



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL
TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO
GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9**

Edy Orlando Donis Paz

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL
TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO
GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDY ORLANDO DONIS PAZ

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Zarceño Cepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL
TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO
GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de agosto de 2009.



Edy Orlando Donis Paz

Guatemala, septiembre 2012

Ing. Julio César Campos Paiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Campos:

Por medio de la presente, informo a usted que he revisado el trabajo de graduación titulado: **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSION 9”**, el cual fue realizado por el estudiante de ingeniería mecánica Edy Orlando Donis Paz, y el cual apruebo y me siento satisfecho con el contenido del mismo.

Agradeciéndole su atención a la presente, se despide de usted muy atentamente,

Víctor Manuel Ruiz Hernández
INGENIERO MECANICO
COLEGIADO 4627



Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández



Guatemala, 12 de noviembre de 2014
REF.EPS.DOC.1124.11.14.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

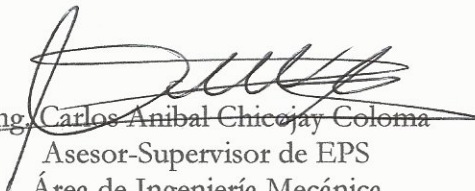
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edy Orlando Donis Paz** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 9819357, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 12 de noviembre de 2014
REF.EPS.D.668.11.14

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edy Orlando Donis Paz** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Victor Manuel Ruíz Hernández y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.309.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Complementaria del trabajo de **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9**, del estudiante **Edy Orlando Donis Paz**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

MA Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, Noviembre de 2014.



DTG. 670.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL DEL INTECAP CENTRO GUATEMALA 2, UTILIZANDO EL SOFTWARE MP VERSIÓN 9,** presentado por el estudiante universitario **Edy Orlando Donis Paz,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 19 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por el milagro de la vida y por la sabiduría que me ha dado, para alcanzar este triunfo.
- Mis padres** Marta Paz y José Luis Donis García (q.e.p.d). Por su ejemplo de lucha y por haberme guiado e inculcado valores a lo largo de mi vida.
- Mi esposa** Angélica García. Por su apoyo y comprensión.
- Mis hermanos** Lucky Donis Paz, Giovanni Donis Paz y Luis Donis Paz. Por sus consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de tener estudios superiores.
Facultad de Ingeniería	Por ser la casa de estudios que permitió la formación profesional.
Mis amigos	Ivonne Román, Joaquín Hernández, René Moreno, Hugo Cruz, Víctor Castañeda, Luis Sapón y Mynor Figueroa.
Catedráticos	Aníbal Chicojay y Víctor Ruiz, por su apoyo.
Las empresas	Aire Frío e INTECAP, por haber creído en mí y brindarme la oportunidad de un trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FUNDAMENTOS DE MANTENIMIENTO.....	1
1.1. Historia del mantenimiento.....	1
1.2. Definición de mantenimiento.....	3
1.3. Tipos de mantenimiento.....	3
1.3.1. Mantenimiento correctivo.....	4
1.3.2. Mantenimiento preventivo.....	5
1.3.2.1. Mantenimiento predictivo.....	7
1.3.2.2. Mantenimiento proactivo.....	7
1.3.2.3. Mantenimiento TPM.....	8
1.4. Costos del mantenimiento.....	9
1.4.1. Costos directos.....	10
1.4.2. Costos indirectos.....	10
1.5. Registros de control.....	11
1.5.1. Plan de mantenimiento.....	11
1.5.2. Órdenes de trabajo.....	12
1.5.3. Bitácoras.....	13
1.5.4. Otros.....	14
1.6. Software para mantenimiento industrial.....	16
1.6.1. Reseña histórica.....	16

1.6.2.	Criterios de selección	17
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.	Entorno del proyecto	23
2.1.1.	Descripción del Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP.....	23
2.1.2.	Programación del mantenimiento preventivo en el Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP	25
2.1.2.1.	Documentación oficial para el mantenimiento preventivo	25
2.1.2.2.	Procedimiento en el mantenimiento preventivo.....	30
2.1.3.	Mantenimiento correctivo en el Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP	30
2.1.3.1.	Documentación oficial para el	31
	mantenimiento correctivo	31
2.1.3.2.	Procedimiento en el mantenimiento correctivo.....	32
2.1.4.	Inventarios.....	33
2.1.4.1.	Inventario de maquinaria	33
2.1.4.2.	Inventario de herramienta.....	35
2.1.4.3.	Inventario de materiales	36
2.1.5.	Software MP versión 9	37
2.1.5.1.	Descripción general del software	37
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	39
3.1.	Diseño del Programa de Mantenimiento	39
3.1.1.	Criterios a considerar	39

3.2.	Creación del Programa de Mantenimiento en el software	
	MP versión 9.....	40
3.2.1.	MP	40
	3.2.1.1. Catálogos.....	41
	3.2.1.2. Localización de equipo	46
	3.2.1.3. Mantenimiento rutinario	48
	3.2.1.4. Mantenimiento no rutinario	52
	3.2.1.5. Mantenimiento predictivo	54
	3.2.1.6. Recursos.....	56
	3.2.1.7. Control de lecturas.....	57
	3.2.1.8. Órdenes de trabajo, vales y consumos	57
	3.2.1.9. Calendarios.....	59
	3.2.1.10. Análisis de la información	62
	3.2.1.11. Garantías, documentos y ligas	65
3.2.2.	Control de Herramientas.....	66
	3.2.2.1. Catálogos.....	66
	3.2.2.2. Control	68
3.2.3.	Inventario de Repuestos	68
	3.2.3.1. Catálogos.....	68
	3.2.3.2. Inventario	71
	3.2.3.3. Compras	71
	3.2.3.4. Cierres	71
3.2.4.	Administrador de solicitudes	72
4.	FASE DOCENTE	73
4.1.	Presentación del software MP versión 9.....	73
	4.1.1. MP	73
	4.1.2. Control de Herramientas.....	77

4.1.3.	Inventario de Repuestos.....	77
4.2.	Presentación de la base de datos creada	78
4.2.1.	Personal involucrado	81
4.2.2.	Permisos del personal en el software.....	81
4.2.3.	Equivalencia de documentación oficial del INTECAP.....	82
4.3.	Procesos a desarrollar	89
4.3.1.	Programación Anual de Mantenimiento	89
4.3.2.	Fechas iniciales.....	91
4.3.3.	Órdenes de trabajo.....	92
4.3.4.	Mantenimiento correctivo	93
4.4.	Manejo de bodegas.....	94
4.4.1.	Bodega de herramienta	95
4.4.2.	Bodega de repuestos y suministros	97
CONCLUSIONES.....		101
RECOMENDACIONES		103
BIBLIOGRAFÍA.....		105
APÉNDICES.....		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Orden de trabajo típica.....	13
2.	Bitácora de mantenimiento.....	14
3.	Solicitud de repuestos y materiales.....	15
4.	INTECAP Centro Guatemala 2	24
5.	Forma RSDR-010 Programa Anual de Mantenimiento preventivo y/o correctivo de maquinaria y equipo.....	26
6.	Forma RSDA-016 orden de envío corriente	27
7.	Lista de actividades para el mantenimiento	28
8.	Forma RSDR-014 bitácora de mantenimiento y/o reparaciones de maquinaria y equipo	29
9.	Forma RSDR-015 reporte de daño o falla.....	31
10.	Forma RSDA-002 solicitud de materiales y servicios.....	32
11.	Tarjeta de responsabilidad e inventario de maquinaria	34
12.	Tarjeta de responsabilidad de herramienta	35
13.	Tarjeta de kárdex control de entradas y salidas de bodega	36
14.	Módulos del MP versión 9 empresarial	37
15.	Catálogo de equipo	42
16.	Catálogo de planes de mantenimiento	43
17.	Catálogo de mano de obra.....	44
18.	Catálogo de localizaciones/inmuebles	45
19.	Localización de equipos	47
20.	Asociación de los equipos con los planes	48
21.	Mantenimientos próximos	49

22.	Ícono de equipo fuera de servicio	50
23.	Equipos fuera de servicio.....	51
24.	Mantenimiento no rutinario	53
25.	Registro de mediciones	55
26.	Recursos asociados por equipo.....	56
27.	Órdenes de trabajo, vales y consumos.....	58
28.	Calendario de mantenimiento anual por equipo	60
29.	Calendario detallado por equipo	61
30.	Análisis de falla y causa raíz.....	62
31.	Índices de mantenimiento	64
32.	Documentos varios	65
33.	Catálogo de herramientas en bodega de mecánica industrial	67
34.	Catálogo de productos en bodega de materiales de mecánica industrial	69
35.	Movimientos al almacén	70
36.	Conector HASP monousuario.....	73
37.	Ícono de acceso al módulo MP.....	73
38.	Íconos en ventanas del módulo MP	74
39.	Menú principal del módulo MP.....	75
40.	Ícono del Programa Control de Herramientas.....	77
41.	Ícono del Programa Inventario de Repuestos.....	78
42.	Acceso a la base de datos del Taller de Mecánica Industrial	79
43.	Acceso a la base de datos herramienta CG2 MI	80
44.	Acceso a la base de datos repuestos y consumibles MI CG2	80
45.	Ícono del Programa Administrador de bases y usuarios.....	81
46.	Programación anual.....	83
47.	Vale de materiales del MP	84
48.	Actividades de mantenimiento del MP	85
49.	Registro de trabajo no rutinario en el MP.....	86

50.	Existencias y valuación de herramienta	87
51.	Kárdex del inventario de repuestos	88
52.	Modificar actividad de mantenimiento	90
53.	Registrar mantenimientos iniciales.....	91
54.	Submenú de OTs, vales y consumos.....	93
55.	Actualización de mantenimiento correctivo	94
56.	Íconos comunes en las ventanas de los Programas de Control de Herramientas e Inventario de Repuestos	95
57.	Menús catálogos y control del Programa Control de Herramientas	96
58.	Conexión del Programa Control de Herramientas con el MP	97
59.	Menús compras y cierres del Programa Inventario de Repuestos	98
60.	Conexión del Programa Inventario de Repuestos con el MP	99

GLOSARIO

<i>Back-up</i>	Copia de respaldo de la información almacenada y generada en un programa de computación.
C.V.	Capital Variable.
CG2	Centro Guatemala 2.
<i>Checklist</i>	Lista que contiene una rutina en la cual se deben verificar uno por uno los puntos.
CMMS	Computerized Maintenance Managment Systems (Sistema de mantenimiento computarizado).
Componente	Ingenio esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física, que conjugado a otro crea el potencial de realizar un trabajo.
Defecto	Ocurrencia en un artículo o equipo que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo acarrear su disponibilidad.
Equipo	Conjunto de componentes interconectados con los que se realiza una actividad.

Falla	Ocurrencia en un equipo que impide su funcionamiento.
Falla eléctrica	Desperfecto a causa de un mal funcionamiento de componentes eléctricos.
Falla mecánica	Desperfecto a causa de un mal funcionamiento de partes mecánicas.
Falla operativa	Deficiencia en la operación de los equipos por el personal.
Familia de equipo	Equipos con iguales características de construcción (fabricante, tipo y modelo).
Frecuencia	Período establecido entre la realización de un mantenimiento y otro.
GMAC	Gestión de Mantenimiento Asistido por Computador.
GMAO	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador.
Herramienta	Objeto que se emplea para la realización de algún trabajo manual y el cual requiere de la aplicación de una fuerza mecánica.
Horómetro	Instrumento utilizado para el control de las horas de trabajo en los equipos.

INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
Monousuario	Se refiere a un software que se puede utilizar solamente en una computadora.
Orden de trabajo	Documento en el cual se indica la rutina de mantenimiento también incluye las herramientas a utilizar.
OT	Orden de trabajo.
OTs	Órdenes de trabajo.
Pieza	Todo y cualquier elemento físico no divisible de un mecanismo, es la parte del equipo donde de una manera general serán desarrollados los cambios y eventualmente las reparaciones.
Prioridad	Intervalo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad de una intervención de mantenimiento y el inicio de la misma.
Rutina	Proceso que indica paso a paso la forma de realizar un mantenimiento.
S.A.	Sociedad Anónima.
Software	Sistema o programa de cómputo.

Stock	Cantidad de repuestos disponibles en bodega.
Tiempo muerto	Tiempo en el cual un equipo no produce.
TMEF	Tiempo Medio Entre Fallas.
TMPR	Tiempo Medio Para Reparación.
TPM	Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

RESUMEN

Actualmente, muchas empresas optan por la implementación de un software para la administración y control de las actividades de mantenimiento, un error común es esperar resultados inmediatos y de gran magnitud, al utilizar el software, en este punto el empresario debe estar consciente que los resultados de la implementación de un software de mantenimiento se darán a largo plazo, pero, que al final toda la inversión se verá reflejada en la mejora de sus procesos, la eficacia en las actividades de mantenimiento y el aumento de la disponibilidad de los equipos.

Este Ejercicio Profesional Supervisado muestra la forma en que se crearon las diferentes bases de datos en el software MP versión 9 empresarial para administrar y controlar las actividades de mantenimiento del Taller de Mecánica Industrial del Centro Guatemala 2, el mismo se adquiere en el 2009 con fines didácticos, sin embargo, el software no es una versión didáctica, por el contrario, es completamente aplicable en cualquier industria.

Al realizar las bases de datos y los planes de mantenimiento se trató de seguir los lineamientos establecidos por la institución, pues, se persigue que en un futuro este software pueda implementarse de manera oficial, sin embargo, se evidenció que es necesario designar personal para que realice exclusivamente las actividades de mantenimiento, preventivo y principalmente el correctivo.

OBJETIVOS

General

Realizar el Programa de Mantenimiento para el Taller de Mecánica Industrial del Centro Guatemala 2.

Específicos

1. Comprender la operación, características técnicas de la maquinaria y de la problemática actual, en el Taller de Mecánica Industrial del Centro Guatemala 2, así como, el manejo del software MP.
2. Realizar el Programa de Mantenimiento para el Taller de Mecánica Industrial del Centro Guatemala 2, utilizando el software MP versión 9.
3. Dar a conocer al personal del Taller de Mecánica Industrial del Centro Guatemala 2 el Programa de Mantenimiento y cómo utilizarlo en el software MP.

INTRODUCCIÓN

Los centros de capacitación del INTECAP cuentan con gran cantidad de maquinaria y equipo utilizado en el desarrollo de las capacitaciones, y la falta de mantenimiento de la maquinaria y equipo de los talleres del INTECAP es un problema que afecta directamente la calidad con que se imparte la capacitación.

El presente trabajo de graduación describe la creación del Programa de Mantenimiento para la maquinaria del Taller de Mecánica Industrial del INTECAP Centro Guatemala 2 utilizando el software MP versión 9, tomando en consideración los parámetros actualmente utilizados, la situación en que se desarrollan las actividades y el ambiente en que se desenvuelven.

Se abordan los fundamentos de mantenimiento, tomando especial relevancia los criterios al seleccionar un software de mantenimiento, pues es este el punto de partida para implementarlo con éxito.

También se muestra la versatilidad del software utilizado, al mismo tiempo que se crean las bases de datos del Taller de Mecánica Industrial.

En la parte final se constituye un modelo didáctico para que el lector comprenda como el personal involucrado podrá manejar y familiarizarse con el software y las bases de datos creadas. Además, se establece que es posible implementar el software, pero que funcionará eficazmente al hacer cambios en el proceso actual en que se realizan las actividades de mantenimiento.

1. FUNDAMENTOS DE MANTENIMIENTO

1.1. Historia del mantenimiento

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

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

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

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, mantenimiento productivo, fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta.

Fue un cambio profundo y se generó el término de ingeniería de la planta, en lugar de mantenimiento, las tareas a realizar incluían un nivel más alto de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

En 1970 aparecen paralelamente dos filosofías de mantenimiento: por un lado desde occidente, en Estados Unidos de América, nace el concepto de coste de ciclo de vida, que conjuga los conceptos de vida útil con el de la rentabilidad y el mantenimiento durante la vida productiva de los sistemas y en la misma época desde oriente, en Japón, aparece el Mantenimiento Productivo Total o TPM, como método organizativo que pretende establecer una cultura propia en todos los empleados de la empresa buscando un equilibrio funcional entre las responsabilidades de producción y mantenimiento.

Y con el avance de la tecnología sobre todo electrónica e informática tuvo lugar una revolución en el mantenimiento preventivo, en una política de mantenimiento que recibió nombre propio, el mantenimiento predictivo, consiste en una técnica para pronosticar con base en indicios, el momento futuro de falla de un componente de una máquina, de tal manera que dicho componente pueda reemplazarse con suficiente anticipación para establecer un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo de paro del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Se trata de una evolución que ha actuado en dos frentes; el de la reducción del costo del mantenimiento y en el de aumento de la disponibilidad de los equipos que se incrementaron desde las cifras cercanas al 60% en los 60, hasta tasas superiores al 95% en la actualidad.

1.2. Definición de mantenimiento

El mantenimiento se puede definir, como la serie de actividades que deben realizarse, con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipos, instalaciones, etcétera), esto con el objetivo de operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico y especialmente para mantener constante el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

En el mantenimiento existen dos objetivos fundamentales, el primero y de mayor importancia es: conservar con la calidad adecuada el servicio que prestan los equipos, máquinas o instalaciones. El segundo es la conservación y cuidado de los elementos de los mismos.

Estos objetivos no son independientes uno de otro, por lo que deben tratarse en forma conjunta; para cumplirlos es necesario combinar en forma eficiente los siguientes factores:

- Calidad económica de los servicios
- Duración adecuada del equipo
- Minimización de los costos de mantenimiento

1.3. Tipos de mantenimiento

Existen muchas clasificaciones en cuanto a los tipos de mantenimiento que van desde el básico y conocido mantenimiento correctivo, que es el que se lleva a cabo cuando sucede la falla, también conocido como de emergencia o curativo, hasta el mantenimiento de tipo institucional como el TPM.

El mantenimiento, de acuerdo con su naturaleza y objetivos puede clasificarse en dos grupos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

1.3.1. Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presente un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que exista un desperfecto para tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

El mantenimiento correctivo o mantenimiento por rotura fue el esbozo de lo que hoy día es el mantenimiento.

Hasta los 50, en pleno desarrollo de la producción en cadena y de la sociedad de consumo, lo importante era producir mucho a bajo costo. En esta etapa, el mantenimiento era visto como un servicio necesario que debía costar poco y pasar inadvertido como señal de que las cosas marchaban bien.

En esta etapa, mantener era sinónimo de reparar y el servicio de mantenimiento operaba con una organización y planificación mínima (mecánica y engrase) pues la industria no estaba mecanizada y las paradas de los equipos productivos no tenían demasiada importancia al tratarse de maquinaria sencilla y fiable, pero debido a esta sencillez, fácil de reparar. La política de la empresa era la de minimizar el costo de mantenimiento.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etcétera.

El ejemplo de este tipo de mantenimiento es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

1.3.2. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento planificado, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema.

Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Presenta las siguientes características: se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.

Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, con el fin de tener las herramientas y repuestos necesarios de primera mano.

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos y también contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Entre los principales tipos de mantenimiento preventivo se pueden mencionar:

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento proactivo
- Mantenimiento TPM

1.3.2.1. Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica, mecánica y eléctrica, real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello, se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción.

La implementación de este tipo de mantenimiento requiere de inversión en equipos, en instrumentos y en contratación de personal calificado. Entre las técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo están; endoscopia, para ver lugares ocultos, ensayos no destructivos como líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros. Medición de parámetros de operación como viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, termografía, análisis de vibración, etcétera.

1.3.2.2. Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización y trabajo en equipo.

Con el propósito de que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento conozcan la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos y directivos estén conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo con esterol, asumiendo un papel en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se deben atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores, informes, hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos y también errores.

1.3.2.3. Mantenimiento TPM

El Mantenimiento Productivo Total, cuyas siglas del idioma inglés son TPM (Total Productive Maintenance), nace en Japón en los 70,20 años después del inicio del mantenimiento preventivo.

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el Departamento de Mantenimiento, sino en toda la estructura de la empresa el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos y cuyos objetivos principales son: cero averías en los equipos, cero defectos en la producción, cero accidentes laborales, mejorar la producción y minimizar los costos.

Entre las ventajas está que al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo, además, de que el concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Sin embargo, se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito, este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los integrantes de la organización de que es un beneficio para todos. La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa y el proceso de implementación requiere de varios años.

1.4. Costos del mantenimiento

En el momento de realizar una evaluación económica sobre varias opciones de mantenimiento incluidos sus costos, generalmente, se selecciona la alternativa con el costo más viable siempre que cumpla con los requisitos técnicos de calidad, funcionalidad, garantía, seguridad, tiempo de entrega, etcétera. Cuando se habla de costo más viable, no significa que la alternativa más económica sea la mejor, lo cual generalmente es cierto.

Cabe mencionar que el costo es solamente un parámetro a considerar en el momento de tomar una decisión para adquirir un bien o servicio, una forma general de clasificar los costos en el mantenimiento es en costos directos e indirectos. El costo del mantenimiento por unidad producida determina, evidentemente, la repercusión del mantenimiento en la producción.

Se debe prestar una calidad de servicio máxima para obtener una disponibilidad máxima, pero el costo de mantenimiento no debe ser superior al costo de paradas de la producción. El punto óptimo corresponde al valor mínimo de la curva del costo total, al que corresponde la máxima disponibilidad o valor óptimo del rendimiento operacional de un sistema de producción, con un costo por intervenciones de mantenimiento igual a los costos de las paradas de producción.

1.4.1. Costos directos

Están ligados al Departamento de Mantenimiento, así como a las acciones del mantenimiento. Aquí se pueden mencionar los costos de mano de obra; salario de mecánicos de mantenimiento, prestaciones de estos salarios y pago a empresas subcontratadas. Costos de repuestos, valor de repuestos utilizados, costos de almacenamiento. Costos industriales o gastos de funcionamiento del departamento, salario de empleados administrativos, gastos de energía eléctrica, gastos de materiales de consumo (fungibles), gasto de herramientas y gastos generales.

1.4.2. Costos indirectos

Se basan principalmente en los costos generados por la parada de los equipos, pero, además, se incluyen los costos de disminución de la vida útil de máquinas e instalaciones debido a mantenimiento defectuoso, exceso de gasto en energía eléctrica debido al mal estado de las máquinas, disminución de las ventas por la mala calidad de producción, pérdidas de producción debido a máquinas paradas por fallas, siempre y cuando las fallas se deban directamente al mantenimiento.

1.5. Registros de control

Son los documentos en los que se anotan las acciones que ya se realizaron o están por realizarse por parte del Departamento de Mantenimiento, incluyendo los recursos que se van a utilizar, fechas programadas y personas responsables. Existen dos tipos de registros de control.

Los registros de proceso de ejecución son los que se generan diariamente o en intervalos cortos. Normalmente, la información contenida en ellos se procesa a diario; se archivan durante un período prudencial y luego se desechan. Los datos allí consignados se deben emitir y procesar correctamente, puesto que a partir de ellos, se obtendrán informes, costos y corregirán errores. Dentro de este tipo de registros se pueden citar las órdenes de servicio y los informes diarios de mantenimiento.

Los registros acumulados son aquellos que sólo se elaboran una vez y posteriormente se les hacen modificaciones.

Dentro de este tipo de documentos se encuentran los registro de equipo o tarjeta de máquina, inventario de maquinaria y equipo, bitácora, reporte de fallas y reparaciones.

1.5.1. Plan de mantenimiento

En la actualidad se utiliza indistintamente plan y programa de mantenimiento, con el fin de hacer la aclaración se define a los programas como las listas o gráficos que indican exactamente quién, cuándo, con qué y en cuánto tiempo debe realizarse una labor.

Todo Programa de Mantenimiento debe ir asociado a un plan, que la empresa tiene para la buena conservación de su maquinaria, equipo e instalaciones.

Tanto en el plan como en el programa deben estar consideradas aquellas actividades de mantenimiento que se desarrollan durante un período determinado. Es decir, el programa se basa en el tiempo, recursos y lugar; y el plan es el instructivo a seguir.

1.5.2. Órdenes de trabajo

Son solicitudes escritas de servicios para ser cumplidas por el Departamento de Mantenimiento. Constituyen la información que señala la realización de un trabajo de mantenimiento, proporcionando información para preparar las demandas de materiales, entregar instrucciones de trabajo individual y asignar tareas para el personal y el equipo.

Debido a que todo el trabajo de mantenimiento debe programarse, excepto las operaciones de rutina, es deseable poner las órdenes por escrito, prescindiendo del volumen de la tarea, lo cual permitirá una planificación y programación apropiada, que sirva para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente.

Debe buscarse que los datos registrados en la orden de servicio sean específicos y de valor para la asignación del trabajo.

Figura 1. Orden de trabajo típica

ORDEN DE TRABAJO									
Orden de trabajo núm.....	Turno A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>		Dpto. solicitante.....						
Fecha			Costo núm.						
Ubicación			Departamento.....						
Equipo núm.			Unidad.....						
Prioridad	Emergencia <input type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Normal <input type="checkbox"/>	Programada <input type="checkbox"/>					
El trabajo debe completarse sin interrupción Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>									
Descripción general del trabajo									
Mano de obra				Materiales					
Habilidades (oficio o especialidad)	Tiempo Est. Real	Descripción detallada del trabajo		Partes.....		Parte núm.	Unidad	Precio Total	
				Desc.					
Aprobación del trabajo									Fecha de terminación

Fuente: SALIH, Duffuaa y RADUF A. *Sistemas de Mantenimiento*. p. 52.

1.5.3. Bitácoras

Una bitácora es un documento sellado por el Departamento de Mantenimiento, con hojas numeradas de manera continua, encabezado con los datos siguientes para cada tipo de equipo: marca y nombre del fabricante del equipo, número de registro y capacidad de trabajo en horas, presión y temperaturas máximas, según sea el caso. Bajo la fecha correspondiente se deben anotar las inspecciones efectuadas, las reparaciones, limpiezas, cambios, duración y un resumen de recomendaciones, con el fin de que pueda notarse y compararse cualquier cambio en las condiciones del equipo.

El jefe de mantenimiento o en su ausencia el operador, serán las únicas personas que podrán hacer anotaciones en la bitácora, con su nombre y firma al final de las mismas. Para ahorrar papeleo, en muchas empresas se utilizan tarjetas de mantenimiento como bitácoras, en cuya parte trasera se registra el historial de la máquina, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. **Bitácora de mantenimiento**

Nombre de la empresa		BOMBA CENTRÍFUGA		Sección	
Código del equipo:				No. Inventario	
Proceso de adquisición		Indicadores		Serie	
Fecha:		Capacidad		Altura manométrica	
Instalación		Fabricante		Origen	
Características técnicas					
		Tensión (voltios)		Caudal	
		110 220 480		l/seg.	
Amperaje				Velocidad (r.p.m.)	
				Diámetro del impulsor (mm)	
Sello		Rodamientos		Φ Succión	
				Φ Descarga	
Observaciones: _____					

Fuente: SALIH, Duffuaa y RADUF A. *Sistemas de Mantenimiento*. p. 56.

1.5.4. Otros

Acá se puede mencionar el informe diario de mantenimiento normalmente, en él, se debe incluir el nombre de la máquina a la cual se le practicó el mantenimiento, la sección a la que corresponde, una descripción breve del trabajo ejecutado y el tiempo empleado en realizarlo.

También el inventario de maquinaria y equipo, que no es más que un listado de la maquinaria y equipo, describiendo sus características básicas, este es el primer paso para realizar un programa y plan de mantenimiento.

Reporte de fallas, el fin de este tipo de formato es disponer de datos confiables, sobre las reparaciones efectuadas, los repuestos utilizados, el costo anual y acumulado de mantenimiento. Además, de contribuir a determinar los *stocks* de repuestos mínimos, la factibilidad del reemplazo del bien por causa del elevado costo de reparación, etcétera.

Solicitud de repuestos y materiales para proveer de materiales y repuestos al personal de mantenimiento, se elabora una ficha denominada solicitud de repuestos y materiales, donde se solicita al almacén estos insumos. Esta ficha servirá para llevar un control adecuado de repuestos y materiales, regularmente va acompañada de la orden de trabajo y es donde se debe anotar el número de solicitud, la fecha, el turno, el código del equipo, la sección y la descripción de los repuestos o materiales que se pide.

Existen muchos otros documentos de control y cada empresa empleará los que considere adecuados para su realidad.

Figura 3. **Solicitud de repuestos y materiales**

SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES				
Nombre de la empresa: _____		Código del equipo: _____		
Solicitud No. _____		Sección: _____		
Fecha: _____				
Turno: _____				
Repuestos y materiales que se solicitan:				
Item	Descripción de los repuestos y materiales	Unidad	Cantidad	Firma (quien recibe)
OBSERVACIONES: _____				

Firma (solicitante) _____				

Fuente: SALIH, Duffuaa y RADUF A. *Sistemas de Mantenimiento*. p. 259.

1.6. Software para mantenimiento industrial

El software de mantenimiento se define como una aplicación informática, que facilita ejecutar el plan de mantenimiento de un equipo, máquina o conjuntos de activos de una empresa, mediante la creación, control y seguimiento de las distintas tareas técnicas previstas con el uso de un ordenador o computador.

Este tipo de programas suele conocerse también como GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador) o GMAC (Gestión de Mantenimiento Asistida por Computadora) y en idioma inglés como CMMS (Computerized Maintenance Management Systems).

1.6.1. Reseña histórica

La Gestión de Mantenimiento Asistida por Computadora (GMAC) o software de mantenimiento se comienza a desarrollar aproximadamente hace 40 años. Los primeros programas corrían en grandes computadores y sólo las compañías con profundo enfoque en la gestión podían financiarlos. Los software de mantenimiento eran esencialmente una versión computarizada del sistema manual de mantenimiento de la época, este incluía cuatro módulos básicos; el control de órdenes de trabajo, el mantenimiento preventivo, el control de inventarios e historial del equipo.

Los primeros software eran usados como una reposición automatizada de entrada de datos en los cuatro módulos anteriores. Los reportes eran primitivos, confusos y en muchas ocasiones innecesariamente extensos.

Los software de mantenimiento tuvieron su auge a principio de los 80 cuando las computadoras personales se hicieron populares y comenzaba la época de la microcomputación. Luego los vendedores de los Programas GMAC fortalecieron el producto agregando mejoras en la entrada de datos y reportes. Durante esta década el software era confinado a una sola computadora y más tarde a redes pequeñas en un solo departamento. En los 90, las computadoras se volvieron más pequeñas, rápidas y económicas, las redes de trabajo y los sistemas de telecomunicación crecieron en tamaño y sofisticación.

Los vendedores de Programas GMAC continuaron mejorando su producto ofreciendo nuevas características como mejor seguridad, notificaciones, flujo de trabajo y planeación, costos y programación más comprensivos.

1.6.2. Criterios de selección

Hasta la década de los 80, las industrias de la mayoría de los países occidentales tenían sus objetivos basados en obtener el máximo de rentabilidad para una inversión efectuada. Posteriormente, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a considerar un complemento importante en los productos por adquirir, es decir, la calidad de los productos o servicios provistos y esta exigencia hizo que las empresas consideraran el factor calidad, como una necesidad para mantenerse competitivas, particularmente en el mercado internacional, transfiriendo a los gerentes de operación y mantenimiento el mejor resultado posible en sus funciones para obtener contabilidad, disponibilidad y reducción de plazos de fabricación con bajos costos.

Además, la exigencia de la confiabilidad y disponibilidad es de tal orden que se impone al gerente de mantenimiento responsabilidades que solo pueden ser ejecutadas con herramientas adecuadas de gestión.

En consecuencia, las empresas buscan cada vez más, sistemas informatizados adecuados para auxiliar a esos gerentes en sus funciones. Esta búsqueda llevó a la comercialización, en los países europeos, de más de 3300 sistemas de gestión de mantenimiento de los cuales 2470 están en operación. Algunos de esos sistemas son comercializados junto con un análisis y diagnóstico, prácticamente todos, de forma modular e integrada.

En los países americanos también existe diversidad de sistemas de gestión de mantenimiento, ofrecidos como la solución final de los problemas de los gerentes de mantenimiento, sin embargo, después de su adquisición la realidad muestra que en vez de obtener soluciones para sus problemas, los gerentes en la realidad adquirirán más problemas para administrar.

Se calcula que más del 50% de los sistemas comercializados no llegan a atender adecuadamente a las empresas y lamentablemente no son divulgadas esas experiencias negativas, con raras excepciones.

De esta forma, los gerentes deben preocuparse en la selección de un sistema que realmente atienda a sus necesidades, no solo basados en las demostraciones hechas por los proveedores. Sino en una investigación consciente de las consecuencias que vendrán con la adquisición del sistema.

Como sugerencia se indica, en el listado presentado a continuación, algunas características que deben ser observadas en la selección del software de mantenimiento:

Que el proveedor tenga los programas fuente para venderlos, en caso de interés del cliente (naturalmente bajo criterios que eviten la comercialización del sistema por el cliente o por cualquiera de sus funcionarios).

Que el sistema opere en el ambiente o plataforma utilizada por la empresa, así como que tenga las características de usuario único (monousuario) y de multiusuario de acuerdo con la necesidad de la empresa.

Que el proyectista sea un experto en mantenimiento y que continúe produciendo nuevas versiones.

Que el sistema sea de fácil operación no exigiendo, en consecuencia, la participación de ingenieros o técnicos especializados para la ejecución de sus tareas cotidianas.

Que el sistema pueda ser comercializado de forma modular, pero, sin exigir ninguna adecuación a medida que sean adquiridos nuevos módulos y que sea de fácil navegabilidad entre las pantallas, ventanas y módulos.

Que los códigos sean compuestos por células para permitir selecciones o filtros en los reportes y listados; y además que el contenido de esas células sean establecidas por el propio usuario, a partir de las tablas patrones para sus necesidades.

Que la recolección de datos de mano de obra sea independiente de las órdenes de trabajo de forma que permita su implementación en cualquier momento.

Que exista la posibilidad de integrar los sistemas de gestión de material de forma que el sistema de mantenimiento informe al sistema de material las necesidades para los servicios programables y hasta inicie el proceso de reposición de *stocks* y el sistema de material provea al sistema de mantenimiento, los costos de repuestos y material de uso común.

Que sea posible monitorear servicios de terceros, tanto a través de contratos permanentes y globales como a través de servicios eventuales.

Que existan niveles de acceso para restringir algunas operaciones solo a usuarios acreditados, como por ejemplo, recuperación de datos de *back-up*, operación con sueldos, acceso a reportes confidenciales, exclusión de informaciones de los archivos, etcétera.

Que la capacidad de memoria necesaria para el procesamiento del sistema, sea compatible con la disponible en los equipos de la empresa, así como la capacidad de almacenaje de datos por períodos de consulta definidos por el usuario y la creación de archivos a partir de plazos también definidos por el usuario.

Contestación rápida a consultas cuando los archivos están demasiado cargados de información. En este caso es recomendable analizar el tiempo de procesamiento cuando los archivos más usuales llegan a ocupar más de un megabyte de capacidad.

Que al acompañar una demostración, lleve e implemente ejemplos reales ocurridos en la empresa.

Garantía de ejecución de *back-up* automáticamente, de forma eficiente, rápida y compactada.

Que sea permitido cambiar títulos y leyendas para personalizar la información de la empresa.

Que sea permitido crear nuevos reportes, de acuerdo con la necesidad del usuario a partir de los datos existentes en los archivos.

Atender la gestión de costos, de material (en el nivel de mantenimiento) y de mano de obra, de acuerdo con las reales necesidades del usuario.

Posibilidad de implementación de recursos de sistema experto con módulo de mantenimiento predictivo, alertas a la gerencia de mantenimiento y nivelación de recursos de mano de obra.

Que los costos sean adecuados y los pagos puedan ser hechos de forma parcial, es decir, de acuerdo con la implementación de cada módulo, así como los costos sean para toda la empresa y no solo para cada copia del sistema provista.

Un hecho importante es que los gerentes deben estar conscientes de que la selección del software no cierra la tarea de informatizar el proceso de planificación y control del mantenimiento, una vez que la formación de los archivos iniciales (inventarios de equipos y correlación con repuestos, programación, instrucciones, recomendaciones y valores estándares de medición) vayan a necesitar de gran inversión de tiempo de personal técnico para lograr que el sistema esté en condiciones de operar.

En términos de costo lo anterior significa que la obtención y digitación de datos de inventario y programación en el sistema para que pueda iniciar su operación, es algo como tres o cuatro veces el costo de adquisición de un paquete de sistema de usuario único (monousuario).

Finalmente, cabe destacar las dificultades que serán encontradas para iniciar la operación del sistema después de instalar y procesar los archivos básicos.

Esas dificultades están relacionadas a reacciones del personal en llenar correctamente los documentos para realimentación del sistema (historia de ocurrencias, consumo de hora hombre y material, cambios de localización, etcétera) así como de los solicitantes de servicios en el registro a través del órgano competente, la atribución correcta del grado de prioridad y en la evaluación de los servicios (calidad del mantenimiento). Normalmente, estas dificultades (o cambio de actitudes) son superadas entre uno y dos años a partir del momento de implementación del sistema.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Entorno del proyecto

El Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, INTECAP, fue fundado el 19 de mayo de 1972, creado para fortalecer la calidad laboral del recurso humano e impulsar programas de asistencia técnica, cuenta con programas de capacitación dirigido a jóvenes que están por integrarse a la fuerza laboral y a trabajadores activos que deseen ampliar o reforzar sus conocimientos.

Cuenta con 23 centros de capacitación, en donde se imparten cursos y carreras técnicas, además de unidades móviles, servicios directos al cliente, entre otras modalidades de capacitación y asistencia técnica.

2.1.1. Descripción del Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP

El Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP inicia sus operaciones el 5 de agosto de 1975, con 64 aprendices en las especialidades de: Electricidad Industrial y Mecánica de Estructuras Metálicas. A mediados de 1976 inician las especialidades: Mecánica Automotriz Gasolina y Mecánica Industrial. El 27 de enero de 1977 recibió el nombre de Centro de Capacitación Guatemalteco Alemán debido a que recibió apoyo del Gobierno de la República Federal de Alemania en equipamiento, infraestructura, asesoría y formación del personal técnico en el extranjero.

Figura 4. **INTECAP Centro Guatemala 2**



Fuente: <http://www.intecap.info/centroguatemala2/infogeneral.htm>. [Consulta: octubre de 2012].

Desde sus inicios, el Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP, es reconocido por su excelencia en formación en el área metal-mecánica.

Es el segundo más grande en la capital, contando actualmente con un área de 10187 metros cuadrados y más de 6509 metros cuadrados de construcción. En el 2002 recibió una donación en equipo del Gobierno de Japón, debido a requerimientos de dicha donación se remodelaron y ampliaron las instalaciones del taller y laboratorio de mecánica automotriz, así como el de mecánica industrial; y se construyó el taller de enderezado y pintura.

En la actualidad el centro cuenta con un edificio de tres niveles de oficinas administrativas, 14 laboratorios de especialización; 5 talleres; 12 aulas para teoría; 1 salón ejecutivo; biblioteca y bodega general.

2.1.2. Programación del mantenimiento preventivo en el Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP

El mantenimiento preventivo en los talleres del Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP es programado por cada jefe de taller y realizado por los instructores pertenecientes a dicho taller, con el apoyo de los participantes.

El jefe de taller realiza la programación del mantenimiento de manera semestral o anual, asignando cierta cantidad de maquinaria a cada instructor para que ejecute el mantenimiento.





Por su parte el instructor junto con ayuda de los participantes realizará el mantenimiento basado en las necesidades de cada maquinaria o equipo. En la mayor parte de ocasiones dicho mantenimiento se realiza al mismo tiempo que se imparte la formación.

2.1.2.1. Documentación oficial para el mantenimiento preventivo

En el Taller de Mecánica Industrial se cuenta con documentos oficiales para el mantenimiento preventivo, la mayor parte de estos tienen formatos específicos y un código de registro denominado forma.

Toda la documentación oficial utilizada en el INTECAP se encuentra normada en el Sistema de Gestión de la Calidad del INTECAP (SCGI). A continuación se presentan los documentos utilizados en el mantenimiento preventivo.

Figura 6. Forma RSDA-016 orden de envío corriente

		Registro de calidad ORDEN DE ENVÍO CORRIENTE		R.S.DA-016 Edición 01 1 de 1	
N. 118					
OBSERVACIONES: MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROGRAMA 2011, CG2, 0080, 07, / DTM, 00117 OPERACIONES DE MAQUINADO EN LA PRESADORA		UNIDAD: MECANICA INDUSTRIAL OSCAR DARDON	Taller de OSCAR DARDON	Selección: Evitar recibir conforme los bienes que se detallan Jefe de área	
ESPECIFICACIONES: PROVEEDORA: ESPESOR: 10 FECHA EMISION ESTE ORDEN: 16/04/2012		RECIBO: 54 4 10 8 20 10	PRECIO: Q 2.75 Q 4.00 Q 3.10 Q 1.72 Q 17.73 Q 4.00	OBSERVACIONES: 148.05 15.00 31.00 13.76 354.06 40.00	
DESCRIPCION ACERO K-450 DE 2" REDONDO LLA N. 100 LLA N. 220 ACERO COLD ROLD DE EXAGONAL DE 3/4" COLD ROLD DE ALUMINIO DE 2" REDONDO LLA N. 150 ULTIMA LINEA	UNIDAD PULGADAS UNIDAD UNIDAD PIES PULGADAS UNIDAD	PRECIO Q 2.75 Q 4.00 Q 3.10 Q 1.72 Q 17.73 Q 4.00	OBSERVACIONES 148.05 15.00 31.00 13.76 354.06 40.00		
SUMA TOTAL				Q 602.87	
ENTREGA:  OTONIEL ESCALANTE		RECIBI:  AUTORIZO:  Lc. Lester Ballejos			


Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

Figura 7. **Lista de actividades para el mantenimiento**

MECANICA INDUSTRIAL	
No	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES PARA MANTENIMIENTO M.I.
1	Inspección Visual General
2	Prueba de Funcionamiento
3	Limpieza
4	Revisión de Nivel de Aceite
5	Cambio de Aceite
6	Realizar Lubricación
7	Realizar Engrase
8	Revisión de Refrigerante
9	Cambio de Refrigerante
10	Revisión y Ajuste de Fajas
11	Cambio de Fajas
12	Revisión de Sistema Eléctrico de la Máquina
13	Revisión de Sistema Hidráulico de la Máquina
14	Revisión de Circuito de fuerza y Alumbrado de Taller
15	Rectificado de Muelas de Esmeril
16	Cambio de Muelas de Esmeril
17	Comprobación de Vibración
18	Verificación de Filtros
19	Revisión de Mangueras de Lubricación
20	Verificación de Conductos Eléctricos.
2008	

Fuente: Jefatura del Taller de Mecánica Industrial INTECAP CG2.

Figura 8. Forma RSDR-014 bitácora de mantenimiento y/o reparaciones de maquinaria y equipo

	Registro de Calidad		R.SDR-014 Edición 03																																		
	Bitácora de Mantenimiento y/o Reparaciones de Maquinaria y Equipo		1 de 2																																		
Unidad Operativa / Administrativa Taller/ Oficina :																																					
Nombre de la maquinaria o Equipo			Correlativo																																		
Marca	Serie	Modelo	No. inventario																																		
Potencia (HP)	Voltaje	Amperaje	Velocidad																																		
Observaciones			Frecuencia de Mantenimiento																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Actividad Realizada</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th rowspan="2">Fecha</th> <th colspan="2">*Servicio</th> <th rowspan="2">Verificación</th> <th rowspan="2">Firma</th> </tr> <tr> <th>P</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				No.	Actividad Realizada	Responsable	Fecha	*Servicio		Verificación	Firma	P	C																								
No.	Actividad Realizada	Responsable	Fecha					*Servicio				Verificación	Firma																								
				P	C																																
* P= Preventivo, C=Correctivo																																					

Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

2.1.2.2. Procedimiento en el mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se programa de manera anual en la forma RSDR-010 Programa de Mantenimiento Preventivo Anual (figura 5), asignando responsable, fecha y maquinaria. Luego, se solicitan los repuestos y materiales a través de la forma RSDA-016 orden de envío corriente (figura 6), también en esta forma se solicitan los materiales para cubrir algún módulo de capacitación específico, estos materiales se solicitan de dos a tres semanas antes de las fechas programadas para el mantenimiento.

Realizado el mantenimiento, que debe incluir algunas actividades contempladas en la lista de actividades de mantenimiento (figura 7), se pasa a registrar dichas actividades realizadas en la bitácora de mantenimiento (figura 8).


2.1.3. Mantenimiento correctivo en el Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP

Al igual que el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo también es realizado por los instructores y de ser necesario se pide apoyo a otros talleres, dentro del mismo centro para realizar las actividades de mantenimiento programadas.

2.1.3.1. Documentación oficial para el mantenimiento correctivo


Al igual que en el mantenimiento preventivo, para el mantenimiento correctivo existe documentación específica que registra dichas actividades, a continuación se muestran las formas utilizadas.

Figura 9. Forma RSDR-015 reporte de daño o falla

 <small>Antecap</small> <small>Administración y Producción</small>		Registro de Calidad R. SDR-015 Edición 02 1 de 1
Reporte de daños o fallas en maquinaria, equipo e infraestructura		
Unidad Operativa/Administrativa _____ Taller / Oficina _____ Solicitante <u>Entrega del Trabajo</u> _____ Firma Solicitante <u>Firma Recibe</u> _____ Fecha del reporte: <u>Fecha Recibe</u> _____		
Nombre del Bien	Número de Inventario	Breve descripción de la anomalía
ORDEN DE REPARACIÓN: Luego del análisis del reporte se solicita a la Jefatura Administrativa, Jefe de Servicios Generales o Proveedor del Servicio, la realización de los trabajos de reparación, y/o materiales necesarios para normalizar el funcionamiento de los bienes arriba descritos.		
Guatemala, de de 200		
Vo. Bó. _____ Jefatura de Centro o Administrativa Que Solicita		

Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

Figura 10. Forma RSDA-002 solicitud de materiales y servicios

		Registro de Calidad		R. S. DA-002 Edición 02
Solicitud de Materiales y Servicios			No. <input type="text"/>	1 de 1
SEÑORES:				
SECCIÓN DE SUMINISTROS Y ALMACEN		UNIDAD <input type="text"/> USUARIO <input type="text"/>		
AGRADECEMOS SE SIRVA ORDENAR EL DESPACHO DE LOS SIGUIENTES MATERIALES				
<input type="text"/>		<input type="text"/>		
JEFE UNIDAD USUARIO		<input type="text"/>		
<input type="text"/>		No. DE ENVÍO <input type="text"/> No. DE AVISO DE RECEPCIÓN <input type="text"/>		
APROBADO JEFE DIV. O DEPTO.				
NOTA: Las solicitudes deben de llevar la justificación, indicando para que se utilizará lo requerido.				
CODIGO	ARTICULOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
ORIGINAL UNIDAD DE ADQUISICIONES				

Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

2.1.3.2. Procedimiento en el mantenimiento correctivo

En el momento de presentar una falla en la maquinaria se procede como primer paso a llenar la forma RSDR-015 reporte de daño o falla (figura 9), luego, se solicitan los materiales por medio de la forma RSDA-002 solicitud de materiales y servicios para mantenimiento (figura 10), realizado el mantenimiento correctivo se procede a registrar las actividades en la bitácora de mantenimiento correspondiente (figura 8).

2.1.4. Inventarios


Un inventario es un registro donde se anotan todos los datos pertinentes de cierto bien adquirido. Estos datos suelen ser suficientes y específicos para describir los bienes, por ejemplo, se suelen describir dimensiones, color, partes y también datos técnicos específicos del bien, como potencia, capacidad, voltaje, revoluciones por minuto y funciones, entre otros. Además, se le asigna un número a cada bien con el que se identificará legalmente. Cabe mencionar que también se registra el valor monetario del bien adquirido y la fecha de adquisición.

2.1.4.1. Inventario de maquinaria

Este inventario es registrado en tarjetas de responsabilidad (figura 11), que cuentan con un número de folio y el sello de la Contraloría General de Cuentas de la Nación, donde aparece el nombre, puesto, número y firma de la persona responsable del bien, el número de inventario, la descripción del bien, fecha de adquisición y valor del artículo.


Cabe mencionar que la maquinaria y equipo son recibidos y quedan bajo responsabilidad de algún instructor o jefe de taller, solamente personal bajo renglón de contratación 011. De manera que en caso de extraviar algún bien se consultará esta tarjeta de responsabilidad para verificar el valor del bien adquirido para descontarlo al responsable. Otra alternativa es reponer el bien con otro de igual o mejor calidad que cumpla con las funciones y características del primero, esto se corrobora mediante un dictamen técnico.

Figura 11. Tarjeta de responsabilidad e inventario de maquinaria



INTECAP
TARJETA DE RESPONSABILIDAD

Nº 17148





Instituto Técnico de Capacitación y Productividad

No. del empleado: 2452 Fecha de ingreso: 16/03/1995

Ubicación: División Regional Central - CENTRO DE CAPACITACION GUATEMALA 2

Nombre del empleado: HUGO LEONEL CRUZ LEZANA Puesto: INSTRUCTOR

Período: / / - 10/10/11 Fecha: 10/10/11 Pag: 1 Lugar: Bodega Taller de Mecánica Industrial

Cant.	Descripción del bien	Orden de envío	Fecha de adquisición	Valor de compra (Q.)	No. de movimiento		Firma	
					Código del ingreso/No. de inventario	Numero		
Activos Fijos								
1	Banco de bombas, unidad principal, estructura de aluminio anodizado, marca EMIBOM, 2-bombas centrifugas, capacidad 48000 l/h, 2-motor eléctrico S CV, (trif. y monofásico), - caja de control de la inversión, - tarjeta de adquisición de datos, - software computar control y cables		31/03/2008	90.000.00	32107-2-53331 / I-301-53331	SIT-321-08	25/04/2008	
1	Fresadora, Marca Laguna, Modelo FCM 152, No. serie 46109, cama con cabezal de fresadora universal, mesa de trabajo de 1300 x 300mm o más, carrera de eje aprox. 850 x 300 x 400mm, conicidad de husillo N5r No. 40 o equivalente, velocidad de husillo 40 rpm a 1800 rpm o más, centro de husillo a columna por lo menos 450 mm, alimentaciones de mesa aprox. 20 a 900mm/min, alimentaciones rápidas de mesa aprox. 2500mm/min, longitudinales, verticales aprox. 750mm/min y accesorios: una prensa, manivela y un eje porra Fresas		27/11/2002	375.246.52	32112-7-38831 / I-304-38831	SIT72105	05/09/2005	

Lugar: Bodega Taller de Mecánica Industrial
 Calle: 2441-10-4-17-2002 P.O. Box: 447-2002, Correo: 472-2010 DE 1-304-2010
 Email: FICAP@INTECAP.GU Teléfono: 447-2002 Fax: 447-2002 Correo: 472-2010 Correo: 472-2010 DE 1-304-2010
 Sitio Web: www.intecap.gov.gt Dirección: Bulevar de Guatemala No. 10995A, Zona 13 P.O. Box: 447-2002 Correo: 472-2010 Correo: 472-2010 DE 1-304-2010
 Email: FICAP@INTECAP.GU Teléfono: 447-2002 Fax: 447-2002 Correo: 472-2010 Correo: 472-2010 DE 1-304-2010
 Sitio Web: www.intecap.gov.gt Dirección: Bulevar de Guatemala No. 10995A, Zona 13 P.O. Box: 447-2002 Correo: 472-2010 Correo: 472-2010 DE 1-304-2010

Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

2.1.4.2. Inventario de herramienta

Este inventario al igual que la maquinaria es registrado en tarjetas de responsabilidad donde aparecen los datos pertinentes de la persona responsable de la herramienta, en este caso el bodeguero y la descripción, valor, número de inventario y fecha de adquisición de la herramienta (figura 12).

Figura 12. Tarjeta de responsabilidad de herramienta

Descripción del bien	Traspaso		Aviso de Recepcion	Numero de envio	Fecha de adquisicion	Valor de compra	Codigo del activo (ingreso/No. inventario)	Firma
	Fecha	No. de transaccion						
Micrómetro para Exteriores, Marca Helios, modelo , serie No. medición de 50 - 75 mm, con apreciación de lectura de 0.01 mm, fabricado en Alemania (Mecanica I),	08/05/2009	SIT.267/09	405		06.02/2007	360.00	32109-32-50929 / 1-301-50929	_____
Micrómetro para Interiores, Marca Helios, modelo , serie No. , rango de medición de 3 a 10 mm, lecturas de 0.01 mm, fabricado en Alemania (Mecanica I),	08/05/2009	SIT.267/09	405		06.02/2007	1,775.00	32109-32-50936 / 1-301-50936	_____
Micrómetro para Interiores, Marca Helios, modelo , serie No. medición de 3 a 10 mm, lecturas de 0.01 mm, fabricado en Alemania (Mecanica I),	08/05/2009	SIT.267/09	405		06.02/2007	1,775.00	32109-32-50937 / 1-301-50937	_____
Micrómetro para Interiores, Marca Helios, modelo , serie No. medición de 3 a 10 mm, lecturas de 0.01 mm, fabricado en Alemania (Mecanica I),	08/05/2009	SIT.267/09	405		06.02/2007	1,775.00	32109-32-50938 / 1-301-50938	_____
Micrómetro para Interiores, Marca								

Fuente: Aseguramiento de la Calidad, SGCI 2012.

2.1.5. Software MP versión 9

Este software es una creación de la empresa Técnica Aplicada Internacional, S.A. de C.V. con sede en México, es una empresa con más de 20 años en el mercado y con representación en Guatemala por medio de la empresa Delta, Suministros Industriales con sede en Mixco, Guatemala.

2.1.5.1. Descripción general del software

El MP versión 9 empresarial es un software profesional para control y administración del mantenimiento, puede ser en versión monousuario o red, siendo la versión monousuario la adquirida en el CG2. En el paquete de software vienen incluidos tres programas o módulos (figura 14).

Figura 14. Módulos del MP versión 9 empresarial



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

- MP
- Control de herramientas
- Inventario de repuestos

El módulo MP ayuda documentar información de equipos y localizaciones, documentar planes y rutinas de mantenimiento, organizar historiales referentes a trabajos realizados y recursos utilizados, generar gran cantidad de consultas, gráficas y reportes relacionados con la gestión de mantenimiento.

El Programa Control de Herramientas permite la administración de la bodega de herramientas, a través de los catálogos y el menú de control que incluye existencias y evaluación, existencias por empleado y resguardos y devoluciones, entre otros, el programa opera de forma independiente al MP.

En el Programa Inventario de Repuestos se administra la bodega de repuestos y consumibles, contando con catálogos, inventario, compras y cierres. Este programa también opera de manera independiente al MP.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Diseño del Programa de Mantenimiento

El diseño del Programa de Mantenimiento está basado en las actividades de mantenimiento que ya se realizan en Taller de Mecánica Industrial y auxiliado por el MP, con esta finalidad fue creado el software, los otros dos módulos; Control de Herramientas e Inventario de Repuestos solamente auxilian las actividades de mantenimiento con datos de herramienta, repuestos y consumibles respectivamente.

3.1.1. Criterios a considerar

Dada la naturaleza del INTECAP como institución de capacitación, los principales puntos a tomar en cuenta al utilizar el software MP para administrar el mantenimiento son: la utilización de la maquinaria es a intervalos que varían dependiendo de los cursos que se estén impartiendo y la cantidad de participantes en dichos cursos, que no existe un Departamento de Mantenimiento sino que solamente una persona que está encargada de reparaciones menores en todo el centro, que las actividades de mantenimiento son realizadas por los instructores, auxiliados por los alumnos del centro, la existencia de documentación normada para las actividades de mantenimiento, que estas actividades están programadas al mismo tiempo que se desarrollan eventos de capacitación.

3.2. Creación del Programa de Mantenimiento en el software MP versión 9

Todo el Programa de Mantenimiento es creado en el módulo MP al cargarlo con la información necesaria como; la creación de catálogos de equipos, planes y actividades de mantenimiento, personal, proveedores, localización, recursos necesarios para cada actividad de mantenimiento, etcétera.

Luego de ingresar la información anterior e implementar el Programa de Mantenimiento, es decir, iniciar las actividades de mantenimiento, el programa genera valiosa información como; trabajos a realizarse en períodos determinados, cantidad de atraso en trabajos programados, una proyección de los recursos a utilizar, recursos utilizados, gráficos de análisis de falla causa raíz, gráficos de costos, índices de mantenimiento, calendarios de mantenimiento, entre otra información.

3.2.1. MP

Este módulo es la parte central del Programa de Mantenimiento pues aquí se creó toda la información referente a los equipos, rutinas y tipos de mantenimiento, las órdenes de trabajo, asignación de recursos y el análisis de la información.

Desde el título siguiente, 3.2.1.1 Catálogos hasta el título 3.2.1.11 Garantías documentos y ligas, cada título es parte del menú principal del MP y muestran la información con la cual se cargó el programa en dicho menú.

Cabe mencionar que en algunos de los menús y submenús no aparece ninguna información cargada, esto debido a que dicha información solo se irá generando al dar inicio, durante la ejecución y al finalizar las actividades del mantenimiento, sin embargo, en algunos menús de relevancia se ejemplifican algunos datos.

3.2.1.1. Catálogos

El primer paso para la creación del Programa de Mantenimiento es el registro de los catálogos, esto se realiza en el menú catálogos del Programa MP, los principales son:

- Catálogo de maquinaria del Taller de Mecánica Industrial del CG2 (figura 15).
- Catálogo de planes de mantenimiento.
- Catálogo de mano de obra.
- Catálogo de herramientas.

En el menú de catálogo de planes de mantenimiento (figura 16) es donde se realizó un plan específico de mantenimiento para cada tipo de maquinaria o para cada máquina, en el plan se definen las partes de la máquina, qué actividad de mantenimiento debe realizarse a cada parte, la duración de cada actividad y el procedimiento a realizar.

Además, en el momento de crear un plan de mantenimiento se le asigna el método de control, que puede ser por fechas o lecturas y se define el tipo de unidad en la lectura, kilómetro, hora, etcétera. En el caso del Taller de Mecánica Industrial del Centro de Capacitación Guatemala 2 ningún equipo es controlado por lecturas.

Figura 15. Catálogo de equipo

MP ver. 9.1 Empresarial - [Catálogos - Equipos]

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

Catálogos - Equipos

Analiza el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción	Prioridad	Tipo de Equipo	Clasificación 1	Centro de Costo
	AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF1 LECHLER KLAIBER 720 WS 11	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	afiladora de herramientas	
	AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF2 AUROORA GL 360F	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	afiladora de herramientas	
	AFILADORA DE HERRAMIENTAS AFH 3 CBF 90077 3E-653	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	afiladora de herramientas	
	BANCO DE TRABAJO BT1	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	BANCO DE TRABAJO	
	CEPILLADORA LIMADORA CL 4 ONAK L250E L-550B	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	
	CEPILLADORA LIMADORA CL 6 SACIA 13578 L-350E	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	
	CEPILLADORA LIMADORA CL 7 SACIA 13579 L300E	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	
	CEPILLADORA LIMADORA CL 8 SACIA 13603 L-550E	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	
	CEPILLADORA LIMADORA CL 1 ONAK 76190 L-550B	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	
	CEPILLADORA LIMADORA CL2 ONAK 76190 L-550B	Baja	maquinaria o equipo en bitacorras	cepillo	

Catálogos

Localización de Equipos

Mantto. Rutinario

Mantto. no Rutinario

Mantto. Predictivo

Recursos

Control de Lecturas

OT s, Vales y Consumos

Calendarios

Análisis de Información

Garantías, Documentos y Ligas

Total 64 Registros

Mi Compañía Usuario no registrado C:\Archivos de programa\MPsoft\Bases\MDB\Taller Mecánica Industrial.M91

18 Jun 2012 CAPS NUM TR 08:04 p.m.

Descripción: AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF1 LECHLER KLAIBER 720 WS 11
 Localización: INTECAP CENTRO GUATEMALA 2 TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL
 Datos Generales Campos Personalizados | Proveedor | Notas | Imágenes | Archivos Adjuntos
 Nombre de maquinaria o equipo: AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS Correlativo: AUF1
 Marca: LECHLER KLAIBER Serie: 720
 Modelo: WS 11 No. de inventario: I-3-304-1051
 Responsable del bien: LUIS SAPON Código:
 Prioridad: Baja Clasificación 1: afiladora de herramientas
 Tipo de Equipo: maquinaria o equipo en bitacorras Clasificación 2: maquinaria
 Equipo Padre:
 Centro de Costo:

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 16. Catálogo de planes de mantenimiento

The screenshot displays the 'Catálogos - Planes' application window. The left sidebar shows a tree view with 'Planes' selected. The main area is divided into two panes. The top pane shows a list of maintenance plans with columns for Plan, Régimen, and Unidad. The bottom pane shows a detailed view for the 'AFLADORA' plan, including a table with columns for Parte, Actividad, Frecuencia, Duración, Prioridad, Tipo, and Clasificación 1.

Plan	Régimen	Unidad
AFLADORA
BANCO DE TRABAJO
CIZALLA
DILATADOR TERMICO
ESMERIL
FRESADORA
GENERADOR DE VAPOR
LIMADORA
PANTO GRAFO
Prensa HIDRAULICA
RECTIFICADORA CILINDRICA
RECTIFICADORA PLANA
SIEPRA DE VAVEN
TALADRO
TORNO

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1
\AFLADORA	INSPECCION VISUAL GENERAL	6 Meses	0h:15m	Baja	Preventivo	
	LIMPIEZA	2 Meses	1h:00m	Baja	Preventivo	
	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	6 Meses	0h:25m	Baja	Preventivo	
\AFLADORA HUSILLO	LIMPIEZA	6 Meses	0h:15m	Baja	Preventivo	
	REALIZAR LUBRICACION	6 Meses	0h:15m	Baja	Preventivo	
\AFLADORA MESA	LIMPIEZA	2 Meses	0h:30m	Baja	Preventivo	
	REALIZAR LUBRICACION	2 Meses	0h:30m	Baja	Preventivo	
\AFLADORA MOTOR	CAMBIO DE FAJAS	2 Años	2h:00m	Baja	Preventivo	
	CAMBIO DE RODAMIENTOS	3 Años	3h:00m	Baja	Preventivo	

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Catálogo de mano de obra para la realización del mantenimiento, conformado por jefe e instructores del Taller de Mecánica Industrial (figura 17).

Figura 17. Catálogo de mano de obra

The screenshot shows a software application window titled 'MP ver. 9.1 Empresarial - [Catálogos - Mano de Obra]'. The interface includes a menu bar with 'Principal', 'Ver', 'Herramientas', 'Reportes', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Agregar', 'Modificar', and 'Grupos'. The main area is divided into two panes. The left pane shows a tree view of categories: 'Equipos', 'Localizaciones/Inmuebles', 'Planes', 'Repuestos y Consumibles', 'Mano de Obra' (selected), 'Proveedores y Servicios', 'Herramientas', and 'Auxiliares'. The right pane displays a table of employee data with columns for 'Nombre completo', 'Iniciales', 'Clasificación', and 'Teléfono'. Below the table, a detailed view for 'ARON ORTIZ' is shown, including fields for 'Nombre', 'Clasificación', 'Teléfono', 'Clave', 'Iniciales', 'Costo/Hr ordinaria', and 'Costo/Hr extraordinaria'. At the bottom, there is a status bar with 'Total 8 Registros' and 'Usuario no registrado'.

Nombre completo	Iniciales	Clasificación	Teléfono
ARON ORTIZ	AD	Instructor 029	4563892
HUGO CRUZ	HC	Instructor 011	58721843
JULIO HOIL	JH	Instructor 029	42322591
LEONARDO PIRIR	LP	Instructor 029	50753720
LUIS SAFON	LS	jefe de taller	42194867
OSCAR DARRON	OD	Instructor 011	52219098
OTONIEL ESCALANTE	OE	bodeguero	44905546
VITO ESCALANTE	VE	Instructor 029	51962162

Nombre: ARON ORTIZ
Clasificación: Instructor 029
Teléfono: 4563892
Clave:
Iniciales: AD
Costo/Hr ordinaria: 030.00
Costo/Hr extraordinaria:

Total 8 Registros

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 18. Catálogo de localizaciones/inmuebles

The screenshot displays a software application window titled "MP ver. 9.1 Empresarial - [Catálogos - Localizaciones/Inmuebles]". The interface is divided into several sections:

- Menu Bar:** Includes "Principal", "Ver", "Herramientas", "Reportes", and "Ayuda".
- Sidebar:** Contains a "Catálogos" section with a left-pointing arrow and a list of categories: "Equipos", "Localizaciones/Inmuebles", "Planes", "Repuestos y Consumibles", "Mano de Obra", "Proveedores y Servicios", "Herramientas", and "Auxiliares".
- Main Content Area:**
 - At the top, it shows "Localizaciones/Inmuebles" with a toolbar containing icons for "Agregar", "Modificar", and navigation arrows.
 - Below this is a tree view of the "Localizaciones/Inmuebles" structure:
 - INTECAP
 - CENTRO GUATEMALA 2
 - TALLER DE MECÁNICA DE BANCO
 - OFICINAS DE INSTRUCTORES
 - TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL
 - BODEGA DE HERRAMIENTA
 - BODEGA DE MATERIALES
 - LABORATORIO DE MANTENIMIENTO
 - OFICINA DE JEFATURA E INSTRUCTORES
 - BODEGA
- Details Panel:**
 - Localization/Inmueble: INTECAP, CENTRO GUATEMALA 2
 - Centro de Costo: [Empty field]
 - Notes: Imágenes, Archivos Adjuntos
 - Actions: Ver, Copiar, Guardar como..., Imprimir
 - Image: A small thumbnail image labeled "Dibujo".
- Footer:**
 - Total 11 Registros
 - Mi Compañía
 - Usuario no registrado
 - Path: C:\Archivos de programa\MP\soft\BasesMDB\Y taller Mecánica Industrial.MSI

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En el catálogo de localizaciones/inmuebles (figura 18) se realizó el registro de las localizaciones, en forma de diagrama de árbol, que están dentro del Taller de Mecánica Industrial y a la cual este pertenece, en el catálogo proveedores y servicios se registran los datos de los proveedores de la maquinaria y los proveedores externos que prestan algún servicio a la maquinaria. El catálogo auxiliares se forma de manera automática con ciertos datos secundarios registrados en los demás catálogos, como por ejemplo, las imágenes, además de permitir cargar documentos de interés.

3.2.1.2. Localización de equipo

Este catálogo (figura 19) muestra en que área se encuentran los equipos utilizando el diagrama de árbol creado en el catálogo de localizaciones/inmuebles descrito anteriormente.

Además, muestra un historial de los lugares donde estuvieron los equipos, es decir, si un equipo pertenecía a un departamento y luego por alguna razón se trasladó a otro lugar.

La utilidad del catálogo de localización de equipo, radica en la ubicación rápida y certera de un equipo programado para mantenimiento, ahorrando así tiempo y movilizaciones innecesarias.

Por otro lado, en el historial se verifica la procedencia del equipo y las razones por las cuales fue trasladado de un lugar a otro, como en el caso en que se dio de baja un equipo en una sección de una planta de producción y se trasladó a otra.

Figura 19. Localización de equipos

The screenshot displays the 'Localización de Equipos' (Equipment Location) window in the MP version 9.1 software. The window is divided into several sections:

- Top Bar:** Shows the software version 'MP ver. 9.1 Empresarial - [Localización de Equipos - Localización de Equipos]' and navigation options like 'Principal', 'Ver', 'Herramientas', 'Reportes', and 'Ayuda'.
- Left Panel:** Contains a tree view with 'Localización de Equipos' and 'Historial de Localizaciones'.
- Main Table:** A table with columns 'Tipo', 'Descripción', and 'Equipo Padre'. It lists various equipment types such as 'AFILADORA', 'BANCO DE TRABAJO', 'CEPILLADORA', and 'CIZALLA MANUAL', along with their descriptions and parent equipment names.
- Right Panel:** A tree view showing the organizational structure, including 'Localizaciones/Inmuebles', 'INTECAP', and various departments like 'CENTRO GUATEMALA 2', 'TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL', and 'BODEGA DE HERRAMIENTA'.
- Bottom Panel:** A navigation menu with options like 'Catálogos', 'Localización de Equipos', 'Mantto. Rutinario', 'Mantto. no Rutinario', 'Mantto. Predictivo', 'Recursos', 'Control de Lecturas', 'OTs, Vales y Consumos', 'Calendarios', 'Análisis de Información', and 'Garantías, Documentos y Ligas'. It also shows 'Total 64 Registros' and 'INTECAP 03/2 MI'.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.1.3. Mantenimiento rutinario

Ya creados los catálogos se procedió a hacer la asociación de los equipos con los planes de mantenimiento elaborados en los catálogos anteriores, es decir, se asignó a cada equipo un plan de mantenimiento, lo cual se muestra en la figura 20.

Figura 20. Asociación de los equipos con los planes

Plan	Descripción (Equipo/Armable)	Plan ligado	Régimen
	TORNIO HORIZONTAL TRH 3 REPUBLIC METOSA 43807 S 9081180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 6 REPUBLIC METOSA 751118271	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 7 REPUBLIC METOSA 751118271	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 6 REPUBLIC METOSA 43803 S 901180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 5 REPUBLIC METOSA 43833 S 901180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 4 REPUBLIC METOSA 43833 S 901180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 3 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 2 REPUBLIC METOSA 43828 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 14 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 13 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 12 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 11 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas
	TORNIO HORIZONTAL TRH 10 REPUBLIC METOSA 43807 S 9091180	TORNIO	Fechas

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Categorización 1
TORNIO	INSPECCION VISUAL GENERAL	3 Meses	0h:20m	Baja	Preventivo	
TORNIO	PRUEBA DE FUNDONAMIENTO	1 Año	0h:30m	Baja	Preventivo	
TORNIO	REVISION DEL SISTEMA ELECTRICIO	1 Meses	0h:10m	Baja	Preventivo	
TORNIO	LIMPEZA	1 Semanal	0h:15m	Baja	Preventivo	
TORNIO	REALIZAR LUBRICACION	1 Semanal	2h:10m	Media	Preventivo	
TORNIO	CAMBIO DE ACEITE	1 Año	0h:10m	Baja	Preventivo	
TORNIO	LIMPEZA	1 Día	0h:10m	Baja	Preventivo	
TORNIO	PRUEBA DE FUNDONAMIENTO	1 Meses	0h:10m	Baja	Preventivo	
TORNIO	REVISION DE NIVEL DE ACEITE	1 Meses	0h:10m	Media	Preventivo	
TORNIO	LIMPEZA	15 Diás	0h:15m	Baja	Preventivo	

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Luego de realizada la asociación, el programa calcula las fechas de los siguientes mantenimientos, esto lo muestra en el menú de mantenimientos próximos (figura 21).

Figura 21. Mantenimientos próximos

Parte	Actividad	Último Mantenimiento realizado	Frecuencia =	Próximo Mantenimiento conforme al plan	Próximo Mantenimiento modificado por el usuario	Estado	Foto OT
AFLADORA	INSPECCION VISUAL GENERAL	04/08/2012	6 Meses	04/12/2012		Normal	
	LIMPIEZA	04/08/2012	2 Meses	06/08/2012		Normal	
	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	04/08/2012	6 Meses	04/12/2012		Normal	
	LIMPIEZA	04/08/2012	6 Meses	04/12/2012		Normal	
	REALIZAR LUBRICACION	04/08/2012	6 Meses	04/12/2012		Normal	
	LIMPIEZA	04/08/2012	2 Meses	06/08/2012		Normal	
	REALIZAR LUBRICACION	04/08/2012	2 Meses	06/08/2012		Normal	
	CAMBIO DE PALAS	04/08/2012	2 Años	04/08/2014		Normal	
	CAMBIO DE RODAMIENTOS	04/08/2012	2 Años	04/08/2014		Normal	
	MECCION DE AMPERAJE	04/08/2012	1 Años	04/08/2013		Normal	
	REVISION Y AJUSTE DE PALAS	04/08/2012	6 Meses	04/12/2012		Normal	

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

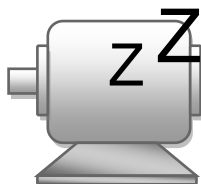
Cabe mencionar que de este punto en adelante la mayor parte de la información en los menús restantes del MP se generará al implementar el programa de mantenimiento, registrando actividades de mantenimiento realizadas o por realizarse.

Una situación común en cualquier empresa o planta de producción es que existan equipos que estén o estarán fuera de servicio; esto puede ser causa por distintas razones, como que un equipo esté en espera de un repuesto, que no exista la necesidad de que un equipo esté en servicio.

Previendo la situación anterior en el MP existe un submenú donde se pueden registrar los equipos que estén o que estarán fuera de servicio (figura 23).

Cuando se tiene un equipo registrado en el MP y este equipo cuenta con una programación de mantenimiento asociada y dicho equipo se coloca como fuera de servicio, el software reprogramará las nuevas fechas de mantenimiento al poner otra vez en servicio dicho equipo. Los equipos que están fuera de servicio se identifican con el ícono mostrado en la figura 22.

Figura 22. **Ícono de equipo fuera de servicio**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 23. Equipos fuera de servicio

Tipo	Descripción (Equipo/Inmueble)	Estado	Fecha de servicio	Período Fuera de Servicio	Fecha Servicio
	RECTIFICADORA FLAMA RP4 ASSFALG 747 URS 730	...	05/06/2012 ... 15/07/2013	05/06/2012 ... 15/07/2013	15/07/2013
	SIERRA DE YAVEN SDVZ BEHRINGER NR 10381005	...	05/06/2012 ... 30/07/2013	05/06/2012 ... 30/07/2013	31/07/2013
	TOPNO HORIZONTAL MARTIN TRHM16 MARTIN	...	05/06/2012 ... 30/07/2013	05/06/2012 ... 30/07/2013	31/07/2013

Arroja el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Total 3 Registros

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.1.4. Mantenimiento no rutinario

Como se aprecia hasta el momento el software MP clasifica el mantenimiento en rutinario y no rutinario.

En el menú de mantenimiento no rutinario se registran los trabajos no rutinarios y se clasifican en:

- Correctivo
- De apoyo
- De mejora
- Predictivo

La persona que opera el programa será la encargada de clasificar las actividades a desarrollar de acuerdo con la clasificación anterior, tomando en cuenta la naturaleza de las actividades.

Además se registran los datos importantes como descripción del trabajo, causa y tipo de falla, si el equipo paró o si ocasionó que otros equipos pararan (figura 24).

Al registrar un nuevo trabajo no rutinario el MP da la opción de generar en el mismo momento o después la orden de trabajo respectiva, dicha orden quedará registrada en el menú de órdenes de trabajo y al terminar el trabajo se pueden registrar los consumos de los recursos utilizados.

Figura 24. Mantenimiento no rutinario

Mantto. no Rutinario - Registro de Trabajos

Analiza el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción (Equip/Inmueble)	Fecha y Hora del Evento	Programada	Atazo	Folio OT	Duración
	CEPILLODORA LIMADORA CL. 4.01NKL230L-E-550-B	18/06/2012	18/06/2012 14:48(8)			0 h 30 m

Datos generales

Equipoinmueble: CEPILLODORA LIMADORA CL. 4.01NKL230L-E-550-B
 Descripción del trabajo: fusibles quemados
 Fecha y Hora del Evento: 18/06/2012
 Tipo de trabajo: Correctivo
 Num. de Solicitud:
 Registrado por: Usuario no registrado
 Observaciones:
 Causa y tipo de falla: Daño causado
 Folio OT:
 Prioridad: Alta
 Fecha programada: 18/06/2012
 Mano de obra estimada: 0 h 30 m

Total 1 Registros

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En este menú también se pueden consultar los historiales de los trabajos no rutinarios cerrados ya sea general o por equipo, consultar los daños causados por la falla de algún equipo y los trabajos de mantenimiento que fueron eliminados.

3.2.1.5. Mantenimiento predictivo

Suponga que es necesario incluir en el software MP el mantenimiento de una flotilla de 10 vehículos, un conjunto de 20 motores eléctricos y un cisterna que almacena un subproducto líquido por medio de una bomba. Una forma (probablemente la más conveniente) de programar el mantenimiento es por medio de la toma de lecturas de uno o varios parámetros de los equipos, como puede ser:

- Kilometraje
- Amperaje
- Horas de trabajo
- Nivel
- Cantidad de unidades producidas

El MP toma como mantenimiento predictivo a las actividades de mantenimiento que requieren una medición.

En estas actividades la toma de mediciones se configura al editar las actividades de los planes de mantenimiento correspondientes, por lo tanto, en este menú solo se mostrarán los equipos cuyas actividades de mantenimiento lleven alguna medición de control, esmeriles y rectificadoras en el caso del Taller de Mecánica Industrial (figura 25).

Figura 25. Registro de mediciones

Mantto. Predictivo - Registro de Mediciones

Tipo	Descripción (Equipo/movible)
ESMERILESM 1	TRENA MRO65040 NR 41306
ESMERILESM 2 M / SOLID	80188771
ESMERILESM 3 M / SOLID	
ESMERILESM 4 BALDOR P489	1022
ESMERILESM 5 BALDOR P 119	3628
ESMERILESM 6 SUPER LENA	11579
ESMERILESM 7 REICHMANN + SOHN NR	086106 17560151
RECTIFICADORA CILINDRICA UNIVERSAL	RCJ KARL ASSFALG LORCH 7747 URS750
RECTIFICADORA CILINDRICA UNIVERSAL	RCJ SHIGIYA 110290 630
RECTIFICADORA PLANA RPZ	OKAMOTO PSG 820X
RECTIFICADORA PLANA RP4	ASSFALG 7747 URS750

Parte	Frecuencia	Valor Míximo	Valor Mínimo	Última Medición	Fecha y Hora de la Última Medición
RECTIFICADORA-PLANA-MUELA	2468(6)	120.00 MM			

Totales: 11 Registros

INTECAP-CDZ-MI | Usuario no registrado | C:\archivo de programa\MPsoft\Gases\M06\1 aler Mecánica Industrial\NGI | 2 Jul 2012 | 03:33 p.m.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Los registros de la medición pueden ser: límite máximo, mínimo o ambos. También el MP alerta de qué equipos presentan mediciones fuera de límite o muy cercanas a este y el historial de mediciones por equipo.

3.2.1.6. Recursos

Aquí se asignan los recursos necesarios para las actividades creadas en los planes de mantenimiento, por recursos se entiende herramientas, consumibles, mano de obra y servicios externos (figura 26).

Figura 26. Recursos asociados por equipo

Parte	Actividad	Recurso	Cantidad	Unidad	Tipo	Proveedor
AFILADORA	INSPECCION VISUAL GENERAL	<input type="checkbox"/> Instructor 03	0	h 15m	Mano de Obra	
		<input type="checkbox"/> participante	0	h 15m	Mano de Obra	
LIMPIEZA	LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> BROCHAS DE 4"	1	unidad	Repuestos y consumibles	
		<input type="checkbox"/> Instructor 03	1	h 00m	Mano de Obra	
		<input type="checkbox"/> participante	1	h 00m	Mano de Obra	
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	<input type="checkbox"/> WIFE BLANCO	1	lb	Repuestos y consumibles	
		<input type="checkbox"/> Instructor 03	0	h 25m	Mano de Obra	
AFILADORA/HUSILLO	LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> participante	0	h 25m	Mano de Obra	
		<input type="checkbox"/> Instructor 03	0	h 15m	Mano de Obra	
AFILADORA/MESA	LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> participante	0	h 15m	Mano de Obra	
		<input type="checkbox"/> WIFE BLANCO	0	5	lb	Repuestos y consumibles
AFILADORA/MESA	LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> Instructor 03	0	h 30m	Mano de Obra	
		<input type="checkbox"/> participante	0	h 30m	Mano de Obra	
AFILADORA/MESA	LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> WIFE BLANCO	0	5	lb	Repuestos y consumibles
		<input type="checkbox"/> participante	0	5	lb	Repuestos y consumibles

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En la figura anterior el programa muestra todos los recursos que se necesitan por equipo, pero también, se puede mostrar de manera inversa, es decir, todos los equipos que tienen asignado cierto recurso.

El MP también puede mostrar un cálculo de los recursos que se necesitarán en un período determinado, días, semanas o meses y su costo, si se sobrepasa un costo establecido es posible cambiar las cantidades o los recursos asociados a cierto plan de mantenimiento.

3.2.1.7. Control de lecturas

Este menú muestra los equipos cuyos planes de mantenimiento son controlados por lecturas, como horas de uso, kilómetros, etcétera, también muestra en forma gráfica el promedio de uso mensual y una historia gráfica de las lecturas registradas. Debido a que en el Taller de Mecánica Industrial del CG2 ningún equipo es controlado por lecturas no hay información para mostrar.

3.2.1.8. Órdenes de trabajo, vales y consumos

Cuando se comienza a implementar el Programa de Mantenimiento, en este menú se da toda la administración y registro de las órdenes de trabajo (OTs).

Este menú puede configurarse por períodos que abarquen día, semana o mes, es decir, se muestran solamente los equipos que tienen actividades de mantenimiento programadas y listas para generar OTs (figura 27).

Figura 27. Órdenes de trabajo, vales y consumos

MP ver. 9.1 Empresarial - [OTs, Vales y Consumos - Fase 1 - Generador de OTs]

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

OTs, Vales y Consumos << Fase 1 - Generador de OTs

Fase 2 - OTs Abiertas
 Fase 3 - OTs Abiertas Listas p/Cerrar
 Fase 4 - Historial de OTs Cerradas
 Consulta OTs Abiertas (por Equipo)
 Consulta OTs Abiertas (por Responsables)
 Consulta de Vales
 Consulta de Consumos (por OT)
 Consulta de Consumos (por Equipo)
 Consulta de Consumos (por Recurso)

OTs, Vales y Consumos - Fase 1 - Generador de OTs

Agregar Mantto no rutinario Actualizar Lecturas Adelantar/Proponer Actividades

Filtro rápido Quitar filtro

Mas Filtros ...

Equipos por atender hoy a fin de mes (del 03/07/2012 al 31/07/2012)

Generar OT	Consultar duración	Tipo de Equipo	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	... maquinaria o equipo en blancas	BANCO DE TRABAJO	Equipo	Baja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	... maquinaria o equipo en blancas	cepillo	maquinaria	Baja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	... maquinaria o equipo en blancas	cepillo	maquinaria	Baja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	... maquinaria o equipo en blancas	cepillo	maquinaria	Baja

Mantenimiento Rutinario: BANCO DE TRABAJO BT1

Parte	Actividad	Tipo	Atraso	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad	Duración	Requiere Paro
<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA	... Preventivo	...	...	...	Baja	0 h 30 m	
<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA	... Preventivo	...	...	...	Baja	0 h 10 m	
<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA	... Preventivo	...	...	...	Baja	0 h 15 m	
<input type="checkbox"/>	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	... Preventivo	...	...	...	Baja	0 h 10 m	

Mantenimiento no Rutinario: BANCO DE TRABAJO BT1

Descripción

<No hay información>

Inicio Ver Herramientas Reportes Ayuda

INTECAP CG2 MI Usuario no registrado C:\archivos de programa\MP\soft\BaesMDBYTaller Mecánica Industrial\MT1 Documento tesis - Micros... Fichas Iniciales - Microsof...

Inicio Ver Herramientas Reportes Ayuda

3 Jul 2012 CAPS INUM TR Inw 03:17 p.m.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En este menú también se generan los vales de almacén ya sea en forma manual o automática, este vale se utiliza para retirar de bodega los repuestos y consumibles necesarios para realizar la actividad. Además, muestra los consumos realizados, ya sea por OTs, equipo o recurso.

3.2.1.9. Calendarios

Como se mencionó todo plan de mantenimiento debe estar asociado con un Programa de Mantenimiento. La parte fundamental del programa es la información sobre cuándo se realizarán las actividades de mantenimiento, es decir, la fecha.

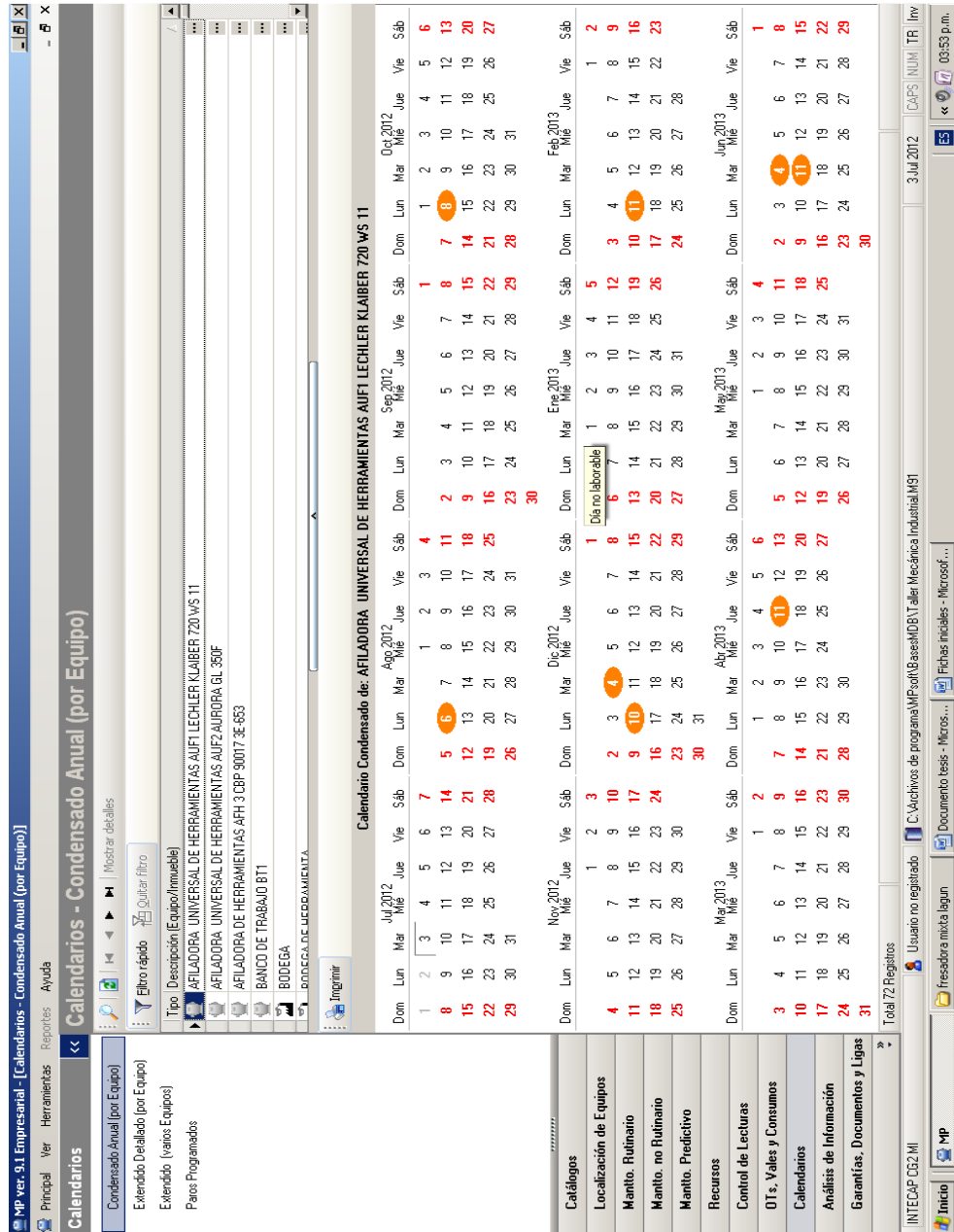
En el menú calendarios, el MP muestra las fechas y las actividades de mantenimiento programadas en forma anual por equipo (figura 28).

Las fechas del calendario marcadas con un círculo indican que existe una actividad de mantenimiento programada para ese día. Bastará con colocar el puntero del *mouse* sobre la fecha marcada y hacer un *click*, entonces se desplegará un cuadro inferior que mostrará a detalle la actividad programada.

Otra opción es la de mostrar la información de mantenimiento detallado de uno o varios equipos, en períodos de entre 1 y 12 meses.

En la figura 29 se muestra el mantenimiento del banco de trabajo BT1 en un 1 mes, como se puede observar aparece a detalle la actividad de mantenimiento a realizar, la periodicidad y la parte del banco de trabajo donde se requiere el mantenimiento.

Figura 28. Calendario de mantenimiento anual por equipo



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 29. Calendario detallado por equipo

MP ver. 9.1 Empresarial - [Calendarios - Extendido Detallado (por Equipo)]

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

Calendarios - Extendido Detallado (por Equipo)

Condensado Anual (por Equipo) | Filtro rápido | Mostrar detalles | Quitar filtro

Extendido (varios Equipos)
Fases Programados

Tipo Descripción (Equipo/Inmueble)
 AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF1 LECHLER KLUBER 720 WS 11
 AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF2 AJURORA 6L 350F
 AFILADORA DE HERRAMIENTAS AFH 3 CBP 9007 3E-653
 BANCO DE TRABAJO BT1
 BODEGA
 BODEGA DE LICUAMENTA

Actividades rutinarias : BANCO DE TRABAJO BT1

Parte	Actividad	Frecuencia	Julio 2012
\BANCO DE TRABAJO	INSPECCION VISUAL GENERAL	6 Mes(es)	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
\BANCO DE TRABAJO DIVISION	LIMPIEZA	1 Mes(es)	
\BANCO DE TRABAJO GAVETAS	LIMPIEZA	1 Mes(es)	
\BANCO DE TRABAJO PRENSA DE BANCO	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	6 Mes(es)	
\BANCO DE TRABAJO PRENSA DE BANCO	LIMPIEZA	1 Mes(es)	
\BANCO DE TRABAJO PRENSA DE BANCO	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	1 Mes(es)	
\BANCO DE TRABAJO PRENSA DE BANCO	REALIZAR LUBRICACION	2 Mes(es)	

Actividades no rutinarias : BANCO DE TRABAJO BT1

Descripción

<No hay información>

Total 72 Registros

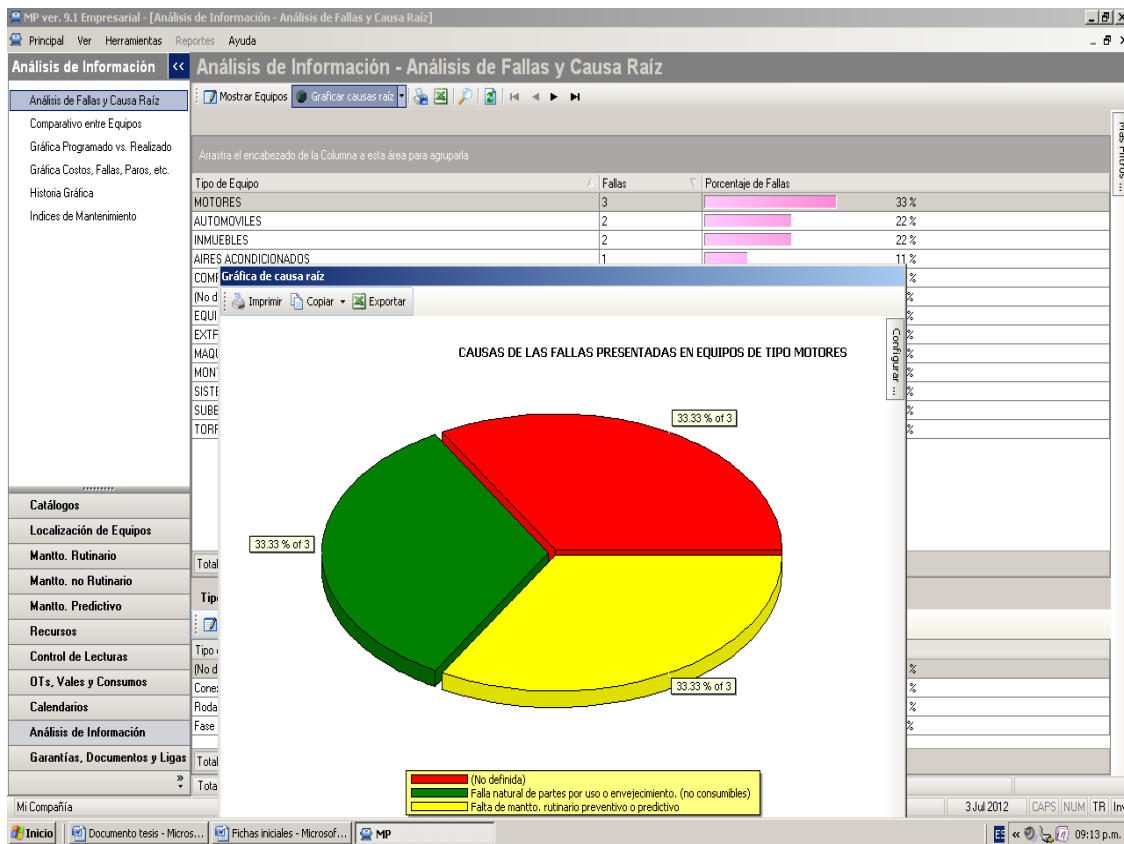
INTECAP C02 MI | Usuario no registrado | C:\Archivos de programa\MP\soft\Base\MDB\Taller Mecánica Industrial\M81 | Documento tesis - Micros... | Fichas iniciales - Microsof... | Inicio | MP | Presadora mixta legun | 3 Jul 2012 | CAPS | NUM | TR | Inv | 04:00 p.m.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.1.10. Análisis de la información

Esta parte del menú principal utiliza la información con la que se ha alimentado el MP con anterioridad por medio de las actividades de mantenimiento rutinario, las órdenes de trabajo, los registros contenidos en los mantenimientos no rutinarios y el mantenimiento predictivo, ya sea que estas actividades se realicen o no.

Figura 30. Análisis de falla y causa raíz



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Este menú cuenta con cuatro apartados principales, que son:

Análisis de falla y causa raíz; acá es posible consultar la información en valores, porcentaje y forma gráfica, de los equipos que presentaron falla, las fallas más recurrentes y las causas de estas (figura 30).

Gráfica de costos, paros, fallas, etcétera; en este apartado se puede graficar en diferentes tipos, series (como costos de mano obra, fallas ocurridas, costos de repuestos y consumibles, tipo de mantenimiento, etcétera) a través del rango de fechas que se definen y filtrarlo por tipo de equipo, clasificación, etcétera.

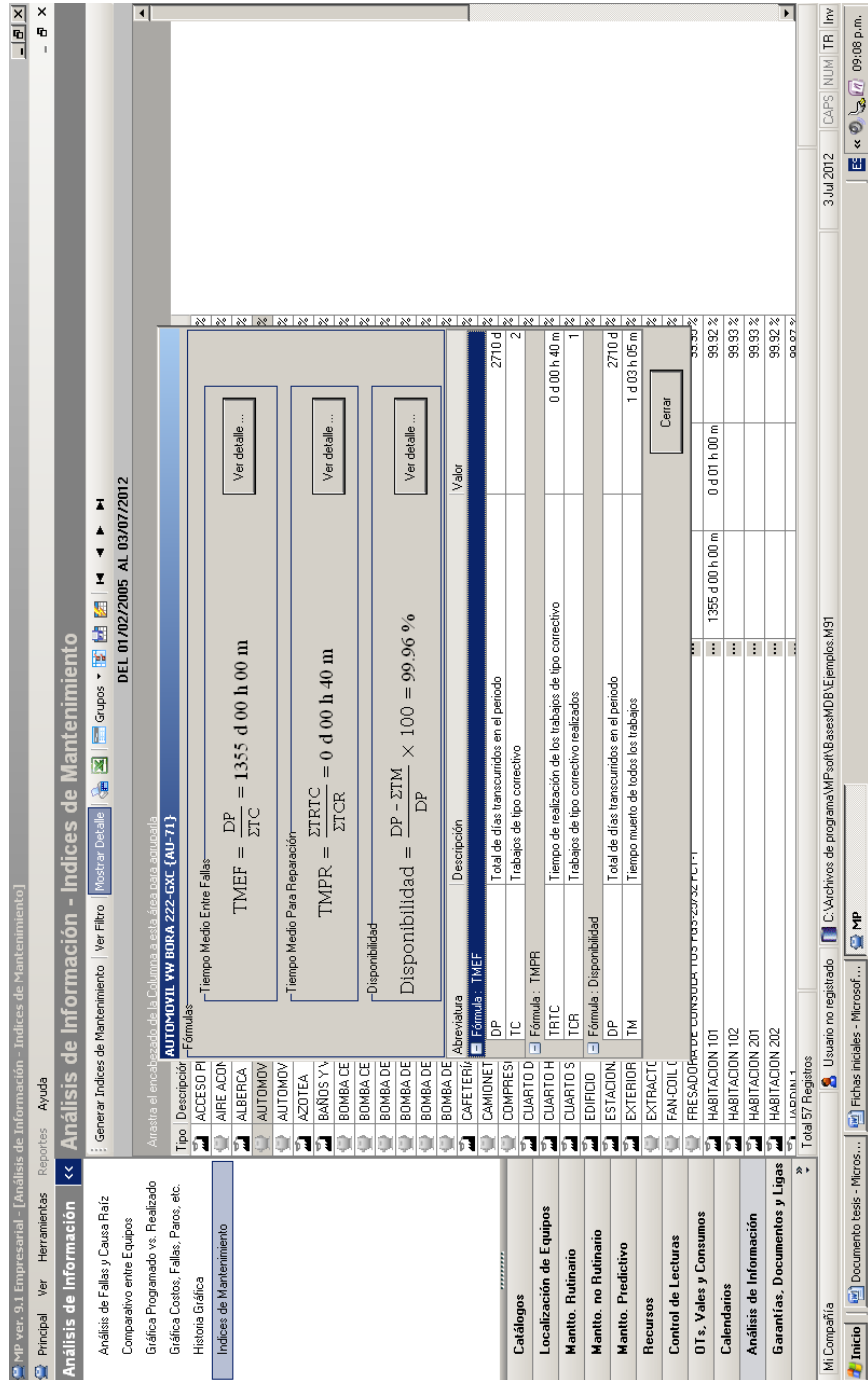
Gráfica de programado contra lo realizado; como su nombre lo indica presenta una gráfica de las actividades mensuales de mantenimiento programado y las realizadas, también si existe diferencia entre estas dos, el MP permite ver las actividades que no se realizaron o las que se realizaron de más.

Índices de mantenimiento; acá el MP calcula, para un período determinado, tres índices de mantenimiento:

- Tiempo medio entre fallas (TMEF)
- Tiempo medio para reparación (TMPR)
- Disponibilidad

También se pueden consultar todos los datos que dan origen a estos índices, como en el ejemplo de la figura 31.

Figura 31. Índices de mantenimiento

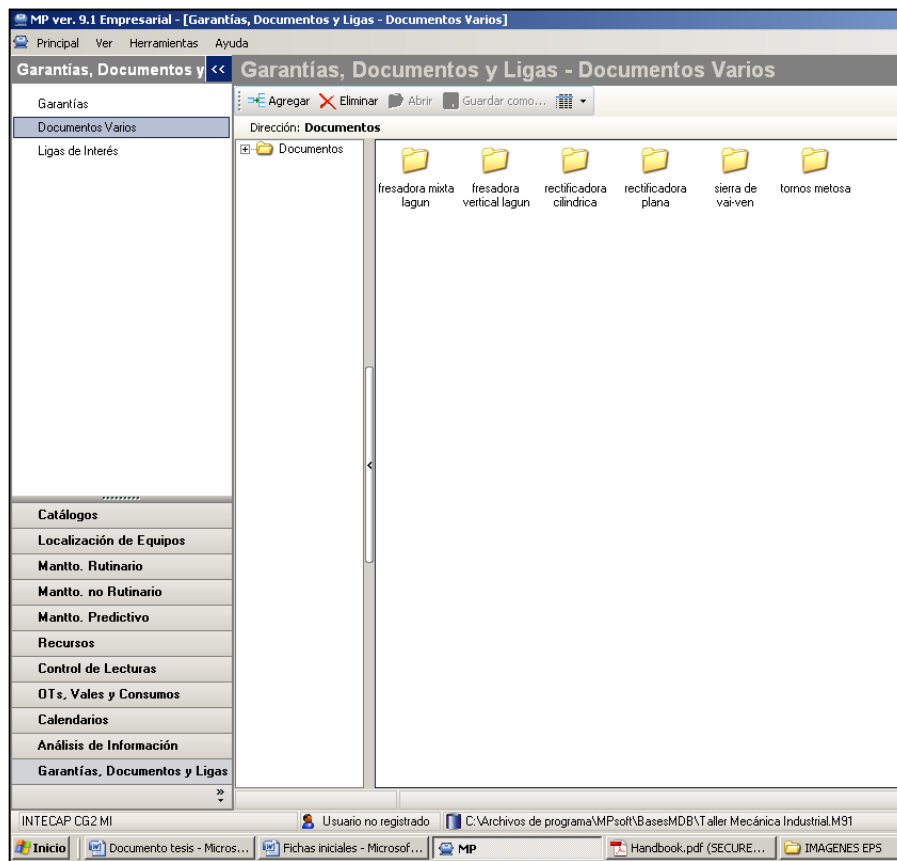


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.1.11. Garantías, documentos y ligas

Esta es la última parte del menú principal del MP y prácticamente es un pequeño archivo, donde se almacenan tres tipos de información; un registro de las garantías sobre un equipo, servicio o repuesto. Los documentos que se consideren de utilidad para el mantenimiento, como manuales técnicos, tablas, manuales del usuario, entre otros (figura 32) y un registro de direcciones de internet que sean de utilidad.

Figura 32. Documentos varios



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.2. Control de Herramientas

El Programa Control de Herramientas opera de forma independiente al MP y debe ser operado por el bodeguero. Este programa permite controlar resguardos y devoluciones de todas las herramientas entregadas a los trabajadores. Cuenta con los menús de Catálogos y Control.

3.2.2.1. Catálogos

En este menú se tienen tres tipos de catálogos que integran la base de datos del Programa Control de Herramientas.

- Herramientas
Este catálogo está conformado por las herramientas existentes a la fecha en el Taller de Mecánica Industrial (figura 33).
- Empleados
Catálogo formado por instructores y jefe del Taller de Mecánica Industrial. Estas son las únicas personas autorizadas dentro del programa para prestar herramienta.
- Catálogo auxiliar
Es en este catálogo donde se carga información como imágenes de herramientas y empleados, clasificación de la herramienta (eléctrica, mecánica, limpieza, etcétera) y unidades en que se administra la herramienta (pieza, juego, paquete).

Figura 33. Catálogo de herramientas en bodega de mecánica industrial

Clave	Descripción	Unidad	Clasificación
28601-56-52	ACEITERA	pza	MECANICA
29008-25-2	ACEITERA, BOQUILLA FLEXIBLE	pza	MECANICA
28601-157-164	ADIT AMENTO PARA COLOCAR PIEDRA EN RECTIFICADORA	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-20	ADIT AMENTO PARA HACER ESFERAS	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
29008-164-390	ALICATE CORTA ALAMBRE	pza	MECANICA
29008-164-384	ALICATE DE EXTENSIONES	pza	MECANICA
29008-164-388	ALICATE DE PRESION	pza	MECANICA
28601-157-57	ALZA RECTIFICADA	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
1-304-30428	AMOLADORA, MARCA BOSCH, PARA DISCOS DE 4, 4.5 Y 5"	pza	USO GENERAL
28601-157-159	ARBOL PARA EL DINTAJE DE PIEDRAS DE ESM ERIL, DE LA BALANCEADORA	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-101	ARCO DE SIERRA	pza	MECANICA
28601-157-136	BALANCEADORA PARA PIEDRA DE ESMERIL	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-51	BARRAS PARA TORNEADO INTERIOR	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
1-304-32468	BARRENO ELÉCTRICO, MARCA BOSH, MADRIL DE 1/2	pza	USO GENERAL
1-304-35111	BARRENO ELÉCTRICO, MARCA MILWAUKEE 3/4	pza	USO GENERAL
1-304-32469	BARRENO PORTATIL ELÉCTRICO, MARCA BOSCH MADRIL DE 3/4"	pza	USO GENERAL
28601-38-36	BASE M AGNETICA, MARCA BOSCH PARA RELQU COM PARADOR	pza	USO GENERAL
1-304-18728	BASE M AGNETICA, MARCA MILWANKEE, DE 3/8	pza	MECICION
1-304-20543	BASE MAGNETICA, MODELO 7010, MARCA MITUTOYO	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-116	BASE PARA DIAMANTE,	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-128	BASE PARA EMBUTIDO	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-178	BOMBA SUCCIONADORA DE ACEITE	pza	MECANICA
29801-5-223	BROCAS AVELLANADORAS	pza	MECANICA
29801-5-464	BROCAS CILINDRICAS MM	lgo	MECANICA
29801-5-217	BROCAS HELICOIDALES MM	lgo	MECANICA
29801-5-222	BROCAS HELICOIDALES PLG	lgo	MECANICA
28601-97-6	BURILES CON PASTILLA	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-133	BUTERIFLAS	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-126	CABEZAL DE T ORNILLO DE Prensa HIDRAULICA	pza	MECANICA
28601-157-117	CABEZAL F LIO PARA RECTIF ICADORA	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-31	CABEZAL GIRATORIO CON CONTRAPUNTO	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
28601-157-71	CABEZAL VERTICAL, DE HIERRO FUNDIDO	pza	MAQUINA HERRAMIENTA
1-3-304-892	CAJA DE METAL PARA HERRAMIENTA	pza	MECANICA
29008-341-10	CAJA PARA HERRAMIENTA GRANDE	pza	MECANICA
28601-95-305	CALIBRADOR DE RADIOS	pza	MECICION
Total de Herramientas: 315			

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.2.2. Control

Este menú permite generar y controlar los documentos de resguardo (préstamo) y devolución de herramientas. Obtener en cualquier momento la existencia de herramienta en el almacén y en resguardo. Saber qué empleado tiene una determinada herramienta. Poder valorar las existencias en el almacén y consultar el historial de movimientos, resguardo y devoluciones de herramienta.

3.2.3. Inventario de Repuestos

El Inventario de Repuestos es otro programa independiente al MP que permite el control de existencia de materiales y repuestos, movimientos de entradas y salidas, kárdex, valuación del inventario, proveedores, compras, calcular el abastecimiento, etcétera, pero el personal puede consultar existencias y costos en el inventario desde el MP, así como el Programa Inventario de Repuestos puede calcular el abastecimiento y determinar los repuestos y consumibles que deberán adquirirse en función de los mantenimientos programados en el MP.

3.2.3.1. Catálogos

Al igual que los programas anteriores, el primer paso fue crear los catálogos correspondientes de productos en bodega de mecánica industrial (figura 34), el catálogo de los proveedores de esos productos y los catálogos auxiliares; como unidades, imágenes, clasificación de los proveedores, entre otros.

Figura 34. Catálogo de productos en bodega de materiales de mecánica industrial

Clave	Descripción	Unidad	Clasificación
AC2464	ACEITERA DE TLT	pza	MECANICA
AMHMLP-001	AMPERIMETRO Y MULTIMETRO DE PINZAS	pza	NS ELECTRICA
CA-377080	CALIBRADOR DE CUERDA STANDARD	pza	MECANICA
CA-36799756	CALIBRADOR PIE DE REY CON VERNIER (MITUTOYO)	pza	NS METROLOGIA
CA-586097	CALIBRES PARA ESFERES	lgo	NS METROLOGIA
CR-974576	CALIBRES PARA ROSCAS	lgo	NS METROLOGIA
CA-568568	CASCO DE PROTECCION	pza	SEGURIDAD
CH-968785	CHUCK UNIVERSAL DE 3 MORDAZAS	pza	NS MAQ-HERRAMIENTAS
CI-234E	CINTA METRICA	pza	NS USO GENERAL
CP-987654	COMPUTADORA LAP TOP ACER	pza	NS ELECTRONICO
DA-0886767	DADOS DE 3/8" CON EXTENSION DE 12" Y 14"	lgo	NS MECANICA
DW-765789	DADOS MILIMETRICOS (URREA) DE 10 A 32 MILIMETROS	lgo	NS USO GENERAL
DE-868967	DESARMADORES STANLEY (VARIOS)	lgo	NS METROLOGIA
DE-7657	DESATORNILLADOR DE CRUZ	lgo	NS METROLOGIA
DE-97086	DESATORNILLADOR PLANO	lgo	NS METROLOGIA
ES-5396	ESCUADRA DE ACERO DE 30 CM	pza	NS ALBANILERIA
ES-7657	ESPAULA DE ACERO INOXIDABLE	pza	NS HOALATERIA
ES-896	ESTETOSCOPIO	pza	NS USO GENERAL
EX-0808	EXTRACTOR DE BALEROS	pza	NS USO GENERAL
EX-6546	EXTRACTOR DE BALEROS SKF	pza	NS USO GENERAL
FL-10012	FLEXOMETRO	lgo	NS METROLOGIA
GA-07304	GATO HIDRAULICO 1 TON	pza	NS METROLOGIA
GU-78785767	GUANTES DE PROTECCION	pza	NS USO GENERAL
CA-8769	LAINAS DE CALIBRACION	lgo	SEGURIDAD
LA-992378	LAMPARA ESTROBOSCOPICA DE MANO	pza	AUTOMOTRIZ
LE-54324	LENTE DE PROTECCION Y SEGURIDAD	pza	NS USO GENERAL
LL-53448	LLAVES ALLEN VARIAS MEDIDAS (mm)	pza	NS SEGURIDAD
LL-98709	LLAVES DE CHUK (PARA APRIETE DE MORDAZAS)	lgo	NS USO GENERAL
LL-87680	LLAVES ESPAÑOLAS (VARIAS MEDIDAS)	lgo	NS MAQ-HERRAMIENTAS
LL-99687	LLAVES MIXTAS (VARIAS MEDIDAS)	lgo	NS USO GENERAL
MA-8679	MANERAL CON ADAPTADOR Y EXTENSION	lgo	NS USO GENERAL
MA-86798	MARTILLO CABEZA PLANA	lgo	NS USO GENERAL
MA-870795	MAZO DE GOMA DE 4 LBS (TRAVERS URREA)	pza	NS USO GENERAL
ME-702	MEDIDMETRO DIGITAL	lgo	NS ELECTRICA
MI-8879	MICROMETRO DIGITAL	pza	NS METROLOGIA

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 35. Movimientos al almacén

Consultar Documento de Entrada (000001)

Tipo de Movimiento: Importación Inicial Fecha: 26/06/2012

#	Cantidad	No. de Parte	Descripción	Unidad	Precio Unitario	Monto
1	2.00	K269	TORNILLOS M.12 X 60	unidad	Q3.54	Q7.08
2	1.00	k172	PIEDRAS DE ESMERIL	unidad	Q2.00	Q2.00
3	2.00	K174	PIEDRAS DE ESMERIL	unidad	Q2.00	Q4.00
4	1.00	k175	PIEDRAS DE ESMERIL	unidad	Q2.00	Q2.00
5	2.00	k176	PIEDRA CONICA PARA	unidad	Q1.00	Q2.00
6	1.00	k178	PIEDRA PARA AFILADORA	unidad	Q10.00	Q10.00
7	7.00	k180	PIEDRA DE ACENTAR	unidad	Q3.00	Q21.00
8	1.00	k181	PIEDRA DE ACENTAR	unidad	Q2.00	Q2.00
9	20.00	k221	TORNILOS N.C 1/2" X	unidad	Q3.52	Q70.40
10	2.00	k223	TORNILLOS M.14 X 60MM	unidad	Q2.77	Q5.54
11	17.00	k225	TORNILLOS M.12 X 50	unidad	Q8.60	Q146.20
12	2.00	k228	TORNILLOS M.14 X 49MM	unidad	Q1.75	Q3.50
13	4.00	k238	TORNILLOS ALLEN M.12	unidad	Q4.35	Q17.40
14	44.00	K264	WIPE BLANCO	lbs	Q9.00	Q396.00
15	40.00	k284	TORNILLOS PARA	unidad	Q0.25	Q10.00
16	1.00	k30	PIEDRA RECTA	unidad	Q1.00	Q1.00
Producto: TORNILLOS M.12 X 60						TOTAL: Q35,074.76

Imprimir Cerrar

<F2> Nuevo <F4> Calculadora <F3> Buscar producto <F8> Borrar partida

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

3.2.3.2. Inventario

Es la parte del Programa de Inventario de Repuestos, donde el bodeguero lleva a cabo toda las operaciones del inventario como movimientos de entrada y salida (figura 35), consultar existencias y movimientos, valuación del inventario y el kárdex. También aquí se establecen los niveles de inventario de cada productos (mínimo, máximo y óptimo) el máximo restringe la cantidad de compras, los niveles mínimo y óptimo sirven para que el programa calcule el reabastecimiento.

3.2.3.3. Compras

Aquí se administran las compras de productos por proveedores y se generan las órdenes de compra, las cuales pueden ser manual o en forma automática (al establecer los niveles de inventario). También se puede calcular el abastecimiento (compras necesarias para mantener un nivel óptimo en el inventario) para cierta fecha determinada, si el Programa de Inventario de Repuestos está ligado al MP también toma en cuenta las actividades de mantenimiento para realizar este cálculo.

3.2.3.4. Cierres

En cierres es donde el almacenista podrá consultar los archivos históricos de todos los movimientos de cierres anteriores, así como archivos históricos de compras realizadas, etcétera.

Tanto el Programa de Inventario de Repuestos como el de Control de Herramientas, deben ser operados por el almacenista o bodeguero, pero ambos se pueden consultar desde el MP antes de efectuar un trabajo de mantenimiento con el fin de garantizar la disponibilidad de recursos tales como herramienta, repuestos y consumibles, esto una vez se ha efectuado la conexión entre cada uno de los programas con el MP.

3.2.4. Administrador de solicitudes

Este es un cuarto programa que acompaña al software MP versión 9 empresarial y solo está disponible en versiones de red del software, se utiliza para realizar solicitudes de mantenimiento y administrarlas vía internet o intranet.

4. FASE DOCENTE

4.1. Presentación del software MP versión 9

El software es una creación de la empresa mexicana Técnica Aplicada Internacional, S.A. de C.V., es una herramienta para el control y administración del mantenimiento industrial, versión monousuario y es en español; para funcionar utiliza una llave física llamada conector HASP (figura36).

Figura 36. **Conector HASP monousuario**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.1.1. MP

Se accede al módulo MP por medio de ícono mostrado en la figura 37.

Figura 37. **Ícono de acceso al módulo MP**

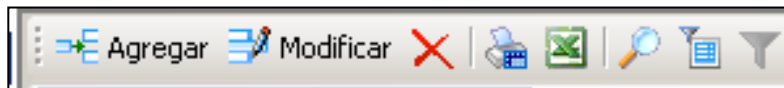


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

El software MP tiene la configuración típica de ventanas, además de ello existen íconos que son comunes en la parte superior de las ventanas del módulo MP como los mostrados en la figura 38 que permiten:

- Agregar, modificar o eliminar un registro
- Imprimir la información en pantalla
- Crear una tabla de Excel con la información en pantalla
- Buscar datos
- Filtrar algún dato en específico

Figura 38. **Íconos en ventanas del módulo MP**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En el módulo MP y a través de su menú principal, marcado en la figura 39, es posible documentar los catálogos de maquinaria, planes de mantenimiento, empleados, localización de equipos, manuales, fotografías, proveedores de equipo, establecer las frecuencias de las rutinas de mantenimiento preventivo ya sea por fechas y/o lecturas.

También permite registrar mantenimiento no rutinario y mantenimiento predictivo, es decir, actividades rutinarias que implican la toma de una medición y el programa alerta cuando se presenta una medición fuera o cerca del límite establecidos previamente en los equipos.

Figura 39. Menú principal del módulo MP

MP ver. 9.1 Empresarial - [Catálogos - Equipos]

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

Catálogos - Equipos

Equipos
Localizaciones/Inmuebles
Planes
Repuestos y Consumibles
Mano de Obra
Proveedores y Servicios
Herramientas
Auxiliares

Analítica de encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción	Prioridad	Tipo de Equipo	Clasificación 1	Centro de Costo
Baja	AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF1 LECHLER KLAIBER 720 WS 11	Baja	maquinaria o equipo en bilacoras	afiladora de herramientas	
...	AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF2 AUROORA GL 350F	...	maquinaria o equipo en bilacoras	afiladora de herramientas	
...	AFILADORA DE HERRAMIENTAS AFH 3 CBP 90017 3E-663	...	maquinaria o equipo en bilacoras	afiladora de herramientas	
...	BANCO DE TRABAJO BT1	...	maquinaria o equipo en bilacoras	BANCO DE TRABAJO	
...	CEPILLADORA LINADORA CL 4 ONAX L-550-B	...	maquinaria o equipo en bilacoras	cepillo	
...	CEPILLADORA LINADORA CL 6 SACA 13578 L-550-E	...	maquinaria o equipo en bilacoras	cepillo	
...	CEPILLADORA LINADORA CL 7 SACA 13579 L-550-E	...	maquinaria o equipo en bilacoras	cepillo	
...	CEPILLADORA LINADORA CL 8 SACA 13603 L-550-E	...	maquinaria o equipo en bilacoras	cepillo	
...	CEPILLADORA LINADORA CL1 ONAX 76190 L-550-B	...	maquinaria o equipo en bilacoras	cepillo	
...	CEPILLADORA LINADORA CL2 ONAX 76190 L-550-B	...	maquinaria o equipo en bilacoras	torno	

Descripción: AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS AUF1 LECHLER KLAIBER 720 WS 11
Localización: INTECAP CENTRO GUATEMALA 2 TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL

Tipos Generales: Campos Personalizados: Proveedor: Notas: Imágenes: Archivos Adjuntos

No. de maquinaria o equipo: AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS
Correlativo: AUF1
Marca: LECHLER KLAIBER
Serie: 720
Modelo: WS 11
No. de inventari: I-3-304-1051
Responsible del bien: LUIS SAPON
Código:
Prioridad: Baja
Clasificación 1: **afiladora de herramientas**
Clasificación 2: **maquinaria**

Responsable del bien: LUIS SAPON
Tipo de Equipo: **maquinaria o equipo en bilacoras**
Equipo Padre:
Centro de Costo:

Total 62 Registros

Usuario no registrado | C:\Archivos de programa\MP\soft\Bases\MDB\Taller Mecánica Industrial.MSI | 4 Jul 2012 | CAPS | NUM | TR | Inv

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Para cualquier actividad de mantenimiento el MP permite asignar los recursos necesarios como: repuestos, mano de obra, herramientas y servicios externos necesarios para realizarlas. Lo anterior permite al MP calcular un flujo de recursos con base en los mantenimientos programados y sugerir la adquisición de los repuestos necesarios justo a tiempo, ayudando así a disminuir los niveles de existencias en el inventario.

En el menú de órdenes de trabajo el programa indica los trabajos a realizar en períodos que se determinan por el usuario, pudiendo agrupar los trabajos por especialidad o cualquier otro criterio, asignando también la prioridad de estas.

También el MP muestra el estado de una orden de trabajo, es decir, si está abierta, finalizado, atrasado o cancelado, al asignar un responsable a cada orden de trabajo el programa permite balancear las cargas de trabajo.

Al dejar establecidos los recursos de las actividades de mantenimiento se permite al MP la generación automática de los vales de almacén, los cuales al igual que cualquier otro documento generado tiene un número de folio, para tener así un mayor control.

Aquí también se cuenta con un menú de análisis de información, que se alimenta con toda la información que se ingresa en el momento de registrar actividades de mantenimiento y que brinda información como el análisis de fallas y causa raíz ayudando a identificar los problemas más repetitivos y de mayor impacto, también es posible generar gráficas de costos, fallas, paros, mantenimiento programado contra lo realizado, etcétera. Información que es sumamente útil en la toma de decisiones.

Además de todo lo anterior el MP genera los índices de mantenimiento como tiempo medio entre fallas, tiempo medio para la reparación y disponibilidad.

4.1.2. Control de Herramientas

Se ingresa al programa a través del ícono de acceso que se muestra en la figura 40.

Figura 40. **Ícono del Programa Control de Herramientas**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Como se mencionó este programa permite tener un control total de la bodega de herramienta y es relativamente de fácil operación, tiene dos bases de datos cargadas, una de ejemplos y otra con la información del Taller de Mecánica Industrial. Además este programa tiene la opción de conectarse con el programa MP.

4.1.3. Inventario de Repuestos

Este tercer programa opera de manera similar al de Control de Herramientas, se ingresa a el por medio del ícono mostrado en la figura 41.

Figura 41. **Ícono del Programa Inventario de Repuestos**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

El Programa es una herramienta para administrar la bodega de materiales del Taller de Mecánica Industrial, al igual que el Programa Control de Herramientas tiene dos bases de datos cargadas, una de ejemplos y otra con la información de la bodega de materiales del taller. Aquí también se cuenta con la opción de conexión con el Programa MP.

4.2. Presentación de la base de datos creada

La información pertinente al Programa de Mantenimiento del Taller de Mecánica Industrial ya está cargada en el software, al ingresar al MP bastará con elegir la base de datos creada (figura 42), llamada “taller de mecánica industrial” y se podrá iniciar con cualquier consulta o registro que se desee.

A todo el personal del Taller de Mecánica Industrial se le asignó un usuario y una contraseña para ingresar a la base de datos creada.

Figura 42. Acceso a la base de datos del Taller de Mecánica Industrial

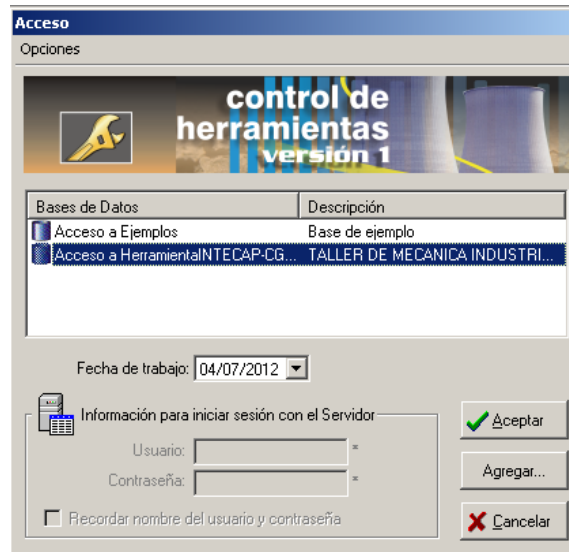


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Al ingresar al Programa de Control de Herramientas y elegir la base de datos llamada "herramienta CG2 MI" se tendrá acceso a la herramienta disponible en bodega en el Taller de Mecánica Industrial (figura 43).

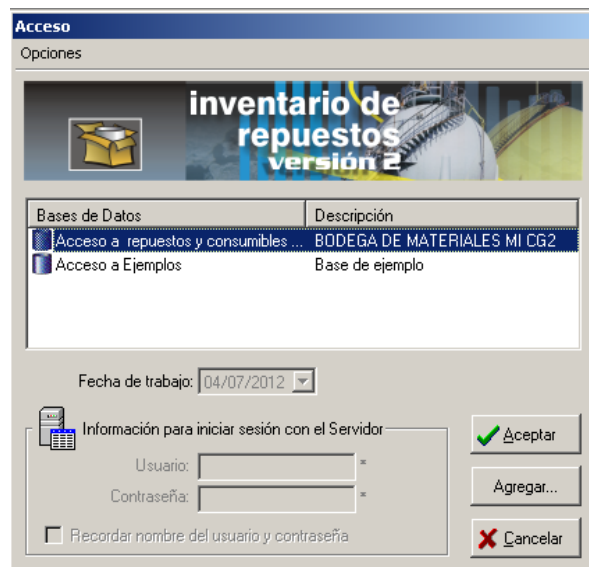
En el Programa Inventario de Repuestos la base de datos creada tiene el nombre de repuestos y consumibles MI CG2 y la figura 44 muestra el acceso a esta.

Figura 43. Acceso a la base de datos herramienta CG2 MI



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Figura 44. Acceso a la base de datos repuestos y consumibles MI CG2



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.2.1. Personal involucrado

Las personas que están involucradas en el mantenimiento de la maquinaria del Taller de Mecánica Industrial del CG2 son:

- Jefe de taller, Luis Sapón.
- Encargado de las bodegas de herramienta y materiales, Otoniel Escalante.
- Instructores: Hugo Cruz, Oscar Dardón, Julio Hoil, Vito Escalante, Leonardo Pirir y Aron Díaz.

Además, siempre se cuenta con el apoyo de los participantes de las carreras técnicas en las actividades de mantenimiento.

4.2.2. Permisos del personal en el software

Estos permisos son establecidos en el Programa de Administrador de bases y usuarios al cual se ingresa siguiendo la ruta C:\Archivos de programa\MPsoft y haciendo doble *click* sobre el ícono mostrado en la figura 45. Los permisos se configuran en cada uno de los tres programas.

Figura 45. **Ícono del Programa Administrador de bases y usuarios**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

El jefe de taller tiene permiso de administrador esto significa que no tiene ninguna restricción en los tres programas pudiendo crear, eliminar, consultar y modificar cualquier información en el Programa de Mantenimiento que considere que mejor se adapte a la situación actual. Por otra parte solo el o los administradores pueden registrar a usuarios del programa o a otros administradores y establecer los permisos y restricciones pertinentes.

Los instructores solo tienen permisos en el MP igual que el administrador con excepción que no puede eliminar ningún registro del programa, registrar los mantenimientos iniciales, adelantar o posponer actividades, agregar equipos fuera de servicio y reiniciar el servicio de estos.

El encargado de las bodegas de materiales y herramienta, tiene permiso de administrador solamente en los Programas de Inventario de Repuestos y Control de Herramientas.

Como los participantes de carreras técnicas también apoyan en el mantenimiento, se les tomó en cuenta para que pudieran ingresar al software, pero, únicamente tienen permisos de acceso e impresión a cualquier parte del MP.















4.2.3. Equivalencia de documentación oficial del INTECAP

A continuación se muestra la documentación generada en el software MP que puede reemplazar a la documentación oficial utilizada en el INTECAP y que cumple la misma función.

La figura 5 “Forma RSDR-010 Programa Anual de Mantenimiento preventivo y/o correctivo de maquinaria y equipo”, puede ser reemplazada por el documento de la figura 46 que se genera en el submenú “extendido (varios equipo)” del menú calendarios del módulo MP, seleccionando todos los equipos y 12 meses.

Por razones de espacio en el documento mostrado a continuación solo se seleccionaron los tornos y se eligió generar 1 mes de programación.

Figura 46. Programación anual


INTECAP CG2 MI		05/07/2012 0																														
MECANICA INDUSTRIAL																																
Calendarios - Extendido (varios Equipos)																																
		Julio 2012																														
Tipo	Descripción (Equipo/Inmueble)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
	TORNO HORIZONTAL TRH 1 REPUBLIC METOSA 43611 5-909/180	*						*							*								*									
	TORNO HORIZONTAL TRH 10 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 11 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 12 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 13 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 14 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 2 REPUBLIC METOSA 43629 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 3 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 4 REPUBLIC METOSA 43609 5-90/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 5 REPUBLIC METOSA 43633 5-90/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 6 REPUBLIC METOSA 43630 5-90/180	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 7 REPUBLIC METOSA 751-18571	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 8 REPUBLIC METOSA 751-18571	*						*							*							*										
	TORNO HORIZONTAL TRH 9 REPUBLIC METOSA 43607 5-909/180	*						*							*							*										

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

En cuanto a la solicitud de materiales se mostró que los documentos que aparecen en la figura 6 “forma RSDA-016, orden de envío corriente” y el de la figura 10 “forma RSDA-002, solicitud de materiales y servicios”, utilizados para solicitar materiales para impartir capacitación y para realizar actividades de mantenimiento, pueden reemplazarse por el documento que aparece en la figura 47 “vale de materiales”, generado en el submenú “OTs abiertas” del menú “OTs, vales y consumos” del MP.

Es importante mencionar que solo se puede generar un vale cuando existe una orden de trabajo, lo cual es lógico pues como parte de la planificación del mantenimiento (correctivo o preventivo), se deben cuantificar los materiales a utilizar.

Figura 47. Vale de materiales del MP




INTECAP CG2 MI
MECANICA INDUSTRIAL
Vale de Materiales

(clave ISO)
(versión ISO)

Folio Vale: 000001

Fecha: 05/07/2012

Folio OT: 000001



CEPILLADORA LIMADORA CL 4 ONAK L-350-E L-550-B

ACTIVIDADES SELECCIONADAS		No. Veces
LIMPIEZA:		1
LIMPIEZA:		1

RECURSOS SELECCIONADOS		No. Parte	Cantidad	Unidad
Material				
WIPE BLANCO		K354	1	lbs
BROCHAS DE 4"		K358	1	unidad

Solicitado por :
Nombre y Apellidos : _____
Firma : _____

Autorizo vale :
Nombre y Apellidos : _____
Firma : _____

Julio 05, 2012 03:22pm

1 de 1

(clave ISO) (versión ISO)

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

La figura 7 lista de actividades para el mantenimiento puede reemplazarse por la figura 48 actividades de mantenimiento del MP que se genera en actividades de planes, del submenú catálogos auxiliares.

Figura 48. **Actividades de mantenimiento del MP**


INTECAP CG2 MI		05/07/2012 7:34 p.m.
MECÁNICA INDUSTRIAL		
Catálogos - Auxiliares		
PLANES - Actividades		
Actividad		
CAMBIO DE ACEITE		
CAMBIO DE FAJAS		
CAMBIO DE MUELAS		
CAMBIO DE REFRIGERANTE		
CAMBIO DE RODAMIENTOS		
CAMBIO DE TALADRINA		
CAMPROBACIÓN DE VIBRACIÓN		
INSPECCIÓN VISUAL GENERAL		
LIMPIEZA		
MEDICIÓN DE AMPERAJE		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO		
REALIZAR ENGRASE		
REALIZAR LUBRICACIÓN		
REVISIÓN DE MANGUERAS DE LUBRICACIÓN		
REVISIÓN DE MUELAS		
REVISIÓN DE NIVEL DE ACEITE		
REVISIÓN DE REFRIGERANTE		
REVISIÓN DE SISTEMA HIDRÁULICO		
REVISIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO		
REVISIÓN Y AJUSTE DE FAJAS		
VERIFICACIÓN DE CONDUCTOS ELÉCTRICOS		
VERIFICACIÓN DE FILTROS		

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

El documento de la figura 9 forma RSDR-015, reporte de daño o falla puede ser reemplazado por el de la figura 49, aunque es un registro de trabajo no rutinario en ella se incluye la descripción del trabajo a realizar en el equipo.

En realidad el reporte de la falla y el daño causado en un equipo queda registrado en el MP, pero, no es posible la impresión.

Figura 49. **Registro de trabajo no rutinario en el MP**

06/07/2012 12:37 p.m.										
Mantenimiento no rutinario – registro de trabajo										
Tipo	Descripción (Equipo, Inmueble)	Descripción	Fecha y hora del evento	Programado	Atraso	Folio OT	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación
	Cepilladora limadora CL 4 ONAK L/350-EL-550-8	Fusibles quemados	18/06/2012	18/06/2012	18 día(s)		0 h 39 m	Alta	Correctivo	


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

El documento de la figura 12 tarjeta de responsabilidad de herramienta, que no es más que el inventario de herramienta, puede ser reemplazado por el documento de la figura 50 generado el submenú control valuación y existencias del Programa Control de Herramientas.

Este inventario de herramientas se ingresa manualmente en el Programa Control de Herramientas, pero por medio de una conexión se relaciona con el MP, de modo que cuando se genera una orden de trabajo se pueden descargar directamente de Control de Herramientas, las herramientas asignadas para la actividad de mantenimiento. Sin embargo, el inventario de herramienta aparecerá completo en el Programa Control de Herramientas.

Figura 50. Existencias y valuación de herramienta

06/07/2012



INTECAP CGZ MI
Mecánica Industrial
Existencias y Valuación

Clave	Descripción	Unidad	Serie	Existencia almacén	Existencia resguardos	Existencia Total	Costo Unitario	Monto
2860-1-66-52	ACETERA	pcz		8.00	0.00	8.00	0.12.00	\$96.00
2860-6-252-2	ACETERA, BOQUILLA FLEXIBLE	pcz		20.00	0.00	20.00	0.31.65	\$633.00
2860-1-67-164	ADJUSTAMENTO PARA COLOCAR PIEDRA EN RECTIFICADORA	pcz		1.00	0.00	1.00	0.60.00	\$60.00
2860-1-67-20	ADJUSTAMENTO PARA HACER ESFERAS	pcz		1.00	0.00	1.00	0.30.00	\$30.00
2860-6-164-360	ALCATECOPIA ALAMBRE	pcz		10.00	0.00	10.00	0.15.00	\$150.00
2860-6-164-384	ALCATE DE EXTENSIONES	pcz		4.00	0.00	4.00	0.12.00	\$48.00
2860-6-164-388	ALCATE DE PRESION	pcz		5.00	0.00	5.00	0.60.00	\$300.00
2860-1-67-57	ALZA RECTIFICADA	pcz		4.00	0.00	4.00	0.20.00	\$80.00
1-304-30428	ARBOL PARA EL MONTAJE DE PIEDRAS DE SEMBRIL DE LA BALANZADORA	pcz		1.00	0.00	1.00	0.787.00	\$787.00
2860-1-67-169	ARBOL PARA EL MONTAJE DE PIEDRAS DE SEMBRIL DE LA BALANZADORA	pcz		1.00	0.00	1.00	0.15.00	\$15.00
2860-1-6-101	ARBOL PARA EL MONTAJE DE PIEDRAS DE SEMBRIL DE LA BALANZADORA	pcz		27.00	0.00	27.00	0.20.00	\$540.00
2860-1-67-106	BALANZADORA PARA PIEDRA DE SEMBRIL	pcz		1.00	0.00	1.00	0.15.00	\$15.00
2860-1-67-51	BARRAS PARA TORNEADO INTERIOR	pcz		7.00	0.00	7.00	0.20.00	\$140.00
1-304-30428	BARRERNO ELECTRICO, MARCA BOSCH, MOPIL DE 1/2	pcz		1.00	0.00	1.00	0.1.280.00	\$1.280.00
1-304-30511	BARRERNO ELECTRICO, MARCA MILWAUKEE 3/4	pcz		1.00	0.00	1.00	0.2.694.25	\$2.694.25
1-304-30469	BARRERNO PORTATIL ELECTRICO, MARCA BOSCH MOPIL DE 3/4"	pcz		1.00	0.00	1.00	0.1.630.95	\$1.630.95
1-304-16728	BARRERNO PORTATIL ELECTRICO, MARCA MILWAUKEE DE 3/8	pcz		1.00	0.00	1.00	0.1.049.00	\$1.049.00
2860-1-66-36	BASE MAGNETICA, MARCA BOSCH PARA PEGU COM PAPADOR	pcz		2.00	0.00	2.00	0.45.00	\$90.00
1-304-30543	BASE MAGNETICA, MODELO 7010, MARCA MITUTOYO	pcz		2.00	0.00	2.00	0.1.150.00	\$2.300.00
2860-1-67-116	BASE PARA DIMANTE	pcz		1.00	0.00	1.00	0.15.00	\$15.00
2860-1-67-128	BASE PARA EMBUTIDO	pcz		1.00	0.00	1.00	0.12.00	\$12.00
2860-1-67-118	BOMBA SUCCIONADORA DE ACEITE	pcz		1.00	0.00	1.00	0.30.00	\$30.00
2860-1-6-223	BROCAS AVELLANADORAS	pcz		18.00	0.00	18.00	0.20.00	\$360.00
2860-1-6-464	BROCAS CILINDRICAS MM	lgo		4.00	0.00	4.00	0.29.00	\$116.00
2860-1-6-217	BROCAS HELICOIDALES MM	lgo		6.00	0.00	6.00	0.60.00	\$360.00
2860-1-6-222	BROCAS HELICOIDALES PUG	lgo		6.00	0.00	6.00	0.60.00	\$360.00

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Por último, el documento de la figura 13, tarjeta kárdex control de entradas y salidas de bodega será sustituido por el documento de la figura 51, generado en el menú inventario kárdex del Programa Inventario de Repuestos.

Figura 51. Kárdex del inventario de repuestos

INTECAP CENTRO GUATEMALA 2		MECANICA INDUSTRIAL		Kardex		06/07/2012	
No. de Parte	Descripción	Unidad	Entradas	Salidas	Existencia		
17184	ACETE DROMUS* 6"	glt	5.00	0.00	5.00		
13778	ACETE DE CORTE (SULTEK)	glt	14.00	0.00	14.00		
13292	ACETE OMAHA#200	glt	9.00	0.00	9.00		
18021	ACETE SOLUBLE	glt	15.00	0.00	15.00		
16563	ACETE TALPA#30	glt	14.00	0.00	14.00		
13852	ACETE TELLUS#32	glt	5.00	0.00	5.00		
13693	ACETE TELLUS#38	glt	50.00	0.00	50.00		
16598	ACERO 1/8 DE 2" REDONDO	plg.	45.00	0.00	45.00		
16601	ACERO 101820 DE 3/4" REDONDO	plg.	43.00	0.00	43.00		
16599	ACERO 1045 DE 2" REDONDO	plg.	83.00	0.00	83.00		
16602	ACERO 1045 DE 3/4" REDONDO	plg.	2.00	0.00	2.00		
16595	ACERO 105348 DE 2" REDONDO	plg.	9.00	0.00	9.00		
15952	ACERO COLD ROLD PLANO DE 1/2" X 1/4"	pl	2.00	0.00	2.00		
15951	ACERO COLD ROLD PLANO DE 2 1/2" X 1/4"	pl	2.00	0.00	2.00		
15973	ACERO COLD ROLD PLANO DE 2" X 1/2"	pl	3.00	0.00	3.00		
18138	ACERO COLD ROLD PLANO DE 3/8" X 2"	pl	2.00	0.00	2.00		
13784	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 1 1/4"	pl	7.00	0.00	7.00		
18137	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 1"	pl	8.00	0.00	8.00		
13714	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 1 1/2"	pl	9.00	0.00	9.00		
16539	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 1 1/4"	pl	4.00	0.00	4.00		
17957	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 2 1/2"	pl	6.00	0.00	6.00		
17956	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 2"	pl	10.00	0.00	10.00		
16514	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 3 1/8"	pl	2.00	0.00	2.00		
13077	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 3/4"	pl	6.00	0.00	6.00		
17908	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 3/8"	pl	5.00	0.00	5.00		
16536	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 1"	pl	3.00	0.00	3.00		
16537	ACERO COLD ROLD REDONDO DE 3/8"	pl	3.00	0.00	3.00		
16531	ACERO CUADRADO DE 1" X 1"	pl	2.00	0.00	2.00		
17907	ACERO CUADRADO DE 1 1/2" X 1"	pl	4.00	0.00	4.00		
13686	ACERO CUADRADO DE 1 1/2" X 1 1/2"	pl	12.00	0.00	12.00		
1653	ACERO CUADRADO DE 1 1/4" X 1 1/4"	pl	3.00	0.00	3.00		
15955	ACERO CUADRADO DE 3/4" X 3/4"	pl	3.00	0.00	3.00		
16522	ACERO CUADRADO DE 3/8" X 3/8"	pl	2.00	0.00	2.00		

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.3. Procesos a desarrollar

Debido a los permisos y restricciones que tienen configurados los usuarios registrados en el software no todo el personal puede desarrollar los diferentes procesos del programa. Esto se debe a razones de seguridad y control, puesto que pudiera ser que una persona se autoasigne solamente equipo para mantenimiento que represente una comodidad o ventaja para ella. Otra situación común es la duplicación de mantenimiento programado, que se da cuando más de una persona programa las actividades de mantenimiento.

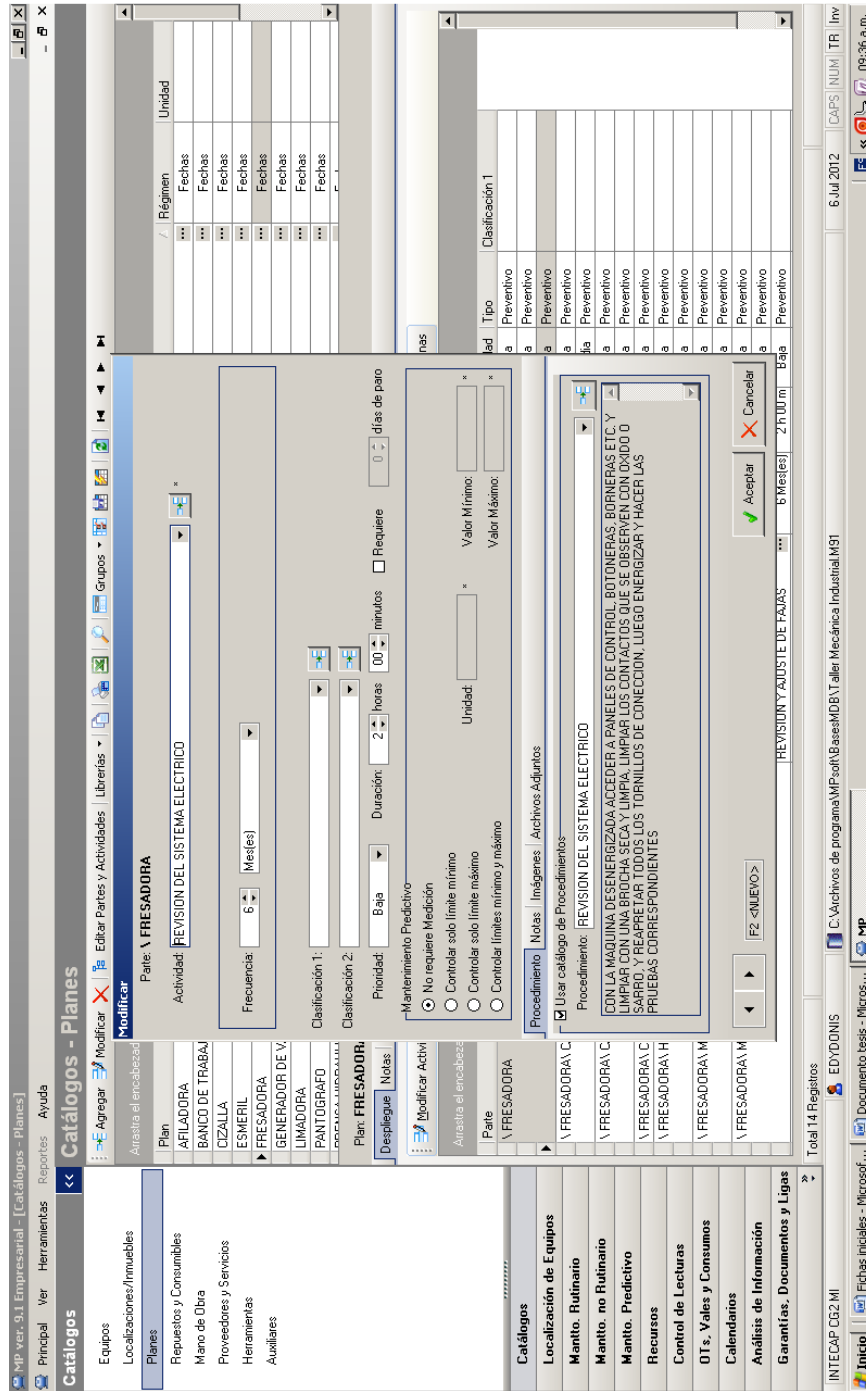
A continuación, se describen los procesos principales y el personal que puede desarrollarlos.

4.3.1. Programación Anual de Mantenimiento

Antes de efectuar esta programación se debe recordar que ya deberán estar creados los catálogos de equipos, planes, personal y herramienta, entre otros. Además, solo se podrá generar la programación de mantenimiento rutinario luego de haber asociado los planes de mantenimiento con los equipos existentes y de haber asignados las frecuencias de mantenimiento.

Este proceso de la Programación Anual de Mantenimiento se refiere al mantenimiento rutinario, el cual es generado automáticamente por el MP; el programa lo calcula con base en la frecuencia de las actividades de mantenimiento, dato que solo puede ser modificado por el jefe de taller en el menú catálogos/planes de mantenimiento/modificar actividad/frecuencia (figura 52), no obstante el documento resultante (figura 46), puede ser generado por cualquier usuario.

Figura 52. Modificar actividad de mantenimiento



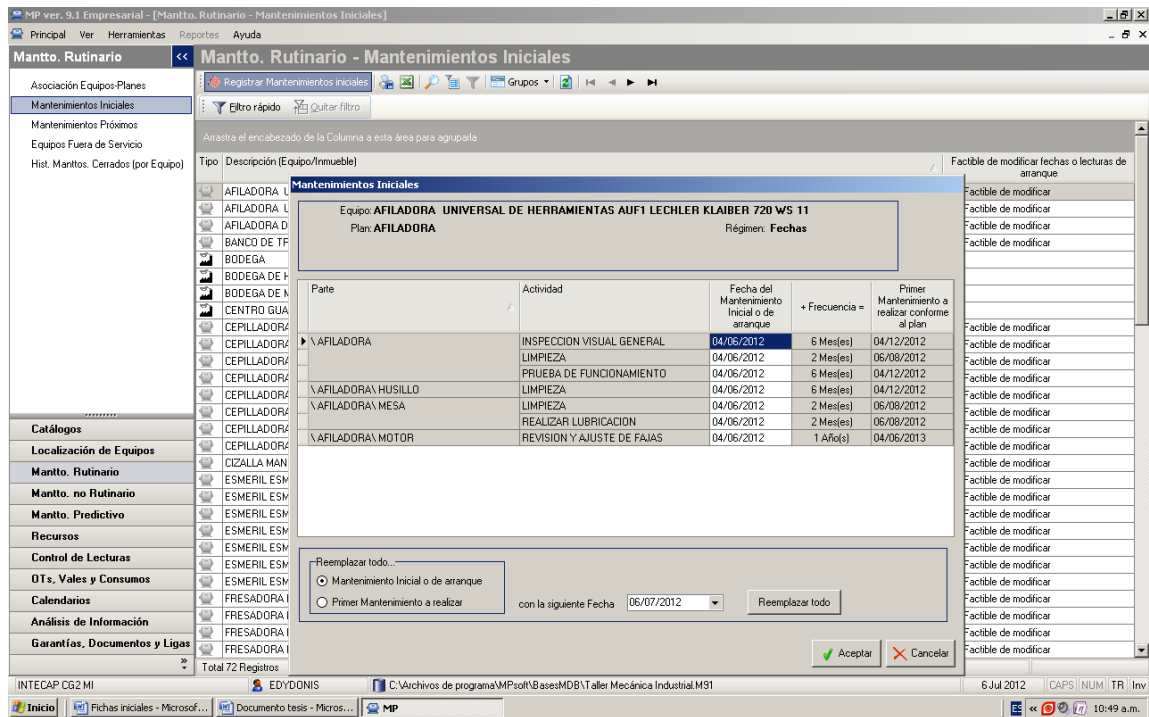
Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Al generar el documento de la programación del mantenimiento puede seleccionarse mostrar entre 1 a 12 meses, el MP calcula el período seleccionado a partir de la fecha actual, por lo que se aconseja generar este documento a principio del año o hacerlo cada 6 meses.

4.3.2. Fechas iniciales

Este proceso se refiere a registrar las fechas de los mantenimientos rutinarios iniciales de cada equipo y solo puede ser modificado por el jefe de taller en el cuadro que aparece en el menú mantenimiento rutinario/mantenimientos iniciales/registrar mantenimientos iniciales (figura 53).

Figura 53. Registrar mantenimientos iniciales



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Por omisión el MP toma como fecha de mantenimiento inicial la fecha en que se hace la asociación de planes con equipos, dato que utiliza el MP para realizar el cálculo de los próximos mantenimientos de acuerdo al plan.

Solo es posible modificar fechas de mantenimiento iniciales a equipos que tengan un plan de mantenimiento asociado y que no haya generado ninguna orden de trabajo de mantenimiento rutinario.

4.3.3. Órdenes de trabajo

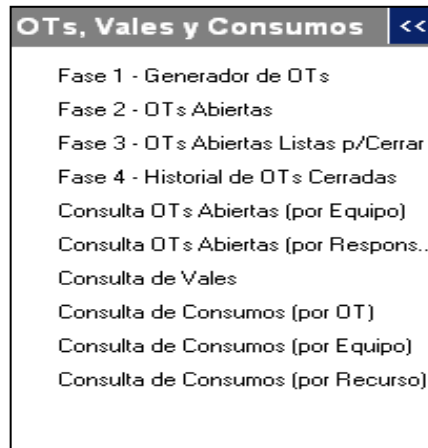
Estas pueden ser generadas por los instructores y el jefe de taller, todo el proceso de las OTs se administra en el menú OTs vales y consumos de MP (figura 27), a través del submenú mostrado en la figura 54. El ciclo de las órdenes de trabajo en el mantenimiento rutinario es:

- Generar OT
- Imprimir OT
- Actualizar OT
- Cerrar OT

Luego de generada la OT, automáticamente pasa a la carpeta de las OTs abiertas, es aquí donde se puede imprimir, consultar y registrar su avance.

Además, se pueden marcar como listas para cerrar independientemente que estén realizadas al 100% o no. Las actividades que no se realizaron, automáticamente aparecen en el generador de OTs en el siguiente período como actividades pendientes de realizar.

Figura 54. **Submenú de OTs, vales y consumos**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Cuando termina el período que se configuró anteriormente, el MP da aviso que existen OTs listas para cerrar y si desea hacerlo, solo al cerrar las OTs de los períodos anteriores el MP reprograma las fechas para cuándo deben volver a realizarse cada una de las actividades de mantenimiento, todo el proceso anteriormente descrito se administra en el submenú de OTs, vales y consumos (figura 54).

4.3.4. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo en el Taller de Mecánica Industrial del CG2 se considera como mantenimiento no rutinario en el MP, el ciclo las OTs de mantenimiento no rutinario es el mismo que el anterior, pero, previamente se debe registrar un trabajo no rutinario en el menú mantenimiento no rutinario/registros de trabajos/agregar trabajo (figura 24), lo cual puede realizarlo tanto el jefe de taller, como los instructores.

Durante el proceso de actualizar la OT el MP pide ingresar diferentes datos referentes a la actividad realizada (figura 55), entre ellos destaca si se realiza alguna actividad de mantenimiento rutinario durante el trabajo realizado para que el MP re programe las fechas de los próximos mantenimientos.

Figura 55. **Actualización de mantenimiento correctivo**

Actualización del Mantenimiento Correctivo

Equipo/Inmueble: AIRE ACONDICIONADO BOHII AI-936 ' {AI-356}

Descripción del Trabajo: cambio de contactor 24 v. del condensador

Observaciones:

Fecha y Hora del Evento: 04/06/2012 05:00:00 a.m.

Fecha y Hora de Inicio: 05/06/2012 00:00

Fecha y Hora de Terminación: 05/06/2012 00:00

Tiempo invertido en realizar el trabajo: 0 horas 00 minutos

Procedimiento realizado:

F2 <NUEVO> Cancelar <<Atrás Siguiete>> Terminar

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.4. Manejo de bodegas

Las bodegas de herramienta y materiales, deben ser administradas por el encargado de bodega, utilizando los Programas de Control de Herramientas e Inventario de Repuestos, respectivamente. Muchos de los procesos que se desarrollan en estos programas le serán familiares debido a los procedimientos que actualmente realiza.

Tanto el Programa de Control de Herramientas y el de Inventario de Repuestos tienen la configuración de ventanas y los íconos comunes en la parte superior de las ventanas (figura 56) son parecidos al del módulo MP, siguiendo el orden en que aparecen, estos permiten; ingresar un nuevo registro, modificar un registro existente, eliminar un registro, consultar un registro, mandar a impresión, buscar registro, aplicar un filtro para mostrar solo determinados registros, eliminar filtro aplicado y mostrar la imagen que acompaña al registro.

Figura 56. **Íconos comunes en las ventanas de los Programas de Control de Herramientas e Inventario de Repuestos**



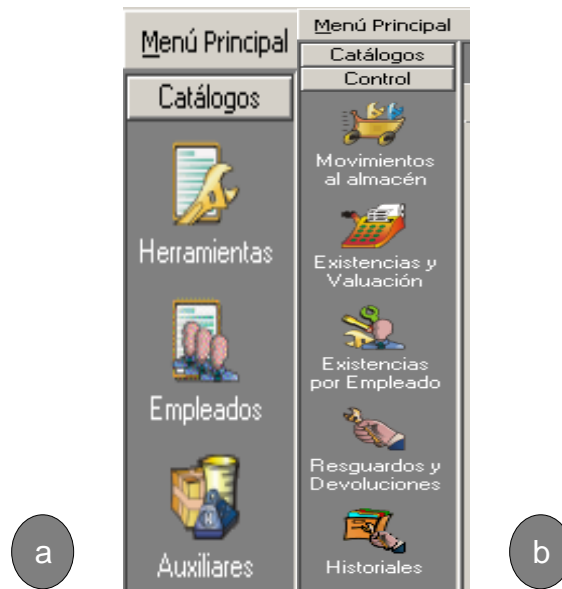
Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.4.1. Bodega de herramienta

El menú principal de este programa se compone de los menús de; catálogos (figura 57 a) que es donde se registran los datos de herramienta, usuarios y auxiliares (como imágenes, clasificaciones y unidades), respectivamente.

El menú control (figura 57 b) es donde se administra la bodega de materiales registrando los movimientos de entradas y salidas de la herramienta, los resguardos (préstamos) y devoluciones, además de consultar las existencias e historiales de los datos anteriores.

Figura 57. **Menús catálogos y control del Programa Control de Herramientas**

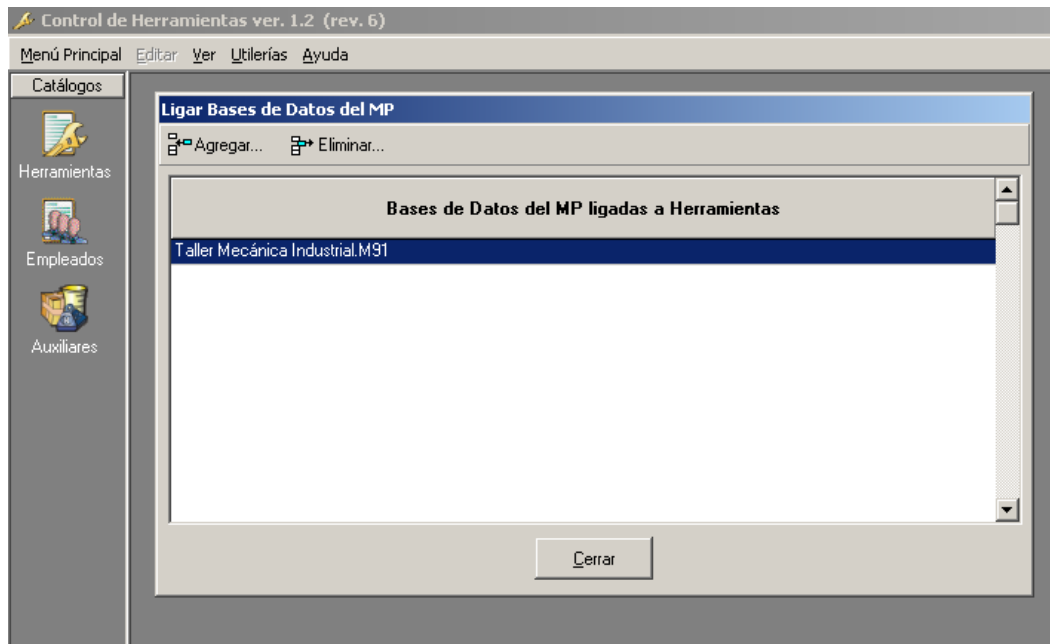


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Al realizar la conexión de este programa con el MP el usuario podrá consultar las existencias de herramientas tanto en bodega como en resguardo, desde el MP.

Esta conexión se realiza en el menú utilerías/ligar bases de datos del MP, de la barra superior del Programa Control de Herramientas (figura 58), por último, se elige la base de datos a que se desea hacer la conexión y se presiona aceptar.

Figura 58. **Conexión del Programa Control de Herramientas con el MP**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

4.4.2. **Bodega de repuestos y suministros**

Este programa es similar al Programa Control de Herramientas, además de contar con los menús de catálogos y control como los del Programa Control de Herramientas tiene otros dos que son; Compras (figura 59 a) que es donde se puede calcular el abastecimiento de productos, organizar y generar órdenes de compra, consultar los productos en pedido y consultar los proveedores por pedido. Y el menú Cierres (figura 59 b) que proporciona información histórica de las entradas y salidas de productos a la bodega, el historial del kárdex y de las compras.

Figura 59. **Menús compras y cierres del Programa Inventario de Repuestos**

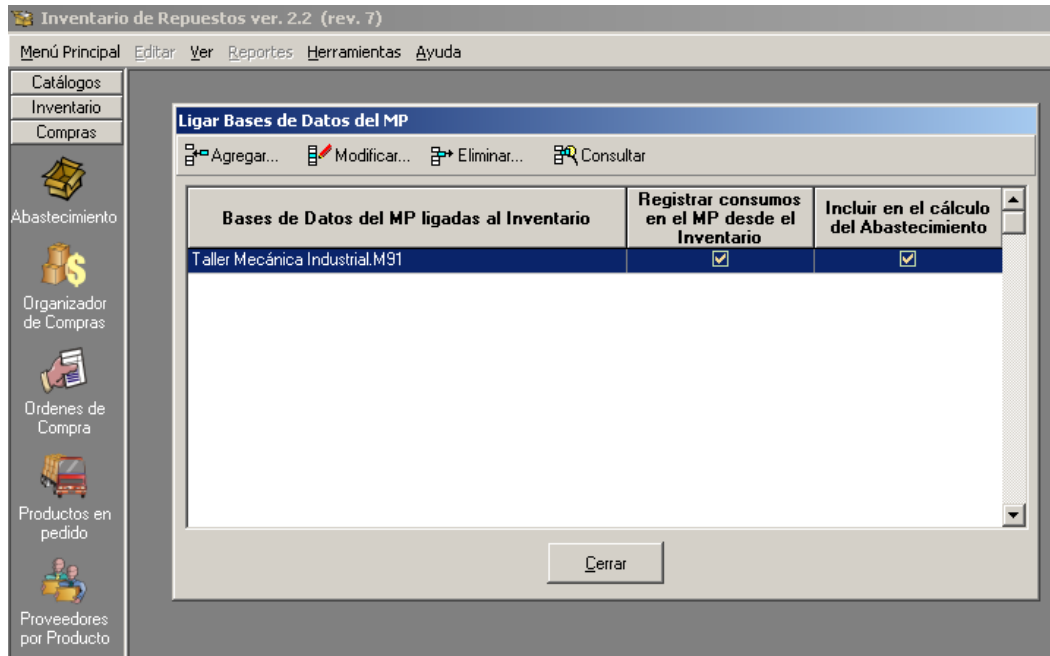


Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

La conexión del Programa Inventario de Repuestos con el MP se realiza en el menú Herramientas/ligar bases de datos del MP, de la barra superior del Programa Inventario de Repuestos (figura 60), por último, se elige la base de datos a que se desea hacer la conexión y se presiona aceptar.

La conexión del inventario de repuestos con el Programa MP permite consultar existencias desde el MP, relacionar los repuestos registrados en el catálogo de productos con cada una de las actividades de mantenimiento preventivo, calcular el abastecimiento de productos en función de los mantenimientos programados en el MP, para lograr así la adquisición de repuestos justo a tiempo y disminuir los niveles de existencias en el inventario.

Figura 60. **Conexión del Programa Inventario de Repuestos con el MP**



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

También permite generar en forma automática los vales de salida de repuestos desde el MP, generar los documentos de salida de repuestos en forma automática indicando simplemente el número de vale de salida generado desde el MP.

CONCLUSIONES

1. La elaboración del trabajo de graduación evidenció que debido a la naturaleza de la capacitación del Centro de Capacitación Guatemala 2 del INTECAP, la utilización de la maquinaria es en períodos irregulares durante y cada año. Además, que pese al esfuerzo del personal involucrado y a que se desarrollan actividades de mantenimiento, aún existen necesidades a cubrir en este aspecto, como la rehabilitación de maquinaria.
2. Con la creación del Programa de Mantenimiento utilizando el software MP se demuestra que el MP es una herramienta versátil y útil para el control y la administración del mantenimiento, pues ayuda a centralizar la información pertinente, permite programar y registrar actividades de mantenimiento con facilidad, así como elaborar reportes y diferentes análisis de información, siendo en conjunto un proceso que se retroalimenta constantemente.
3. Con el desarrollo de este trabajo de graduación, se logran transmitir conocimientos teóricos y prácticos acerca del manejo del software al personal involucrado y a los participantes de las especialidades pertinentes del Centro de Capacitación Guatemala 2.
4. Es importante el análisis para decidir si se debe adquirir o no, un software para el control y administración del mantenimiento, definir qué software adquirir y las consecuencias que esto conlleva.

RECOMENDACIONES

1. Crear un Departamento de Mantenimiento de Maquinaria que se encargue de las actividades de mantenimiento por taller o centro de capacitación.
2. Dejar los últimos dos meses de cada año para que los instructores realicen exclusivamente las actividades de mantenimiento con el apoyo del encargado de bodega y de la administración para la adquisición de herramienta, material y repuestos.
3. Para un proyecto futuro, incorporar al Sistema de Gestión de Calidad de INTECAP la utilización del software MP versión 9, para administrar las actividades de mantenimiento.
4. Promover cursos de capacitación sobre la adquisición e implementación de este software para el control del mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. IIDA. *Machinery Works. Aurora GL-350F General purpose tool and cutter grinder.* Japón. 32 p.
2. NEWBROUGH, E.T. *Administración del mantenimiento industrial.* México: Diana, 1994. 338 p.
3. OKAMOTO. *Machine tool works. Instruction manual model PSG-52DX.* Japón. 169 p.
4. REPUBLIC METOSA. *Tornos paralelos de precisión.* España. 79 p.
5. REPUBLIC. *Lagun Machine Tool. Turret milling machines.* USA 190 p.
6. SALIH, Duffuaa; RADUF A. *Sistemas de mantenimiento.* México: Limusa, 2006. 420 p.
7. SHIGIYA, Machinery Works. *Cylindrical grinder operation manual.* Japón, 2001. 143 p.
8. Software para mantenimiento industrial.
www.mantenimientomundial.com/software_para_mantenimiento_industrial. [Consulta: 4 de julio de 2012].
9. Software MP versión 9. www.mpsoftware.com. [Consulta: 5 de junio de 2012].

APÉNDICES

Agregar un nuevo equipo al catálogo en el MP

The screenshot displays the 'Catálogos - Equipos' application window. The main area is titled 'Agregar' and contains a form for adding a new equipment item. The form fields include:

- Nombre de maquinaria o equipo: (text input)
- Correlativo: (text input)
- Marca: (text input)
- Serie: (text input)
- Modelo: (text input)
- No. de inventario: (text input)
- Responsable del bien: (text input)
- Código: (text input)
- Prioridad: (dropdown menu, currently set to 'Baja')
- Clasificación 1: (dropdown menu)
- Clasificación 2: (dropdown menu)
- Centro de Costo: (dropdown menu)
- Equipo Padre: (text input with 'Asignar equipo padre' and 'Quitar equipo padre' buttons)
- Localización: (dropdown menu)
- Tipo de Equipo: (dropdown menu)

Below the main form, there are tabs for 'Campos Personalizados', 'Proveedor', 'Notas', 'Imágenes', and 'Archivos Adjuntos'. The 'Campos Personalizados' tab is active, showing a large empty text area.

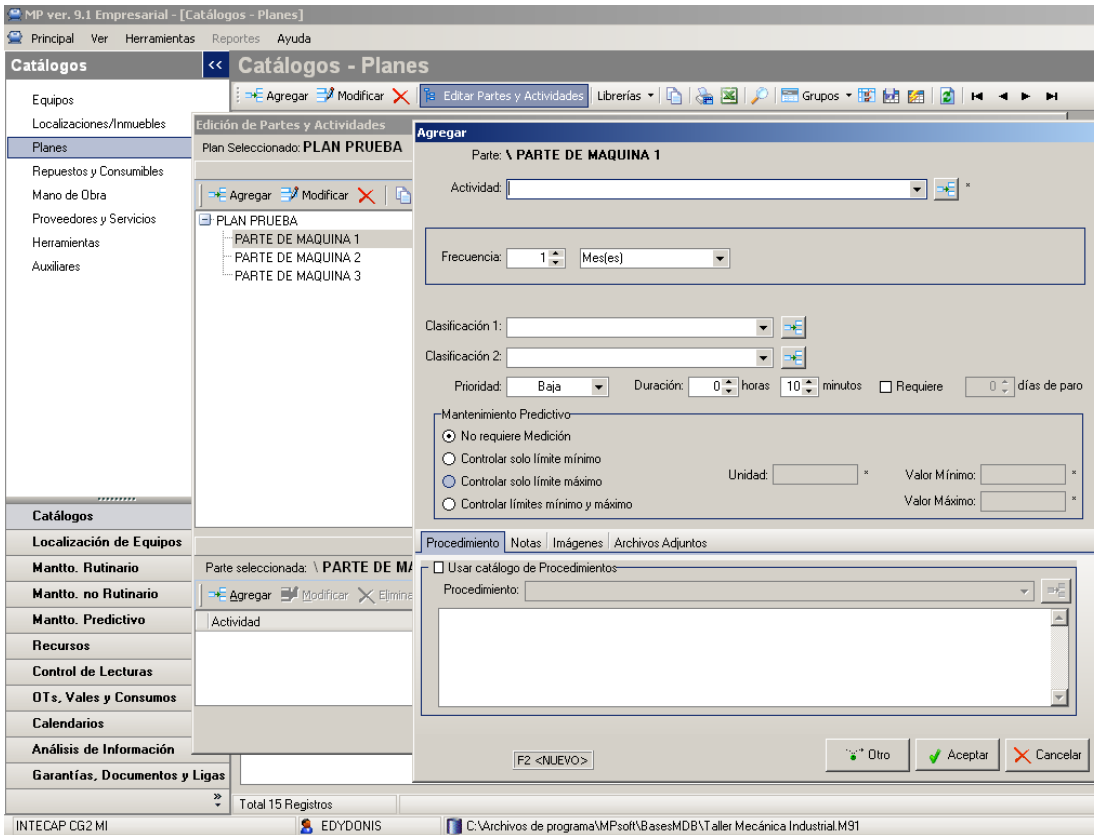
At the bottom of the form, there are buttons for 'F2 <NUEVO>', 'Otro', 'Aceptar', and 'Cancelar'.

On the left side, there is a list of equipment types and descriptions, including 'AFILADORA UNIVEF', 'AFILADORA UNIVEF', 'AFILADORA DE HER', 'BANCO DE TRABAJC', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA', 'CEPILLADORA LIMA'.

At the bottom left, it shows 'Total 62 Registros' and the user name 'EDYDONIS'. At the bottom right, it shows the file path 'C:\Archivos de programa\MPsoft\BasesMDB\Taller Mecánica Industrial.M91'.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Agregar actividades a un plan de mantenimiento en el MP



Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Agregar un nuevo producto en el Programa Inventario de Repuestos

The screenshot shows the 'Agregar producto' (Add product) form within the 'Inventario de Repuestos ver. 2.2 (rev. 7)' application. The form is titled 'Agregar producto' and is located under the 'Catálogos - Catálogo de Productos' menu. The form contains the following fields and controls:

- No. de Parte:** A text input field with an asterisk (*) indicating it is required.
- Descripción:** A text input field with an asterisk (*) indicating it is required.
- Unidad:** A dropdown menu with an asterisk (*) indicating it is required.
- Clasificación:** A dropdown menu.
- Especificaciones:** A text area with vertical scrollbars.
- Tiempo de procuramiento:** A numeric input field with the value '0' and the unit 'días'.
- Multialmacenes:** A section with the label 'Almacenes en los que debe existir el producto:' and an empty text input field.
- Imagen asociada:** A large empty rectangular area for an image, with a small icon and the text 'Imagen asociada' above it. Below this area are two buttons: 'Asignar...' and 'Eliminar'.

At the bottom of the form, there are several buttons: 'Equivalencia de Marcas y Códigos de Barras...', 'Aceptar' (with a green checkmark icon), 'Otro' (with a green plus icon), 'Cancelar' (with a red X icon), and 'Fijar datos' (with a yellow pushpin icon). At the very bottom, there are two keyboard shortcuts: '<F2> Nuevo' and '<F4> Calculadora'.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.

Agregar una nueva herramienta al Programa Control de Herramientas

The screenshot displays the 'Control de Herramientas ver. 1.2 (rev. 6)' application window. The main menu includes 'Menú Principal', 'Editar', 'Ver', 'Utilerías', and 'Ayuda'. The left sidebar contains navigation icons for 'Catálogos', 'Herramientas', 'Empleados', and 'Auxiliares'. The central area is titled 'Catálogos - Herramientas' and features a toolbar with icons for adding, editing, deleting, and printing. The 'Agregar Herramientas' dialog box is open, containing the following fields and controls:

- Clave:** A text input field with an asterisk.
- Descripción:** A text input field with an asterisk.
- Unidad:** A dropdown menu with an asterisk.
- Clasificación:** A dropdown menu.
- Localización:** A text input field.
- Especificaciones:** A large text area with scrollbars.
- Imagen asociada:** A section with a folder icon and a large empty frame for an image. Below it are 'Asignar...' and 'Eliminar' buttons.
- Controlar la herramienta por número de serie:** A checkbox.
- Buttons:** 'Aceptar' (with a green checkmark), 'Otro' (with a question mark), 'Cancelar' (with a red X), and 'Fijar datos' (with a key icon).

At the bottom left, there is a status bar with the text '<F2> Nuevo'.

Fuente: elaboración propia, con software MP versión 9.