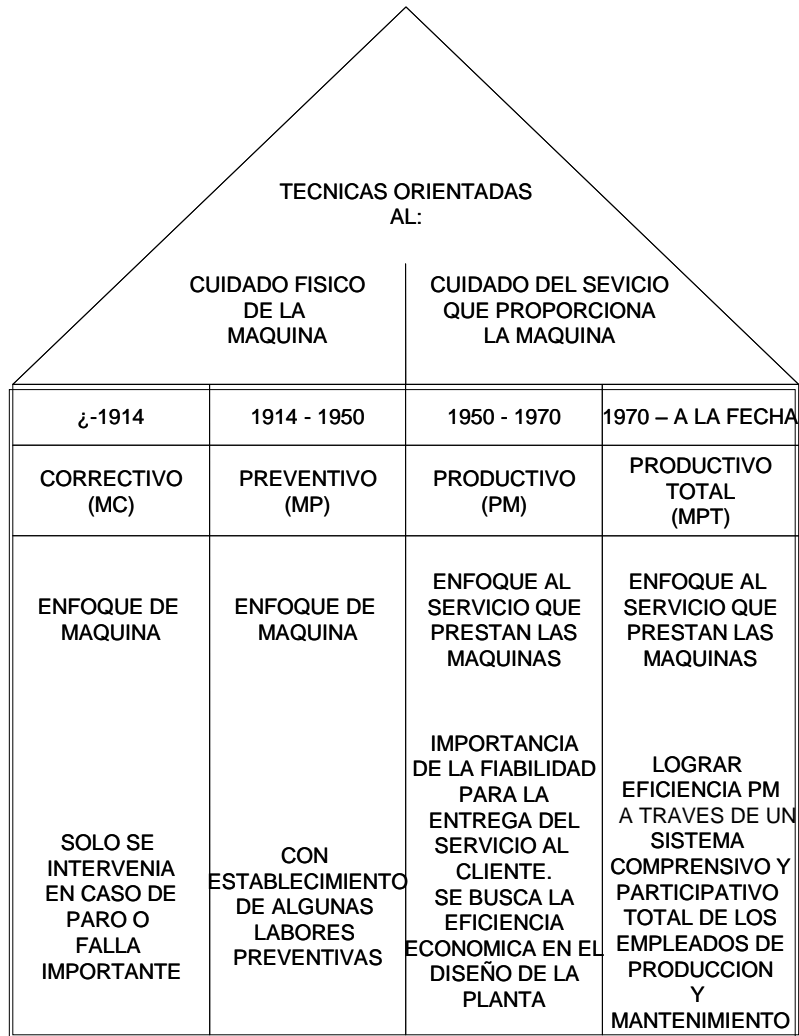
- ✦ **Elimine pérdidas en los equipos.** Maximizando la eficiencia, introduzca "Mantenimiento Productivo Total, el cual hace énfasis en la importancia que tiene involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en éstas labores (FIGURA 2.1)"

En 1880, se consideró que el trabajo humano intervenía en la elaboración de un producto o servicio en un 90% y el 10% restante era trabajo de la máquina. En la actualidad, se tiene la tendencia a invertir esta relación ya que en algunos casos las máquinas intervienen en más o menos 90% y el resto lo realiza la mano de obra. Esto obliga a la empresa moderna a basar sus utilidades en la eficacia de la conservación de sus recursos para la producción, por lo que es muy común ver que, entre empresas que elaboran productos similares con máquinas y procedimientos similares, la que obtiene mejores resultados en calidad y precio de sus procesos es aquella que ha logrado establecer un eficiente sistema de conservación.

Figura 2.1

Evolución de la función Conservación

EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



2.27. MATRIZ DOFA

DOFA (en inglés SWOT), es la sigla usada para referirse a una herramienta analítica que permitirá trabajar con toda la información que se poseamos sobre un negocio, útil para examinar las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas.

Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares del negocio y el entorno en el cual éste compite. El análisis DOFA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. Muchas de las conclusiones, obtenidas como resultado del análisis DOFA, serán de gran utilidad en el análisis del mercado y en las estrategias de mercadeo que se diseñe y que califiquen para ser incorporadas en el plan de negocios.

El análisis DOFA debe enfocarse solamente hacia los factores claves para el éxito de la empresa. Debe resaltar las fortalezas y las debilidades diferenciales internas al compararlo de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves del entorno.

Lo anterior significa que el análisis DOFA consta de dos partes: una interna y otra externa.

1.- La parte interna: tiene que ver con las fortalezas y las debilidades del negocio, aspectos sobre los cuales se tienen algún grado de control.

2.- La parte externa: mira las oportunidades que ofrece el mercado y las amenazas que se debe enfrentar en el mercado seleccionado. Aquí es necesario desarrollar toda nuestra capacidad y habilidad para aprovechar las oportunidades y para minimizar o anular esas amenazas, circunstancias sobre las cuales se tiene poco o ningún control directo.

FORTALEZAS Y DEBILIDADES: Consideremos áreas como las siguientes:

- ↳ Análisis de Recursos: Capital, recursos humanos, sistemas de información, activos fijos, activos no tangibles.

- ↳ Análisis de Actividades: Recursos gerenciales, recursos estratégicos, creatividad.

- ↳ Análisis de Riesgos: Con relación a los recursos y a las actividades de la empresa.

- ↳ Análisis de Portafolio: La contribución consolidada de las diferentes actividades de la organización.

OPORTUNIDADES Y AMENAZAS: Las oportunidades organizacionales se encuentran en aquellas áreas que podrían generar muy altos desempeños. Las amenazas organizacionales están en aquellas áreas donde la empresa encuentra dificultad para alcanzar altos niveles de desempeño.

Consideremos:

- ↳ Análisis del Entorno: estructura de la industria (proveedores, canales de distribución, clientes, mercados, competidores).

- ↳ Grupos de interés: gobierno, instituciones públicas, sindicatos, gremios, accionistas, comunidad.

- ↳ El entorno visto en forma más amplia: aspectos demográficos, políticos, legislativos, etc.

2.28. PINTURA ELECTROSTÁTICA EN POLVO

La pintura electrostática en polvo, es un proceso alternativo a la pintura líquida, mediante la aplicación de una carga electrostática a la pieza, La pintura que tiene una carga opuesta, se adhiere en toda la superficie por atracción aún en las partes más escondidas de la misma pieza, eliminando de esta manera zonas ciegas de pintura sin aplicar.

Posteriormente pasa a un horno de curado en donde la pintura se funde y fija, logrando con esto una adherencia y resistencia insuperables.

La composición de la pintura con resinas termo endurecidas sólidas, exentas de disolventes, permite que tras un tratamiento térmico, alcance características de acabado, adherencia, resistencia a la corrosión y durabilidad, muy superiores a los procesos de pinturas tradicionales.

La duración media del proceso para una pieza oscila entre 60 ó 90 minutos, siendo las características térmicas de la pieza, las que determinan en todo caso la relación temperatura/velocidad.

La pintura electrostática no contiene solventes, por lo que es amigable con el medio ambiente.

PRINCIPALES APLICACIONES

La pintura en polvo electrostática con resinas termo endurecidas tiene multitud de aplicaciones entre las que se pueden destacar:

Mobiliario Urbano

Muebles Metálicos (restaurante, oficina, hogar, informática, etc.)

Iluminación

Extintores

Piezas troqueladas

Rines automotrices

Expositores de Productos

Contenedores

Perfilaría de aluminio

Cerrajería

Estructuras

Radiadores

Los anteriores aplicaciones no excluyen muchísimas otras mas, que se pueden aplicar a un sinnúmero de piezas y artículos metálicos.



AMPLIA VARIEDAD DE COLORES PARA DIFERENTES FUNCIONES

Los acabados de las piezas metálicas dependen del tipo de pintura aplicada. Algunos tipos son propios e idóneos para sitios bajo techo y otros, de tipo poliéster, lo son para exteriores con alta resistencia mecánica y a la decoloración frente a los rayos U.V.

Existe una gran variedad de colores a aplicar.

Todas las pinturas utilizadas en recubrimientos en polvo tienen unas características de gran resistencia química y mecánica.

En general las pinturas a base de poliéster se aplicarán a piezas de exterior por su mayor exposición a los rayos U.V.

CAPÍTULO 3

EL MANTENIMIENTO DENTRO DE CERRAMEX

3.12 CERRAMEX S.A. DE C.V.

Cerraduras y candados Phillips S.A. de C.V., (CYCPSA), es un corporativo, el cual pertenece al ramo metal-mecánico, y que tiene como giro la producción de cerraduras, candados y accesorios para puertas y ventanas.

Fue fundada en 1958 como un taller de cerrajería, en aquel entonces contaba con una pequeña línea de productos que incluía: cepillos para hielo y ganchos para cama, junto con una pequeña línea de candados, cerraduras y pasadores.

Para 1961 se construye una planta en Naucalpan, Estado de México y ya en el año de 1962 se incluían 78 productos en el catálogo. A principios de la década de los 70`s era considerada como una empresa líder en su ramo.

En el año de 1983 la empresa inicio un programa enfocado a mejorar la calidad y la seguridad de los productos implementando líneas de producción en serie, un departamento de ingeniería y un programa de calidad total.

La planta CERRAMEX S.A. de C.V., fue inaugurada en 1990 y se encuentra ubicada hasta la fecha en: Pelicano #242, Colonia Granjas Modernas, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07460, México, D.F., Tel. 55-77-10-22, Fax 750-00-01, aumentando en un 50% la producción, solo en ese año y duplicándola al año siguiente.

La empresa fue creciendo por etapas, siendo en la actualidad conformada por cuatro plantas, que en su conjunto constituyen un área fabril de 40,000m². Esto permitió ofrecer una de las líneas de cerraduras, candados, bisagras y accesorios de fabricación propia más amplia del mundo.

Los mercados principales son Guatemala en Centroamérica, Colombia en Sudamérica, Taiwán en el continente asiático, España en Europa y Australia en Oceanía.

3.13 PRODUCTOS ELABORADOS

La extensa línea de cerraduras y accesorios fabricados hace del grupo *PHILLIPS*, una de las empresas más importantes del país en el ramo. Actualmente elabora más de 600 productos en diferentes empaques y acabados.

El corporativo posee una clasificación general de productos, que comprende: cerraduras de sobreponer para puertas, muebles, cajones, de perfil angosto para aluminio, etc. También maneja bisagras, candados y accesorios para puertas (TABLAS 3.1-3.3).

Por su parte, *CERRAMEX, S.A. DE C. V.*, empresa en la cual se basa el presente trabajo, se encarga de la manufactura de los productos con mayor demanda.

En particular, clasifica sus productos asignando un número para facilitar su identificación, dichos productos se incluyen en la TABLA 3.4 mostrando las características y presentación.

TABLA 3.1

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA PHILLIPS S.A. de C.V.¹





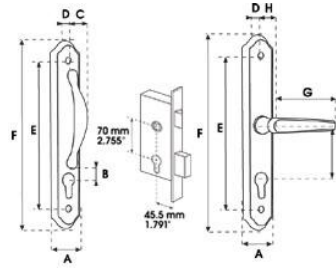

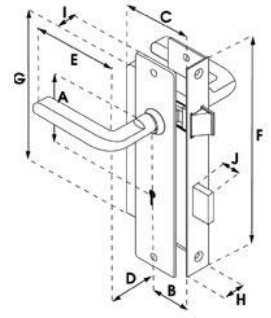

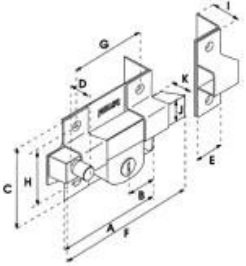
<p>Cerraduras para Muebles Metálicos y de Madera</p> <p>Para cajones, muebles y escritorios. Cerrojo de acero de acción vertical.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 21</p>  <p>ACABADOS C L < DETALLES ></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 63</p>  <p>ACABADO C < DETALLES ></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 65</p>  <p>ACABADOS C L < DETALLES ></p> </div> </div>
<p>Cerraduras de Embutir para Entrada Principal</p> <p>Herrajes de latón macizo para la cerradura 5000 de entrada principal. Exclusivo sistema reversible para adecuar el picaporte a puertas izquierdas o derechas sin desarmar ni desmontar la cerradura. Cilindro perfil europeo intercambiable por otros cilindros de alta seguridad.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 5000 EUROPA JM</p>  <p>ACABADOS L LA < DETALLES ></p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
<p>Cerraduras de Embutir para Recámara, Baño y Entrada</p> <p>Para recámaras e intercomunicación. El picaporte acciona con manijas. El cerrojo acciona con llave por ambos lados</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 150 MM</p>  <p>ACABADO C L < DETALLES ></p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
<p>Cerraduras de Sobreponer de Barra</p> <p>Cerrojo con picaporte integrado de acero sólido en una sola pieza. Opera con cierre de golpe y acciona con llave por ambos lados.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>MODELO 775</p>  <p>ACABADO C < DETALLES ></p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>

TABLA 3.2

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA PHILLIPS S.A. DE C.V.

<p>Candado de Latón Macizo Línea Robusta</p> <p>Cuerpo robusto para uso rudo. Candados fabricados en latón macizo con cilindro y mecanismo de pernos de latón. Resistente gancho de acero templado y cromado que ofrece mayor protección al corte, en tamaños corto o largo (GL). Resortes de acero inoxidable. Ideal para usos exteriores con alta resistencia anticorrosiva. Dos llaves de latón niqueladas</p> <p>Candados Especiales para Usos Múltiples</p> <p>Candado de latón macizo con diseño antipalanca para cortinas metálicas y otros usos. Pasador cilíndrico cromado de acero templado antisequeta. Seguro preventivo que impide retirar la llave para evitar dejar abierto el candado.</p>	<p>MOD. 12 MOD. 12 GL</p> <p>< DETALLES ></p> <p>MOD. 9</p> <p>< DETALLES ></p>
<p>Accesorios de Seguridad</p> <p>Pasador de acero sólido con cadena de seguridad adicional. Se acciona con botón de resorte</p> <p>Accesorio de seguridad ideal para puertas de entrada en hoteles, casas u oficinas. Fácil y rápida instalación de sobreponer</p> <p>Fijapuertas robusto de fundición metálica con goma antiderrapante. Instalado desde el interior actúa como palanca auxiliar contra entradas forzadas y protege la puerta contra corrientes de viento.</p>	<p>MODELO 48</p> <p>ACABADOS C L LA</p> <p>MODELO 44</p> <p>ACABADOS C L LA</p> <p>< DETALLES ></p> <p>MODELO 58</p> <p>ACABADOS C L LA CS</p> <p>< DETALLES ></p>

TABLA 3.3

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA PHILLIPS S.A. DE C.V.



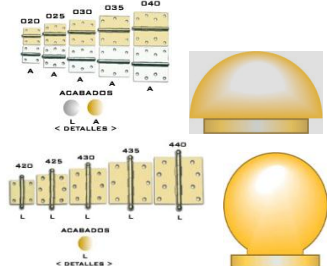
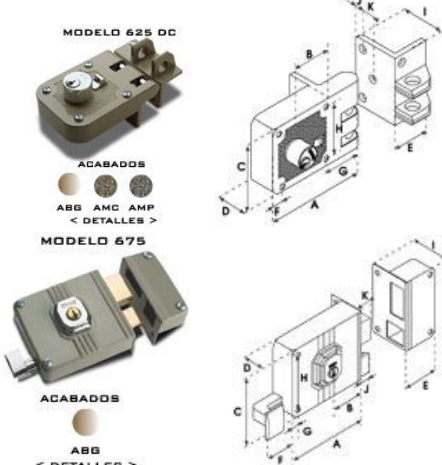
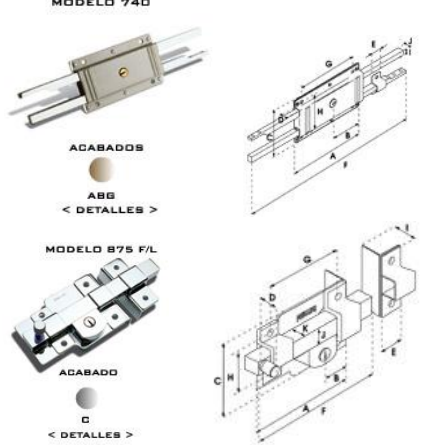
<p style="text-align: center;">BISAGRAS</p> <ul style="list-style-type: none">  Bisagras cuadradas  Bisagras rectangulares 	
<p>Cerraduras de Sobreponer para Puertas Metálicas y de Madera</p> <p>Para puertas corredizas o de abatir con exclusivo botón para doble seguridad. Cerrojo con picaporte integrado tipo mordaza con cierre de golpe vertical. Cilindro por ambos lados. Placa metálica para soldar y reforzar la instalación.</p> <p>Para aplicaciones de uso rudo en puertas de abatir. Cerrojo de dos pasos accionado con llave por ambos lados. El picaporte cierra de golpe y abre con llave por el exterior y jaladera por el interior.</p>	
<p>Cerraduras de Sobreponer de Barra para Cortinas Metálicas</p> <p>Dos cerrojos de acero sólido con mecanismo de cremallera que se extienden en direcciones opuestas con un corte en escuadra en los extremos para añadir extensiones. Su instalación puede ser horizontal o vertical. Opera con llave por ambos lados. Soldable.</p> <p>Cerrojo extra grande de acero sólido con carrera de 78.6 mm, accionado únicamente con llave por ambos lados. Versión F (Fija); o que puede ser accionado manualmente por el interior como pasador o con llave por ambos lados. Versión L (Libre).</p>	

TABLA 3.4

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA PHILLIPS S.A. DE C.V.

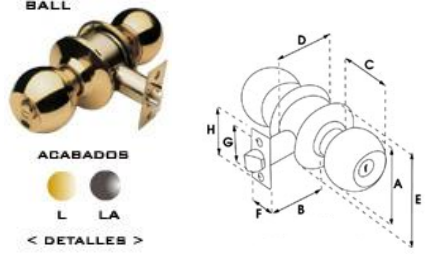

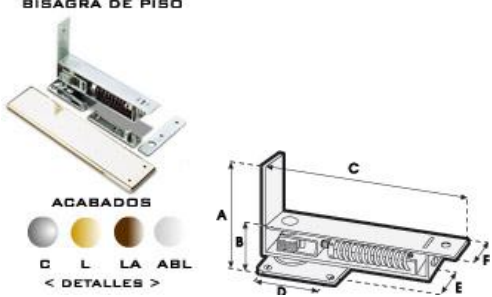

<p>Cerraduras Cilíndricas</p> <p>Recámara / Entrada Con llave exterior y pomo libre interior con botón. Ambos pomos retraen el pestillo. El botón interior fija el pomo exterior. La llave exterior o un giro interior desactivan el botón. El botón queda fijo al cerrar la puerta. Cerrojo reversible, incluye pestillo de seguridad</p>	<p>MODELO 6300 BALL</p>  <p>ACABADOS L LA</p> <p>< DETALLES ></p>
<p>Candados Metálicos</p> <p>Cuerpo robusto para uso rudo. Gancho de acero templado y niquelado de protección extra al corte. Cilindro y pernos de latón macizo. Resortes de acero inoxidable. Gancho en tamaños corto y largo (GL). Dos llaves de latón niqueladas.</p>	<p>MOD.112 MOD.112 GL</p>  <p>< DETALLES ></p>
<p>Accesorios Hidráulicos y Bisagras de Piso de Doble Acción</p> <p>Bisagra de piso de doble acción para puertas de vaivén. Especial para cocinas, baños, pasillos, etc. Equipada con sistema de resorte ajustable que permite regular la fuerza de apertura y cierre de la puerta. Exclusivo diseño que le permite girar hasta 1160 (grados) hacia el interior o el exterior. Única con topes a 00, 880 y 1160 (grados) en ambas direcciones. Componentes de acero endurecido tratados contra la corrosión para garantizar una máxima duración. Incluye balín para facilitar el funcionamiento y tornillo de ajuste para centrar la puerta. Bibel de contrapunto que fija la parte superior de la puerta al marco. Placa de canto posterior y dos placas laterales en finos acabados protegidos con laca epóxica automotiva. Instalación: De embutir en puertas con espesor de 32 mm. a 44 mm.</p>	<p>MODELO 1500 BISAGRA DE PISO</p>  <p>ACABADOS C L LA ABL</p> <p>< DETALLES ></p>
<p>Candados Especiales para Usos Múltiples</p> <p>Candado de combinación de disco de tres dígitos con gancho de acero templado y cromado antisequeta, cuerpo reforzado de acero inoxidable, cierre automático e inoperable en atentados forzados.</p>	<p>MOD. 7</p>  <p>ACABADOS ANE AVL ANA AAM ACF AVD AAZ</p> <p>< DETALLES ></p>



TABLA 3.5

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA CERRAMEX S.A. DE C.V.

MODELO	DESCRIPCION DE USO	PRESENTACIONES
<p style="text-align: center;">715 MODELO 715 IF CA</p>  <p style="text-align: center;">ACABADOS ABG AMP < DETALLES ></p>	<p>Cerraduras para puertas de aluminio y madera, adaptable a puertas corredizas y de abatir. Alta resistencia contra ganzúas, violaciones y entradas forzadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Color Beige , clásica e instala fácil ➤ Color martillado plateado. Clásica e instala fácil.
<p style="text-align: center;">21 MODELO 21</p>  <p style="text-align: center;">ACABADOS C L < DETALLES ></p>	<p>Para cajones, muebles y escritorios con cerrojo de acción vertical</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cromo ➤ Latón
<p style="text-align: center;">6 MOD. LI-60</p>  <p style="text-align: center;">< DETALLES ></p>	<p>Gancho de acero endurecido y cromado que ofrece mayor protección al corte. Doble cerrojo. Pernos de latón macizo de carrete para mayor seguridad contra ganzúas. Sello de hule que evita la penetración de agua. Resortes de acero inoxidable. Cuerpo, cilindro y mecanismo de latón macizo. Dos llaves de latón niqueladas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Natural, gancho largo y corto. ➤ Color amarillo, rojo y azul, gancho largo y corto.

TABLA 3.6

PRINCIPALES PRODUCTOS QUE ELABORA LA EMPRESA CERRAMEX S.A. DE C.V.

MODELO	DESCRIPCION DE USO	PRESENTACIONES
<p style="text-align: center;">625 MODELO 625</p>  <p style="text-align: center;">ACABADOS ABG AMC AMP < DETALLES ></p>	<p>Para puertas corredizas o de abatir con exclusivo botón para doble seguridad. Cerrojo con picaporte integrado tipo mordaza con cierre de golpe vertical. Cilindro por el exterior con perilla por el interior. Placa metálica para soldar y reforzar la instalación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Color beige y martillado, plateado con perilla o doble cilindro
<p style="text-align: center;">58 MODELO 58</p>  <p style="text-align: center;">ACABADOS C L LA CS < DETALLES ></p>	<p>Fijapuertas robusto de fundición metálica con goma antiderrapante. Instalado desde el interior actúa como palanca auxiliar contra entradas forzadas y protege la puerta contra corrientes de viento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gris metálico. ▶ Dorado ▶ Duradonic. ▶ Blanco. ▶ Bronce. ▶ Negro. <p>Todos con accionamiento de manivela</p>

3.14 MODELOS ACTUALES DE TRABAJO

A pesar de que todas las cerraduras y accesorios para puertas y ventanas elaborados en CERRAMEX, S.A. DE C.V. tienen operaciones similares, no se producen todos simultáneamente, teniéndose condiciones, tales como:

- ↳ Múltiples acabados en los productos manufacturados.
- ↳ Gran similitud en los procesos de producción de todos los productos.
- ↳ Demanda intermitente y bajos volúmenes de producción en una gran cantidad de productos.
- ↳ Se requiere una gran flexibilidad para adaptarse a modificaciones.

La empresa en estudio se encuentra establecida sobre un terreno de aproximadamente 10,000 m², dividiéndose la planta en tres áreas principales de manufactura (TABLA 3.7)

TABLA 3.7
AREAS DE MANUFACTURA DE CERRAMEX, S.A. DE C.V.²
SE DIVIDE EN TRES ÁREAS

AREA	DEPARTAMENTOS QUE LA INTEGRAN
ACABADOS	↳ Fundición. ↳ Pulido. ↳ Vibrado. ↳ Galvanoplastia.
COMPONENETES	↳ Tornos. ↳ Prensas. ↳ Llaves. ↳ Muelles y resortes. ↳ Pintura electrostática.
ENSAMBLE	↳ Líneas de ensamble de los diferentes modelos de cerraduras producidas

3.15 **PROBLEMÁTICA ACTUAL DE CERRAMEX**

CERRAMEX, S.A. DE C. V., se concibió inicialmente como una planta para la manufactura de productos de alto volumen; sin embargo, la exigencia del mercado la obligó a generar una variedad de productos, formas, colores y propiedades diferentes hasta llegar a tener una gran cantidad de productos de bajo volumen y pocos de alto volumen. Esto propició el surgimiento de un sistema de manufactura híbrido, es decir, por un lado se tiene un sistema de manufactura repetitivo para los productos de alto volumen y poca variedad, y por otro lado se tiene un sistema de manufactura intermitente para productos de mucha variedad y poco volumen.

La gran cantidad y variedad de productos la obligó a mantener una flexibilidad y eficiencia en cada uno de los subprocesos, característica que le ha permitido cumplir hasta cierto punto con los programas de producción; entendiendo por **FLEXIBILIDAD DE PROCESO**, la facilidad de manipular y modificar la secuencia de operaciones e implementar medios para agilizar su ejecución, en la elaboración de un producto.

Sin embargo, algunos equipos fueron concebidos y diseñados para la producción de componentes de alto volumen de producción y poca variedad, y varios tuvieron que adaptarse para satisfacer las necesidades del mercado. Hubo equipos que por sus características tuvieron la suficiente flexibilidad para adaptarse a la variedad de productos nuevos y otros sin embargo tuvieron la tendencia a convertirse en **CUELLOS DE BOTELLA**, es decir, la ejecución de las operaciones correspondientes registraban un ritmo de producción inferior al de los procesos precedentes, resultando un considerable número de productos en espera de ser procesados, por no tener la flexibilidad, dado que no permitían la manipulación o modificación del proceso en sí, para adaptarse a la variedad de productos que debían manufacturarse.

Actualmente, la empresa, lleva a cabo periódicamente el análisis de la capacidad de producción de sus distintas áreas de trabajo, tarea que le resulta vital para conocer su capacidad de cumplimiento con las órdenes de producción planeadas.

A través de dicho análisis, la empresa ha detectado que ocasionalmente la capacidad instalada de las distintas áreas ya está saturada y a pesar de recurrir a alternativas tales como tiempo extra, o maquila para cumplir con sus programas de producción, la capacidad aún es insuficiente o la producción se logra a un costo muy alto.

El cálculo de la capacidad de producción además de servirle como parámetro para la toma de decisiones respecto a los compromisos de producción, le ha permitido detectar las áreas que están actuando como cuellos de botella, retrasando su producción. Gracias al control estadístico de la empresa, se sabe que el **AREA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA DE CERRAMEX, S.A. DE C. V.**, se encuentra en este caso (y el más preocupante), como se aprecia a través de la información mostrada en el siguiente apartado, la cual fue proporcionada por la empresa.

Dado que el proceso de **PINTURA ELECTROSTÁTICA DE CERRAMEX, S.A., DE C. V.**, mantiene su eficiencia con base en los resultados obtenidos en cada una de las operaciones desarrolladas, se hace necesario un análisis particular del área, para determinar las causas de su bajo índice de: producción, por lo cual, el área tomó como objeto de estudio para el desarrollo del presente trabajo dado que tiene un gran impacto en las actividades productivas de la misma, considerándose como una de las áreas vitales para la terminación eficientemente varios de los procesos.

3.15.1 PROBLEMÁTICA DEL ÁREA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA.

El equipo de pintura electrostática con que cuenta **CERRAMEX, S.A. DE C. V.**, inicialmente tuvo la cualidad y capacidad de adaptarse a las exigencias del mercado gracias a sus características de diseño y funcionalidad, permitiendo a la empresa satisfacer el gusto de sus clientes, a quienes les atrae poderosamente el color y acabado de las cerraduras. Con el tiempo, tales aspectos del equipo se han nulificado desventajosamente, convirtiendo a esta área en un cuello de botella crítico debido a que, desde que fue concebido el equipo de pintura, su funcionamiento se especificó para altos volúmenes de producción y aplicación exclusiva de 2 colores (**BEIGE Y SILVER VEIN**), situación que se contrapone a la actual necesidad de aplicar una gama de 12 colores como consecuencia de la innovación en el diseños de sus productos,

obligando al departamento a atravesar por diversas complicaciones en su proceso, que se exponen a continuación.

Con el crecimiento en la gama de colores aplicados, en el área fue inevitable la exigencia de flexibilidad en el proceso, característica que era totalmente nula, ya que al pintar o realizar un cambio de color se genera una atmósfera densa de pigmento que contamina las piezas pintadas en otro color, por tanto, solo era posible pintar un color a la vez.

Un cambio de color en la caseta automática consume un promedio de 3 horas, con lo cual, cumplir con los volúmenes de producción de dos colores en un principio era bastante sencillo, porque era posible generar la cantidad de componentes en color BEIGE que requerían en las líneas de producción, así como un inventario suficiente para compensar el tiempo en que se realizaría el cambio de color y la manufactura en piezas de color SILVER VEIN.

La planeación de la producción en el área de pintura se fue complicando cuando la gama de colores fue aumentando y llegó un momento en que fue necesario realizar hasta tres cambios en un día, implicando una pérdida de tiempo por cambios de color equivalente a 9 horas, que representa el 40% de las 22.5 horas disponibles en tres turnos de trabajo. Para reducir el tiempo suplementario se compró un equipo para *APLICACIÓN MANUAL DE PINTURA ELECTROSTÁTICA*, en cuyo caso un cambio de pintura implica 1 hora.

Actualmente, el color *BEIGE* se aplica exclusivamente en la caseta automática y en casos extremos se suele hacer un cambio de color en ésta; el resto de la gama de colores se aplican en la caseta manual.

La demanda de productos en la empresa no registra una cantidad fija mensual, es variable, por lo cual los requerimientos de producción también son variables mes con mes. La productividad de la empresa la determina relacionando la demanda establecida para determinado mes contra la producción real generada para satisfacer tal demanda.

De esta forma, según estudios de capacidad de producción realizados por la empresa, el área de **PINTURA ELECTROSTÁTICA** es uno de los procesos que requiere una capacidad de producción superior a la capacidad disponible, y que se constata con los siguientes datos:

La producción requerida total de componentes pintados considerando *toda la gama de colores aplicados*, a fin de cubrir el volumen de producción que marcó el presupuesto para el año 2008 se muestra en la TABLA 3.8 (Gráfico 3.1), así como la producción requerida en los meses de enero y febrero del 2009.

Debido a la tendencia creciente en la producción se prevé, un crecimiento en la capacidad requerida del departamento de pintura, sin embargo, el panorama que se vislumbra no es muy agradable, ya que durante el 2008 no se logró cumplir con los niveles de producción requeridos por los medios instalados para tal fin, pues se ha registrado una capacidad de producción menor a la capacidad instalada TABLA 3.9 (Gráfico 3.2), circunstancia que obliga a la empresa a valerse de recursos tales como la maquila para generar el inventario de reserva de componentes, y tiempo extra, para completar los faltantes de producción que no se logran en los turnos de trabajo normales, a fin de cubrir al cien por ciento las órdenes de trabajo que cubran su demanda. Esto se traduce directamente como una señal de baja productividad, a pesar de contar con los dos sistemas de aplicación de pintura.

Tabla 3.8
% bimestral promedio, de crecimiento en producción del
2008 y primer bimestral del 2009

Bimestre	Producción Requerida	% Crecimiento respecto a bimestre anterior
Enero - Febrero / 08	494469	-
Marzo – Abril / 08	534864	8.17%
Mayo - Junio / 08	624825	16.82%
Julio - Agosto / 08	630589	0,92%
Septiembre - Octubre / 08	683475	8.39%
Noviembre-Diciembre/ 08	654113	-4.30%
Enero - Febrero / 09	699400	6.92%
Porcentaje promedio de crecimiento		6.15%

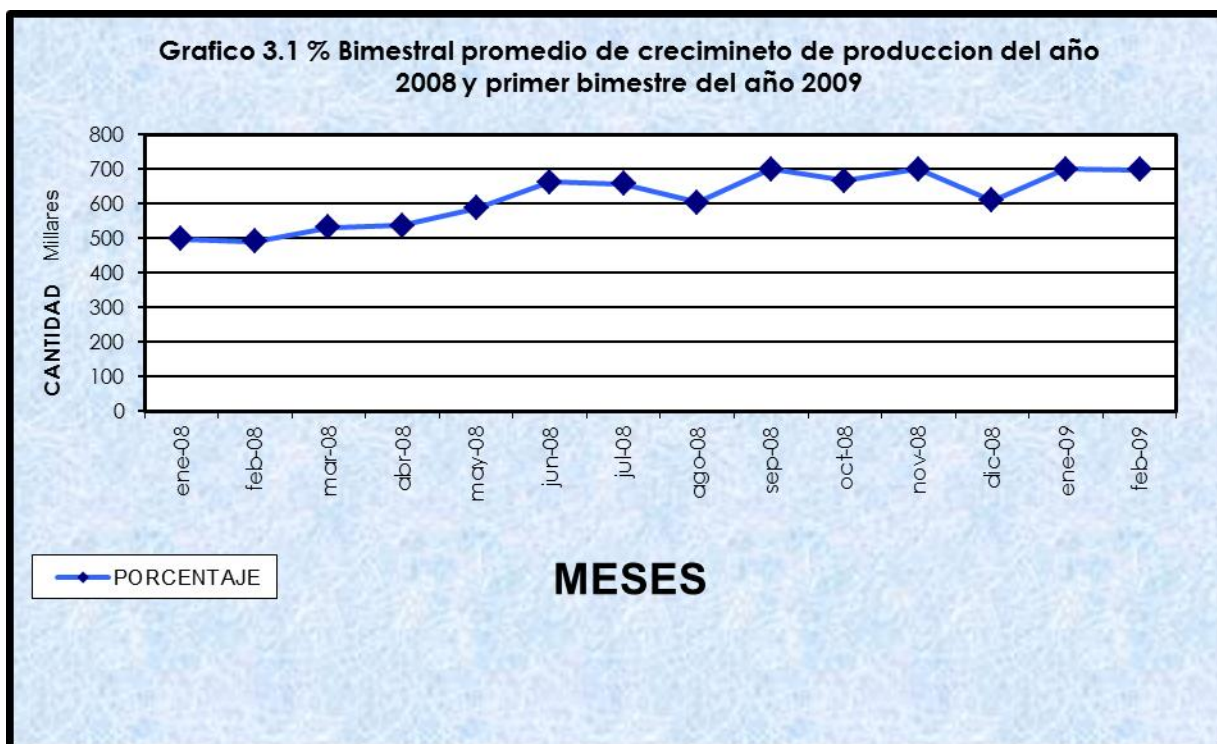
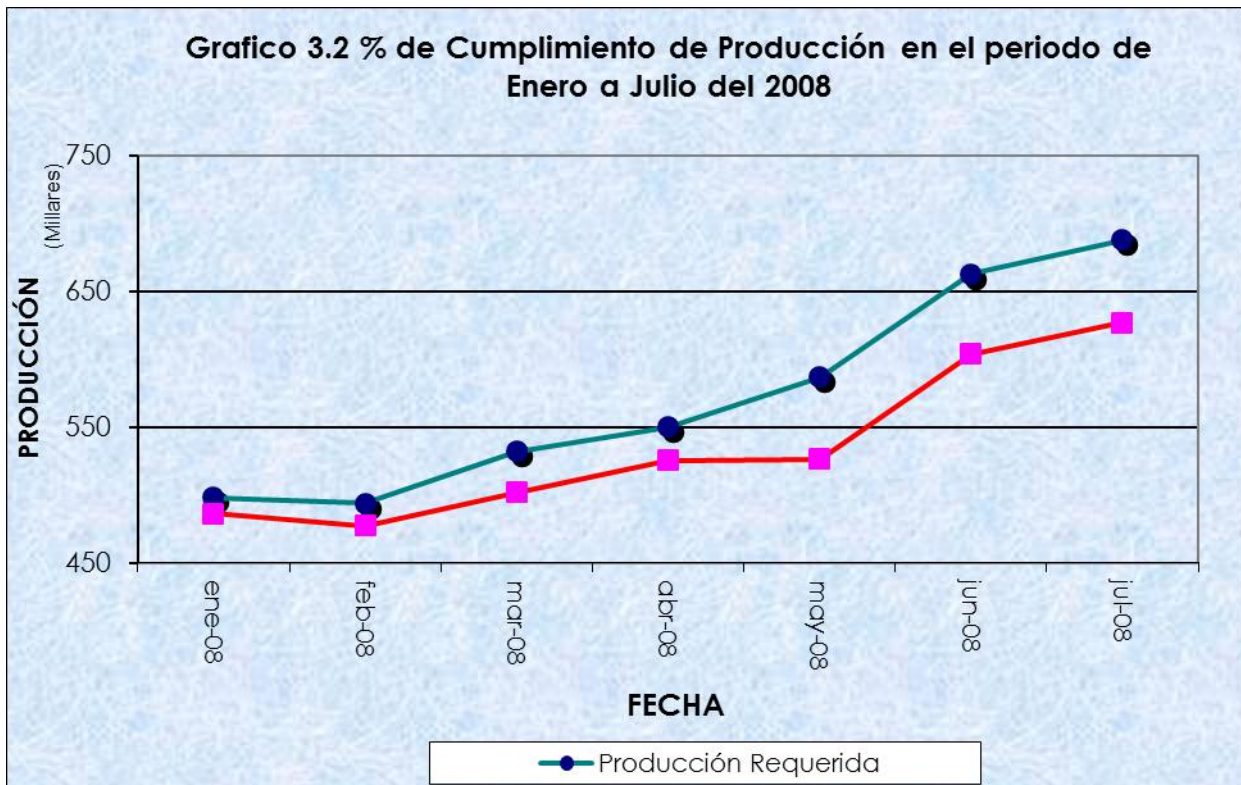


Tabla 3.9

% de cumplimiento de producción mensual en el periodo de Enero a Julio del 2008

MES	PRODUCCIÓN REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	RECURSOS UTILIZADOS	% CUMPLIMIENTO	MOTIVOS DE DESVIACIÓN
Ene-08	498478	486700	Producción normal, maquila, tiempo extra	97.64%	Paros de maquinaria por mantenimiento
Feb-08	494238	477660	Producción normal, maquila, tiempo extra	96.65%	Materia prima fuera de especificación
Mar-08	531996	501867	Producción normal, maquila	94.34%	Fallas en maquinaria
Abr-08	550174	525605	Producción normal, maquila, tiempo extra	95.53%	Uso de recursos de maquila y tiempo extra
May-08	586884	526454	Producción maquila normal,	89.70%	Tiempos muertos por capacitación de personal
Jun-08	662766	603780	Producción normal, maquila	91.10%	Capacidad de subprocesos saturada
Jul-08	687430	626676	Producción normal, maquila, tiempo extra	91.16%	Detección de defectos en productos
% Promedio de cumplimiento				93.73%	



3.16 ANÁLISIS DE BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA.

De acuerdo con la clasificación de productos mostrada en la TABLA 3.10 es posible observar que uno de los productos de mayor demanda es el modelo 715, el cual representa el 48% de la producción total y por ende es el producto que demanda mayor capacidad en todas las áreas de la empresa; pero en particular, este modelo tiene una gran repercusión en las actividades del área de pintura, ya que su "caja" y "contra" requieren ser pintadas.

Otros modelos como el candado L1-60, fija puertas modelo 58 y la cerradura modelo 625, también llevan componentes pintados, sin embargo su volumen es mucho menor en comparación con el modelo 715. El modelo 21 representa un volumen de producción significativa, sin embargo, solo se conforman de componentes con recubrimientos electrolíticos y no influyen en las actividades productivas del área.

Los modelos mencionados representan en conjunto el 94% (GRÁFICO 3.3) de la producción total, el 6.0% restante lo representan otros modelos de mucho menor volumen pero de mayor variedad en presentaciones (algunos no llevan componentes pintados, o bien se les aplica otros colores o recubrimientos electrolíticos).

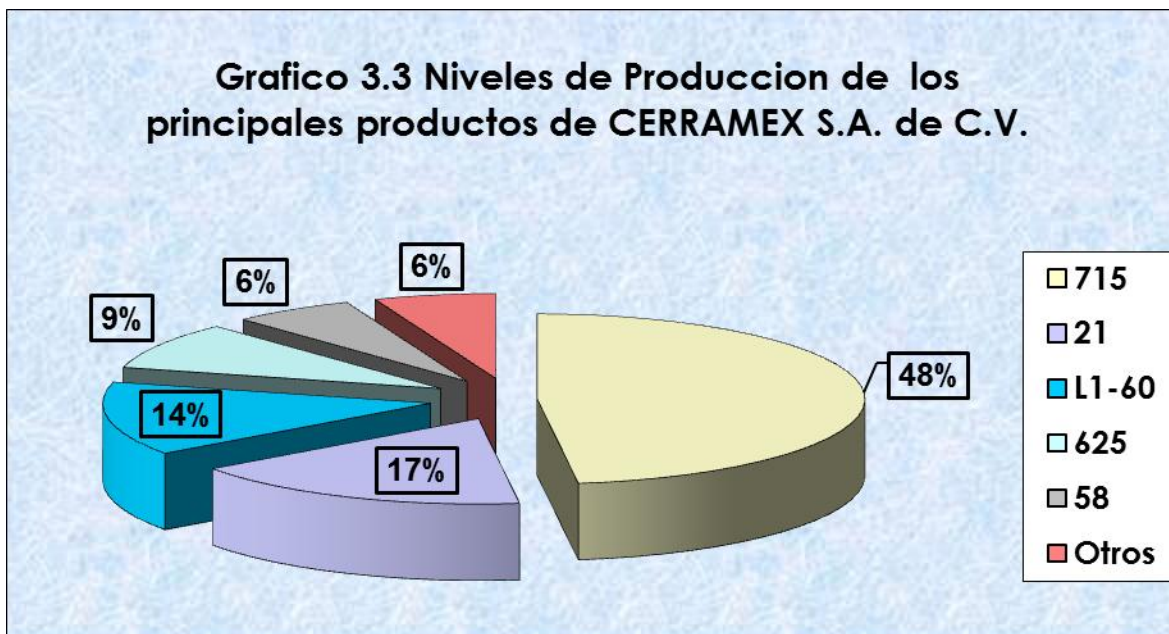
Tabla 3.10

Niveles de Producción de los principales productos de CERRAMEX S.A. de C.V.

MODELO	DESCRIPCION DE USO	DEMANDA PROMEDIO MENSUAL (PZAS.)	% REPRESENTATIVO RESPECTO A LA PRODUCCION TOTAL.
<p>MODELO 715 IF CA</p>  <p>ACABADOS ABG AMP < DETALLES ></p>	<p>Cerraduras para puertas de aluminio y madera, adaptable a puertas corredizas y de abatir. Alta resistencia contra ganzúas, violaciones y entradas forzadas</p>	241,000	48%
<p>MODELO 21</p>  <p>ACABADOS C L < DETALLES ></p>	<p>Para cajones, muebles y escritorios con cerrojo de acción vertical</p>	86,300	17%
<p>MOD. LI-60</p>  <p>< DETALLES ></p>	<p>Gancho de acero endurecido y cromado que ofrece mayor protección al corte. Doble cerrojo. Pernos de latón macizo de carrete para mayor seguridad contra ganzúas.</p>	70,000	14%
<p>MODELO 625</p>  <p>ACABADOS ABG AMC AMP < DETALLES ></p>	<p>Para puertas corredizas o de abatir con exclusivo botón para doble seguridad. Cerrojo con picaporte integrado tipo mordaza con cierre de golpe vertical. Cilindro por el exterior con perilla por el interior. Placa metálica para soldar y reforzar la instalación.</p>	42,600	9%
<p>MODELO 58</p>  <p>ACABADOS C L LA CS < DETALLES ></p>	<p>Fijapuerta robusto de fundición metálica con goma antiderrapante. Instalado desde el interior actúa como palanca auxiliar contra entradas forzadas y protege la puerta contra corrientes de viento.</p>	25,000	6%
PORCENTAJE TOTAL REPRESENTADO POR ESTOS MODELOS		464,900	94%

PORCENTAJE DEL RESTO DE LOS MODELOS	32,319	6%
DEMANDA TOTAL DE PRODUCTOS.	497,219	100%

Gráfico 3.3 Niveles de Producción de los principales productos de CERRAMEX S.A. de C.V.



En las Tablas 3.11 a 3.14 (Gráficos 3.4 a 3.8) se muestra la producción real del área de pintura electrostática, desglosada de acuerdo al color aplicado, apreciando los niveles de producción de componentes en color **BEIGE** y el nivel de producción de componentes pintados en los diversos colores que ofrece la empresa, la capacidad de producción del área de pintura, así como los porcentajes de cumplimiento del área.

Se puede observar que, durante los primeros siete meses del año, el nivel de producción que la empresa reflejó fue bajo en lo que a los componentes de colores se refiere, en ninguno de estos meses se logró por lo menos, acercarse al nivel de producción requerido, las causas de este problema se tienen bien identificadas y pertenecen a la deficiencia en las labores de mantenimiento de la maquinaria de pintado y los equipos del área de pintado, ya que reducen considerablemente la capacidad de producción de esta área impidiendo aprovecharla al cien por ciento, afectando directamente los niveles de producción de las líneas de ensamble que requieren componentes con un color diferente al **BEIGE**, ya que los componentes pintados van directamente a éstas.

Los principales problemas del área de pintado son los siguientes:

1. No se realizan cambios de boquillas de los aspersores
2. No se realiza cambio de filtro en compresora de Caseta Manual
3. Insuficiente engrase de Cadena de Transmisión
4. Deficiente limpieza en Tolvas
5. No se realiza cambio de filtro en compresora de Caseta Automática.
6. No se realiza Limpieza en Racks
7. Deficiente limpieza general en Horno
8. No se realiza cambio de filtro en compresora de Secado
9. Remoción de sedimentos acumulados en los fondos de las tinas.
10. Insuficiente limpieza de las ventilaciones del horno de curado.
11. Insuficiente limpieza de termómetro en el horno de curado.
12. Mala programación de la producción
13. Falta de materia prima
14. Velocidad del transportador
15. No se realiza cambio de resistencias eléctricas en horno de secado.
16. No se realiza cambio de filtro en horno de secado
17. No se realiza cambio de resistencias eléctricas en campanas de los aspersores.

Para facilitar el análisis de los problemas mencionados se generalizaron como “Acciones rutinarias insuficientes en equipo y maquinaria” los siguientes:

1. Cambio de boquillas de los aspersores
2. Engrase de Cadena de Transmisión
3. Limpieza en Racks
4. Cambio de resistencias eléctricas en horno de secado.
5. Cambio de resistencias eléctricas en campanas de los aspersores.

Como “Programa inadecuado de limpieza en maquinaria y equipo” se encuentran:

1. Cambio de filtro en compresora de Caseta Manual
2. Limpieza en Tolvas
3. Cambio de filtro en compresora de Caseta Automática.
4. Limpieza general en Horno
5. Cambio de filtro en compresora de Secado
6. Limpieza de las ventilaciones del horno de curado.

Lo anterior se justifica debido al alto impacto de mantenibilidad que tiene cada una de las actividades antes mencionadas, además de encontrar una solución en conjunto que resuelva cada una de ellas.

Reagrupando los datos anteriores y aplicando el **PRINCIPIO DE PARETO** se tiene que:

No.	Problema a analizar	Causas registradas
1	Programa inadecuado de Limpieza en maquinaria	47
2	Mala programación de la producción	10
3	Falta de materia prima	6
4	Acciones rutinarias insuficientes en equipo y maquinaria	104
5	Velocidad del transportador	4
6	Imposibilidad de pintar dos colores simultáneamente	15
7	Otros	14
	TOTAL	200

Ordenándolos por grado de importancia que darían de la siguiente manera.

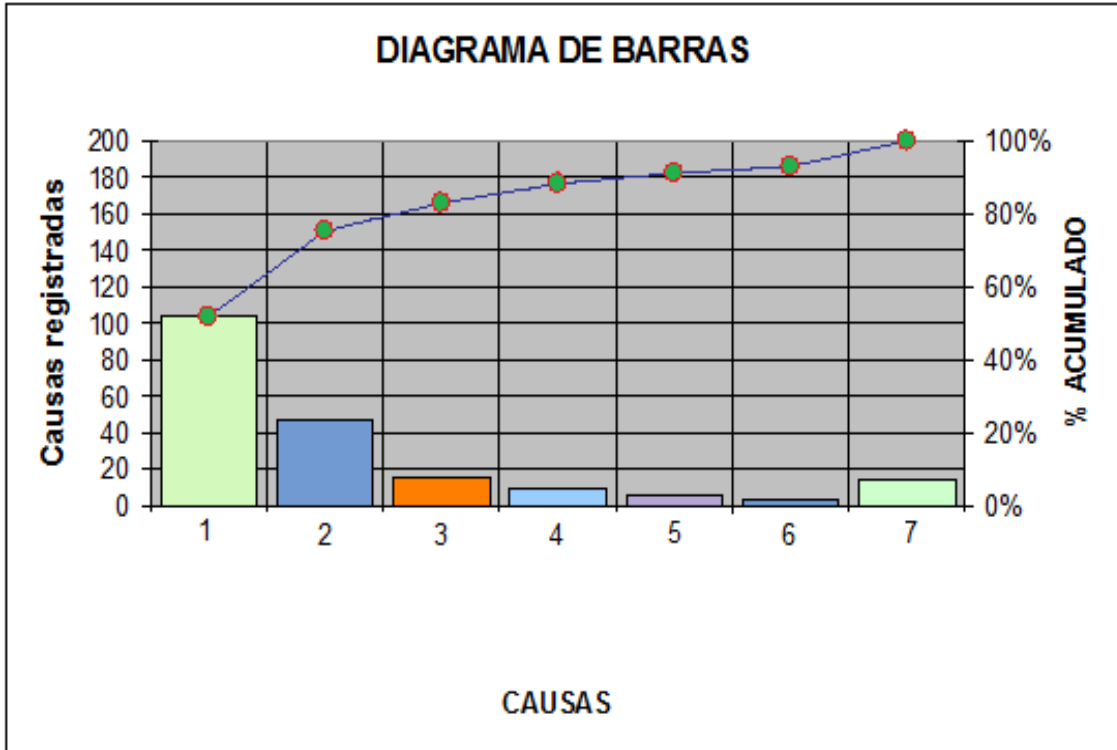
No.	Problema a analizar	Causas registradas	Total Acumulado	%	% Acumulado
1	Acciones rutinarias insuficientes en equipo y maquinaria	104	104	52%	52%
2	Programa inadecuado de Limpieza en maquinaria	47	151	24%	76%
3	Imposibilidad de pintar dos colores simultáneamente	15	166	8%	83%
4	Mala programación de la producción	10	176	5%	88%
5	Falta de materia prima	6	182	3%	91%
6	Velocidad del transportador	4	186	2%	93%
7	Otros	14	200	7%	100%
	TOTAL	200	200	100%	100%

Con los promedios de los porcentajes obtenidos en las tablas, se determino que los productos de mayor demanda son los que solo utilizan un color (Beige o silver vein) lo cual nos representa el 77.23% del total de productos fabricados, mientras que el 5.94% corresponde a los productos que ocupan varios colores y el 16.83% no incluyen componentes pintados.

Haciendo mención del principio de Pareto, el cual nos dice que el 20% de las causas originan el 80% de los efectos. El 80% restante de las causas ocasionan el 20% de los efectos.

Lo cual nos indica que el 20% son los productos de mayor demanda y el 80% de los efectos de esto es que hay una baja productividad, el mantenimiento de la maquina tiene que ser mas constante, la perdida de tiempo para cambiar los colores entre otros efectos.

Mientras que el otro 80% restante son los productos no pintados y otros productos de varios colores y el 20% de son los efectos los cuales a causa de esto hay que hacer cambio de pintura en las maquinas, su baja productividad y el tiempo. (TABLA 3.15).



LOS NÚMEROS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE DE DEBAJO DE LA GRAFICA INDICA LAS CAUSA QUE ESTÁN ORDENADAS EN LA TABLA

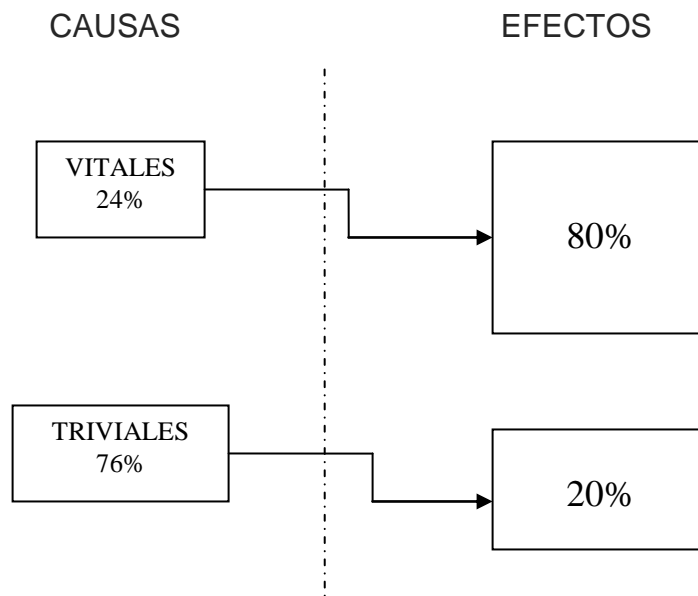


Tabla 3.11

Comparativo de producción requerida vs. Producida en el periodo de Enero a Julio del 2008:

Caseta Automática (Color Beige)

Mes	Pzs. totales Requeridas	Pzs reales producidas
Ene-08	442280	440510
Feb-08	449638	445860
Mar-08	489592	468218
Abr-08	506618	494176
May-08	520976	491600
Jun-08	598508	564828
Jul-08	605246	575862

Tabla 3.12

Comparativo de producción requerida vs. Producida en el periodo de Enero a Julio del 2004:

Caseta Manual (Otros Colores)

Mes	Pzs totales Requeridas	Pzs reales producidas
Ene-08	56198	46190
Feb-08	44600	31800
Mar-08	42404	33649
Abr-08	43556	31429
May-08	65908	34854
Jun-08	64258	38952
Jul-08	82184	50814

Tabla 3.12.1

Comparativo de producción requerida vs. Producida en el periodo de Enero a Julio del 2004:

No incluye componentes pintados.

Mes	Pzs totales Requeridas	Pzs reales producidas
Ene-08	159228	130872
Feb-08	126367	90100
Mar-08	120145	95339
Abr-08	123409	89049
May-08	186739	98753
Jun-08	182064	110364
Jul-08	232855	143973

NOTA: LA EFECTIVIDAD DE LOS ELEMENTOS NO PINTADOS ES PROPORCIONAL A LOS ELEMENTOS PINTADOS, YA QUE SON COMPLEMENTOS QUE SE ENSAMBLA EN LA ULTIMA ETAPA DEL PROCESO.

GRAFICO 3.4 % CUMPLIMIENTO DE PRODUCCION EN EL PERIODO DE ENERO A JULIO DEL AÑO 2008: NO INCLUYE COMPONENTES PINTADOS

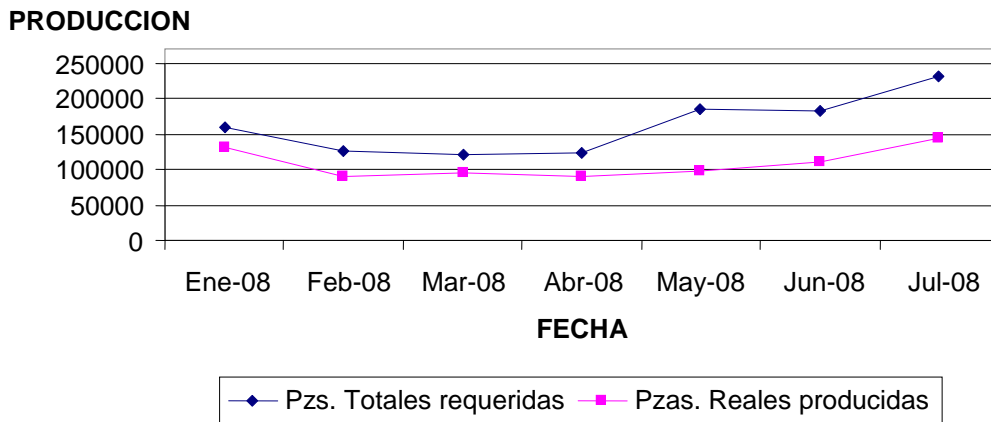
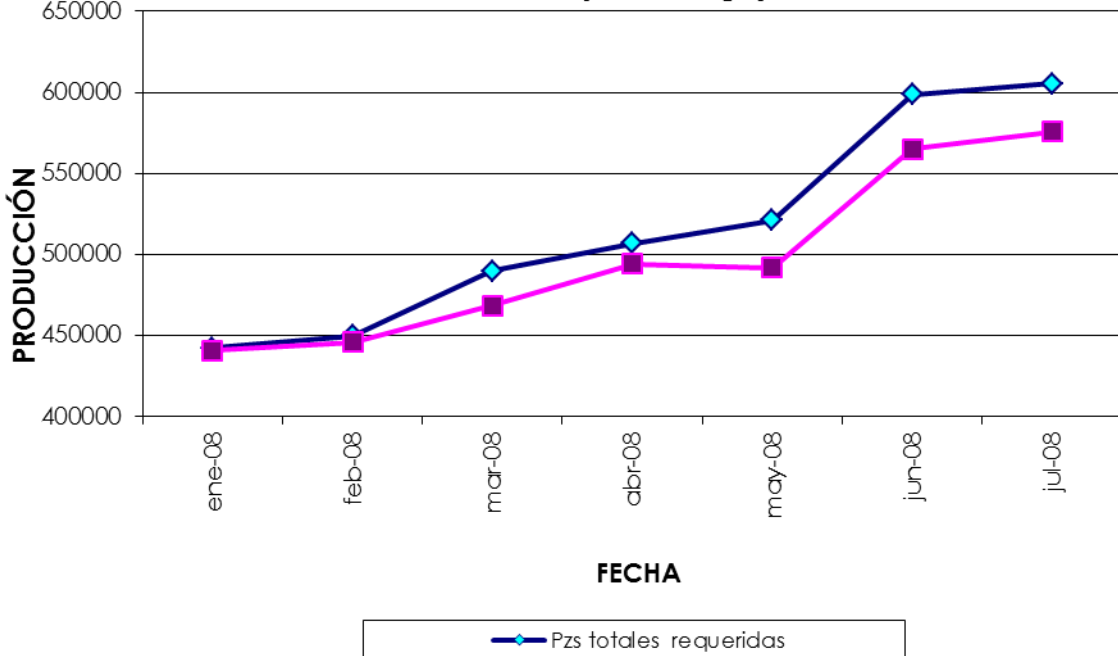


GRAFICO 3.5 % DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN EN EL PERIODO DE ENERO A JULIO DEL AÑO 2008: CASETA AUTOMÁTICA (color beige)



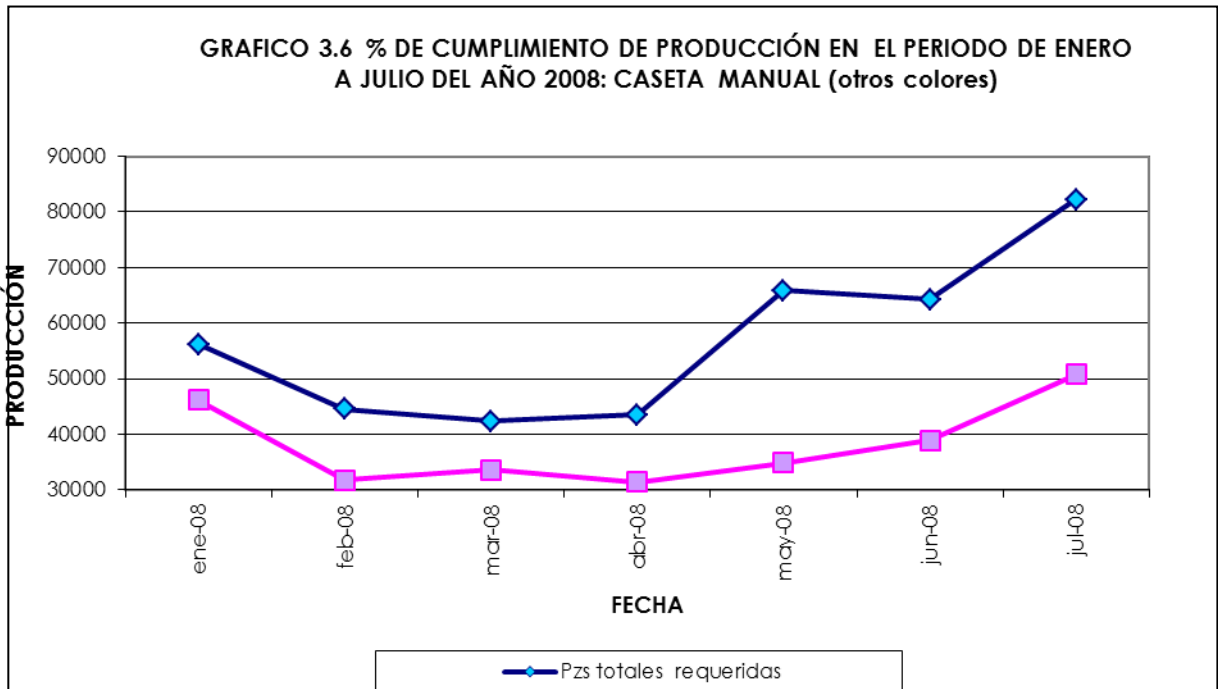


Tabla 3.13

Tiempo disponible vs. Tiempo requerido "Departamento de Pintura"

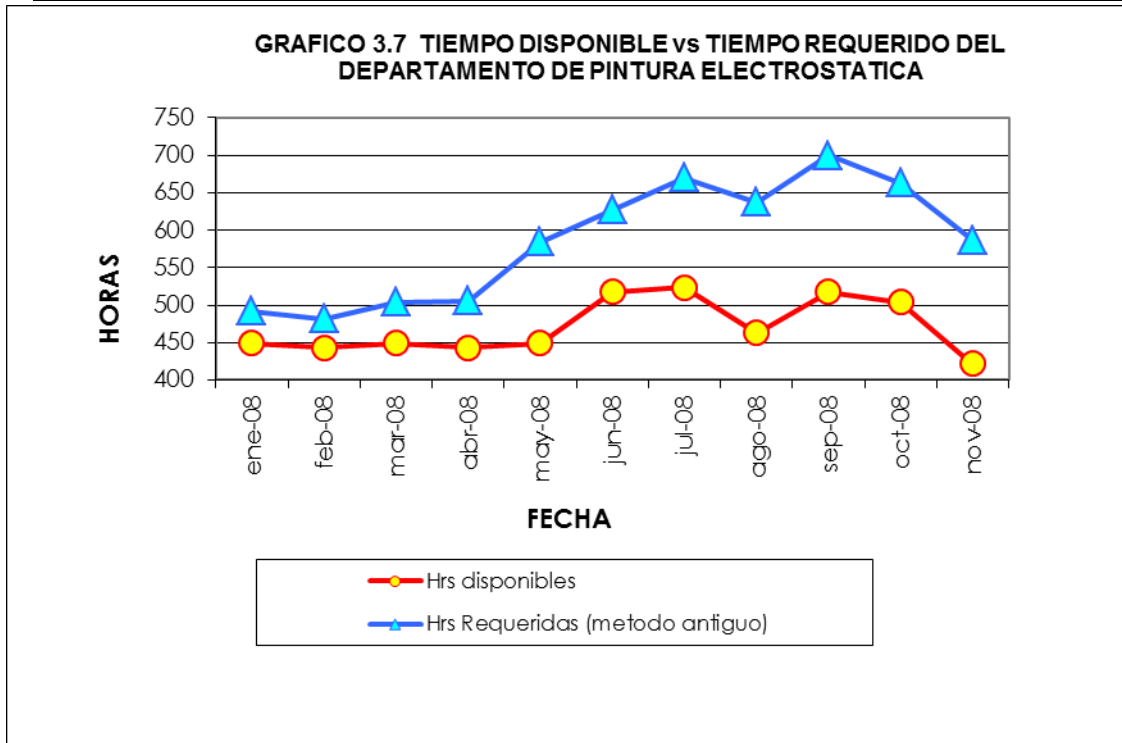
Mes	Hrs disponibles	Hrs Requeridas	Hrs Faltantes	Hrs Disponibles
Ene-08	449	492	43	0
Feb-08	443	482	39	0
Mar-08	449	504	55	0
Abr-08	443	506	63	0
May-08	449	584	135	0
Jun-08	518	627	109	0
Jul-08	524	670	146	0
Ago-08	463	637	174	0
Sep-08	518	700	182	0
Oct-08	504	663	159	0
Nov-08	422	587	165	0

Tabla 3.14

% de cumplimiento de producción en el periodo de Enero a Julio del 2008

Mes	Caseta Manual	Caseta Automática
Ene-08	82.19%	99.60%
Feb-08	71.30%	99.19%
Mar-08	79.35%	95.63%
Abr-08	72.16%	97.54%

May-08	52.88%	94.36%
Jun-08	60.62%	94.37%
Jul-08	61.83%	95.15%



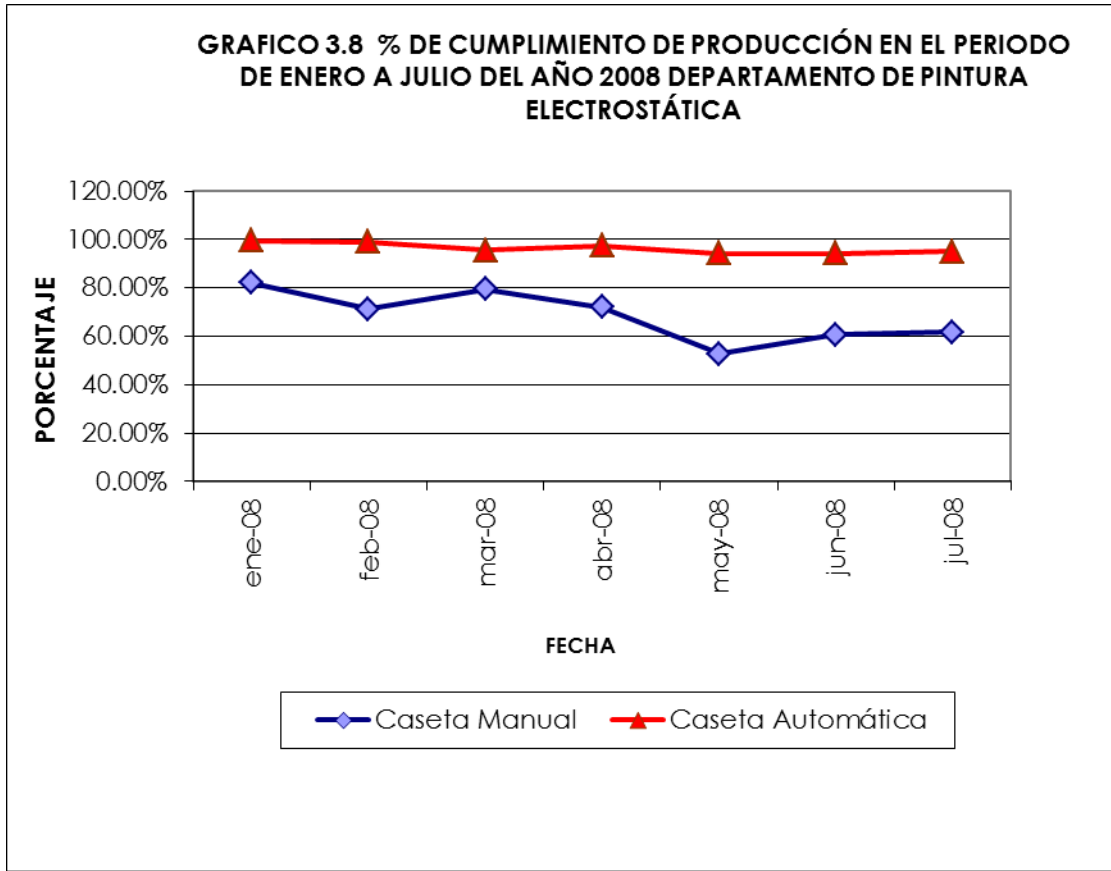


Tabla 3.15
Productos con componentes pintados vs.
Productos con otras presentaciones

MODELO	%REPRESENTATIVO RESPECTO A LA PRODUCCION TOTAL	% REPRESENTATIVO PRODUCTOS CON COMPONENTES PINTADOS.	% INFLUENCIA NEGATIVA EN PROCESO DE PINTADO, SEGÚN EL PRINCIPIO DE PARETO.
715	48%	77.23%	24%
L1-60	14%		
625	9%		
58	6%		
		% REPRESENTATIVO PRODUCTO CON OTRA PRESENTACION	

21 (NO INCLUYE COMPONENTES PINTADOS)	17%	16.83%	76%
OTROS PRODUCTOS (pintados en varios colores, o reciben acabados diferentes)	6%	5.94%	

CON EL PRINCIPIO DE PARETO SE TIENE QUE 24% QUE TENEMOS SON EL EFECTO QUE ESTOS PRODUCEN YA QUE CON LOS MODELOS MENCIONADOS NO SE TIENE NINGÚN PROBLEMA. MIENTRAS QUE EL 76% QUE ES EL PROBLEMA YA QUE EL USO DE MAS DE DOS COLORES DIFERENTES OCASIONAN UN CAMBIO.

3.17 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL OBJETO EN ESTUDIO.

Con la información expuesta hasta este punto, quedó demostrado que en el área de Pintura Electroestática de CERRAMEX, S.A. DE C. V., los componentes de colores contribuyen en mucho al bajo cumplimiento de producción que se tiene en el área de pintura y por ende, a generar un efecto negativo en las líneas de ensamble, encargadas de cerrar el proceso de cada producto final.

El problema planteado y el resultado que se desea probar en el desarrollo del presente trabajo, condujeron a realizar un análisis de las actividades de mantenimiento desarrolladas en este proceso para determinar las posibilidades de que su adecuada ejecución apoye la optimización del sistema y que contribuyan a cumplir los volúmenes de producción.

Para la correcta elaboración de un programa de mantenimiento preventivo, se debe considerar todos y cada uno de los elementos que integran la empresa (en este caso, al Área de Pintura Electrostática de CERRAMEX, S.A. DE C. V.), con el fin de determinar la importancia relativa de cada uno y obtener información básica para el diagnóstico de la problemática general.

Los pasos seguidos en la realización del análisis para detectar las deficiencias en cuanto a conservación de los recursos del área en estudio, son:

- ▀ Descripción general y consideración de aspectos importantes del proceso de pintura electrostática llevado a cabo en CERRAMEX
- ▀ Uso y aplicación de técnicas de administración del mantenimiento para dar un diagnóstico más real de la problemática actual al respecto.
- ▀ Recopilación mediante observación directa e investigación de campo, de problemas y necesidades de mantenimiento en esta área.

3.18 SISTEMAS DE APLICACIÓN DE PINTURA EN LA INDUSTRIA.

Cuando se habla de un taller para aplicación de pintura para grandes volúmenes de producción o para líneas de alta producción, se piensa en una sección de ingenieros, especialistas, técnicos y obreros de una empresa dedicada a la fabricación de determinados bienes, cuyo esfuerzo está dedicado al tratamiento, protección y decoración de dicho bien. Es difícil encontrar un taller de aplicación de pintura para grandes volúmenes, como ente individual o como empresa que se dedique a prestar este servicio; principalmente porque las instalaciones de este tipo son costosas y en la gran mayoría son fijas.

Estos sistemas se han extendido rápidamente en todo el mundo, en México existen varios sistemas de este tipo, sobre todo en las plantas ensambladoras y armadoras de la industria automotriz, cuyo uso es aconsejable cuando el consumo de pintura de un solo color se eleva y es necesario que varios operadores apliquen simultáneamente este color.

Con un sistema de circulación de pintura, como lo es el instalado en CERRAMEX, S.A. DE C. V., los operarios pueden concentrarse únicamente en pintar y no están sometidos a constantes interrupciones para mezclar, los depósitos. El sistema no solo AHORRA TIEMPO, sino que proporciona ININTERRUMPIDAMENTE pintura de un determinado color y viscosidad, permitiendo que el operario mantenga una calidad estándar, en el acabado superficial.

Cualquier sistema de circulación realiza solamente una tarea, que es, mantener la pintura en circulación. El resultado que se produce al aprovechar esta circulación de distintas formas, es lo que marca la diferencia entre los varios sistemas existentes:

 Sistemas de Alimentación de Pintura con Control Centralizado Fijo

- A) Sistemas de circulación sin retorno en las pistolas.
- B) Sistemas de circulación monoflo.
- C) Sistemas de circulación plena en la pistola con retorno de excedentes.
- D) Sistemas de circulación de tres ramales con retorno a baja presión.

 Otros sistemas combinados o especiales:

- A) Sistema de aplicación de pintura por aspersión electrostática.
- B) Sistema de aplicación de pintura con robot industrial, controlado por computadora.

3.18.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESO DE PINTURA.

El uso de los métodos de aplicación de pintura por pulverización electrostática ha aumentado, particularmente en los casos de producción en serie, debido en primer lugar al ahorro considerable de pintura comparado con los métodos comunes de aplicación por aspersión, en los cuales se puede decir que de cada dos partículas de pintura automatizada, una va hacia el objeto por pintar y otra se pierde.

EL PRINCIPIO DEL SISTEMA ELECTROSTÁTICO, está basado en la creación de un campo electrostático entre la pistola y la pieza de trabajo conectada a tierra, lo cual se consigue con una fuente de poder que proporciona a la pistola determinado potencial según necesidades.

En la aplicación de pintura por pulverización electrostática, puede usarse pintura líquida o pintura en polvo.

APLICACIÓN DE PINTURA EN POLVO.

El polvo de pintura es transportado neumáticamente desde un depósito a presión, a la pistola de proyección, donde se carga eléctricamente; las partículas cargadas son entonces expulsadas de la pistola por el aire comprimido, formando una nube de partículas de pintura que son atraídos por el objeto conectado a tierra y se adhieren a él.

La pieza de trabajo pasa entonces a un horno, donde las partículas se funden formando una película.

La pintura en polvo consta de pigmento y un ligante sólido, no se utiliza solvente; por lo tanto se reduce el peligro de incendio y se obtienen capas de pintura recién aplicadas secas al 100%; los grosores de las capas de los acabados, son mejor controlados con pinturas en polvo, obteniéndose en un rango de 50 a 500 micras.

La conducción electrostática facilita la aplicación sobre piezas con superficie discontinúa, tales como rejillas, piezas troqueladas, cold-rolled, en las cuales la aplicación con pistola de aire común arrojaría fácilmente pérdidas hasta de un 90%, mientras que con este método, utilizando pintura líquida, se reduce a un 5% máximo; las pérdidas con la Proyección de polvo pueden reducirse hasta un 3%, la mayor economía se debe a que la pintura proyectada y que pasa de largo puede recuperarse y usarse de nuevo.

Las limitaciones que este método representa son que, se requiere que las piezas a ser tratadas cuenten con ciertas características eléctricas, es decir, materiales conductores (superficies

metálicas desnudas). Sin embargo, en los procesos de manufactura no siempre se tienen piezas desnudas, a veces las piezas son pretratadas con “primer” ocasionando baja pérdida de potencial, observándose que durante operaciones de recubrimiento electrostático las partículas de pintura parecen ser repelidas por la superficie que va a ser pintada, este fenómeno se debe a que bajo estas condiciones algunas rutas de pérdida de carga hacia tierra no se encuentran disponibles debido a las resistividades de la capa que resulta en una carga repelente y una creación de potencial en la superficie.

De manera general, un proceso de pintura electrostática es simple y se divide básicamente en las siguientes cinco etapas (Diagrama 3.1):

1. LIMPIEZA (eliminación de agentes contaminantes de la superficie de piezas de trabajo): la mayoría de los productos manufacturados colectan de forma natural aceite, suciedad, virutas, etc., durante el proceso. Estos residuos deben eliminarse para realizar adecuadamente procesos de acabado tales como la aplicación de pintura, cromado, etc. Tal limpieza, se busca en general, para seguirse por el lavado y desengrasado antes de la pintura o revestimiento electrolítico.

La limpieza **se hace comúnmente por acción mecánica y por lavado con solventes minerales u orgánicos, soluciones de agua, detergentes u otros químicos.**

La selección de método de limpieza para un producto depende de qué tan limpia debe estar la superficie, la clase de suciedad, el material de la superficie, el tamaño y forma de la superficie y el número de piezas. Algunos lavados se hacen en frío pero la mayoría (particularmente con detergentes alcalinos) debe hacerse en caliente. La forma más fácil de limpiar y la que puede hacerse con cualquier fluido es la de inmersión, que por sí sola no es suficiente para desalojar la suciedad adherida y tienen que agregarse agitación, vuelco en barril o frotado.

Un tanque de fluido para lavado se contamina con el tiempo y, por tanto, se vuelve menos efectivo. Todos los métodos de limpieza pueden hacerse manualmente o pueden automatizarse para producción en grandes cantidades.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Producto

Diagrama No. 3.1

Actividad: Proceso General de Pintura

Método: Actual /Propuesto

Área:

Elaboró:

Operaciones básicas de un proceso de Pintura Electrostática

Piezas a Pintar

1

Limpiar Piezas: Lavado y desengrase

2

Aplicar revestimiento a piezas

3

Secar piezas

4

Aplicar pintura en casetas de Pintura electrostática (manual ó automática)

5

Curado de piezas en horno

2. REVESTIMIENTO (aplicación de una capa protectora sobre la superficie de una pieza de trabajo, a fin de aislar su estructura de agentes nocivos): Después de realizar la limpieza del producto se suele cubrir la superficie de éste con un recubrimiento. Existen dos tipos de revestimiento, los de conversión y los orgánicos.

Los recubrimientos de conversión son básicamente películas inorgánicas formadas por acciones químicas con las superficies del metal, pero con frecuencia se impregnan con sustancias inorgánicas. Por lo general son capas mucho menores de 25 micras (.001'), que se forman después de la superficie original y están estrechamente ligadas y no causan cambio dimensional apreciable.

3. SECADO (eliminación de fluidos): una vez realizada la limpieza y recubrimiento de la pieza es necesario eliminar la humedad adquirida durante dicho proceso, el método de secado depende principalmente del tamaño y cantidad de piezas a secar. El proceso convencional es el secado con hornos de circulación de aire para evitar condensaciones del fluido a secar dentro de las paredes del horno.

4. PINTADO (revestimiento orgánico consistente en una película de materiales y pigmentos para colorear, dar protección y con poder enmascarante). Existen una infinidad de métodos de pintura tales como aplicación con brocha, espátula, inmersión, rodillo, flujo, barrilado, sedazo de seda, **electrodeposición**, gama fluida o aspersion.

CERRAMEX, utiliza el proceso de pintura por electrodeposición.

Método de aplicación de pintura electrostática: este es el método que más se usa en la industria por ser rápido, confiable, versátil y uniforme. Una pistola de aspersion puede dirigirse a mano, pero para producción continua comúnmente está automatizada para rociar las piezas conforme pasan en un transportador.

La mayoría de la pintura industrial se hace en envolventes o casillas segregadas que están bien ventiladas. Esto promueve la limpieza que es importante para el control de calidad.

Las envolventes son necesarias debido a la toxicidad y posibilidad de incendios de los solventes y ayuda a controlar la contaminación de aire y agua.

Puede perderse mucha pintura cuando se rocía. La pérdida se reduce imponiendo una carga electrostática en la pintura líquida atomizada o en polvo. En un sistema de pintura electrostática, un potencial de 80,000 V a 150,000 V C.A., carga la pintura lanzada desde un atomizador de disco o con forma de campana.

Las pequeñas gotas se arrastran y se depositan con uniformidad, casi sin pérdida en las piezas de trabajo conectadas a tierra, de polaridad opuesta.

Cuando la aspersión se hace con una pistola de aire, las partículas pueden cargarse dentro o fuera de la pistola. Las partículas cargadas se impulsan a la pieza de trabajo de polaridad opuesta, ocurre entonces, un efecto “envolvente” para depositar el material de revestimiento en todas las superficies expuestas (del frente y de atrás, interiores y exteriores), aunque las restricciones pueden causar variación en el espesor de la película. La electrodeposición sólo es posible con piezas de trabajo conductoras de electricidad.

Cabe señalar que este método de pintura sobresale de otros métodos por su gran facilidad de extracción, limpieza, rendimiento y facilidad de aplicación.

5. CURADO (proceso de horneado para la homogeneización y fijación de la película de pintura sobre la superficie de la pieza de trabajo): Ésta etapa consiste en que, una vez depositada la pintura el componente o producto pintado debe ser horneado para escurrir y distribuir correcta y uniformemente el revestimiento.

3.19 DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE PINTURA EN CERRAMEX.

La distribución de planta el área de pintura electrostática de CERRAMEX, S.A. DE C. V. (Figura 3.2) está definida por proceso.

"En una distribución de planta por proceso, la maquinaria y equipo se dispone de tal forma que exista una secuencia ordenada y continua de operaciones necesarias para fabricar un producto de inicio a fin, evitando recorridos innecesarios.

El Área de Pintura Electroestática, es parte de la etapa componentes del proceso general, encargado de proporcionar un recubrimiento a piezas de algunos productos finales; se integra de los siguientes subprocesos (Diagrama 3.2 y 3.3):

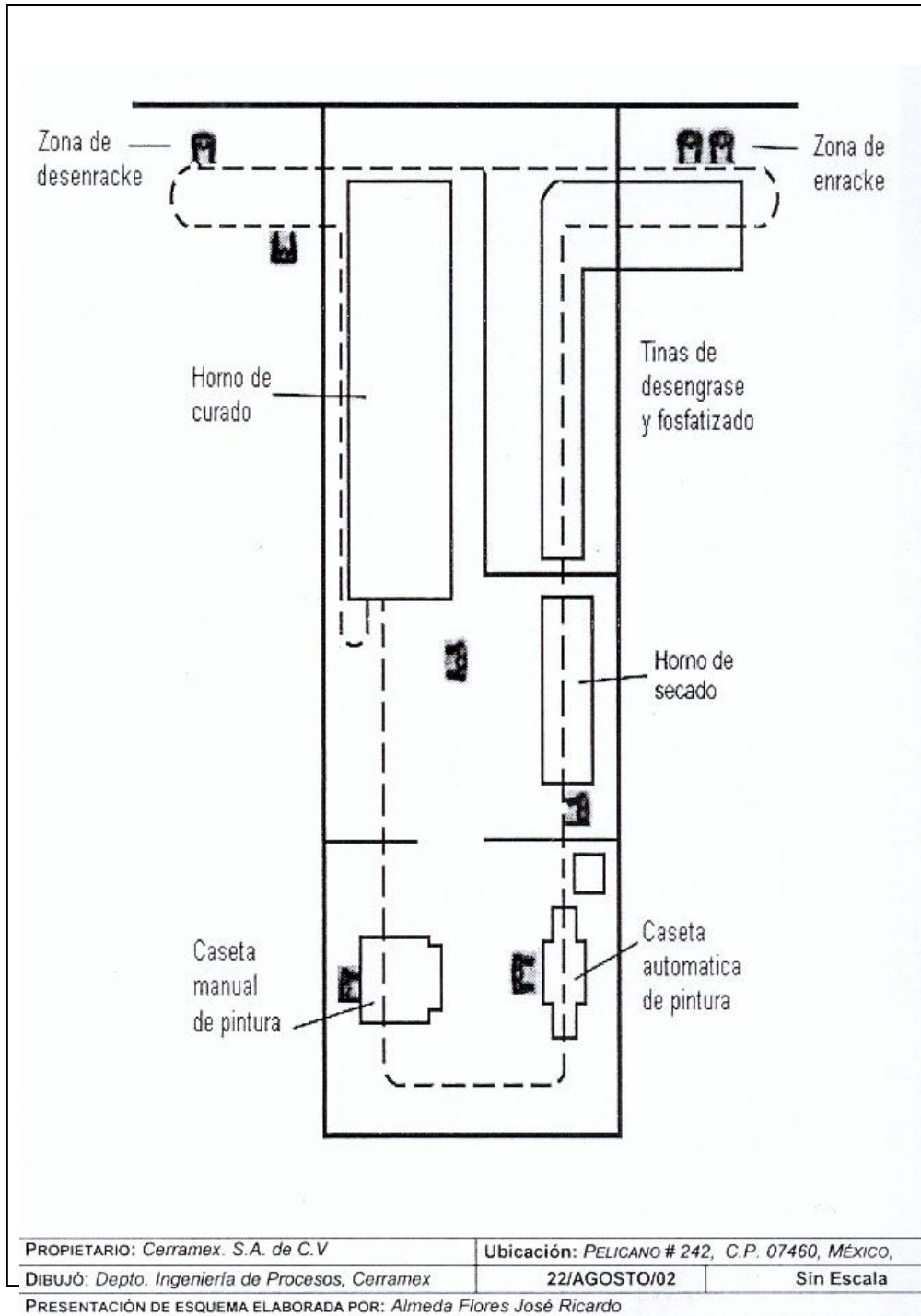
1. **Enracke:** en esta zona el personal operativo coloca en una herramienta llamada "rack", las piezas o componentes a pintar; para este proceso en particular, un rack consiste de una sencilla estructura en la que se fijan ganchos contruidos de alambre, todo en acero inoxidable, y en los cuales se cuelgan los componentes a procesar (Figura 3.1). Los racks se mueven a lo largo de las estaciones de trabajo gracias a un transportador.
2. **Desengrase y fosfatizado:** Etapa consistente en limpiar y recubrir de fosfato las piezas. Para este proceso se usa un túnel formado de 5 tinas, las cuales se describen a continuación:

Tina 1 "Desengrase": para este proceso se usa agua y un compuesto químico (tricloroetileno) con una concentración de 1 - 1.5 % en peso y con los siguientes parámetros:

- ✦ Sistema de aplicación por aspersion en túnel.
- ✦ Temperatura a 50°C
- ✦ Presión de trabajo 1.2 - 1.5 Kg./cm²
- ✦ pH de trabajo 2.5 - 3.0

Figura 3.1

DISTRIBUCION DE PLANTA DEL DEPARTAMENTO DE PINTURA ELECTROSTATICA DE
CERRAMEX S.A. de C.V.



CERRAMEX, S.A. de C.V.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Producto Componente para cerradura

Diagrama 3.2

Actividad: Aplicación de pintura

Método: Actual /Propuesto

Área: Departamento de pintura electrostática

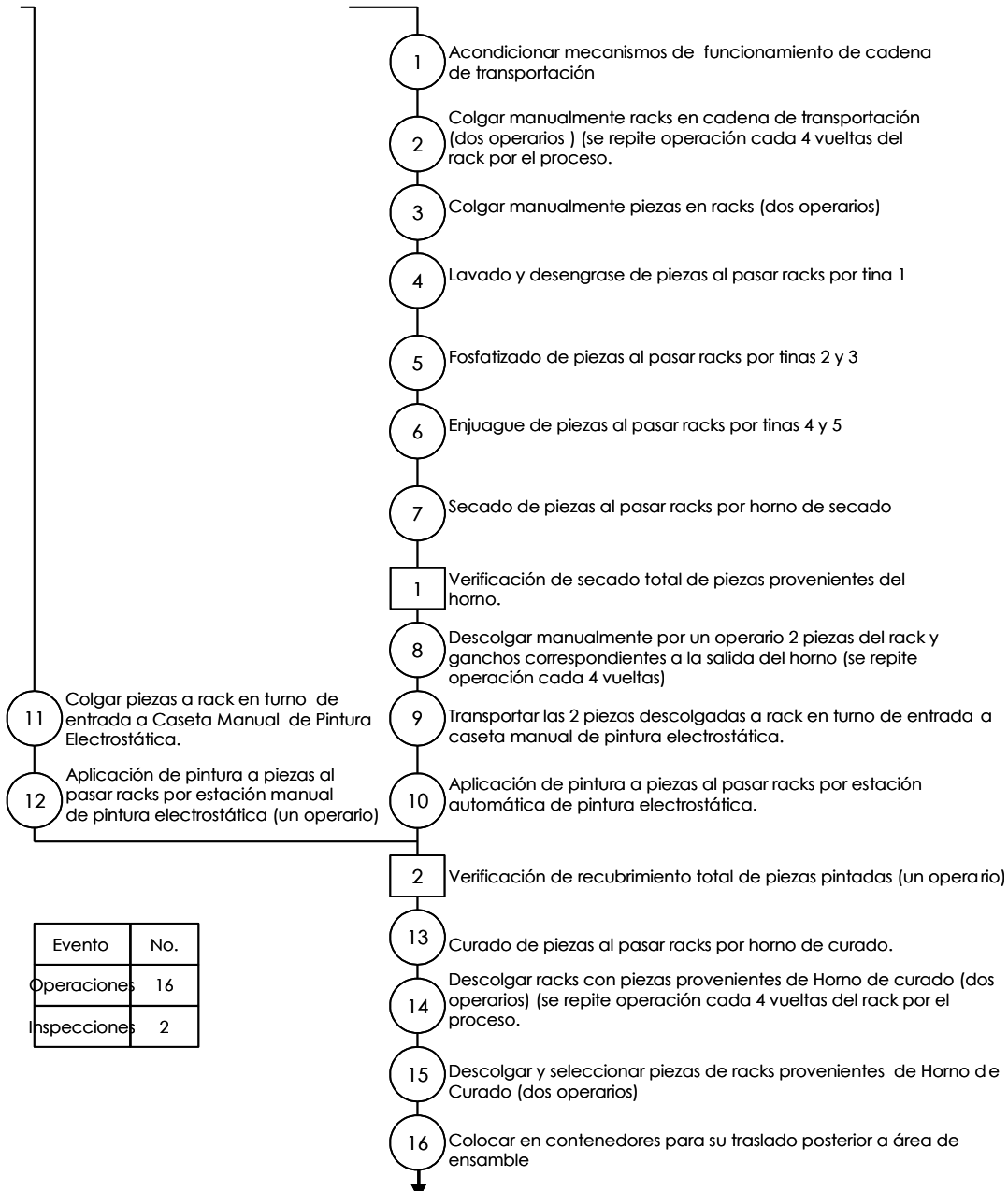
Elaboró:

Caseta Manual

Caseta Automática






Piezas preparadas provenientes
De horno de secado






Piezas maquinadas para cerraduras y candados



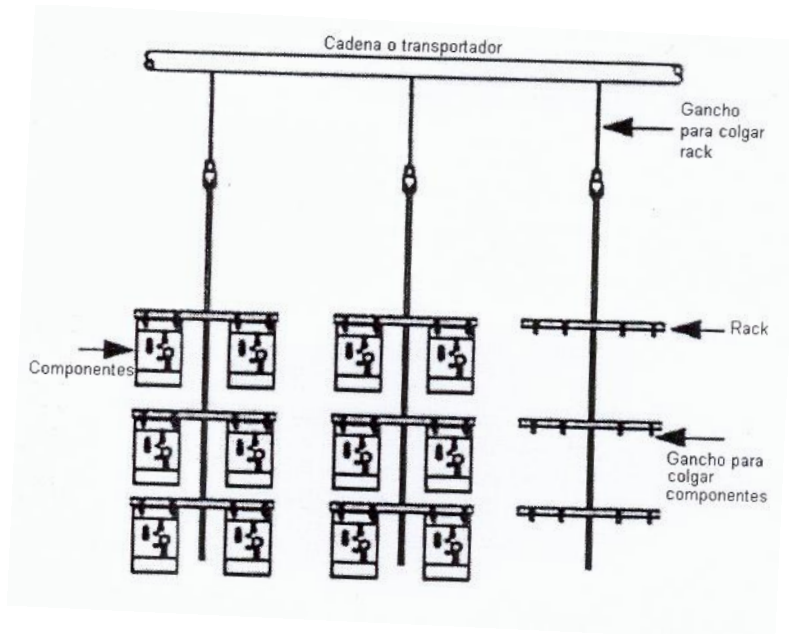
CERRAMEX, S.A. de C.V.

CURSOGRAMA ANALITICO

DIAGRAMA No 3.3.2.	HOJA:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA
OBJETIVO: Fabricación de CERRADURA	ACTIVIDADES: Aplicación de pintura	OPERACIÓN 	15		
		TRANSPORTE 	2		
		ESPERA 	0		
		INSPECCIÓN 	2		
		ALMACEN 	2		
MÉTODO: ACTUAL / PROPUESTO		DISTANCIA: (m)			
LUGAR: Depto de Pintura Electrostatica		TIEMPO: (min/hrs)			
FECHA: 04/12/05					

DESCRIPCIÓN:	TIEMPO (seg)	*CANTIDAD	DISTANCIA	SIMBOLO					OBSERVACIONES	HERRAMIENTAS	
											
Almacenaje de materia prima (pintura en polvo)											
Llevar pintura en polvo al departamento de pintura											
Llenar depositos de pintura (manual y automatico)											
Accionar mecanismo de funcionamiento de cadena de transportacion.											
Recepcion de piezas maquiladas para cerraduras y candados en espera de proceso											
Colgar manualmente racks en cadena de transportacion (dos operarios) (se repite operacion cada 4 vueltas del rack por el proceso)		400									
Colgar manualmente piezas en racks (dos operarios)		2400									
Lavado y desengrase de piezas al pasar racks por tina 1											
Fosfatizado de piezas al pasar racks por tinas 2 y 3.											
Enjuague de piezas al pasar racks por tinas 4 y 5.											
Secado de piezas al pasar racks por Horno de Secado.											
Verificacion de secado total de piezas provenientes del horno.		288									
Descolgar manualmente por un operario 2 piezas del rack y ganchos correspondientes a la salida del horno (se repite la operacion cada 4 racks)		800									
Transportar las dos piezas descolgadas a rack en turno de entrada a Caseta Manual de Pintura Electrostatica.											
Colgar piezas a rack en turno de entrada a Caseta Manual de Pintura Electrostatica.		800									
Aplicacion de pintura a piezas al pasar racks por estacion automatica de pintura electrostatica.											
Aplicacion de pintura a piezas al pasar racks por estacion manual de pintura electrostatica (un operario).											
Verificacion de recubrimiento total de piezas pintadas (un operario).											
Curado de piezas al pasar racks por horno de curado.											
Descolgar racks con piezas provenientes de Horno de Curado (dos operarios) (se repite operacion cada 4 vueltas del rack por el proceso)		1									
Descolgar y seleccionar piezas de racks provenientes del Horno de Curado (dos operarios)		1									
Colgar en contenedores para su traslado posterior a area de ensamble											

*Las cantidades registradas en esta columna corresponde al total de piezas procesadas por vuelta



Tina 2 y 3 Fosfatizado. Para este proceso se usa agua y un compuesto químico (solución ácida de fosfatos metálicos) con una concentración de 0.1 – 0.5% en peso y con los siguientes parámetros:

- 🔹 Sistema de aplicación por aspersión en el túnel.
- 🔹 Temperatura a 50°C.
- 🔹 Presión de trabajo 1.2 – 1.5 Kg./cm²
- 🔹 pH de trabajo 7.0 – 7.5.

Tina 4 y 5 Enjuague. Para el enjuague solo se usa agua a temperatura ambiente, por inmersión.

La adecuada limpieza del componente así como su recubrimiento de fosfato, son los elementos esenciales para realizar una depositación adecuada de pintura en éste por lo anterior, se realiza chequeo y mantenimiento de los baños de las 5 tinas, el cual consiste principalmente en la verificación diaria del pH de cada tina y el ajuste de éste.

Realizado periódicamente la remoción de sedimentos acumulados en el fondo de la tina, así como de las piezas que caen durante el proceso.

Es importante mencionar que para el proceso de pintura influye mucho la velocidad a la que se desplaza el rack (velocidad del transportador) ya que este parámetro determina la permanencia o estancia de los componentes en cada proceso.

3. **Secado:** para secar las piezas se usa un horno eléctrico con circulación de aire, la temperatura interna promedio del horno son 110°C. Cuando el rack pasa a través de éste horno, se aplica aire con la presión y velocidad suficiente para remover el agua depositada en la superficie del componente, esto aunado a la temperatura interna del horno ayuda a eliminar la humedad existente en la superficie del componente.
4. **Aplicación automática de pintura electrostática:** en el departamento de pintura electrostática se tiene dos equipos de aplicación de pintura, uno de aplicación automática y uno manual.

El equipo de pintura (Figura 3.2) se usa para aplicar (casi exclusivamente) pintura de color beige por ser el que más demanda tiene y por ende el que mayor capacidad exige. Cuenta con cuatro campanas para la carga y aplicación de pintura; en cada campana se tiene una resistencia eléctrica, la cual genera un potencial eléctrico suficiente para generar una carga electrostática en la pintura que fluye en la manguera de rocío, logrando que se adhiera al componente que viaja colgado en el rack que está conectado a tierra.

La pintura para aplicación electrostática utilizada es resina en polvo mezclada con pigmentos que le brindan el color y tonalidad adecuada. El rocío de pintura se genera en un depósito hermético el cual cuenta con la presión suficiente (6 bares aproximadamente) para impulsarla hasta el componente. El equipo tiene la capacidad de aplicar 50 Kg. de pintura por hora, y cuenta también con un sistema para succionar la pintura que no se adhiere al componente y concentrarla en un depósito, para tener la oportunidad de recircularla posteriormente.

- 5. Aplicación manual de pintura electrostática** (Figura 3.3): este equipo cuenta con una pistola para rociar y cargar eléctricamente a la pintura. Internamente, la pistola tiene una resistencia eléctrica que genera un potencial suficiente para colocar una carga electrostática en la pintura y provocar que se adhiera al componente que está conectado a tierra.

Este equipo se emplea para pintar la gama de colores utilizados diferentes al color beige (el cual se utiliza exclusivamente en el equipo automático) aplicados a otras piezas y componentes.

El rocío de pintura es generado bajo el **Principio de Venturi** (que consiste en generar una diferencia de presiones mediante el manejo de diferentes velocidades en el fluido de un líquido o gas) para este caso se usa aire con alta velocidad, el cual genera la diferencia de presión en la boquilla de la pistola y provoca que se absorba la pintura de depósito en que se tiene ésta.

- 6. Curado:** ésta es la última etapa del proceso de pintura, el proceso de curado se realiza en un horno eléctrico a una temperatura de 220°C. El componente tarda en entrar y salir del horno, aproximadamente media hora, con esto se logra tener una distribución y adherencia adecuada de la pintura en polvo sobre la superficie del componente. El horno cuenta con circulación de aire para evitar condensaciones de los vapores que se desprenden dentro del curado, de la superficie del material.
- 7. Desenracker y selección:** en esta zona el personal operativo se encarga de desenrackear (descolgar) y seleccionar todos los componentes que han sido pintados (separar las piezas buenas y malas); los componentes son acomodados en contenedores para posteriormente ser transportados a las líneas de ensamble. Solo se descuelga el componente, el rack se mantiene colgado en el transportador durante un promedio de cuatro vueltas en el proceso, después de la cuarta vuelta el rack empieza a perder conductividad y ya no es apto para el proceso, ya que la pintura no se adhiere con facilidad al componente. Cuando el rack completa cuatro vueltas, se descuelga para que se le remueva la pintura adherida; el método empleado es el quemado en un horno de pirolisis, dicho proceso consiste en la realización de choques térmicos, lo cual facilita la remoción de pintura con agua a presión.

Figura 3.2 Caseta Automática de Pintura Electrostática

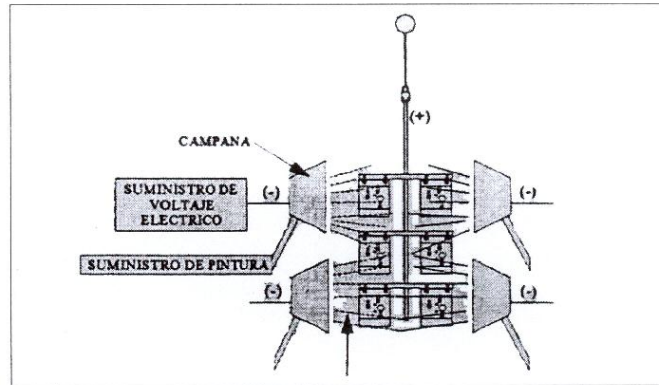
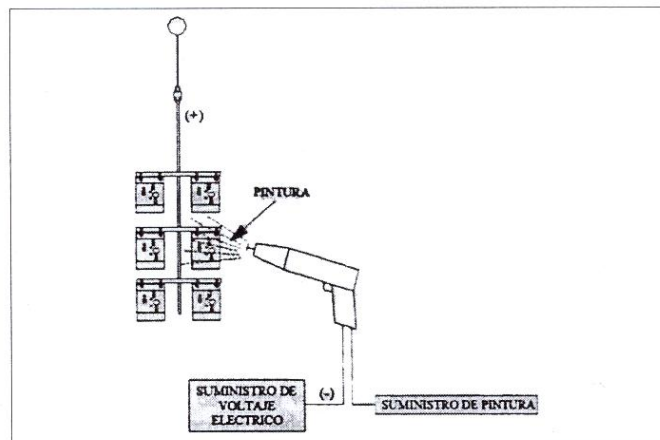


Figura 3.3 Caseta Manual de Pintura Electrostática



3.20 COMPARATIVO DEL SISTEMA MANUAL Y EL SISTEMA AUTOMÁTICO DE PINTURA.

En el sistema manual, la pintura es bombeada del cuarto de mezcla a través de la línea principal que alimenta a las casetas de rociado, pero, una vez alimentada la estación de pintado, la línea principal no retorna al cuarto de mezcla, resultando ésta su mayor desventaja en comparación con el sistema automático debido al desperdicio de pintura. En el siguiente cuadro descriptivo de los sistemas, pueden apreciarse algunas semejanzas, permitiendo de igual forma deducir cuáles resultan ser ventajas y cuáles desventajas.

Sistema Manual	Sistema Automático
Bajo costo de instalación de tuberías por la eliminación de los retornos.	Costo de instalación de tuberías adicional por la inclusión de los retornos
Control individual de pistola de rociado	Control múltiple de pistolas de rociado
Mayor flexibilidad al operario por tener solo una pistola la manguera	Mayor flexibilidad al operario por tener control centralizado de pistolas
Estos sistemas son factibles de implantarse para futuras necesidades	Estos sistemas son factibles de implantarse para futuras necesidades
Si en un momento determinado existe la necesidad de convertir este en otro, es factible de realizar a bajo costo	No es factible convertir este sistema en otro
La circulación solo se logra en la línea principal	La circulación solo se logra en la línea principal
Existe precipitación de pigmentación, por consecuencia el mantenimiento a los equipos y accesorios debe ser más frecuente	El mantenimiento a los equipos y accesorios es muy sencillo, pero debe ser frecuente a fin de evitar su deterioro.
Los acabados que se obtienen no son de calidad	Proporciona una excelente calidad de acabados.
Se registra una gran pérdida de pintura porque no existe una línea de retorno, por lo cual las mangueras tienen que ser purgadas frecuentemente y la cabina	Se registra un gran ahorro de pintura porque existe una línea de retorno que proporciona una alimentación constante de pintura, siempre y cuando se dote al equipo de la materia prima

limpiada minuciosamente entre cambio y cambio de pintura.	adecuada, los racks conserven excelentes propiedades conductoras y las piezas entren a los procesos perfectamente secos.
Para el operario, es un problema en su salud debido a los polvos y al constante contacto con los solventes de las pinturas.	Disminuye un poco su problema en salud debido a que ya no es mucho el contacto y con un buen equipo de protección

3.21 HERRAMIENTA APLICADA PARA EL DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO.

El empleo de herramientas de diagnóstico de problemas, facilita el conocer más a fondo la situación actual de la administración del mantenimiento de una empresa.

Para poder realizar el diagnóstico de mantenimiento, se procedió a aplicar el cuestionario: Diagnóstico para Detectar la Eficiencia de la Administración del Mantenimiento resultado del proyecto de investigación con registro **DEPI - IPN - 940712** (Anexo I), en el cual se engloba los factores más relevantes a evaluar dentro de un Departamento de Mantenimiento, para identificar sus carencias a nivel técnico y administrativo, correspondiéndoles un porcentaje de acuerdo al grado de importancia que guardan para el buen funcionamiento de la organización.

Se aplicó el cuestionario para diagnóstico de mantenimiento al área DE PINTURA ELECTROSTÁTICA, por resultar la conservación de sus recursos fundamental para la culminación eficiente del proceso general de producción y cumplimiento de programas.

Los factores evaluados son los siguientes:

- Personal
- Administración
- Programa de Conservación
- Control

3.22 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO.

Se recopiló la información necesaria para emitir un diagnóstico de mantenimiento a través de la serie de preguntas del cuestionario utilizado, entrevistando sólo al Jefe del Área por considerar que es la persona con mayores conocimientos del área en cuestión y sus actividades, y adecuada para responderlo (dado el tipo y nivel de preguntas del cuestionario).

El cuestionario de diagnóstico está diseñado con preguntas abiertas, induciendo respuestas afirmativas o negativas respecto a los factores abordados, registrando por nuestra parte comentarios adicionales por parte del entrevistado para su mejor comprensión

El análisis del cuestionario consistió en lo siguiente: de acuerdo con las respuestas obtenidas, resumir los aspectos negativos detectados para cada factor, ratificando y complementando el diagnóstico con la observación e información general recabada, para formular la problemática actual de mantenimiento en el área, que se presenta a continuación según los factores considerados en el cuestionario:

1. Personal:

- La empresa cuenta con un grupo de personas (Jefes de Turno y Jefe del Departamento de Mantenimiento) especializados en cuestiones de mantenimiento correctivo, pero, no sólo se dedican a hacer las reparaciones de su especialidad, además colaboran en las actividades de producción en el turno correspondiente y auxilian al personal de producción cuando se suscitan problemas de trabajo.
- Las actividades del personal de mantenimiento están de acuerdo a sus habilidades aunque ocasionalmente se improvisan los procedimientos de trabajo.

2. Administración:

- ✚ No se tienen formalmente definidos los objetivos de la Jefatura de Mantenimiento a nivel operativo, aunque sus funciones se encuentran delimitadas.
- ✚ No existen manuales de mantenimiento para maquinaria y equipo.

- ✦ El Departamento de Mantenimiento, es el encargado de atender las necesidades básicas de mantenimiento en la empresa, como son actividades referentes reparación de maquinaria y equipo, instalaciones eléctrica, hidráulica, etc.
- ✦ Se planea únicamente a corto plazo, pues por las condiciones de operación de las instalaciones, maquinaria y equipo, y las pocas fallas graves registradas, no se visualiza un horizonte de planeación más largo.

3. Programas de Conservación:

- ✦ Sólo se considera aquellos recursos que presentan fallas más frecuentes, los "menos importantes" o que no son visualizados con la importancia debida, no son valorados.
- ✦ Las órdenes de trabajo se siguen rigurosamente, aunque en general se trata de trabajos de mantenimiento correctivo.
- ✦ La asignación de un presupuesto para mantenimiento **NO** obedece a un análisis de necesidades del mismo.
- ✦ Se compran refacciones únicamente obedeciendo a las necesidades de reparación inmediatas.
- ✦ La carencia de Programas de Conservación denota la falta de una cultura de calidad, disciplina y trae consigo problemas de imagen ante los clientes y ante su propio personal.

4. Control:

- ✦ El sistema actual de información es sencillo en su manejo, pero no se crea un historial.
- ✦ Mediante las entrevistas con el Jefe de Producción y observación directa, se notó que, no existen registros de cuáles son las principales características a atender en general en las instalaciones, maquinaria y equipo.

CAPÍTULO 4

REALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.5 DISEÑO DE LA PROPUESTA

¿Qué es Diseño?

Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial se tiene que:

“El Diseño Industrial es una de las herramientas que permite innovar y crear productos y servicios, incrementar la calidad, funcionalidad, imagen y diferenciación.

El profesional de diseño es apto para intervenir en el proceso de concepción, y fabricación de productos industriales porque cuenta de forma equilibrada con conocimientos visuales, prácticos, de Ingeniería y de mercado que le permiten tener una visión amplia de los requerimientos de los fabricantes y usuarios de los objetos”.

“La Innovación implica la introducción exitosa en el mercado, en los procesos de producción o en las propias organizaciones, de nuevos productos, tecnologías o servicios intensivos en conocimiento, así como la subsecuente difusión en la sociedad.

Las innovaciones implican por lo tanto una serie de actividades científicas, tecnológicas, de organización, financieras y comerciales”.

“El diseño industrial forma parte del proceso de desarrollo de productos y cuenta con una proceso que le permite visualizar las múltiples variables que todo objeto tiene en su contexto”.

“La incorporación del diseño en la empresa se realiza desde los siguientes enfoques:

- ✦ El diseño desde la óptica de la empresa
- ✦ El diseño como proceso
- ✦ El diseño como tecnología
- ✦ El diseño como disciplina
- ✦ El diseño como servicio”

Del contenido de estas definiciones, la interpretación diseño de manera particular para fines de desarrollo del presente trabajo, es:

"El diseño representa una descripción de procedimientos a ejecutar como apoyo a un proceso dado y que incorporado a la industria resulta en un servicio para la eficiente realización de sus actividades cotidianas."

4.6 METODOLOGÍA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

“En el diseño al igual que en la ciencia en general, debe aplicarse como metodología de desarrollo y solución de problemas el método científico, pues parte del conocimiento y desglose de un problema específico, para llegar al planteamiento de su solución.

El presente trabajo propone el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo para los recursos del Área de Pintura Electroestática de CERRAMEX, S.A. de C.V., cuyo objetivo fundamental será preservar el mayor tiempo posible la vida útil de los mismos, contribuyendo al continuo desarrollo de la calidad de servicio que la empresa ofrece en sus productos.

De esta forma, la metodología para el diseño de la propuesta planteada, basada en los pasos que integran el método científico es:

1. **OBSERVACIÓN:** Se elaboran las preguntas entorno al fenómeno. Esta fase lleva a cabo el reconocimiento físico y registro de los recursos disponibles para la producción de la empresa, susceptibles de recibir labores de mantenimiento y conservación. (integración del Inventario Universal de conservación).

2. **PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS:** Son las posibles explicaciones al fenómeno. A través de herramientas teóricas para el mantenimiento se establecerá la trascendencia que guarda cada uno de los recursos para las actividades productivas de la empresa, qué elementos y con qué prioridad deberá programárselas labores de conservación (Asignación de un código máquina y código de trabajo a través de la técnica ICGM a cada uno de los recursos y Clasificación de recursos de acuerdo al Principio de Pareto: Técnica del 80-20: Recursos Vitales, Importantes y Triviales)

3. **COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS:** Este proceso se puede hacer: Formalmente (Demostración) o Experimentalmente (Verificación).

Se establece la programación de los recursos por conservar asignando fechas específicas de atención y se redacta las rutinas de conservación, complementando y corroborando el correcto registro de trabajos de mantenimiento a aplicar a través de comparación contra los recursos y elementos con deficiencias detectados durante el diagnóstico de la problemática de la empresa.

4. **ELABORACIÓN:** Conceptos, Leyes, Teorías, y Modelos o Paradigmas.

El documento resultante cae dentro de la categoría de modelo (aunque solo tiene valor subjetivo) en esta fase se integra completamente la propuesta con todos los elementos considerados para su estructuración.

4.7 ELEMENTOS A CONSIDERAR Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.

El Programa de Mantenimiento Preventivo incluye la atención futura de los recursos, con asignación cronológica para cada uno, con el fin de alcanzar objetivos estipulados (para cada año) cubriendo los siguientes puntos:

- ✦ Documentar por escrito toda la información referente a procedimientos de mantenimiento, de manera clara y uniforme.
- ✦ Contar con un programa que involucre todas las actividades que se llevarán a cabo en el mantenimiento de maquinaria, equipo e instalaciones, con el fin de establecer las reglas o lineamientos para realizarlos de forma efectiva y asegurar que no se modifiquen en su seguimiento y control.
- ✦ Concientizar a cada trabajador que participe en esta propuesta, de que es responsable del trabajo que realiza y debe ser el primero en estar pendiente y reportar cualquier avería que pudiera afectar las actividades normales del departamento de pintura.
- ✦ Tener una base de datos o historial, que permita la creación de sistemas de control efectivos. Además con la participación del personal, se mejorará la capacidad del mismo no solo en sus áreas respectivas, sino se fomentará una cultura por hacer las cosas de la mejor manera desde un principio.
- ✦ Considera los elementos listados a continuación, ordenados según los requerimientos para la implantación del sistema de Mantenimiento Preventivo:
 1. Políticas y Objetivos (Planeación)
 2. Funciones y Responsabilidades del Departamento de Mantenimiento
 3. Programa de Mantenimiento Preventivo

- A) Inventario de Conservación
- B) Clasificación de Recursos
- C) Calendario de Conservación: Rutinas de Conservación

Objetivos del Programa de Mantenimiento Preventivo para el Área de Pintura.

- ✦ Contribuir a mejorar la calidad de los productos elaborados en la empresa.
- ✦ Reducir la pérdida de materia prima para el producto, gracias a adecuadas labores de conservación de maquinaria, equipo e instalaciones.
- ✦ Reducir la pérdida de especificaciones de pintura de producto terminado, gracias a adecuadas labores de conservación del equipo de pintura electrostática.
- ✦ Reducir tiempos de paro en maquinaria y equipo por causa de un mantenimiento inadecuado.

Los Objetivos en el Trabajo serán:

- ✦ Identificar oportunidades para mejorar el flujo de información del sistema.
- ✦ Proporcionar soluciones para fortalecer los controles operativos (administración).

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. POLÍTICAS Y OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

Objetivo General:

✦ Lograr la máxima eficiencia de trabajo de maquinaria, equipo e instalaciones del Departamento de Pintura Electroestática a través de la puesta en práctica de labores de mantenimiento preventivo, contribuyendo a:

Minimización de costos de conservación

Establecimiento de niveles contables de calidad y funcionamiento del servicio que proporcionan maquinaria, equipo e instalaciones.

✦ Llevar a cabo inspecciones sistemáticas de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o ruptura, manteniendo los registros adecuados.

✦ Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daños y roturas.

✦ Minimización del tiempo de paro al atender adecuadamente el mantenimiento.

✦ Minimizar las fallas en los equipos de Pintura Electroestática.

Objetivos Particulares:

✦ Preservar el valor de los recursos disponibles en el Departamento de Pintura Electroestática, minimizando el deterioro.

✦ Minimizar las pérdidas evitando las averías en maquinaria y equipos para incrementar la rentabilidad de la compañía y crear un entorno favorable para todos los empleados.

- ✦ Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- ✦ Conseguir los objetivos anteriores en la forma más económica posible y a largo plazo.
- ✦ Contribuir a mejorar la calidad de los productos elaborados en la empresa.

Objetivos de Trabajo:

1. Identificar oportunidades para mejorar el flujo de información del sistema.
2. Proporcionar soluciones para fortalecer los controles operativos (administración).

Políticas de Mantenimiento:

1. El servicio que proporciona la maquinaria y equipo tiene prioridad ante todas las demás labores de mantenimiento.
2. Toda intervención a un equipo debe estar basada en un diagnóstico.
3. El personal asignado al área de mantenimiento debe tener los conocimientos suficientes en materia de mantenimiento y de la empresa, a fin de que conozca los procesos en forma detallada así como la maquinaria y equipo que intervienen en éstos.
4. Para las labores de mantenimiento correctivo y planeación del mantenimiento, solamente se empleará personal hábil para el diagnóstico.

2. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Su propósito será planear, organizar, dirigir y controlar todas las operaciones de mantenimiento realizadas en la empresa asegurando que todos los recursos humanos, técnicos y físicos estén proporcionando el margen de calidad de servicio esperado dentro del marco económico adecuado; para ello buscará la cooperación y apoyo de la gerencia y departamento de producción.

Funciones Generales:

- ✦ Realizar trabajos de preservación y mantenimiento en recursos vitales e importantes.
- ✦ Planear y Programar todo trabajo que se realice en equipos y maquinaria para tener una información confiable.
- ✦ Mantener reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- ✦ Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones así como de llevar un control y asegurar los inventarios.
- ✦ Adiestrar correctamente al personal que se encargará de llevar a cabo las actividades de mantenimiento a los equipos.
- ✦ Solicitar herramientas, accesorios y todo el equipo necesario para efectuar con éxito las funciones de mantenimiento.
- ✦ Proporcionar mantenimiento al área que corresponda según el programa.

Actividades para Archivo e Historial de Mantenimiento:

- ✦ Diseñar, operar y mantener el banco de datos de mantenimiento, el cual deberá contener la relación de los equipos e instalaciones calificados como vitales e importantes, así como las tarjetas de máquina correspondientes, incluyendo manuales, catálogos e informes de proveedores y fabricantes de maquinaria y repuestos.
- ✦ Recopilar toda clase de datos sobre fallas, frecuencia e incidencia, lugares de ocurrencia, costos de paro, tiempo y costos de reparaciones efectuadas, con objeto de elaborar la estadística correspondiente.
- ✦ Archivar, actualizar y procesar toda clase de datos para facilitar las labores de conservación de la fábrica.

Actividades para Inventario de Refacciones:

- ✦ Establecer el stock de materiales y herramientas necesarias para la conservación de los recursos de la empresa.
- ✦ Mantener una relación respecto a los materiales de mayor consumo y las partes afectadas con mayor frecuencia.

Actividades de Programación del Mantenimiento:

- ✦ Elaborar el programa anual de mantenimiento.
- ✦ Analizar anualmente la situación técnica de los recursos de la empresa y su normalización.
- ✦ Analizar y definir el stock de materiales y herramientas que deben existir en el almacén de mantenimiento de la empresa.
- ✦ Elaborar las normas e instructivos técnicos que respalden la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento.

Actividades de Control de Mantenimiento

- ✦ Controlar y revisar anualmente el programa de mantenimiento.
- ✦ Corroborar que los procedimientos establecidos para atender la conservación, se estén realizando con la calidad y en la cantidad adecuada de recursos, informado al jefe inmediato superior, sobre las desviaciones detectadas.

3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para programar es necesario, en primer lugar, que se definan las tareas por ejecutar y luego diseñar herramientas para planificar y programar el mantenimiento.

Los registros mínimos en cuanto a elementos necesarios para un sistema de planeación de mantenimiento son los siguientes (Anexo 2):

Orden de Tarea de Mantenimiento

- a) Define las operaciones por realizarse en la máquina o equipo.

Esta se establecerá según sean las necesidades a cubrir para el equipo o maquinaria en turno y se vaciarán las instrucciones en el formato preestablecido.

Ficha Histórica de Maquinaria y Equipo:

- a) Denota la frecuencia de inspección.
- b) Indica el estado del equipo durante la inspección.
- c) Señala las fechas y el personal encargado de las inspecciones.

Para integrar un historial de mantenimiento de los recursos de que dispone el área de Pintura Electrostática de CERRAMEX, S.A. DE C. V., se registrarán y archivarán todas y cada una de las actividades de mantenimiento desarrolladas en los recursos. Para tal tarea se recurrirá al llenado de fichas y formatos de registro de actividades de mantenimiento; tales registros constituirán uno de los medios de control de mantenimiento.

Además de establecerse las siguientes reglas de control dentro de las fichas históricas:

- ✦ Número de quejas en proceso / Número de averías recibidas; con este indicador se conformará un expediente y se verificará mensualmente; se observarán las quejas en proceso y el número de averías con el fin de determinar un índice de efectividad.
- ✦ Reportes de Producción; dentro de este se tienen las unidades o productos que se están elaborando teniendo en cuenta importantes criterios dentro de la producción, estos se elaborarán diariamente, y nos dan un indicador del funcionamiento del equipo y las máquinas.
- ✦ Reporte de actividades de mantenimiento realizadas por empleado; en este caso, se actualizará el expediente de cada máquina o equipo en cada etapa del proceso de pintado, para llevar un registro de las actividades desempeñadas, por cada operario en su respectivo recurso. Los datos serán descargados al expediente mensualmente, y se elaborará un listado con los daños importantes detectados, a partir de este reporte se tomarán acciones.
- ✦ Tiempos de entrega; se estarán monitoreando mensualmente por el departamento producción que informará de esto al departamento de ventas y al de mantenimiento, con el fin de disponerse materiales en el momento necesario y evitar así fallas posteriores en los equipos, que afecten a los clientes.
- ✦ Número de piezas defectuosas por lote, este lo realiza el departamento de producción en conjunto con el de calidad para realizar un muestreo aleatorio con el fin de determinar el número de piezas defectuosas, la recopilación de este dato se realizará diariamente, se registrarán los resultados, a fin de deducir cuáles son los problemas y definir las posibles mejoras.

Programación de Actividades

- a) Se prepara para asignaciones de tareas periódicas. Para ello se listan las tareas que se han de ejecutar por parte del trabajador o de la cuadrilla; se podrá establecer una ruta estándar dependiendo de la combinación de mantenimiento diario, semanal, mensual, trimestral, semestral o anual por llevarse a cabo.

Si se utiliza una computadora para la programación, es más fácil equilibrar las cargas entre los periodos programados y el personal asignado durante los mismos.

A. INVENTARIO DE CONSERVACIÓN

Se identificó y realizó el inventario general de instalaciones, maquinaria y equipo del departamento de pintura, así como la ubicación de cada uno de ellos dentro del proceso.

El mantenimiento para cada recurso, es asignado de acuerdo a prioridades basadas en el impacto que se tendría en el área de pintura si fallara un recurso específico.

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEPARTAMENTO DE PINTURA ELECTROSTATICA CERRAMEX S.A. DE C.V. INVENTARIO DE CONSERVACIÓN		
AREA	RECURSO	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN
Enracke:	Contenedores E Área de enracke Racks Transportador	CNERK AGERK RK DPTRP
Desengrasante y fosfatizado:	Paredes del túnel Tina 1 "Desengrase" Calentador 1 Bomba de agua 1 Solución 1 Tubería de aspersion de liquido 1 Tina 2 y 3 "Fosfatizado" Calentador 2 y 3 Bomba de agua 2 y 3 Solución 2 y 3 Tubería de aspersion de líquidos 2 y 3 Tina 4 y 5 "Enjuague" Agua para enjuague	DPTDF DPT1 TLCL TLBA TLSLN 1LTB DPT23 T23CL T23BA T23SLN T23TB DPT45 T45H2O
Secado:	Horno eléctrico de secado Compresor 1 Cabina horno secado	DPHS HSCMP HSCBN
Aplicación automática de pintura:	Caseta automática de pintura Sistema automática de pintura Compresor 2 Extractor de pintura	DPCPA SAPE-CA CAPCMP CAPEXT
Aplicación manual de pintura:	Caseta manual de pintura Pistola para aplicación de pintura Compresor 3	DPCPM SAPE-PS CMPCMP
Curado:	Horno eléctrico de curado Cabina horno curado ventilador	DPHC HCCBN HCVENT
Desenracke	Área de desenracke y selección Contenedores D	AODRK CNDRK
	Subestación eléctrica	DPSBE
	Instalaciones generales del departamento	DPIG

B. CLASIFICACIÓN DE RECURSOS

Una vez integrado el inventario de conservación, se procedió a realizar la clasificación de los recursos, a fin de otorgarles la importancia respectiva dentro del proceso de pintura electrostática.

Los recursos con mayor prioridad son las casetas de pintura pues son las encargadas de ejecutar el objetivo principal de este departamento; una falla en éstas implicaría un paro de producción total del departamento y demora de producción en los departamentos que dependen de este proceso para el ensamble del producto final; como actividades prioritarias de conservación y mantenimiento se tienen el control adecuado de los parámetros especificados para su funcionamiento, lo cual garantiza productos de calidad.

CLASIFICACIÓN DE RECURSOS:

1. Se clasificaron los recursos recurriendo a la aplicación de la técnica del ICGM (**índice para la Clasificación de Gastos de Conservación**) (Anexo 3) y Principio de Pareto, cuya aplicación se llevó a cabo de la siguiente forma:

Código 1 0 (Vitales):

Para los recursos indispensables en el objetivo principal del departamento de pintura, incluyendo a la subestación eléctrica porque la maquinaria y equipos disponibles funcionan gracias a ésta.

Código 9 y 8 (importantes):

Para los recursos que intervienen en las etapas de preparación y terminación del proceso del producto, y recursos que tiene reserva para su intercambio en el proceso.

Código 3 y 2 (Triviales):

Para las áreas de inicio y fin de proceso del departamento (Áreas de enracke y desenracke); así como equipos generales.

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO


DEPARTAMENTO DE PINTURA ELECTROSTATICA

CERRAMEX S.A. DE C.V.



INVENTARIO DE CONSERVACIÓN

AREA	RECURSO	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN	C.M.
Enracke:	Contenedores E	CNERK	3
	Área de enracke	AGERK	2
	Racks	RK	8
	Transportador	DPTRP	9
Desengrasante y fosfatizado:	Paredes del túnel	DPTDF	3
	Tina 1 "Desengrase"	DPT1	3
	Calentador 1	TLCL	10
	Bomba de agua 1	TLBA	9
	Solución 1	TLSLN	10
	Tubería de aspersión de liquido 1	1LTB	9
	Tina 2 y 3 "Fosfatizado"	DPT23	3
	Calentador 2 y 3	T23CL	10
	Bomba de agua 2 y 3	T23BA	9
	Solución 2 y 3	T23SLN	10
	Tubería de aspersión de líquidos 2 y 3	T23TB	9
	Tina 4 y 5 "Enjuague"	DPT45	3
	Agua para enjuague	T45H2O	10
Secado:	Horno eléctrico de secado	DPHS	9
	Compresor 1	HSCMP	9
	Cabina horno secado	HSCBN	9
Aplicación automática de pintura:	Caseta automática de pintura	DPCPA	10
	Sistema automática de pintura	SAPE-CA	10
	Compresor 2	CAPCMP	10
	Extractor de pintura	CAPEXT	10
Aplicación manual de pintura:	Caseta manual de pintura	DPCPM	10
	Pistola para aplicación de pintura	SAPE-PS	10
	Compresor 3	CMPCMP	10
Curado:	Horno eléctrico de curado	DPHC	10
	Cabina horno curado	HCCBN	10
	ventilador	HCVENT	9
Desenracke	Área de desenracke y selección	AODRK	2
	Contenedores D	CNDRK	3
	Subestación eléctrica	DPSBE	10
	Instalaciones generales del departamento	DPIG	2

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEPARTAMENTO DE PINTURA ELECTROSTATICA				
CERRAMEX S.A. de C.V.				
INVENTARIO DE CONSERVACION				
AREA	RECURSO	CLAVE DE	C.M.	CLASIFICACION
Desengrase y fosfatizado:	Calentador 1	TLCL	10	V I T A L E S
	Solución 1	TLSLN	10	
	Calentador 23	T23CL	10	
	Solución 23	T23SLN	10	
	Agua para enjuague	T45H2O	10	
Aplicación automática de pintura	Caseta automática de pintura	DPCPA	10	
	Sistema automático de pintura	SAPE-CA	10	
	Compresor 2	CAPCMP	10	
	Extractor de pintura	CAPEXT	10	
Aplicación manual de pintura	Caseta manual de pintura	DPCPM	10	
	Pistola para aplicación de pintura	SAPE-PS	10	
	Compresor 3	CMPCMP	10	
Curado:	Horno eléctrico de curado	DPHC	10	
	Cabina horno curado	HCCBN	10	
	Subestación eléctrica	DPSBE	10	
Enracke:	Transportador	DTRP	9	I M P O R T A N T E S
Desengrase y fosfatizado:	Bomba de agua 1	TLBA	9	
	Tubería de aspersión de líquido 1	TLTB	9	
	Bomba de agua 23	T23BA	9	
	Tubería de aspersión de líquido 23	T23TB	9	
Secado:	Horno eléctrico de secado	DPHS	9	
	Compresor 1	HSCMP	9	
	Cabina horno secado	HSCBN	9	
Curado:	Ventilador	HCVENT	9	
Enracke:	Racks	RK	8	
Enracke:	Contenedores E	CNERK	3	T R I V I A L E S
Desengrase y fosfatizado:	Paredes del túnel	DPTDF	3	
	Tina 1 "Desengrase"	DPT1	3	
	Tina 2 y 3 "Fosfatizado"	DPT23	3	
	Tina 4 y 5 "Enjuague"	DPT45	3	
	Área de enracke	AGERK	2	
Desenracke	Contenedores D	CNDRK	3	
Desenracke	Área de desenracke y selección	AGDRK	2	
	Instalaciones generales del departamento	DPIG	2	

C. CALENDARIO DE CONSERVACIÓN: RUTINAS DE CONSERVACIÓN

El programa de mantenimiento incluye la atención futura de los recursos con asignación cronológica para cada uno, con el fin de alcanzar los objetivos estipulados (para cada año).

Además, el desarrollo de planes de inspección en apoyo a las labores de conservación, ayuda a establecer una revisión programada y adecuada de los recursos, facilitando la atención oportuna de cada uno de ellos.

**RUTINAS DIARIAS
DE
CONSERVACION
POR AREAS**

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: ENRACKE

Verificar:

1. Orden y limpieza del área de trabajo.
2. Contenedores de componentes colocados en el lugar correspondiente
3. Contenedores de racks colocados en el lugar correspondiente
4. Que los racks no presenten daños en su estructura. En caso de requerir cambio, solicitarlos al Supervisor de Mantenimiento.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: DESENGRASE Y FOSFATIZADO

Verificar:

1. Nivel de solución de cada tina (solución de fosfato y la de desengrase que es el tricloroetileno)
2. El pH de la solución de cada tina.
3. Que no existan obstrucciones en las tuberías de aspersión.
4. Funcionamiento adecuado de las bombas de agua.
5. Trabajo del calentador a la temperatura correspondiente.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: SECADO

Verificar:

1. Temperatura interna del horno, mediante el termómetro instalado
2. Funcionamiento adecuado del compresor de aire.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: PINTADO CASETA AUTOMÁTICA

Verificar:

1. Ajuste correcto de los parámetros de trabajo de la máquina.
2. Funcionamiento adecuado del compresor.
3. Trabajo adecuado de las campanas de pintado.
4. Funcionamiento adecuado del extractor de pintura.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: PINTADO CASETA MANUAL

Verificar:

1. Ajuste correcto de los parámetros de trabajo de la máquina.
2. Funcionamiento adecuado del compresor.
3. Trabajo adecuado de la pistola de pintado.
4. Funcionamiento adecuado del extractor de pintura.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: CURADO (HORNEADO)

Verificar:

1. Temperatura interna del horno, mediante el termómetro instalado.
2. Funcionamiento adecuado del compresor de aire.

RUTINA DIARIA DE CONSERVACIÓN

ÁREA: DESENRAKKE

Verificar:

1. Orden y limpieza del área de trabajo.
2. Contenedores de componentes colocados en el lugar correspondiente
3. Contenedores de racks colocados en el lugar correspondiente
4. Estantes de materia prima sobrantes colocados en el lugar correspondiente.
5. Que no haya cajas de materia prima sobrantes fuera del lugar que les corresponde.
6. Que los racks no presenten daños en su estructura. En caso de requerir cambio, solicitarlos al Supervisor de Mantenimiento.

**CALENDARIO DE
CONSERVACION
ANUAL DE
ELEMENTOS
VITALES**

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA ANUAL

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN



Area: Depto. De Pintura Electrostatica
 Fecha de elaboración:
 Fecha de revisión:
 No de revisión:

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TLCL	Calentador 1	10												A
TLSLN	Solución 1	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X/A
T23CL	Calentador 23	10												A
T23SLN	Solución 23	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X/A
T45H20	Agua para enjuague	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X/A
DPCPA	Caseta automática de pintura	10		S					S					
SAPE-CA	Sistema automático de pintura	10		S					S					
CAPCMP	Compresor 2	10		S					S					
CAPEXT	Extractor de pintura	10	M	M/A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
DPCPM	Caseta manual de pintura	10						S					S	
SAPE-PS	Pistola para aplicación de pintura	10						S					S	
CMPCMP	Compresor 3	10						S					S	
DPHC	Horno eléctrico de curado	10												A
HCCBN	Cabina horno curado	10												A
DPSBE	Subestación eléctrica	10	A											

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

SISTEMA	TRABAJO	CT	PE	SISTEMA	TRABAJO	CT	PE
Eléctrico	Revisión y limpieza general	O					
Neumático	Revisión y limpieza general	A					
Transmisión	Revisión y limpieza general	S					

SIMBOLOGÍA

PE Período	E Servicio Externo	T Revisión trimestral
CM Código Máquina	R Reprogramación	M Revisión mensual
CT Código trabajo	A Servicio anual	S Revisión semanal
X Servicio interno	O Revisión semestral	* Act. Realizadas diariamente

RESPONSABLES

Gerente de Mantenimiento Gerente de Producción Gerente General

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
CASETA AUTOMÁTICA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado.
- ✦ Que no existan falsos contactos.
- ✦ Switch en buenas condiciones, que no existan falsos contactos, que no presente daños en sus elementos como son: desgaste, corrosión, quemaduras, etc. para evitar un posible corto circuito.
- ✦ Motorreductores trabajando correctamente, extraer mediante aire comprimido la suciedad y polvo que se haya acumulado en su interior.
- ✦ Campanas en buenas condiciones.

- ✦ Resistencias de las campanas en buenas condiciones, libres de polvo, humedad y partículas extrañas.

NEUMÁTICO:

- ✦ Revisar los emisores de señal, respecto a posibles depósitos de suciedad o pintura.
- ✦ Comprobar la presencia de fugas en las juntas de conexiones, ajustarlas si es preciso.
- ✦ Reemplazar posibles mangueras dañadas y sometidas a movimientos.
- ✦ Comprobar las posibles fugas por orificios de escape de las válvulas.
- ✦ Efectuar la limpieza o reposición de los silenciadores colocados en las válvulas de escape.
- ✦ Limpiar los cartuchos de filtros con agua jabonosa (no con productos disolventes), y soplearlos en sentido contrario al de circulación.
- ✦ Comprobar el funcionamiento de las válvulas de purga automática.

CASETA DE PINTURA:

Verificar:

- ✦ Aislamientos en buenas condiciones físicas, que no estén rotos o dañados, y que estén bien fijos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Campanas ubicadas a la distancia correcta, que no presente daños y que su funcionamiento sea el correcto, en caso necesario repararlo.
- ✦ Funcionamiento adecuado de los alimentadores.
- ✦ Depósito de pintura en buenas condiciones, libre de humedad y cualquier partícula extraña.
- ✦ Retirar residuos de pintura adheridos, así como polvo y humedad que puedan existir en la rasqueta.

- ✦ Base dispuesta en la posición adecuada, que esté libre de pintura, polvo, humedad y cualquier partícula extraña.

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN

COMPRESORES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, así como también que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado.
- ✦ Que no existan falsos contactos.

TRANSMISIÓN:

Verificar:

- ✦ Tensión en las bandas, que no presenten desgaste o cualquier otro daño, en caso necesario sustituirlas.
- ✦ Lubricar motores y todo aquel elemento que lo necesite.

- ✦ La presión que se tiene en los compresores sea la correcta
- ✦ Verificar las aspas y ventiladores.

**RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
EXTRACTOR DE PINTURA
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado.
- ✦ Que no existan falsos contactos.

SUCCIÓN:

- ✦ Desasolver semanalmente el sistema de succión, retirando las tapas de las tolvas para extraer el material adherido en las paredes.
- ✦ Checar semanalmente, mediante el manómetro instalado, que la presión de succión sea la que se requiere en el proceso de producción.

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
CASETA MANUAL DE PINTURA
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado.
- ✦ Que no existan falsos contactos.
- ✦ Switch en buenas condiciones, que no existan falsos contactos, que no presente daños en sus elementos como son: desgaste, corrosión, quemaduras, etc. para evitar un posible corto circuito.
- ✦ Pistola en buenas condiciones.
- ✦ Resistencias de la pistola en buenas condiciones, libre de polvo, humedad y partículas extrañas.

NEUMÁTICO:

- ✦ Revisar los emisores de señal, respecto a posibles depósitos de suciedad o pintura.
- ✦ Comprobar la presencia de fugas en las juntas de conexiones, ajustarlas si es preciso.
- ✦ Reemplazar posibles mangueras dañadas y sometidas a movimientos.
- ✦ Comprobar las posibles fugas por orificios de escape de las válvulas.
- ✦ Efectuar la limpieza o reposición de los silenciadores colocados en las válvulas de escape.
- ✦ Limpiar los cartuchos de filtros con agua jabonosa (no con productos disolventes), y sopletearlos en sentido contrario al de circulación.

CASETA DE PINTURA:

Verificar:

- ✦ Aislamientos en buenas condiciones físicas, que no estén rotos o dañados, y que estén bien fijos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Pistola ubicada a la distancia correcta, que no presente daños y que su funcionamiento sea el correcto, en caso necesario repararlo.
- ✦ Funcionamiento adecuado de los alimentadores.
- ✦ Depósito de pintura en buenas condiciones, libre de humedad y cualquier partícula extraña.
- ✦ Retirar residuos de pintura adheridos, así como polvo y humedad que puedan existir en la rasqueta.
- ✦ Base dispuesta en la posición adecuada, que esté libre de pintura, polvo, humedad y cualquier partícula extraña.

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
HORNO DE CURADO
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente.
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, que estén libres de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado. Que no existan falsos contactos.
- ✦ Componentes del tablero de control, para localizar huellas de quemaduras, pérdidas de resina, corrosión en los contactos. Todo componente que se sospeche defectuoso deberá reemplazarse por otro del mismo valor, limpiar todo el equipo con un paño o cepillo pequeño, ya que la pintura y el polvo atraen a la humedad y puede producir deterioros.
- ✦ Calentamiento correcto de las resistencias, que estén libres de polvo, humedad y partículas extrañas.
- ✦ Temperaturas que indica el termostato sean las correctas.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA ANUAL

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN



Area: Depto de Pintura Electrostatica
 Fecha de elaboración:
 Fecha de revisión:
 No de revisión:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
SBCFC	Contactos fijos de cuchillas	10	X						X					
SBCFI	Contactos fijos de interruptores	10	X						X					
SBCM	Contactos móviles	10	X						X					
SBRD	Rodamientos	10	X						X					
SBSCC	Clips de contactos	10	X						X					
SBR5	Resortes	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SBMC	Mecanismos	10	X						X					
SBAG	Aisladores en general	10	X						X					
SBBS	Buses	10	X						X					
SBIN	Interruptores	10	X			X			X			X		
SBCH	Cuchillas	10	X						X					
SBBB	Banco de baterías	10	X						X					
SBCG	Control general	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SBAT	Apartarayos	10	X			X			X			X		
SBTP	Transformador de potencia	10	X											
SBTC	Transformador de corriente	10	X											
SBRT	Red de tierra	10	X											
SBPOC	Pruebas de operación y control	10	X											
SBTE	Tornillos de ensamble	10	X											
SBGB	Gabinetes	10	X						X					
SBIS	Fusibles	10	X						X					
SBCX	Conexiones	10	X						X					

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

SISTEMA	TRABAJO	CT	PE	SISTEMA	TRABAJO	CT	PE
Eléctrico	Desenergización		A		Pruebas de factor		A
	Reparación de equipos de prueba		A		Pruebas de medición o determinación		A
	Desconexión y limpieza		A		revisión y limpieza de gabinete		A
	Pruebas de factor de potencia a debarado		A		Eliminación de fugas		A
	Pruebas de resistencia de aislamiento		A		Pintura		A
	Pruebas de corriente de excitación		A		Mantenimiento al cambiar de derivaciones		A
	Tableros de distribución		A				

SIMBOLOGÍA

PE Período	E Servicio Externo	T Revisión trimestral
CM Código Máquina	R Reprogramación	M Revisión mensual
CT Código trabajo	A Servicio anual	S Revisión semanal
X Servicio interno	O Revisión semestral	* Act. Realizadas diariamente

RESPONSABLES

Gerente de Mantenimiento: _____ Gerente de Producción: _____ Gerente General: _____

**CALENDARIO DE
CONSERVACION
ANUAL DE
ELEMENTOS
IMPORTANTES**

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA ANUAL

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN



Area: Depto. De Pintura Electrostatica

Fecha de elaboración:

Fecha de revisión:

No de revisión:

TRANSPORTADOR

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TRintr	Interruptores	10		x										
TRcntc	Contactos	10		x										
TRisbl	Fusibles	10		x										
TRrelv	Reveladores	10		x										
TRmtrd	Motorreductores	10		x										
TRmtr	Motor	10		x										
TRtc	Tablero de control	10		x										
Trrvic	Reductor de velocidad	10		x						x				
TRbnd	Bandas	10		x										
TRsgfj	Seguros de fijacion	10		x										
TRrdll	Rodillos de alimentacion.	10		x										
TRpls	Poleas	10		x										
TRflch	Flechas	10		x										
TRtrnll	Tornillería	10		x										
TRctrn	Catarina	10		x										
TRcdna	Cadena	10		x										
TRblrs	Baleros	10		x										
Trguis	Guías	10		x										

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

SISTEMA	TRABAJO	CT	PE	SISTEMA	TRABAJO	CT	PE
Electrico	Revision y cambio de elementos averiados	10	A	Transmision	Limpieza	10	A
	Desemegizacion y limpieza	10	A		Engrase y lubricacion	10	A
					Reemplazo de elementos sometidos a desgaste	10	A
					Ajuste de parametros de trabajo	10	S

SIMBOLOGÍA

PE Periodo	E	Servicio Externo	T	Revisión trimestral
CM Código Máquina	R	Reprogramación	M	Revisión mensual
CT Código trabajo	A	Servicio anual	S	Revisión semanal
X Servicio interno	O	Revisión semestral	*	Act. Realizadas diariamente

RESPONSABLES

Gerente de Mantenimiento **Gerente de Producción** **Gerente General**

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
TRANSPORTADOR
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado. Que no existan falsos contactos.
- ✦ Componentes del tablero de control, para localizar huellas de quemaduras, pérdidas de resina, corrosión en los contactos. Todo componente que se sospeche defectuoso deberá reemplazarse por otro del mismo valor, limpiar todo el equipo con un paño o cepillo pequeño, ya que la pintura y el polvo atraen a la humedad y puede producir deterioros.

TRANSMISIÓN:

Verificar:

- ✦ Revisar las condiciones físicas en que se encuentran las bandas, que no estén dañadas o presenten desgaste considerable cambiarlas en caso necesario.
- ✦ Reductores de velocidad funcionando correctamente.

- ✦ Revisar las condiciones físicas en que se encuentran los seguros de fijación, poleas y flechas, así como también que estén debidamente lubricadas y su funcionamiento sea el adecuado.
- ✦ Tornillos en buenas condiciones, y en su caso cambiarlos.
- ✦ Realizar engrase y lubricación general en todas aquellas partes que así lo requieran.
- ✦ Que la catarina no presente demasiado desgaste, así como también que esté debidamente lubricada y su funcionamiento sea el adecuado, sustituirla si es necesario.
- ✦ Desgaste en la cadena, repararla o cambiarla en caso necesario.
- ✦ Revisar las condiciones físicas de los baleros, que no emitan ruidos extraños o se caliente demasiado, sustituirlos en caso de ser necesario.
- ✦ Transmisión de los rodillos gire de manera uniforme, que los rodillos no presenten corrosión, golpes y en general que estén funcionando correctamente.
- ✦ Guía del transportador dispuesta correctamente, que no estén dañadas o mal soldadas, que estén bien sujetas mediante tornillos y que su función la desempeñe adecuadamente.
- ✦ Rodamientos lubricados, que no generen ruidos extraños o se calienten demasiado.
- ✦ Que los retenes mantengan el lubricante dentro de la carcasa del rodamiento, así como también que evite la entrada de humedad, partículas de pintura y suciedad.
- ✦ Engranajes debidamente engrasados, que no presenten desgaste en sus dientes, y que su funcionamiento sea el adecuado.
- ✦ Revisar que la banda transportadora esté bien pegada, que no presente rupturas ni desgaste.
- ✦ Tensores de las bandas colocados en los lugares indicados, que no presenten rupturas o daños físicos.

- ✦ Que los bujes no tengan mucha holgura, que no presenten daños en su estructura, ni desgaste.

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
BOMBA DE AGUA
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:

Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Motor trabajando correctamente, así como también que esté libre de suciedad, agua, aceite o pintura.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado.
- ✦ Que no existan falsos contactos.

TRANSMISIÓN:

Verificar:

- ✦ Tensión en las bandas, que no presenten desgaste o cualquier otro daño, en caso necesario sustituirlas.
- ✦ Lubricar motores y todo aquel elemento que lo necesite.

RUTINA ANUAL DE CONSERVACIÓN
HORNO DE SECADO
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

SUBSISTEMA ELÉCTRICO:




Verificar:

- ✦ Interruptores de pastilla en buenas condiciones físicas y que estén trabajando adecuadamente
- ✦ Estado físico de interruptores de cuchillas, extraer mediante aire comprimido, toda la suciedad o la pintura y el polvo que se haya acumulado.
- ✦ Fusibles en buenas condiciones, que no estén flameados o presenten algún daño que pueda ocasionar algún accidente.
- ✦ Trabajo correcto de contactos, que estén en buenas condiciones físicas y que estén bien sujetos en el lugar que les corresponde.
- ✦ Revisar amarres y uniones en el cableado, reencintar aquellos que se encuentren en mal estado. Que no existan falsos contactos.
- ✦ Componentes del tablero de control, para localizar huellas de quemaduras, perdidas de resina, corrosión en los contactos. Todo componente que se sospeche defectuoso deberá reemplazarse por otro del mismo valor, limpiar todo el equipo con un paño o cepillo pequeño, ya que la pintura y el polvo atraen a la humedad y puede producir deterioros.
- ✦ Calentamiento correcto de las resistencias, que estén libres de polvo, pintura, humedad o partículas extrañas.
- ✦ Que las temperaturas que indica el termostato sean las correctas.

**CALENDARIO DE
CONSERVACION
ANUAL
ELEMENTOS
TRIVIALES**

**RUTINA SEMANAL DE CONSERVACIÓN
TINAS DE DESENGRASE Y FOSFATIZADO
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

Verificar:

-  Nivel de soluciones en las tinas.
-  Grado de contaminación y suciedad de las soluciones de las tinas.
-  Limpiar soluciones retirando sedimentos y componentes descolgados de los racks.

Actividades a realizar en el Intervalo de recambio:


- ✓ Realizar cambio de solución cada 2000 horas de servicio.
- ✓ Limpiar tuberías de aspersión mediante sopleteo a presión con líquido antisarro.


- ✓ Los filtros de desagüe de alambre deben inspeccionarse y limpiarse para detectar obstrucción y posibles deterioros.

- ✓ Cambiar toda manguera deteriorada.

- ✓ Verificar que la bomba de agua no presente ningún problema de funcionamiento, que esté libre de pintura, aceite, polvo, humedad, etc., en caso necesario retirarlos por medio de aire comprimido.

- ✓ Apretar fuertemente todas las conexiones entre tuberías, ya que una conexión floja producirá fugas.

-  Presión correcta da la bomba mediante el manómetro.

-  Correcto funcionamiento del calentador.

4.8 COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROGRAMA.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN EL DEPARTAMENTO DE PINTURA ELECTRÓSTATICA

Habiendo concluido la investigación, no existe impedimento para llevar a cabo la implementación del programa de mantenimiento. Ya que el diagrama de Wilfredo Pareto, determina las principales causas que repercuten en el mantenimiento del equipo y maquinaria del departamento de pintura electrostática.

El único costo que se esta calculando para este análisis es el de mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento, los costos de materia prima, costos indirectos y otros que influyen en la producción no se están determinando en este estudio, ya que estos forman parte del sistema de producción .

	A	B	C	D
	HORAS TRABAJADAS EN PROMEDIO MENSUAL.	PERSONAL EMPLEADO	COSTO DE HORA	COSTO MENSUAL POR CONCEPTO DE M.O.
OPERADORES	180 hr	6	\$20.75	\$22,410
SUPERVISOR	180 hr	1	\$62.5	\$11,250
			TOTAL	\$33660

Tabla 1

Un elemento que determina que el análisis costo-beneficio se aplica directamente al aumento de productividad, es reflejado en la cantidad de racks dañados que mensualmente quedan inactivos por algún déficit de planeación en mantenimiento.

A	B	C	D
CANTIDAD DE RACKS EN BUENAS CONDICIONES	CANTIDAD DE RACKS DAÑADOS Y QUE NO SON EMPLEADOS EN EL PROCESO DE PINTURA	TOTAL DE RACKS (A+B)	PORCIENTO DE RACKS DAÑADOS (B/C*100)
812 RACKS	796 RACKS	1608 RACKS	49%

Tabla 2

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (PRM)

El análisis que realizamos se enfoca en las prioridades de los materiales para la manufactura (mantenimiento), y se estimaron las siguientes unidades:

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL MENSUAL
FILTROS PARA COMPRESORAS	2 pz	\$500.00	\$1,000.00
JABON	10 kg	\$11.00	\$110.00
SOLUCIONES DESENGRASANTE	20 lt	\$22.00	\$440.00
LIMPIEZA DE CASSETAS MANUAL	4	\$1,000	\$4,000.00
LIMPIEZA DE CASETA AUTOMATICA	4	\$1,000	\$4,000.00
MANTENIMIENTO AL HORNO DE SECADO	4	\$1,000	\$4,000.00
MANTENIMIENTO AL HORNO DE CURADO	4	\$1,000	\$4,000.00
TOTAL			\$17,550.00

Tabla 3

El reemplazar los racks que por falta de mantenimiento se deterioran, disminuyendo la efectividad y por ende su vida útil en el proceso de producción, representa una inversión que comparativamente con la implementación del programa de mantenimiento ofrece diferencias monetarias importantes.

A	B	C
CANTIDAD DE RACKS A REEMPLAZAR MENSUALMENTE	COSTO POR RACK	INVERSION TOTAL
300	\$700	\$210,000

Tabla 4

La propuesta para implantar el programa del mantenimiento preventivo, se consigue de la regla de negocio, que con directrices sobre costo beneficio representa una diferencia de \$158,840 que al día de hoy son perdidas por una inversión en reemplazos físicos de material , (Ejemplo, reposición de racks).

BENEFICIOS GENERADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Elementos pintados	Elementos despintados	Costo de producción	Total de perdidas
1409 pzs/ hora	134 pzs / hora	\$ 50.00	\$ 6,700.00 / hora

Los elementos que presentan deficiencias en el pintado corresponden al 9.5% del total producido, esto se debe a que no se tienen las condiciones optimas de trabajo. Con la implantación del programa de mantenimiento se pretende reducir en un 50% el número de piezas despintadas, lo cual refleja un aumento del 5% de productividad, lo anterior se justifica con la realización de los mantenimientos preventivos en las diferentes áreas del Departamento de Pintado, ya que actualmente no se realizan.

Elementos pintados	Elementos despintados	Costo de producción	Total de perdidas
1409 pzs/ hora	67 pzs / hora	\$ 50.00	\$ 3,350.00 / hora

El ahorro se genera a partir del seguimiento adecuado del programa de mantenimiento propuesto.

En la realización de los mantenimientos se considera la optimización del Departamento de Mantenimiento, por lo que no será necesario contratar mano de obra adicional.

Considerando que la planta trabaja de Lunes a Viernes, 2 turnos de 8 horas cada uno se tienen los siguientes ahorros.

Horas disponibles por día	Días laborados por mes	Total de horas mensuales trabajadas	Total ahorrado mensualmente
15	20	300	\$ 1'005,000.00

Con la tabla anterior se puede observar el ahorro mensual que se tendrá, el primer mes se debe considerar la inversión inicial de \$210,000.00 por reemplazo de Racks inservibles, el costo de materia prima para los mantenimientos será de \$ 17,550.00 mensualmente.

Es importante considerarlo ya que se tiene una diferencia de \$777,450.00 para el primer mes y de \$987,450.00 para los meses sucesivos.

BENEFICIOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.

El Mantenimiento dentro de toda la organización es de suma importancia, ya que éste permite obtener una mayor eficiencia de la maquinaria y equipo, y alargar la vida útil de los recursos con que se cuenta.

Los principales beneficios que se obtienen, gracias a la ejecución correcta del programa propuesto, son:

- ▶ Instalaciones con mejor mantenimiento y más confiables.
- ▶ Orden y limpieza dentro del área de trabajo.
- ▶ Alargar la vida útil de los recursos.
- ▶ Costos de mantenimiento más bajos.

- ↳ Reducción de costos indirectos por paros imprevistos,

- ↳ Aumento general de la eficiencia de los recursos, lo cual repercutirá en la fabricación de productos con mayor calidad, con la consiguiente disminución de retrabajos, así como reducción en los desperdicios generados.
Aumento en la calidad del producto.

- ↳ Incremento en la productividad del departamento de Pintura Electrostática y de la empresa en general.

- ↳ Más y mejor información disponible para la toma de decisiones.

- ↳ Una mejor imagen de la compañía.

CONCLUSIONES

Al concluir el análisis de este proyecto de tesis donde se propuso un Programa de Mantenimiento Preventivo para el área de pintura nos percatamos de que este programa será de gran ayuda y beneficio no solo para el área, sino para la empresa también.

Observando y analizado la problemática con las diferentes herramientas del mantenimiento para así llegar a la formulación y desarrollo del Programa de Mantenimiento Preventivo. Con los datos obtenidos nos dimos cuenta que el departamento de pintura tiene un gran problema con los productos que se producen ahí, en base al análisis realizado, nos dio a conocer que la producción de productos que utilizaban un solo color en pintura era mayor a los productos que utilizaban mas colores o no utilizaban, debido a esto las condiciones de la maquinaria no son las adecuadas para trabajar.

Lo cual con el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo nos brinda una mejor visión sobre cómo conservar la maquinaria en base al mantenimiento dentro del cual nos ayudara con la solución de los problemas mencionados y con esto lograr que se disminuya los cuellos de botella, tiempos muertos, mejorar la conservación del equipo y maquinaria, así logrando un alza en la productividad y calidad en lo que respecta al departamento.

También se considera que el desarrollo de este programa, no garantiza que la empresa tenga notables cambios a corto plazo, pues es indispensable que se estabilicen los cambios tras las primeras modificaciones sobre todo que los trabajadores formen parte de este programa para que se obtengan resultados adecuados y se pueda evaluar la efectividad del programa.

BIBLIOGRAFÍA

1. DOUNCE, Enrique., Productividad en el mantenimiento industrial., Editorial C. E. C. S. A., México 2003
2. GARCÍA GARRIDO, Santiago, Organización y Gestión integral del Mantenimiento. Editorial Mc Graw Hill, México 2005
3. GERLING, Henrich, Alrededor de las máquinas –herramientas. Ed. Reverte., México 2002
4. GONZALEZ FERNÁNDEZ, Francisco., Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado., Editorial Limusa., México 2005
5. NIEBEL, Benjamín, Manual del Ingeniero Industrial., Ed. Alfa-Omega, México 2003
6. NEWBROUGH, E. T., Administración del Mantenimiento Industrial. Editorial Diana sexta impresión., México, 2003
- 7 SALVENDY, Gabriel, Biblioteca del Ingeniero Industrial. Ed. Noriega Editores, México 1993
- 8 SCHÄRER SÄUBERLI, Ulrich, Ingeniería de Manufactura. Ed. C.E.C.S.A. Tercera Reimpresión, México 1999.
- 9 LOCKYER, Keith., La producción industrial y su administración. Editorial Representaciones y servicios de la ingeniería, México 2004.
- 10 SOTUYO BLANCO, Santiago OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO Revista #11 mantenimiento mundial.com diciembre 2004

ANEXOS

ANEXO1

“PREGUNTAS DE PRIMER NIVEL”

1. PERSONAL

- 1.1. Las actividades que desarrolla el personal de mantenimiento están de acuerdo a sus potencialidades.
- 1.2. El personal de mantenimiento percibe que es tomado en cuenta para la toma de decisiones de la empresa.
- 1.3. El personal conoce las normas y políticas que se relacionan con sus actividades.
- 1.4. El nivel de percepciones por concepto de salarios prestaciones e incentivos al personal de mantenimiento es competitivo con respecto a empresas similares.
- 1.5. Se tienen métodos y procedimientos para evaluar el desempeño del personal de mantenimiento y se cumplen.
- 1.6. El sistema de contratación y reclutamiento del personal de mantenimiento corresponde a las necesidades del área y no a algún otro criterio.
- 1.7. La rotación de personal siempre se efectúa de acuerdo a las necesidades del área de mantenimiento.
- 1.8. El personal con que cuenta mantenimiento a nivel supervisión o coordinación es el adecuado.
- 1.9. El personal con que cuenta mantenimiento a nivel operativo es el adecuado.
- 1.10. Existen programas o medios para que el personal mejore sus relaciones personales tanto al interior del grupo como con las demás áreas usuarias de sus servicios.

2. Administración

- 2.1. Se tienen bien definidos los objetivos del área de mantenimiento.
- 2.2. Se tienen bien delimitadas las funciones del área de mantenimiento.
- 2.3. La estructura organizativa de la empresa facilita el buen desempeño del mantenimiento.
- 2.4. El área de mantenimiento tiene bien definidos sus puestos y se respetan.

- 2.5. Existen procedimientos y se conocen por todos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.
- 2.6. Existe compatibilidad entre la toma de decisiones de producción y las de mantenimiento.
- 2.7. La planeación para las actividades de mantenimiento es una actividad permanente y controlada.
- 2.8. Se planea a corto, mediano y largo plazo en mantenimiento.
- 2.9. El personal de mantenimiento siempre sabe qué hacer, cómo hacerlo y cuándo hacerlo.
- 2.10. Se cuenta con el equipo y herramientas suficientes y adecuadas para hacer el mantenimiento.
- 2.11. Los usuarios del servicio de mantenimiento, conocen y respetan los procedimientos de éste.
- 2.12. Se tienen programas de actualización, capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento.
- 2.13. Cuando se contrata apoyo externo este es oportuno, eficaz y costeable.
- 2.14. Se cuenta con asesoría confiable y oportuna de los proveedores de los equipos y maquinaria.
- 2.15. La mantenibilidad de los equipos seleccionados es un aspecto tomado en cuenta para la adquisición de nuevos equipos.

3. Programas de Conservación

- 3.1. Se tiene un inventario completo de todo aquello que demandará la atención del área de mantenimiento.
- 3.2. Se tiene algún criterio para dar prioridad a los trabajos de acuerdo a la importancia del equipo.
- 3.3. Se conoce la ubicación física de todo lo que contiene el inventario de conservación.
- 3.4. Normalmente se cuenta con las refacciones de más demanda y con una calidad adecuada.
- 3.5. Las materias primas que se consumen en mantenimiento son las especificadas por el fabricante o al menos son equivalentes en calidad.
- 3.6. Existen programas rectores de las actividades de mantenimiento.
- 3.7. Los programas obedecen a un previo análisis de los usuarios de los equipos e instalaciones.
- 3.8. Los programas están apoyados por procedimientos claros y conocidos por involucrados.
- 3.9. Los programas describen claramente los tiempos de ejecución de cada trabajo.

- 3.10. Las órdenes de trabajo tienen un seguimiento riguroso.
- 3.11. Los programas permiten dar respuesta satisfactoria a las solicitudes de servicio.
- 3.12. El sistema de información (papeleo y órdenes de trabajo) facilita la ejecución de los trabajos.
- 3.13. Se apoya en algún paquete computacional para la coordinación del mantenimiento.
- 3.14. Se cuenta con la suficiente información técnica para la ejecución de los trabajos.
- 3.15. Existen medidas extraordinarias para responder rápidamente ante contingencias que demanden la intervención de mantenimiento.

4. Control

- 4.1. La evaluación en mantenimiento es una norma y es respetada por todos los integrantes del grupo de mantenimiento.
- 4.2. La asignación de presupuesto para mantenimiento obedece a un análisis de necesidades del mismo.
- 4.3. Se tienen parámetros confiables para controlar los costos de ejecución de los trabajos de mantenimiento.
- 4.4. Se tienen parámetros confiables para medir los trabajos de mantenimiento.
- 4.5. Se conoce confiablemente la relación que existe entre recursos disponibles para producir y la aportación que para ello hace el grupo de mantenimiento.
- 4.6. Se tiene información acerca de los costos ocasionados por el mal mantenimiento.
- 4.7. Se tienen estudios de confiabilidad del comportamiento de los equipos más importantes.
- 4.8. Se tiene un seguimiento confiable de la información que se reporta en mantenimiento.
- 4.9. Se tiene un manejo eficiente de los recursos asignados al mantenimiento.
- 4.10. Toda la empresa reconoce clara y fehacientemente la aportación que hace el grupo de mantenimiento.

“PREGUNTAS DE SEGUNDO NIVEL”

Personal

1. Organización y Control

1.1. Estructura de la Organización

- 1.1.1. La posición del personal de mantenimiento dentro de la estructura organizacional de la empresa es explícita y clara.
- 1.1.2. La posición anterior es reconocida por toda la empresa.
- 1.1.3. Las funciones y objetivos del personal de mantenimiento son explícitas y conocidas por todos.
- 1.1.4. Las cargas de trabajo asignadas al personal son acordes a su perfil.
- 1.1.5. Existen políticas de ascensos para el personal de mantenimiento y se llevan a cabo.
- 1.1.6. Se hacen análisis de puestos, para el personal necesario de mantenimiento.
- 1.1.7. Las órdenes de trabajo son por escrito y son acatadas.

1.2. Toma de Decisiones

- 1.2.1. La posición dentro de la estructura organizacional facilita que el personal de mantenimiento tome decisiones pertinentes.
- 1.2.2. El personal de mantenimiento se reúne frecuentemente con el de producción para la toma de decisiones conjunta.
- 1.2.3. Las opiniones del personal de mantenimiento son tomadas en cuenta para la toma de decisiones relacionadas con su trabajo.
- 1.2.4. El personal de mantenimiento percibe cómo se toman las decisiones.

1.3. Medidas del desempeño del personal

- 1.3.1. Las actividades que desempeña el personal de mantenimiento están relacionadas estrictamente con las funciones que se delegan al área.
- 1.3.2. Las normas que rigen al personal de mantenimiento son explícitas y son conocidas por ellos.

- 1.3.3. El ausentismo del personal de mantenimiento no afecta las labores del área.
- 1.3.4. Los paros de maquinaria no están asociados a malos trabajos en mantenimiento (retrasos, retrabajos, errores, etc).
- 1.3.5. El personal de mantenimiento percibe claramente que existen oportunidades de desarrollo si realiza adecuadamente su trabajo.
- 1.3.6. El personal de mantenimiento conoce cómo es evaluado su desempeño.

1.4. Higiene y Seguridad

- 1.4.1. El personal de mantenimiento conoce, ejerce y promueve las reglas básicas de higiene en relación a su trabajo.
- 1.4.2. El personal de mantenimiento conoce, ejerce y promueve la seguridad tanto del personal de la planta como de sus instalaciones y equipo.
- 1.4.3. En los métodos y procedimientos de la actividad de mantenimiento, se incorporan específicamente por escrito, aspectos relacionados con la seguridad.

2. Relaciones Laborales

2.1. Salarios

- 2.1.1. La empresa proyecta claramente políticas aplicables al personal de mantenimiento en relación a las percepciones.
- 2.1.2. Los salarios que recibe el personal de mantenimiento con respecto a empresas similares son mejores o equiparables.
- 2.1.3. El personal se muestra satisfecho con sus salarios comparándolos con gente que desempeña actividades similares.
- 2.1.4. La participación de utilidades que realiza la empresa la percibe el personal como si hubiese sido apegada a la realidad de la empresa.

2.2. Capacitación y/o Adiestramiento

- 2.2.1. Se tienen políticas definidas para la capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento.
- 2.2.2. La capacitación y el adiestramiento que se imparte al personal de mantenimiento obedecen a un previo análisis de necesidades.

- 2.2.3. Los programas de capacitación para el mantenimiento se cumplen tal y como se proponen.
- 2.2.4. Existe un tiempo específico dentro del horario normal de labores para la capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento.
- 2.2.5. Se fomenta la auto - capacitación y el auto - adiestramiento.
- 2.2.6. Los procesos de capacitación y/o adiestramiento son evaluados.
- 2.2.7. El proceso de actualización de conocimientos, habilidades y destrezas para el personal de mantenimiento es una práctica cotidiana.

2.3. Incentivos y Prestaciones

- 2.3.1. Los programas de incentivos para el personal de mantenimiento existen y se cumplen.
- 2.3.2. Las prestaciones que recibe el personal de mantenimiento son competitivas con las de empresas similares.
- 2.3.3. La reducción de costos propiciada por el mantenimiento se toma en cuenta para los incentivos al personal de mantenimiento.
- 2.3.4. El personal de mantenimiento considera justas las políticas de la empresa en relación a incentivos.

3. Perfil del Personal

3.1. Contratación

- 3.3.1. La contratación del personal de mantenimiento obedece a un perfil previamente definido.
- 3.3.2. Los procedimientos de contratación del personal de mantenimiento son los adecuados.
- 3.3.3. La rotación del personal de mantenimiento no es un factor que afecte demasiado a los trabajos de mantenimiento.

3.2. Perfil del Personal

- 3.2.1. El responsable del área de mantenimiento tiene características satisfactorias para conducir el grupo de trabajo en forma armoniosa y eficiente.

- 3.2.2. Se cuenta con el personal suficiente y necesario para realizar el mantenimiento de acuerdo a las expectativas de la empresa.
- 3.2.3. Las actividades que desempeña el personal de mantenimiento están de acuerdo a sus actividades.
- 3.2.4. El trabajador de mantenimiento conoce claramente cuál es el impacto que tiene su trabajo.
- 3.2.5. El conocimiento del equipo y maquinaria que tiene el personal es suficiente para las tareas de mantenimiento.
- 3.2.6. El personal de mantenimiento muestra características intuitivas para identificar el origen de los problemas.

3.3. Ambiente de Trabajo

- 3.3.1. Las relaciones sindicales no interfieren en las actividades de mantenimiento.
- 3.3.2. El grupo de mantenimiento no es fuente desestabilizadora de la empresa.
- 3.3.3. El ambiente de confianza permite al trabajador desarrollar condiciones de autogestión confiablemente.
- 3.3.4. Los grupos informales (amigos) que se tienen facilita la realización del trabajo.
- 3.3.5. El líder del grupo de mantenimiento (no necesariamente el jefe) ayuda con sus capacidades a un mejor desempeño.

Administración

1. Planeación

1.1. Objetivos, cobertura, relación, horizontes

- 1.1.1. Se tiene bien definidos los objetivos del departamento.
- 1.1.2. El proceso de planeación es una actividad permanente.
- 1.1.3. La planeación en mantenimiento abarca la totalidad de sus funciones.
- 1.1.4. Los niveles de planeación de mantenimiento incluyen a todos los involucrados.
- 1.1.5. La participación en la planeación abarca el corto, mediano y largo plazo.

1.2. Información

- 1.2.1. La documentación de planeación del mantenimiento es accesible a los funcionalmente autorizados.

- 1.2.2. Se realiza una labor de difusión de la planeación en forma ordenada.
- 1.2.3. La información de la planeación se actualiza y se difunden las actualizaciones.
- 1.2.4. Los datos que se manejan al planear son confiables.
- 1.2.5. La información de planeación es oportuna.

1.3. Periodicidad

- 1.3.1. La planeación describe claramente los tiempos de ejecución de cada acción.
- 1.3.2. La planeación contempla periodos de atención preventiva para todos los recursos vitales e importantes.
- 1.3.3. La planeación incluye periodos de mantenimiento mayor.
- 1.3.4. La periodicidad de atención a los recursos satisface las necesidades detectadas.
- 1.3.5. La atención progresiva a los recursos esta prevista.

1.4. Recursos de Planeación

- 1.4.1. Los algoritmos que se usan para planeación son confiables.
- 1.4.2. Los planeadores de mantenimiento saben mantenimiento.
- 1.4.3. Se tienen referencias de planeación de empresas similares en lo referente a mantenimiento.
- 1.4.4. Se utilizan paquetes computacionales para el programa de mantenimiento.
- 1.4.5. Se tiene empatía entre todas las áreas involucradas en la planeación de mantenimiento.

1.5. Relación con otros departamentos

- 1.5.1. La planeación de mantenimiento corresponde a los gastos y presupuestos asignados.
- 1.5.2. La planeación de mantenimiento corresponde a los planes de producción de la empresa.
- 1.5.3. La planeación de mantenimiento corresponde a la adquisición de nuevos equipos o instalaciones.
- 1.5.4. La planeación de mantenimiento corresponde a la realidad financiera de la empresa.

1.5.5. Cuando la empresa decide contratar servicios externos para el mantenimiento, los planeadores tienen bien identificadas las posibilidades reales de estos servicios para incluirlos en los planes.

2. Organización

2.1. Estructura

- 2.1.1. Esta definida explícitamente la división del trabajo.
- 2.1.2. La estructura del departamento facilita el trabajo.
- 2.1.3. La ubicación dentro de la organización de la empresa facilita el trabajo.
- 2.1.4. Se define claramente quién hace los trabajos.
- 2.1.5. Se tienen bien definidos los objetivos de cada sección dentro de la estructura.
- 2.1.6. Las jornadas de trabajo obedecen a lo planeado.
- 2.1.7. La rotación del personal favorece la ejecución de los trabajos.

2.2. Métodos y procedimientos

- 2.2.1. Se describen por escrito los trabajos rutinarios.
- 2.2.2. Se tienen técnicas para la detección de fallas en equipos.
- 2.2.3. Los equipos son intervenidos por quien más los conoce en el caso de fallas mayores.
- 2.2.4. Los trabajos rutinarios se delegan en la gente menos experta.
- 2.2.5. Siempre se sabe quién y qué hacer en mantenimiento.

2.3. Información

- 2.3.1. Se indica claramente a los usuarios cómo llenar los formatos de trabajo.
- 2.3.2. Se retroalimenta por escrito la planeación.
- 2.3.3. El papeleo no retarda los trabajos.
- 2.3.4. Se tienen todos los manuales y los diagramas.
- 2.3.5. Se realizan y se almacenan los reportes de trabajos realizados (bitácoras).

2.4. Recursos

- 2.4.1. El equipo para mantenimiento es suficiente.
- 2.4.2. Las herramientas para mantenimiento son suficientes.
- 2.4.3. Las refacciones utilizadas son adecuadas.
- 2.4.4. Los consumibles (lubricantes, limpiadores, etc.) son los adecuados.

2.5. Contingencia Humana

- 2.5.1. Se tienen previstos los planes de contingencias en recursos vitales.
- 2.5.2. Las órdenes verbales son claras.
- 2.5.3. Los líderes de grupo actúan en sentido constructivo.

3. Toma de decisiones

3.1. Ordenes de trabajo

- 3.1.1. Las políticas generales de la empresa para el mantenimiento son explícitas claras y suficientemente difundidas.
- 3.1.2. Las políticas internas del área de mantenimiento son explícitas, claras y suficientemente difundidas.
- 3.1.3. La asignación de trabajos se hace de acuerdo a procedimientos establecidos y difundidos.
- 3.1.4. Los procedimientos describen qué y quienes deben realizar los trabajos en las circunstancias más comunes.

3.2. Confiabilidad de la toma de decisiones

- 3.2.1. Se tienen parámetros confiables para medir los trabajos.
- 3.2.2. No es indispensable la presencia del responsable para tomar la mayoría de las decisiones del trabajo rutinario.
- 3.2.3. Los reportes de anomalías (solicitudes de trabajo) son claros.
- 3.2.4. Las modificaciones para tecnología de los recursos a tender son incorporados a los procesos de planeación y toma de decisiones.

3.3. Relación con otras áreas

- 3.3.1. Son poco frecuentes los conflictos de decisiones con producción.
- 3.3.2. Son poco frecuentes los conflictos de decisiones de finanzas.
- 3.3.3. Son poco frecuente los conflictos de decisiones con el personal de mantenimiento.
- 3.3.4. Son poco frecuente los conflictos de decisiones con compras.
- 3.3.5. Son poco frecuente los conflictos de decisiones con proveedores.

3.4. Capacidad de respuesta ante contingencias

- 3.4.1. Se hace valer la voz del responsable de mantenimiento en la toma de decisiones en la planeación de la empresa.
- 3.4.2. Los miembros del grupo de mantenimiento pueden tomar decisiones por iniciativa propia confiablemente.
- 3.4.3. Nunca se presentan casos donde se dan órdenes contradictorias y las dos se tienen que acatar.
- 3.4.4. Nunca se presenta casos de confusión en quien da las órdenes.
- 3.4.5. En caso de urgencia se tiene un margen más libre de decisiones para el grupo de mantenimiento.

Programa de Conservación

1. Inventario

1.1. Inventario de Conservación

- 1.1.1. Se tiene un inventario completo de la maquinaria a atender.
- 1.1.2. Se tiene un inventario completo de las instalaciones a atender.
- 1.1.3. Se tiene un inventario de los inmuebles a atender.
- 1.1.4. La codificación que se usa para identificar en el inventario facilita la elaboración del programa de trabajo.

1.2. Jerarquías en los recursos por mantener

- 1.2.1. En el inventario se define claramente la jerarquía de importancia de los elementos que integran en función de su relevancia para la producción.
- 1.2.2. Se tiene el código máquina de todo el inventario de conservación.
- 1.2.3. Se elabore periódicamente el código de trabajo de todo el inventario de conservación.
- 1.2.4. Se tienen claramente definidas las prioridades de atención a los recursos.
- 1.2.5. Se tienen clasificados los recursos de acuerdo a las actividades de mantenimiento que demandan.
- 1.2.6. La clasificación de los recursos permite hacer una adecuada división del trabajo.

2. Almacén

2.1. Refacciones

- 2.1.1. Se tienen estudios acerca de las refacciones que se necesitan.
- 2.1.2. Se tiene un control sobre la existencia de refacciones.
- 2.1.3. Todas las refacciones que se usan son compatibles con el equipo.
- 2.1.4. Se tienen identificadas las refacciones más importantes y estas son fácilmente accesibles.

2.2. Materias Primas

- 2.2.1. Se tienen estudios acerca de las materias primas que mantenimiento demanda.
- 2.2.2. La calidad y la vigencia de las materias primas que se usan son las recomendadas por los fabricantes.
- 2.2.3. La políticas de suministro de materias primas evitan desperdicios.
- 2.2.4. Se tiene un control sobre la existencia de materias primas.

2.3. Control de almacén

- 2.3.1. Se tiene el personal idóneo para controlar el almacén para el mantenimiento.
- 2.3.2. El local con que cuenta el almacén es adecuado y esta cercano a los centros de trabajo de mantenimiento.

- 2.3.3. La organización del almacén propicia una respuesta rápida a las solicitudes.
- 2.3.4. Las características del almacén permiten conservar en buen estado todo lo que se encuentra bajo custodia.
- 2.3.5. Los robos al almacén son poco frecuentes.

2.4. Papeleo de almacén

- 2.4.1. El papeleo del almacén permite un servicio eficiente.
- 2.4.2. Las autorizaciones que requiere almacén son accesibles y en forma oportuna.
- 2.4.3. Los formatos de almacén se llenan fácil y rápidamente.
- 2.4.4. El archivo de almacén se actualiza adecuadamente.
- 2.4.5. La información técnica que custodia el almacén es actual y en buen estado.

2.5. Equipos

- 2.5.1. Se tienen estudios detallados sobre el equipo y herramientas que se requieren.
- 2.5.2. Se tiene bien controlada la herramienta y el equipo de mantenimiento.
- 2.5.3. La herramienta y equipo de mantenimiento es suficiente.
- 2.5.4. La calidad del equipo y herramienta de mantenimiento es suficiente.
- 2.5.5. La calibración de los equipos de auxilio al mantenimiento se actualiza.
- 2.5.6. El estado de los equipos de mantenimiento es confiable.

3. Programas

3.1. El plan

- 3.1.1. Existe un plan de mantenimiento que incluye a todo el inventario de conservación.
- 3.1.2. El plan es conocido y entendido en términos generales por todos en la empresa.
- 3.1.3. Existe preocupación por todos en la empresa de respetar el plan.
- 3.1.4. Se tienen bien definidos los procedimientos para el seguimiento del plan.
- 3.1.5. El plan es actualizado cuando sufre desviaciones.
- 3.1.6. El plan prescribe como medir su ejecución.
- 3.1.7. El plan contempla los tiempos ociosos de máquinas.
- 3.1.8. El plan refleja la realidad de los trabajos de mantenimiento.
- 3.1.9. La confiabilidad de la información que maneja el plan es satisfactoria.

3.2. Tipos de Programación

- 3.2.1. Los programas contemplan mantenimiento preventivo periódico.
- 3.2.2. Los programas contemplan mantenimiento preventivo progresivo.
- 3.2.3. Los programas contemplan mantenimiento preventivo predictivo
- 3.2.4. Los programas contemplan mantenimiento preventivo apoyado en estadísticas.
- 3.2.5. Los programas contemplan mantenimiento preventivo apoyado con instrumentos de medición colocados en los equipos principales.
- 3.2.6. Estos instrumentos son confiables.
- 3.2.7. El programa ha sustituido satisfactoriamente las órdenes verbales referentes a quién hace, qué y cuándo.

3.3. Mantenimiento Correctivo

- 3.3.1. El mantenimiento correctivo es poco frecuente.
- 3.3.2. Existen planes de contingencia.
- 3.3.3. Los recursos triviales absorben poco tiempo de atención.
- 3.3.4. Se tienen planes de recuperación de piezas de repuesto.

3.4. Papeleo Operativo

- 3.4.1. Los reportes de fallas son claros y oportunos.
- 3.4.2. Las órdenes de trabajo están diseñadas de acuerdo a las necesidades.
- 3.4.3. Las órdenes de trabajo son documentos respetados.
- 3.4.4. Se cuenta con los manuales y planes suficientes y actuales.

3.5. Seguimiento del Programa

- 3.5.1. Se tiene un registro de órdenes de trabajo efectuados.
- 3.5.2. Se tiene un registro de órdenes de trabajo diferidos.
- 3.5.3. Las solicitudes de trabajo son atendidas con eficiencia.
- 3.5.4. Se usa un paquete especial de cómputo para el mantenimiento.
- 3.5.5. Este se adapta a las necesidades.
- 3.5.6. Se cuenta con personal capacitado para su explotación.

3.6. Ejecución

- 3.6.1. El personal de mantenimiento respeta los programas.
- 3.6.2. Los tiempos de ejecución de los trabajos se respetan de acuerdo al programa.
- 3.6.3. La capacidad de diagnóstico y reparación del personal permite hacer programaciones más o menos confiables de los trabajos.
- 3.6.4. Las rutinas prescritas en las órdenes y programas son claras.

Control

1. Presupuestos

- 1.1. Existe un presupuesto específico para el mantenimiento.
- 1.2. El presupuesto es acordado por la gente de mantenimiento.
- 1.3. Se respeta la opinión de la gente de mantenimiento en la elaboración del presupuesto.
- 1.4. Se hacen estudios sobre las necesidades a corto, mediano y largo plazo sobre presupuestos para mantenimiento.
- 1.5. El presupuesto autorizado es suficiente.
- 1.6. El presupuesto autorizado no es cambiado significativamente.
- 1.7. Se tienen métodos de control presupuestal.
- 1.8. Se aplican los métodos de control.
- 1.9. El personal de mantenimiento ejerce autoridad acerca de su presupuesto.
- 1.10. Existe posibilidades de ejercer partidas extraordinarias en caso de emergencias.

2. Costos

- 2.1. Se tiene un control de costos de trabajos correctivos.
- 2.2. Se tiene un control de costos de trabajos preventivos.
- 2.3. Se tiene un control de costos de retrabajos y desperdicios en mantenimiento.
- 2.4. Se tiene información histórica sobre los tiempos de paro de equipos por estar descompuestos.
- 2.5. La información anterior indica influencia del mantenimiento.
- 2.6. La influencia es positiva.

- 2.7. La eficiencia en el manejo de los recursos de mantenimiento es buena.
- 2.8. Esta eficiencia es conocida por la empresa.

3. Fiabilidad

- 3.1. Se tiene identificado cuánto afecta la edad del equipo a mantener.
- 3.2. Se tiene identificado cuánto influye la carga de trabajo en equipos vitales a su desempeño.
- 3.3. Se tiene identificado cuánto influye la manera en que son operados los equipos.
- 3.4. Se tienen parámetros confiables para medir la calidad de los trabajos de mantenimiento.
- 3.5. Se lleva un control sobre la calidad de los trabajos de mantenimiento.
- 3.6. Se tienen datos históricos de los trabajos realizados a los equipos más importantes.
- 3.7. Se tiene forma de verificar los datos que se registran en las bitácoras.
- 3.8. Se hacen estudios de frecuencia de fallas.
- 3.9. Las compras que se hacen tienen la calidad deseada.

4. Disponibilidad

- 4.1. Se tienen estadísticas del tiempo que se tiene disponible el equipo vital para la producción.
- 4.2. Se tienen estadísticas de seguimiento a los trabajos programados.
- 4.3. Se tiene seguimiento a todas las órdenes de trabajo.
- 4.4. Se tiene estadísticas de disponibilidad de equipo importante para producción.
- 4.5. Las estadísticas que se realizan son confiables.
- 4.6. Se tiene un control sobre el tiempo que para el equipo, con motivos de mantenimiento.
- 4.7. Se tiene control sobre el tiempo efectivo de mantenimiento.
- 4.8. Se tiene control del tiempo ocioso del equipo.
- 4.9. Se tiene control del tiempo ocioso del personal.
- 4.10. Se tiene control sobre la disponibilidad del personal.

5. Calidad de desempeño


- 5.1. Se tienen medidas confiables para saber el rendimiento del departamento.
- 5.2. El departamento es evaluado permanentemente.
- 5.3. Se puede detectar cuando un equipo ha sido mal operado.
- 5.4. Se puede detectar cuando un equipo ha sido mantenido erróneamente.
- 5.5. La selección de maquinaria nueva cubre el requisito de ser fácilmente mantenible.
- 5.6. Se tienen parámetros adecuados para medir el desempeño del personal.
- 5.7. Se llevan a cabo evaluaciones del desempeño del personal.
- 5.8. Se tiene identificada la calidad de las relaciones entre el personal de mantenimiento.
- 5.9. Las relaciones del personal de mantenimiento con los demás departamentos son armoniosas.

ANEXO 2

CODIGO MAQUINA	CONCEPTO
10	<p>Recursos vitales:</p> <p>Aquellos que influyen en más de un proceso, o cuya falla origina un problema de tal magnitud que la alta dirección de la empresa no está dispuesta a correr riesgos.</p>
9	<p>Recursos importantes:</p> <p>Aquellos que aunque están en la línea de producción su función no es vital, pero sin ellos no puede operar adecuadamente el equipo vital y además no existen maquinas redundantes o de reserva.</p>
8	<p>Recursos duplicados situados en la línea de producción:</p> <p>Similares a los anteriores pero de los cuales si existe reserva.</p>
7	<p>Recursos que Intervienen en forma directa en la producción:</p> <p>Tales como los equipos de prueba.</p>
6	<p>Recursos auxiliares de producción sin reemplazo :</p> <p>Tales como equipos móviles.</p>
5	<p>Recursos auxiliares de producción con reemplazo:</p> <p>Similares al punto anterior pero con reemplazo.</p>
4	<p>Recursos de embalaje y pintura:</p> <p>Todo aquello que sea imprescindible para la producción.</p>
3	<p>Equipo generales:</p> <p>Unidades de transporte de materiales.</p>
2	<p>Edificios para la producción y Sistemas de Seguridad.</p>
1	<p>Edificios e instalaciones estéticas.</p>

CODIGO TRABAJO	DESCRIPCION DE TRABAJOS POR EFECTUAR
10	Paros: Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida del servicio o de la calidad esperada, proporcionado por las maquinas, instalaciones y construcciones vitales e importantes. O aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afecciones a la integridad física de los individuos.
9	Acciones preventivas urgentes: Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto 10 y que pudieron haber surgido por inspecciones, pruebas, avisos de alarma, etc.
8	Trabajos de auxilio a producción: Modificaciones tendentes a optimizar la producción, o surgidas por el cambio de producto o por mejoras del mismo.
7	Acciones preventivas No urgentes: Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto 10 – lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir labor preventiva, etc.
6	Acciones preventivas generales: todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y no se hayan visualizado posibles fallas.
5	Acciones rutinarias: Trabajos en maquinas o equipos de repuesto, en herramientas de conservación y en atención a rutinas de seguridad.
4	Acciones para la mejora de la calidad: Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y de conservación.
3	Acciones para la disminución de costo: Todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y de conservación y que no estén considerados en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor potencia eléctrica en la fábrica, disminuir la temperatura de la caldera de agua caliente en verano).
2	Acciones de salubridad y estética: Todo trabajo tendente asegurar la salubridad y conservación de muebles e inmuebles y en donde el personal de limpieza no puede intervenir, debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintar, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica, salas de computación, etc.
1	Acciones de aseo y orden: Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento y de conservación.

ANEXO 3

REPORTE DE MANTENIMIENTO		
DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN		
Reporte de Mantenimiento.		
Reporte Número:	<input type="text"/>	Fecha: <input type="text"/>
Area:	<input type="text"/>	Hora: <input type="text"/>
Ubicación de la máquina:	<input type="text"/>	
Fecha en que estará disponible:	<input type="text"/>	
Prioridad:	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
	<input type="text" value="C"/>	
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO		
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>		
Trabajo solicitado:	<input type="text"/>	
Trabajo efectuado:	<input type="text"/>	
RESPONSABLES		
Solicitó	Revisó	VoBo Jefe de Mantenimiento
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



CERRAMEX S.A. de C.V.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

ESPECIFICACIONES GENERALES DE MAQUINÁRIA Y EQUIPO

MÁQUINA:		CLAVE DE LA MÁQUINA	
FACTOR	%CONFIABILIDAD ÓPTIMA	% CONFIABILIDAD REAL	CONCLUSIÓN
EDAD DEL EQUIPO			
MEDIO AMBIENTE DONDE OPERA			
CARGA DE TRABAJO			
APARIENCIA FÍSICA			
MEDICIONES O PRUEBAS			
TOTAL			



CERRAMEX S.A. de C.V.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

REPORTE DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA		CLAVE DE LA MÁQUINA:		FECHA:
MANTENIMIENTO CORRECTIVO:				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO:				
TRABAJO EFECTUADO:				
REFACCIONES UTILIZADAS:				
HERRAMIENTAS UTILIZADAS:				
HERRAMIENTAS UTILIZADAS:				
OBSERVACIONES:				
HORA DE INICIO:		HORA DE TERMINACIÓN:		
DEPARTAMENTO SOLICITANTE:	NOMBRE DEL SOLICITANTE:			
SOLICITANTE	AUXILIAR DE MANTENIMIENTO		JEFE DE MANTENIMIENTO	



Solicitud de Mantenimiento

Orden de Trabajo N°:					Fecha de Inicio:	
					Fecha Finalización:	
Tipo de actividad:	<input type="checkbox"/> Correctivo	<input type="checkbox"/> Emergencia	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Predictivo	<input type="checkbox"/> Otro	
Equipo:	N°					
Especialidad principal:	<input type="checkbox"/> Técnico	<input type="checkbox"/> Inspector	<input type="checkbox"/> Oficial	<input type="checkbox"/> Operario		
Cantidad:						
Cuadrilla:	<input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Mecánico	<input type="checkbox"/> Electrónico	<input type="checkbox"/> Otro		
Herramientas Utilizadas:						
Cantidad:						
Operaciones:	<input type="checkbox"/> Viaje Ida y Vuelta al Lugar		<input type="checkbox"/> Realizar Actividad		<input type="checkbox"/> Realizar Informe y	
Tiempos:						
Descripción de la actividad:						

Nota Importante: Al realizar las tareas encomendadas en la presente Orden de Trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de Seguridad descritas a continuación que correspondan al caso.

Riesgos	Precauciones
Precauciones Preliminares	Colocación de Matafuego en Forma Estrategica
	Relevamiento General del Lugar
	Realizar una Adecuada Señalización
	Ubicación de Vehículos en forma Correcta
Riesgo Mecanico	Utilizar Botines de Seguridad
	Utilizar Casco de Seguridad
	Utilizar Guantes Protectores
	Utilizar Manta Antiflama
	Utilizar Mascara Protectora
	Utilizar Protector Ocular
	Utilizar Ropa de Trabajo
Riesgo Ergonomicos	Posiciones adecuadas para realizar esfuerzos
	Utilizar herramientas adecuadas y en buen estado.
Riesgo de trabajo en recintos	Aireación de Recintos
	Medición con detector de Oxigeno(concentración)
	Verificación de Ventilaciones
Riesgo de gases	Utilizar Elementos Antiexplosivos
	Verificar perdidas de gases Tóxicos
Elevado Nivel de	Realizar Medición con Decibelmetro
	Utilizar Protector Auditivo
Riesgo Electrico	De Acuerdo a Norma
	Puesta a Tierra de Equipos
	Uso de Tablero Electrico con Diyuntor Diferencial
Riesgo Ambiental	Deposición y Tratamiento final de desechos
	Usar Limpiador/Desengrasante de Seguridad (no inflamable)
	Utilizar Envases Originales sin Perdidas
	Contención y Deposición de Solvente y Pinturas
	Deposición Final de Residuos
Riesgo de Líquidos Tóxicos	Colocación de Elementos Absorventes
	Utilizar Guantes Acrilo Nitrilo
	Deposición final elementos impregnados
	Utilizar Mascara de Protección Respiratoria
	Procedimiento de recambio de recipiente