



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION DE  
LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL (BASE DE DATOS MICROSOFT  
ACCESS) ENFOCADO EN LAS DIFERENTES AREAS DEL PROCESO DE  
LA MADERA, EN LA PLANTA EFIFOREST (EFICIENCIA FORESTAL) DE  
DIVECO S.A.**

**Milton Alexander Fuentes Orozco**  
Asesorado por el Ing. Hugo Roberto Rodas Ríos

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION DE  
LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL (BASE DE DATOS MICROSOFT  
ACCESS) ENFOCADO EN LAS DIFERENTES AREAS DEL PROCESO DE  
LA MADERA, EN LA PLANTA EFIFOREST (EFICIENCIA FORESTAL) DE  
DIVECO S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO**  
ASESORADO POR EL ING. HUGO ROBERTO RODAS RÍOS

AL CONFERÍRSELE EL TITULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Zarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTION DE LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL (BASE DE DATOS MICROSOFT ACCESS) ENFOCADO EN LAS DIFERENTES AREAS DEL PROCESO DE LA MADERA, EN LA PLANTA EFIFOREST (EFICIENCIA FORESTAL) DE DIVECO S.A,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 1 de febrero de 2006.

Milton Alexander Fuentes Orozco



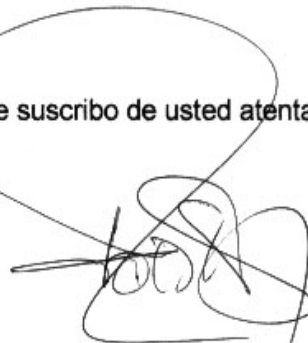
Guatemala 3 de febrero de 2006

Ingeniero  
Fredy Mauricio Monroy Peralta  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente, me permito informarle que después de revisar el trabajo de graduación titulado "**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE DE GESTION DE LA CONSERVACION INDUSTRIAL (BASE DE DATOS MICROSOFT ACCESS) ENFOCADO EN LAS DIFERENTES AREAS DEL PROCESO DE LA MADERA EN LA PLANTA EFIFOREST (EFICIENCIA FORESTAL) DE DIVECO S.A.**", elaborado por el estudiante de Ingeniería Mecánica MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO, manifiesto a usted que cumple con los requisitos para continuar con el proceso de evaluación, por lo que lo doy por aprobado.

Sin otro particular, me suscribo de usted atentamente.



Ing. Hugo Roberto Rodas Ríos

Asesor

*Hugo Roberto Rodas Ríos*  
Ingeniero Mecánico  
No. De Colegiado 7,342

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS  
Tel. 24423509

"Todo por ti Carolina Mta"  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 30 de mayo de 2006  
Ref. EPS. C. 280.05.06

Ing. Angel Roberto Sic García  
Coordinador Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL (BASE DE DATOS MICROSOFT ACCESS) ENFOCADO EN LAS DIFERENTES ÁREAS DEL PROCESO DE LA MADERA, EN LA PLANTA EFIFOREST (EFICIENCIA FORESTAL) DE DIVECO, S.A."**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dá y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Garceño Zepeda  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica



cc. Archivo  
EESZ/jm

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **DIOS**

Por guiar e iluminar mi camino en todo momento.

### **MIS PADRES**

Edgar Baudilio Fuentes López,  
Gladys Leticia Orozco Miranda,  
por su amor, entrega y como recompensa al gran esfuerzo realizado.

### **MIS HERMANOS**

Ronal, Elfrid, Ernesto, Leonardo  
y Estefani, por quererme y apoyarme.

### **MI GRAN FAMILIA**

Por el cariño y apoyo brindado en todo momento.

### **MIS AMIGOS**

Por su amistad sincera y apoyo.

### **MI ASESOR Y REVISOR**

Ing. Hugo Roberto Rodas Ríos, por la supervisión en la realización de este trabajo de graduación.

### **LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por todos los conocimientos profesionales recibidos.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XV
<b>1. FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Descripción de la planta Efiforest (Eficiencia Forestal)	1
1.1.2. Descripción de las diferentes áreas de proceso	1
1.2. Conservación Industrial	4
1.2.1. El concepto de la conservación	4
1.2.1.1. Definición de conservación	6
1.2.2. Preservación	6
1.2.2.1. Preservación periódica	7
1.2.2.2. Preservación progresiva	8
1.2.2.3. Preservación total ( <i>overhaul</i> )	9
1.2.2.4. Preservación contra economía	9
1.2.3. Mantenimiento	9
1.2.3.1. Mantenimiento correctivo	10
1.2.3.1.1. Correctivo contingente	10
1.2.3.1.1. Correctivo programable	11



1.2.3.2.	Mantenimiento preventivo	11
1.2.3.2.1.	Mantenimiento predictivo	12
1.2.3.2.2.	Mantenimiento periódico	14
1.2.3.2.3.	Mantenimiento analítico	15
1.2.3.1.1.	Mantenimiento progresivo	16
1.3.	Administración de la conservación industrial	16
1.3.1.	El proceso administrativo	17
1.3.1.1.	Planeación	18
1.3.1.1.1.	Objetivos	19
1.3.1.1.2.	Políticas	20
1.3.1.1.3.	Procedimientos	20
1.3.1.1.4.	Programas	21
1.3.1.1.5.	Presupuestos	21
1.3.1.2.	Organización	22
1.3.1.2.1.	Puestos	23
1.3.1.2.2.	Hombres	24
1.3.1.2.3.	Autoridad	24
1.3.1.2.4.	Responsabilidad	26
1.4.	Herramientas para administrar la conservación industrial	26
1.4.1.	Índice ICGM	27
1.4.2.	Análisis de problemas	28
1.4.2.1.	Diagrama de causa y efecto	29
1.4.2.2.	Principio de Wilfredo Pareto	31
1.4.3.	Costo mínimo de conservación	32
1.4.4.	Mantenibilidad y confiabilidad de los equipos	36
1.4.4.1.	Mantenibilidad	36
1.4.4.2.	Confiabilidad	37

1.4.4.2.1.	Confiabilidad ideal	38
1.4.4.2.2.	Confiabilidad en serie	39
1.4.4.2.3.	Confiabilidad en paralelo	40
1.4.5.	Curva de la bañera	42
1.5.	Indicadores de gestión y mantenimiento	44
1.5.1.	Indicadores para el eje operativo	44
1.5.1.1.	Indicadores de eficacia	45
1.5.1.2.	Indicadores de eficiencia	46
1.5.1.3.	Indicadores de calidad	47
1.5.1.4.	Indicadores de efectividad	48
1.5.2.	Indicadores para el eje económico	48
1.5.2.1.	Costo de mantenimiento por facturación	48
1.5.2.2.	Costo de mantenimiento por valor de reposición	49
1.5.2.3.	Indicador de costo operativo de disponibilidad	49
1.5.2.4.	Indicador de costo operativo por producción	50
1.5.3.	Indicadores de mantenimiento	50
1.5.3.1.	Indicadores de equipos	50
1.5.3.2.	Indicadores de mano de obra	52
1.6.	Fundamentos para diseños de aplicaciones y base de datos	54
1.6.1.	Procesos básicos para crear una aplicación	55
1.7.	El modelo entidad-relación	56
1.7.1.	Definiciones y convenciones	57

1.8.	Relaciones entre tablas	58
1.8.1.	Relación uno a uno	59
1.8.2.	Relación uno a muchos	60
1.8.3.	Relación muchos a muchos	60
<b>2.</b>	<b>FASE TÉCNICO-PROFESIONAL</b>	<b>61</b>
2.1.	Diseño de base de datos	61
2.1.1.	Determinar la finalidad de la base de datos	62
2.1.2.	Determinar las tablas que se necesitan	63
2.1.3.	Determinar los campos que se necesitan	64
2.1.4.	Identificar el campo o campos con valores únicos en cada registro	65
2.1.5.	Determinar las relaciones entre tablas	65
2.1.6.	Perfeccionar el diseño	66
2.2.	Creación de formularios	66
2.2.1.	Menú principal	67
2.2.1.1.	Ordenes de trabajo	68
2.2.1.1.1.	Solicitud orden de trabajo	69
2.2.1.1.2.	Crear orden de trabajo	71
2.2.1.1.1.	Ejecución orden de trabajo	73
2.2.1.2.	Inventario	74
2.2.1.2.1.	Inventario repuestos suministros	75
2.2.1.2.1.1.	Ingreso repuestos suministros	75
2.2.1.2.1.2.	Repuestos	76
2.2.1.2.1.3.	Salida repuestos	77

	suministros	
	2.2.1.2.2. Inventario máquinas	77
2.2.2.	Departamento o área	79
2.2.3.	Ingreso recursos	79
2.2.4.	Ingreso especialidad	80
2.2.5.	Trabajos externos	80
2.3.	Creación de Informes	81
2.3.1.	Informe saldo de repuestos	81
2.3.2.	Informe órdenes de trabajo	82
2.3.3.	Informe requisición repuestos	83
2.3.4.	Informe punto de reorden	84
2.3.5.	Informe trabajo externo	85
<b>CONCLUSIONES</b>		87
<b>RECOMENDACIONES</b>		89
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		91



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Diferencia de acciones humanas entre máquina y servicio	4
2	Taxonomía de la conservación	5
3	Panorámica del mantenimiento predictivo	14
4	Los recursos de una empresa	17
5	Tres tipos de autoridad proporcionan la autoridad completa	25
6	Diagrama causa y efecto (Ishikawa)	30
7	Representación gráfica del principio de W. Pareto	31
8	Costo mínimo de conservación	35
9	Equipos, máquinas o componentes conectados en serie	39
10	Confiabilidad de un sistema en serie	40
11	Equipos, máquinas o componentes conectados en paralelo	40
12	Confiabilidad de un sistema en paralelo	41
13	Curva de la bañera	42
14	Etapas de la curva de la bañera	44
15	Modelo de pantalla menú principal de software de la gestión de la conservación industrial	68
16	Modelo de pantalla órdenes de trabajo	69
17	Modelo de pantalla solicitud orden de trabajo	69
18	Modelo de pantalla crear orden de trabajo	71
19	Modelo de pantalla ejecución orden de trabajo	73
20	Modelo de pantalla inventarios	74
21	Modelo de pantalla inventario repuestos/suministros	75

22	Modelo de pantalla ingreso de repuestos/suministros	76
23	Modelo de pantalla repuestos	76
24	Modelo de pantalla salida de repuestos/suministros	77
25	Modelo de pantalla inventario máquinas	78
26	Modelo de pantalla ingreso máquina/equipo	78
27	Modelo de pantalla departamento o área	79
28	Modelo de pantalla ingreso de recursos	79
29	Modelo de pantalla ingreso de especialidad	80
30	Modelo de pantalla trabajo externo	80
31	Modelo de pantalla informe saldo de repuestos	82
32	Modelo de pantalla informe órdenes de trabajo	83
33	Modelo de pantalla informe requisición de repuestos	84
34	Modelo de pantalla informe punto de reorden	85
35	Modelo de pantalla informe trabajo externo	86

## **TABLAS**

I	Costo de tiempo de paro en equipos instalaciones y construcciones	34
II	Criterios entre mantenibilidad y confiabilidad.	38

## GLOSARIO

<b>Área o Departamento.</b>	Sector o espacio, en el que se desarrolla alguna actividad específica dentro de la empresa.
<b>Calidad</b>	Es el grado de concordancia entre las características de un producto/servicio real y los requerimientos del cliente que se debe satisfacer
<b>Disponibilidad</b>	Característica de un equipo, instalación, línea de fabricación que expresa su habilidad para operar sin problemas. Depende de los atributos del sistema técnico y de la eficiencia y eficacia de la gestión de mantenimiento.
<b>Efectividad</b>	Es la medida de la propia contribución al objetivo de quien recibe nuestro producto/servicio.
<b>Eficiencia</b>	Es la relación entre la productividad real y la productividad estándar de un proceso.



<b>Equipo</b>	Es el deterioro en cualquiera de los órganos de un aparato que impide el funcionamiento normal de éste.
<b>Falla</b>	Es el deterioro en cualquiera de los órganos de un aparato que impide el funcionamiento normal de éste.
<b>Ítem</b>	Equipo, obra o instalación.
<b>Orden de Trabajo</b>	Es la ficha o lista con la que se indica a los sectores operativos de mantenimiento ejecutar una tarea.
<b>Tablero de Comando</b>	Es el conjunto de instrumentos que permiten apreciar los resultados de la gestión operativa planteados en términos cuantitativos.
<b>Vida útil</b>	Período de tiempo en el que el activo cumple sus funciones correctamente.

## RESUMEN

Como primera etapa se realizó el análisis y diagnóstico de la empresa, en la cual se determinó la falta de un sistema ó software que fuera capaz de almacenar y procesar la información recolectada a través de las órdenes de trabajo.

Las órdenes de trabajo son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, las cuales deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, si la intervención perjudicó la producción, el período de indisponibilidad del equipo , la duración real del mantenimiento, la falla o el defecto encontrado y cómo fue reparado, los recursos humanos y materiales utilizados y otros datos que permitan evaluar la eficiencia de la actuación del mantenimiento y sus implicaciones con costos y programación.

Analizando la secuencia recomendada para la implantación de las informaciones y la utilización de esas informaciones en los distintos reportes de gestión, se puede notar que el objetivo final de un sistema informatizado aplicado a la gestión de la conservación industrial es: proporcionar informaciones que permitan obtener un aumento de la rentabilidad de la empresa, utilización más eficiente del factor humano y material disponible y mejora en el desempeño y confiabilidad de los equipos.



# OBJETIVOS

## General

- Realizar el Diseño e Implementación de un software de gestión de la conservación industrial enfocado en la maquinaria y equipo de las diferentes áreas del proceso de la madera, en la planta Efiforest Eficiencia Forestal de DIVECO S.A.

## Específicos

1. Establecer el procedimiento para encarar el mantenimiento, y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formularios de los informes correspondientes.
2. Determinar los costos incurridos por trabajos externos.
3. Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento.
4. Determinar los costos de mantenimiento de cada máquina o equipo por período de tiempo -mes, semestre, año etc.
5. Identificar las máquinas y equipos, con los mayores costos de mantenimiento y/o tiempos de parada más prolongados.
6. Mantener el inventario actualizado de los materiales de mantenimiento-piezas de repuestos, insumos varios.



## INTRODUCCION

Los departamentos de conservación de la mayoría de las empresas carecen de un sistema de control que les permita orientar al personal de planeación de la conservación sobre el aspecto económico de los trabajos que día a día se llevan a cabo. Como se sabe, la calidad del servicio que debe proporcionarnos un recurso -equipo, instalación o construcción- está ligada, fundamentalmente, al **costo-beneficio** que se obtiene mediante las labores o cuidados que se le suministran al recurso en cuestión.

Cualquier método que se emplee para determinar la cantidad y calidad de las labores que deben proporcionarse, está sujeto a una serie de factores, como: la calidad de servicio que debe entregarse al cliente, la habilidad de su personal de conservación y producción, la obsolescencia de sus equipos, la calidad de los mismos, etcétera.

Para conocer un punto confiable de referencia es necesario tener en cuenta dos factores:

1. los costos de conservación;
2. los costos de tiempo de paro.

De ahí la importancia de la información en la mayoría de las empresas y organizaciones y, por lo tanto, el valor de las bases de datos que ha llevado al desarrollo de una gran cantidad de conceptos y técnicas para la gestión eficiente de los datos relacionados al costo de conservación de los equipos.

La gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para el almacenamiento de información como provisión para los mecanismos de gestión de información.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Generalidades**

A continuación se presenta una breve descripción de la planta Efiforest, asimismo, de sus diferentes áreas.

### **1.1.1. Descripción de la planta Efiforest (Eficiencia Forestal)**

Como parte de la integración vertical que DIVECO S. A. ha realizado, surge EFIFOREST – Eficiencia Forestal – El lugar donde se transforma la madera rolliza para el ensamble de camastrones (bases de camas). Con personal altamente calificado y entrenado, EFIFOREST integra 4 secciones, para llevar a cabo el proceso de transformación de la madera.

### **1.1.2. Descripción de las diferentes áreas de proceso**

La primera es el área de abastecimiento de materia prima, con capacidad de almacenar más de 1 millón de pies tablares de producto proveniente de plantaciones bien manejadas y debidamente autorizadas por las instituciones que administran el recurso forestal del país. En esta sección se coordina y planifica la logística de todas las actividades desde el aprovechamiento del bosque hasta el inicio del proceso productivo.



La segunda sección, conocida con el nombre de “Corte Primario” con capacidad de procesar 33,000 pies tablares al día (turno de 8 horas) aproximadamente 8, 000,000 de pies tablares anuales, es el lugar donde inicia el proceso de transformación de la madera.

Aquí ingresa la materia prima en forma rolliza y se obtienen pequeñas reglillas (0.02 X 0.05 X 1.90 ó 1.97 m.) las cuales conformaran la estructura principal de las Camas.

En corte primario la madera luego de ingresar, pasa a una sierra circular cuádruple que se encarga de hacer en semi-bloque el trocillo que ingresa al aserradero. Luego el semi-bloque de trocillo es transportado por bandas hacia las sierras de cinta múltiple, éstas transforman el semi-bloque en reglillas las cuales son trasladadas hacia las despuntadoras para obtener un corte uniforme.

Cabe mencionar que todos los residuos que se producen en corte primario son transportados por un sistema de fajas que, por debajo de la planta, los conducen hacia una picadora. Esta máquina dotada de un juego de filosas cuchillas muele los residuos que luego son llevados a camiones (por medio de un transportador) para evacuar y darle uso a los mismos.

El proceso sigue en el patio de secado, 2500 m<sup>2</sup> donde se controla la humedad máxima (14%) que la madera debe mantener para poder ser convertida en producto terminado. Esto debido a que el tiempo transcurrido desde el corte en el bosque hasta el inicio del proceso en la planta es relativamente corto y que el producto debe ser física y mecánicamente apropiado al diseño que ha sido definido.

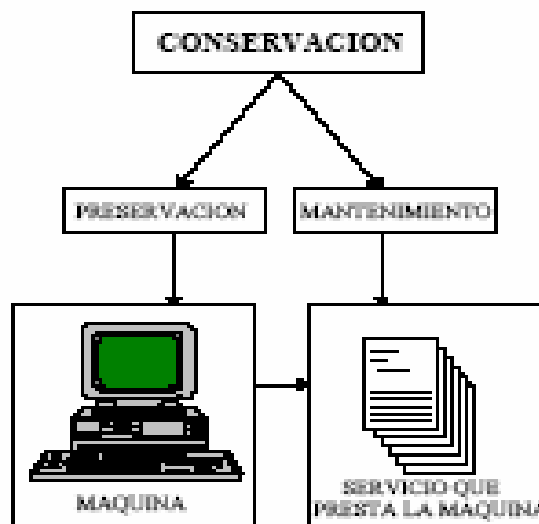
Luego de tener un producto homogéneo en dimensiones y humedad, es en corte final, la última etapa, donde se le da a la madera las diferentes medidas de cada una de las piezas que un camastrón requiere, dependiendo del modelo y tamaño, seleccionando cuidadosamente cada una de estas para dar calidad y durabilidad al producto final.

Corte final cuenta con 6 despuntadoras tipo péndulo, las cuales se encargan de dimensionar adecuadamente cada código de producto terminado; también tiene 2 fresas (trompos) que se encargan de moldear las esquinas de las cabezas y largueros que arman el camastrón.

## 1.2. Conservación Industrial

Recuérdese que una máquina o un equipo tiene dos atributos; por un lado, su parte física y, por el otro, el servicio que proporciona. Estos atributos requieren atención humana, como la preservación, y el mantenimiento para lograr el rendimiento esperado en la productividad, como se observa en la figura 1.

**Figura 1. Diferencia de acciones humanas entre máquina y servicio**



Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.32

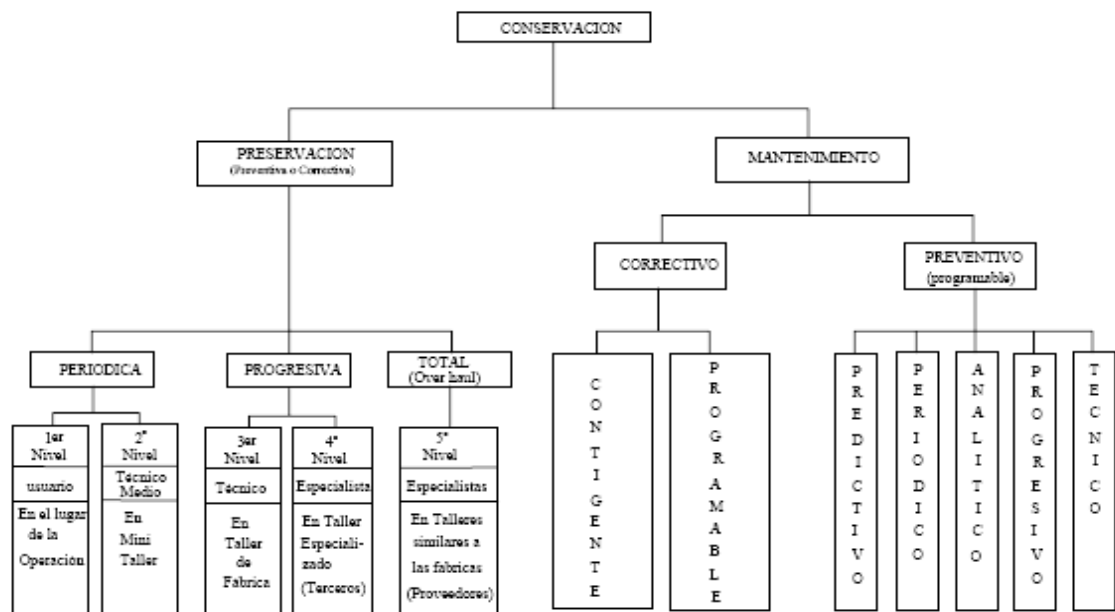
### 1.2.1. El concepto de la conservación

Por lo regular, la idea que tenemos de la conservación es la de guardar cuidadosamente o ser "avaro" con un recurso; sin embargo nada está más alejado de la realidad, ya que la conservación trata de obtener la protección del recurso y, al mismo tiempo, la calidad deseada del servicio que proporciona éste. Es por ello que los dos objetivos generales de la conservación son:

1. Mantener la calidad y cantidad de servicio que entrega un recurso o sistema de recursos, dentro de los parámetros esperados, durante tiempo programado de funcionamiento.
2. Preservar dentro de los límites económicos establecidos, el costo del ciclo de vida (*Life Cycle Cost*) por sus siglas en inglés (LCC) de los recursos de la empresa.

Con esto, además de obtener lo que deseamos en primer término “entregar a nuestros clientes un producto adecuado en calidad, cantidad y tiempo esperados”, también minimizamos los costos de mantenimiento y el costo del ciclo de vida de nuestros recursos y maximizamos la disponibilidad de éstos. Analicemos la siguiente figura, apoyados en las definiciones de cada uno de sus componentes.

**Figura 2. Taxonomía de la conservación.**



Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.36

### **1.2.1.1. Definición de conservación**

La conservación es toda acción humana, que mediante los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano y propicia con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

La conservación se divide en dos grandes ramas: una de ellas es la preservación, la cual atiende a las necesidades de los recursos físicos y la otra es el mantenimiento, que se encarga de cuidar el servicio que proporcionan estos recursos. Analicemos cada una de estas ramas:

Es importante notar la diferencia que existe entre estas dos ramas de la conservación, ya que ambas se aplican a cualquier clase de los recursos existentes en la naturaleza. Así, una máquina puede estar sujeta a trabajos de limpieza y lubricación, reparación o pintura, los cuales pueden ser catalogados como labores de preservación si sirven para evitar que la máquina sea atacada por agentes nocivos; sin embargo serán calificados como de mantenimiento si son hechos para que ésta proporcione o continúe proporcionando un servicio de calidad estipulada. En otras palabras, mientras la preservación se enfoca al cuidado del recurso, el mantenimiento se enfoca al cuidado del servicio que proporciona dicho recurso.

### **1.2.2. Preservación**

Preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes.

Existen dos tipos de preservación: la preventiva y la correctiva; la diferencia estriba si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso, por ejemplo, pintar una tolva recién instalada, es un trabajo de preservación preventiva, pero este mismo trabajo se califica como de preservación correctiva si fue hecho para repararla. En otras palabras: preservación preventiva son los trabajos desarrollados en un recurso, a fin de evitar su degeneración, o que sea atacado por agentes nocivos; preservación correctiva son los trabajos de rehabilitación que han de desarrollar un recurso cuando éste se ha degenerado o ha sido atacado por agentes nocivos.

Podemos considerar que en la mayoría de las organizaciones, sobre todo las menos evolucionadas y cuyos recursos físicos exigen muchas labores de preservación, es necesario que durante el ciclo de vida de cualquiera de éstos, sean atendidos en su preservación por personas de hasta cinco niveles de conocimiento sobre el mencionado equipo; el usuario, el técnico medio, el especialista de taller y el especialista de fábrica (en el taller, debe haber aparatos de prueba, refacciones y herramientas adecuadas para hacer el tipo de trabajo correspondiente a dicho nivel de preservación). Por esta razón, la preservación se divide en periódicas, progresiva y total.

#### **1.2.2.1. Preservación periódica**

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde está operando. La preservación periódica, a su vez, se divide en dos niveles: el primero se refiere al nivel del usuario del recurso, y el segundo al de un técnico medio.

- a) Primer nivel. Corresponde al usuario del recurso el cual tiene como primera responsabilidad conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de preservación asignadas a su cargo (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores).
  
- b) Segundo nivel. Corresponde a los trabajos asignados al técnico medio, el cual necesita un pequeño taller, con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarle al equipo los “primeros auxilios” que no requieren de mucho tiempo para su ejecución.

#### **1.2.2.2. Preservación progresiva**

Después de un largo funcionamiento, los equipos deben ser revisados y reparados más a fondo, por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación del equipo. En algunos casos y para algunos equipos que exigen frecuentes labores artesanales, resulta económico para las empresas tener personal y talleres propios que atiendan estos trabajos; en otras ocasiones cuando se necesita un trabajo más especializado se prefiere contratar talleres en áreas cercanas. Esta forma de preservación se divide en tercero y cuarto nivel.

- c) Tercer nivel. Labor atendida por el taller general de la fábrica, con personal con características de muy alta habilidad y destreza, en donde la mano de obra es más importante que el trabajo de análisis.
  
- d) Cuarto nivel. Labor atendida por terceros con personal y talleres especializados, que realizan labores de preservación enfocada a áreas específicas de la empresa (aire acondicionado, arreglo de motores de combustión interna o eléctricos y trabajos de ingeniería entre otros).

### **1.2.2.3. Preservación total (*overhaul*)**

- e) Quinto nivel. Éste es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo en sus propios talleres, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción y modificación. Labor que dependiendo del equipo, del tiempo transcurrido en funcionamiento y que, a pesar de practicarse los trabajos adecuados en los otros cuatro niveles de preservación, es necesario realizar en la mayor cantidad de sus partes, haciéndole una rehabilitación total o un *overhaul*.

### **1.2.2.4. Preservación contra economía**

El plan de preservación periódica para todo el ciclo de vida del recurso, generalmente está estudiado y recomendado por el fabricante del equipo, sólo basta revisarlo y ajustarlo a nuestra realidad (clima, temperatura, polvo, humedad, etc.); pero, desde el tercer nivel de preservación en adelante, es necesario hacer un estudio económico para saber si es mejor comprar un equipo nuevo, porque mejora la tecnología y la productividad, o reparar el actual. Hoy es raro aceptar que se realice un cuarto o quinto nivel de preservación debido a los rápidos avances tecnológicos que se tienen.

### **1.2.3. Mantenimiento**

El mantenimiento es la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada.

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada.



Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. El trabajo típico del mantenimiento es la búsqueda y reforzamiento de los eslabones más débiles de la cadena de servicio que forma la fábrica. El mantenimiento se divide en dos ramas: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

#### **1.2.3.1. Mantenimiento correctivo**

Es la actividad humana desarrollada en dos recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas: correctivo contingente y correctivo programable.

##### **1.2.3.1.1. Correctivo contingente**

Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio; es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales así, el personal de conservación debe efectuar solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer otro trabajo adicional, que quite tiempo para volverla a poner en funcionamiento.

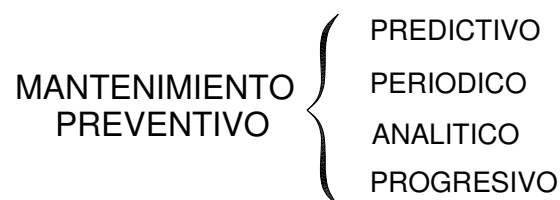
### **1.2.3.1.2. Correctivo programable**

El mantenimiento correctivo programable se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y éste, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas; de esta forma, pueden compaginarse si estos trabajos con los programas de mantenimiento o preservación.

### **1.2.3.2. Mantenimiento preventivo**

Ésta es la segunda rama del mantenimiento y podemos definirla como: la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos. Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fábrica, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de éstos nos proporciona cinco tipos bien definidos los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de confiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo.



### **1.2.3.2.1. Mantenimiento predictivo**

Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión.

Este tipo de mantenimiento requiere para su aplicación de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellas, así como de su conjunto, con objeto de colocar los transductores en los lugares idóneos y ajustarlos a la norma y la tolerancia para que todas las variaciones que éstos registren sean enviadas a la unidad electrónica procesadora, en donde se puede obtener en tiempo real lo siguiente:

- a) Información sobre el proceso de planta
  
- b) Estadística

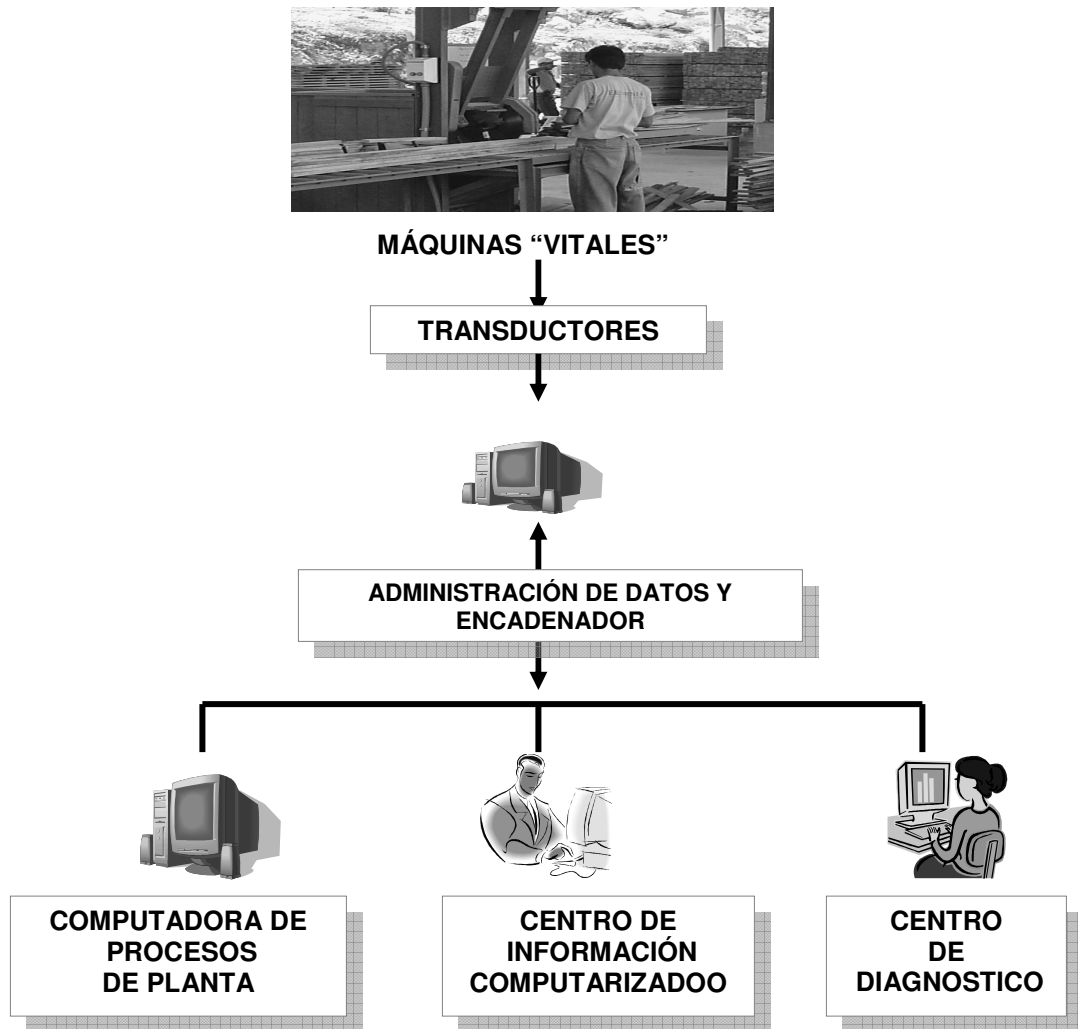
c) Diagnóstico predictivo de funcionamiento

d) Cambio automático de elementos redundantes para salvaguardar la calidad del servicio

En esta forma, si el procesador registra un mal funcionamiento en el recurso sujeto a mantenimiento predictivo, hace un diagnóstico de confiabilidad y predice la posibilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada.

El técnico de conservación a cargo de debe analizar la situación y proceder a realizar la labor adecuada para eliminar el mal funcionamiento detectado. La implantación de este tipo de mantenimiento en la fábrica es costosa, pero su operación es económica y se obtiene el más alto grado de confiabilidad; por lo que su uso es ideal para partes, máquinas y sistemas vitales.

**Figura 3. Panorámica del mantenimiento predictivo.**



#### **1.2.3.2.2. Mantenimiento periódico**

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

En este sistema, el recurso en etapa de conservación, por principio se le da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de éste, se le somete a un proceso llamado *overhaul* durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado a su límite de vida útil acusen o no deficiencias, y las restantes se revisan minuciosamente, en algunos casos con rayos X o pruebas muy sofisticadas, dependiendo del grado de confiabilidad que se espera en la máquina; después se cambian o reparan las partes deficientes restantes, se arma el conjunto y se prueba hasta obtener la seguridad de un buen funcionamiento entregándose el recurso rehabilitado al usuario para obtener su aceptación.

#### **1.2.3.2.3. Mantenimiento analítico**

Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa un analista combinándolas con la información que, para el efecto, tiene en el banco de datos relativo al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, la cantidad y tipos de fallas de que ha sufrido, etc. Cuando el analista corrobora con estos estudios, que el recurso debe ser atendido, ya que está próximo a fallar, ordena los trabajos que, a su juicio, pueden rehabilitar el recurso hasta su grado de confiabilidad esperado, los cuales deben ser realizados cuando el recurso tiene un tiempo “ocioso”, por lo que en repetidas ocasiones, debe tenerse a mano una máquina redundante para lograrlo.

Es conveniente notar que, en este tipo de mantenimiento, no interviene el recurso periódicamente, sino hasta el momento en que el análisis lo indique. Le sigue en calidad de confiabilidad y menor costo al mantenimiento periódico.

#### **1.2.3.2.4. Mantenimiento progresivo**

Como su nombre lo indica, este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con su tiempo ocioso de éste. Por todo esto, el mantenimiento progresivo, aunque es el menos costoso de todos, también es el que menor confiabilidad proporciona.

### **1.3. Administración de la conservación industrial**

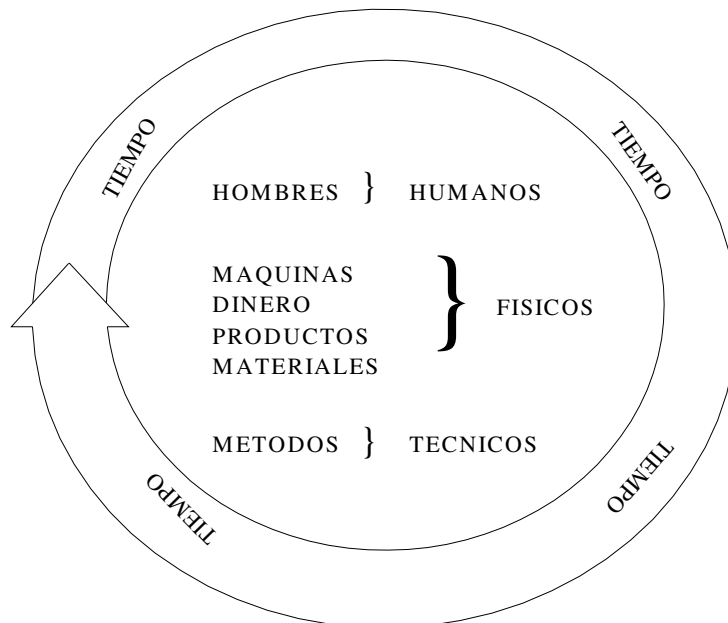
Por administración racional se entiende la creación de empresas que sean verdaderamente fuentes de atención de las necesidades humanas, en las que el hombre encuentre los satisfactores síquicos y físicos necesarios para vivir en armonía. En este contexto, desde la alta gerencia hasta el último hombre tendrán la conciencia de estar trabajado por el desarrollo integral de la humanidad y no solamente por elaborar el producto que hace su fábrica, pues es un medio para conseguir lo primero, que será el fin a perseguir.

Sin embargo, aunque esto es un tanto utópico, es útil obtenerlo como objetivo a largo plazo.

### 1.3.1. El proceso administrativo

Partimos del hecho de que nuestro entorno esta formado por recursos y que estos se pueden aglutinar en siete recursos generales que son: hombre, máquinas, dinero, productos, materiales y métodos, y todos inmersos en el recurso tiempo, el cual los afecta positiva o negativamente. Ver figura 4.

**Figura 4. Los recursos de una empresa**



Los Recursos de una Empresa

**Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.198**

Al estudiar al ser humano como recurso, concluimos que esta formado por características biológicas, síquicas y sociales, y además tiene la facultad de obrar por reflexión y elección; tales atributos hacen posible que el humano sea el único recurso, además de poder mejorar al resto, pueda mejorarse así mismo, por lo que se llega a la conclusión de que éste tiene un lugar preponderante en la organización.



Los recursos tales como las máquinas, el dinero, los productos y los materiales, no tienen comportamiento propio, pero existen y son tangibles; por eso se les llama recursos físicos.

Por lo que respecta a los métodos, que tampoco tienen un comportamiento volitivo y que también existen, son intangibles, ya que se trata de las ideas humanas establecidas para definir como hacer las cosas, la tecnología tan ansiada; a éstos se les denomina recursos técnicos.

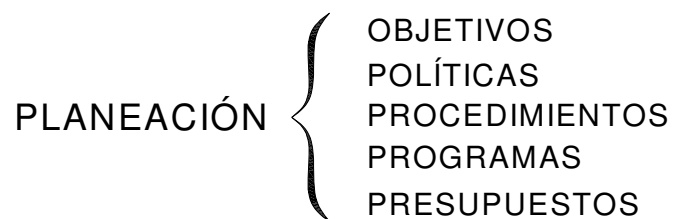
Por último, el tiempo, que lo contiene todo y el cual no se puede modular sino en el mejor de los casos se puede aprovechar adecuadamente. En esta forma podemos concluir que los recursos que tiene una empresa son de tres tipos: humanos, físicos y técnicos, y que todos ellos están contenidos en otro general que es el tiempo.

La administración se facilita si se sigue un proceso adecuado para llevarla a cabo, por eso a través de los años se han seguido y analizado diferentes procesos: Planeación y Organización.

#### **1.3.1.1. Planeación**

La planeación consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que han de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo, y la determinación del tiempo y números necesarios para su realización; por lo tanto, para planear se debe definir, antes que todo, el objetivo, o sea lo que queremos obtener con nuestras acciones.

Toda planeación empieza con el deseo de conquistar un objetivo, debiendo considerar a continuación las restricciones o limitación, es decir, el establecimiento de las políticas a considerar, con lo anterior, estamos con posibilidad de decidir los métodos a emplear y, por ende, los procedimientos, de esta manera es posible hacer los programas a fin de considerar cronológicamente las actividades que se desarrollaran.



#### **1.3.1.1.1. Objetivos**

Existe gran confusión entre objetivo, deseo y meta, mediante un sencillo ejemplo aclararemos los diferentes conceptos: En una carrera de automóviles la meta esta representada por un punto físico al término de x distancia, los participantes tienen el deseo de llegar a la meta lo que ya involucra una acción y por ultimo veremos que el objetivo será llegar a recorrer x distancia en 25 segundos, lo que trae aparejada la necesidad de expresar unidades de cuantificación para el tiempo.

Al conjunto de una meta, más la acción correspondiente para conseguir ésta y el tiempo en que se debe lograr, se le llama objetivo; éste es el resultado al que se desea llegar. El objetivo orienta los esfuerzos del dirigente y aclara el panorama, facilitando la previsión de las acciones que hay que tomar para conseguirlo.

Durante las juntas de planeación el objetivo debe ser perfectamente discutido y aclarado además de enunciado por escrito a todos los integrantes y éstos deben quedar absolutamente convencidos de que es necesario conquistarlo.

#### **1.3.1.1.2. Políticas**

Estas son normas que orientan las acciones gerenciales y que pueden ser escritas, verbales o simplemente sobreentendidas; su importancia está en la orientación que proporcionan a la administración para poder conquistar el objetivo dentro de los límites que imponen los recursos de la empresa considerados en la planeación.

También permiten una mejor delegación de la autoridad, ya que con las políticas establecidas y perfectamente conocidas, los supervisores, gerentes o mandos de cualquier nivel, puede normar su criterio facilitándoseles la toma de decisiones, pues estas les indican, aunque en términos generales, los límites que deben observarse durante su actuación. Existen muchos tipos de políticas de acuerdo con la función en la cual deben aplicarse y todas ellas son generalmente normas amplias y dinámicas. Es necesario que en toda empresa existan las políticas escritas, aunque hay casos especiales en que estas deben ser implícitas, como lo son aquellas que norman el criterio sobre asuntos confidenciales o delicados.

#### **1.3.1.1.3. Procedimientos**

El procedimiento es una serie de labores interrelacionadas cronológicamente que constituyen la forma de efectuar un trabajo.

Durante la planeación y de acuerdo con el objetivo, se estudian los diferentes trabajos por realizarse a fin de coordinar y relacionar cada una de sus partes. Este estudio debe ser concienzudo y detallado, con el propósito de permitir la elaboración de procedimientos sencillos para lograr que estos fácilmente se vuelvan rutinarios. El estudio se hará sobre hechos concretos, sin suposiciones ni ambigüedades y tomando en cuenta, además del objetivo, los recursos humanos y materiales con que se cuenta y la clase de trabajo a desarrollar, es necesario usar y estudiar a fondo los procedimientos una y otra vez para lograr su máxima simplificación. Los métodos corresponden a una parte de un procedimiento e indican la manera de hacer una labor específica, generalmente por un solo hombre. Cuando se quiere mejorar un procedimiento es necesario estudiar cada uno de sus métodos, a fin de tratar de eliminarlos, sustituirlos o modificarlos.

#### **1.3.1.1.4. Programas**

Los programas son listas o gráficas que muestran claramente la interrelación de los recursos humanos, físicos y técnicos enlazados con el tiempo. Nos proporcionan la línea de conducta que ha de seguirse para alcanzar el objetivo; en ellos se indica quien debe hacer cada trabajo, cuando empezarlo y cuando terminarlo, por lo que facilita la coordinación de los recursos al equilibrarlos con las necesidades a cubrir.

#### **1.3.1.1.5. Presupuestos**

Debe tenerse en cuenta que la planeación termina con la programación pues en este momento ya podemos actuar según lo planeado pero solo nos resta saber que es lo que pasa si desarrollamos ese plan.

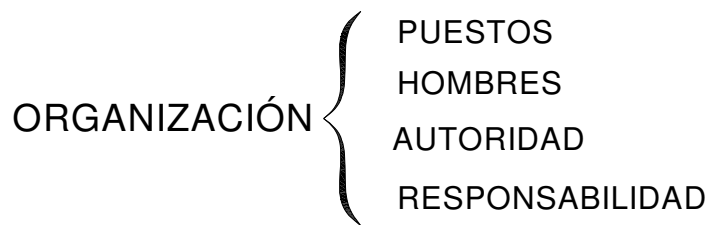
Ahora ya podemos presuponer por ejemplo cuanto y que tipo de personal necesitamos para atender este proyecto, la clase y calidad de materiales a utilizar, su costo; en fin podemos presuponer como mucha certeza los diferentes eventos, algunos de los cuales pueden ser críticos.

Los presupuestos son mostrados en formatos especialmente trazados que informan las necesidades o resultados futuros a los que se presupone llegar. En síntesis, los presupuestos se elaboran con base a los programas resultantes de la planeación y pueden indicarse en diferentes unidades y no exclusivamente la monetaria; así, pueden existir presupuestos de mano de obra, de materiales, de horas extras de ventas, de producción, etc.

#### **1.3.1.2. Organización**

Organizar es estructurar, dar forma e interrelacionar las partes de un complejo previamente planeado, disponiendo los recursos de la empresa (hombres, máquinas, materiales, etc.), de tal forma que ésta pueda funcionar según lo previsto en la planeación.

Así, por ejemplo, se ha planeado para determinar la calidad de determinado producto y se decide que es necesario disponer de un puesto de ingeniero, un ayudante y una secretaria, requiriendo además tres escritorios, una máquina de escribir, un vehículo, archiveros, aparatos de pruebas, etc., organizar esto, obliga a definir las labores y todos los detalles de cada puesto (descripción de los puestos), escoger al personal adecuado para ocuparlos, así como disponer en forma funcional del resto de los recursos, verificando que cada uno puede servir para desarrollar plenamente su labor, sobre todo de los recursos humanos (ingeniero, ayudante y secretaria), pues éstos deben conocer perfectamente las exigencias de su puesto y de los que tienen nexos con el mismo, a fin de que pueda delegárseles a estas personas la autoridad necesaria. Para organizar hay que atender a los siguientes factores:



#### **1.3.1.2.1. Puestos**

Como hemos visto, al planear la forma de obtener un objetivo generalmente se llega a la necesidad de organizar un complejo que lo logre. Por lo tanto, el primer paso es enlistar todas las labores a realizar, separarlas en grupos afines de funcionalidad, determinar en forma aproximada, las horas-hombre de cada grupo con objeto de decidir cuántos puestos de esa categoría son necesarios (uno por cada hombre).

A continuación se hace el análisis de puestos para saber no solo las labores que corresponden a cada uno de ellos, sino su descripción genérica, el grado de habilidad (instrucción, experiencia, destreza), esfuerzo (físico y mental), responsabilidad (propia y ajena), y, por último, las condiciones de trabajo a que van a estar sometidos los ocupantes de dichos puestos.

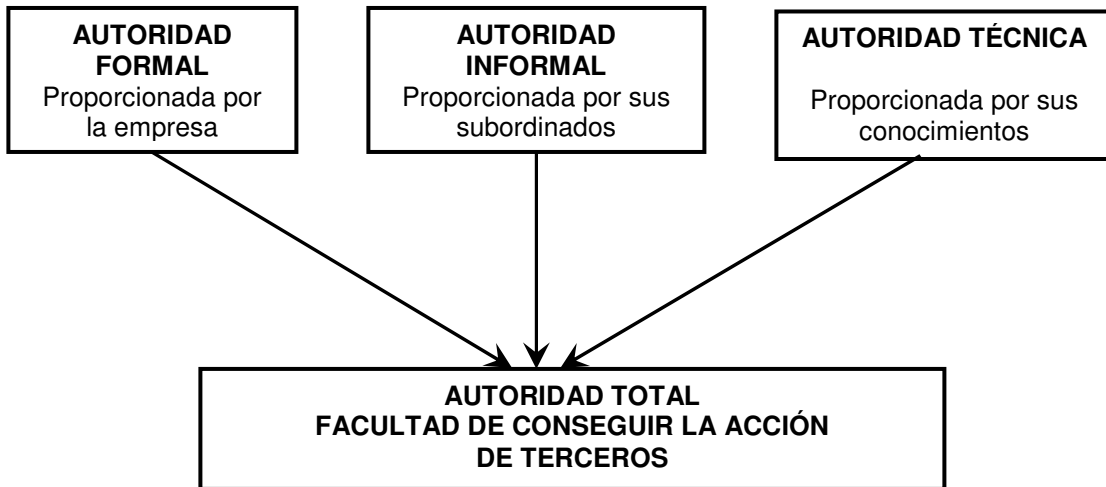
#### **1.3.1.2.2. Hombres**

Conocidas al detalle las características del trabajo a desarrollar en los diferentes puestos, se procede a describir el perfil de la persona más adecuada para ocuparlo, pues debemos analizar cuáles atributos humanos son positivos y cuales negativos para este puesto; en este momento es en donde deben hacerse las consideraciones sobre la personalidad que debe tener el futuro ocupante; por lo tanto es útil obtener la descripción idónea del ocupante del puesto, la cual será utilizada durante la selección del personal.

#### **1.3.1.2.3. Autoridad**

Ahora es necesario analizar los atributos de autoridad que deben ser manejados desde los puestos de cualquier nivel gerencial (de supervisor a director gerencial). Llamamos autoridad a la facultad de conseguir la acción de terceros. La autoridad integral está formada por tres elementos:

**Figura 5. Tres tipos de autoridad proporcionan la autoridad completa**



**Fuente:** Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.143

La autoridad no debe integrarse siempre de la misma manera para cualquier puesto, pues por ejemplo un jefe de línea necesita un mayor grado de autoridad formal que un asesor técnico el que por razón natural para respaldar sus órdenes debe apoyarse sobre todo en un alto grado de autoridad técnica y carismática. Por lo anterior a cada uno de estos puestos es indispensable definir y delegarles la autoridad necesaria para su buena función.

Para que un supervisor, gerente o director pueda dar órdenes razonables, es indispensable que estén seguros de que el subordinado posee los recursos necesarios para poder cumplir con tales órdenes: recursos físicos, técnicos y personales; es decir, que además de contar con personal, herramientas, vehículos o materiales, también cuente con los conocimientos y habilidades que exige su puesto y, además, que se encuentre lo suficientemente motivado a fin de que exista en él la conjunción del querer y del poder.



#### **1.3.1.2.4. Responsabilidad**

También en esta etapa del proceso administrativo debemos analizar el grado de responsabilidad que adquirirá el ocupante del puesto, al hacer uso de su autoridad. Llamamos responsabilidad a la obligación que tiene una persona de responder ante sus superiores por su actuación durante el desempeño de sus labores. La responsabilidad no puede delegarse como la autoridad, sólo se comparte; es decir, el superior puede delegar autoridad a un subordinado, pero no por eso deja de ser responsable ante su jefe del buen o mal uso que el subordinado pueda o quiera dar a la autoridad que le fue delegada.

#### **1.4. Herramientas para administrar la conservación industrial**

Todo lo que nos sirve para facilitar nuestra labor, lo denominamos herramienta. Existen infinidad de éstas, y pueden estar representadas por artefactos, gráficas, métodos, reglamentos, etc., pero es notorio que algunas de ellas se aplican con más facilidad que otras en ciertos aspectos específicos, por lo que sólo vamos a considerar aquellas que son más útiles para desarrollar en forma práctica y sencilla nuestro trabajo administrativo de conservación.

El conocimiento de dichas herramientas y su aplicación rutinaria, nos da resultados predeterminados y nos facilita la planeación y el control de la conservación.

### **1.4.1. Índice ICGM**

El índice ICGM (Índice de clasificación para los gastos de conservación), es una herramienta que permite clasificar los gastos de conservación interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos con la clase o tipo de trabajo por desarrollar en ellos. Por ello, el índice ICGM se compone de dos factores:

- a. Código máquina: que identifica los recursos por atender (equipos, instalaciones y construcciones).
- b. Código trabajo: que identifica cada tipo de trabajo por realizar en dichos recursos.

El índice ICGM se obtiene de la multiplicación de estos dos factores. Por tanto tenemos:

$$\text{Índice ICGM} = \text{Código máquina} \times \text{Código trabajo}$$

Asimismo, el índice ICGM tiene tres aplicaciones perfectamente bien delineadas:

- Jerarquización de la expedición de la labores de conservación de acuerdo con su importancia relativa.
- Elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación.

- Induce mediante el código máquina, en la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa, determinando si son vitales, importantes o triviales, para definir la clase y cantidad de trabajo de conservación que se les debe proporcionar.

#### **1.4.2. Análisis de problemas**

Las labores de conservación exigen tener un espíritu de sacrificio y aceptar, que en muy pocas ocasiones, alguien considera que nuestro trabajo es eficiente; esto se debe a que nos acostumbramos con rapidez a disfrutar de comodidades, a que la energía eléctrica esté presente en el momento en que la requerimos, que el teléfono funcione adecuadamente a la hora que hacemos uso de él, que nuestro automóvil, el aire acondicionado de la oficina, los repuestos o refacciones del almacén, las herramientas, aparatos de medición, en fin, todo aquello que nos rodea, proporcione los satisfactores que esperamos de ellos.

La gran cantidad de situaciones de cada día de trabajo da como resultado un sinnúmero de tareas, algunas muy importantes, muchas otras triviales, y en el mejor de los casos, estamos atendiendo un poco de todo, terminamos el día cansados, con muchas frustraciones, llevando trabajos a casa para continuar en la noche o en el fin de semana, no tenemos tiempo para prepararnos o para cualquier otra cosa que no sea el trabajo del momento.

Esto se debe a que, además de que nuestra labor de conservación es por naturaleza exigente, no estamos utilizando las herramientas adecuadas para resolver nuestros problemas. Existe un problema cuando se tiene una desviación de lo que esperamos obtener; es decir, cuando existe una diferencia entre lo que debe ocurrir y lo que está ocurriendo.

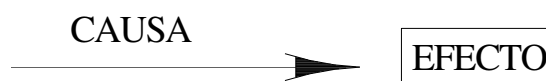
Cuando esto sucede, se hace necesario investigar las causas que producen el efecto del problema usando herramientas como, el diagrama de causa-efecto y el principio y el diagrama de Pareto.

Un buen director, gerente, jefe o administrador de cualquier nivel, se distingue positivamente cuando, en conjunto con el personal a sus órdenes directas, analiza sus situaciones de preocupación (problemas), las jerarquiza y además las canaliza adecuadamente, quedándose solo con aquello que no debe delegar; por lo tanto, es necesario que su equipo humano de trabajo conozca las herramientas arriba mencionadas.

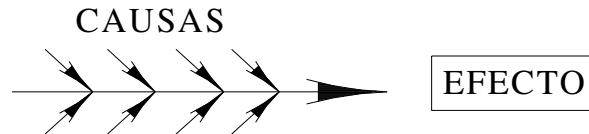
#### **1.4.2.1. Diagramas de causa y efecto**

El trabajo de conservación nos lleva a pensar en la mejora constante, pues siempre estamos en la búsqueda de problemas o aún de mejorar situaciones que a muchos les parecerían aceptables, pero que a nosotros nos parecen susceptibles de perfeccionar, estamos convencidos de lo positivo del pensamiento de Masaaki Imai en lo que él llama Kaisen, o mejora continua de toda actividad humana.

Cuando observamos cualquier elemento o situación que deseamos corregir, nos estamos ocupando en el resultado de eventos, es decir, estamos analizando un efecto ocasionado por varias causas, por lo que es necesario analizar cada una de éstas para tener una idea muy exacta acerca de lo que produjo dicho efecto. Mucho se ha mencionado que toda causa produce un efecto.

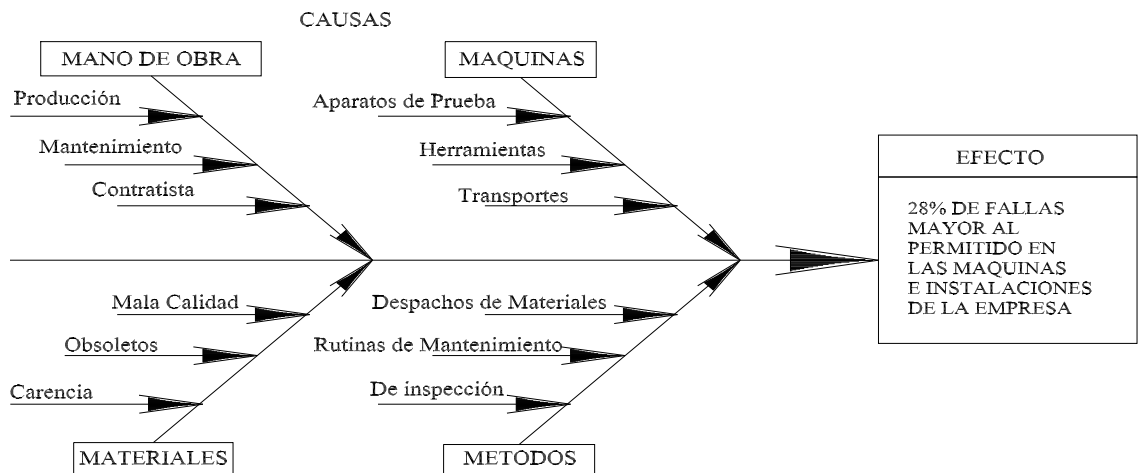


Pero en realidad, un efecto es el resultado de varias causas:



A este diagrama se le llama diagrama ishikawa, causa-efecto o espina de pescado, ya que la gráfica de conjunto asemeja a un esqueleto de pescado y cada espina puede significar una o más causas, fue desarrollado por el japonés Kaoru Ishikawa, y nos ayuda para conocer las causas que concurren en la aparición de algún efecto que nos interese analizar.

**Figura 6. Diagrama causa-efecto (Ishikawa)**

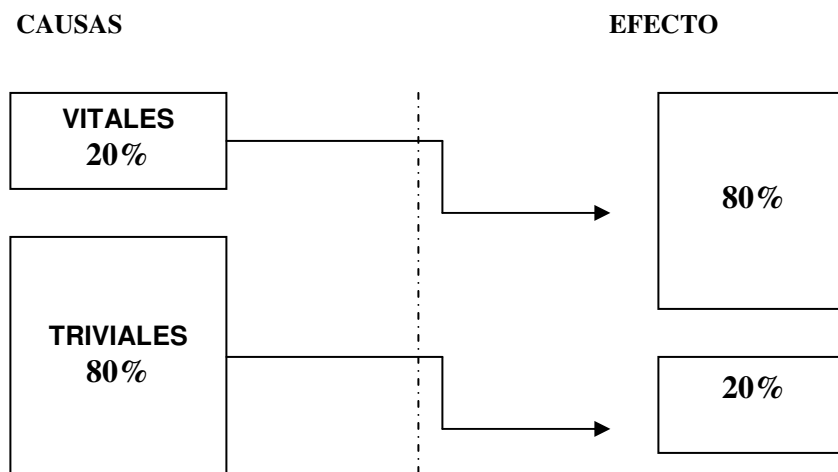


**Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.111**

### 1.4.2.2. Principio de Wilfredo Pareto

Wilfredo Pareto descubrió que el efecto ocasionado por varias causas tiene una tendencia bien definida, ya que aproximadamente 20% de las causas originan el 80% del efecto, y el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto. Este fenómeno se repite con una aproximación aceptable, lo que permite aplicarlo diariamente a fines prácticos. La figura 7 nos proporciona un ejemplo gráfico de este enunciado.

**Figura 7. Representación gráfica del principio de W. Pareto**



**Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.112**

Se debe mencionar que a las causas responsables del 80% del efecto se les llama causas vitales y a las restantes se les denomina causas triviales; sin embargo existe entre la frontera de ambas una pequeña zona de causas que, sin ser vitales, no se les puede tomar como triviales, por lo que se les llama causas de transición o causas importantes. A continuación se mencionan los ocho pasos que se deben seguir para aplicar este principio:

1. Identificar el efecto que deseamos analizar y el objetivo por alcanzar.
2. Hacer una lista de las causas que originan el efecto, definiendo el valor de contribución de cada una.
3. Asignar al efecto completo el valor del 100% y determinar el porcentaje relativo de contribución de la causa, basándose en su valor individual.
4. Ordenar las causas, de mayor a menor, con base en su contribución y llenar la tabla de datos.
5. Elaborar el diagrama de Pareto y con su apoyo analizar el problema.
6. Identificar las causas vitales y tomar acciones correctivas en forma cuidadosa y específica (cada acción vital por separado).
7. Identificar las causas importantes o de transición y tomar acciones globales.
8. Identificar las causas triviales y posponer su solución para cuando haya oportunidad de realizarla.

### **1.4.3. Costo mínimo de conservación**

Cualquier método que se emplee para determinar la cantidad y calidad de las labores que deben proporcionarse, está sujeto a una serie de factores, como la calidad de servicio que debe entregarse al cliente, el tipo de empresa, la habilidad de su personal de conservación y producción, la obsolescencia de sus equipos, la calidad de los mismos, etcétera.

Para obtener un punto confiable de referencia, es necesario conocer dos factores:

1. Los costos de conservación
2. Los costos de tiempo de paro

La interacción de éstos nos da el costo combinado, y éste nos muestra cual es el costo mínimo de conservación.

Llamamos costo de conservación a todos los ocasionados por el material, mano de obra y servicios externos o tercerizados utilizados en el cuidado de los recursos, para permitir que estén adecuadamente preservados y proporcionen el nivel de servicio estipulado. Es costumbre que dichos costos se presente cada año como el presupuesto de conservación y que, ya en operación, se informe mensualmente a la jefatura de conservación de los gastos incurridos con el fin de que se puedan comparar con lo presupuestado y, en caso necesario, tomar las medidas correctivas que considere conveniente.

Llamamos costos de tiempo de paro a los incurridos por un funcionamiento fuera de la calidad estipulada de una máquina, instalación o construcción, a cargo del departamento de conservación, y en ellos se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) Producción perdida. Aquí debe considerarse el valor de lo que se dejó de percibir por haber quedado el recurso fuera de la calidad de servicio estipulada.



- b) Desperdicio y reelaboración. En este caso consideramos el valor del producto que se echó a perder o que es necesario reelaborar por estar funcionando mal el recurso, restando todo aquello que pueda recuperarse.
- c) Deterioro del equipo, instalación o construcción. Aquí consideramos la depreciación excesiva del recurso causada por la mala calidad de la mano de obra de conservación o de operación.

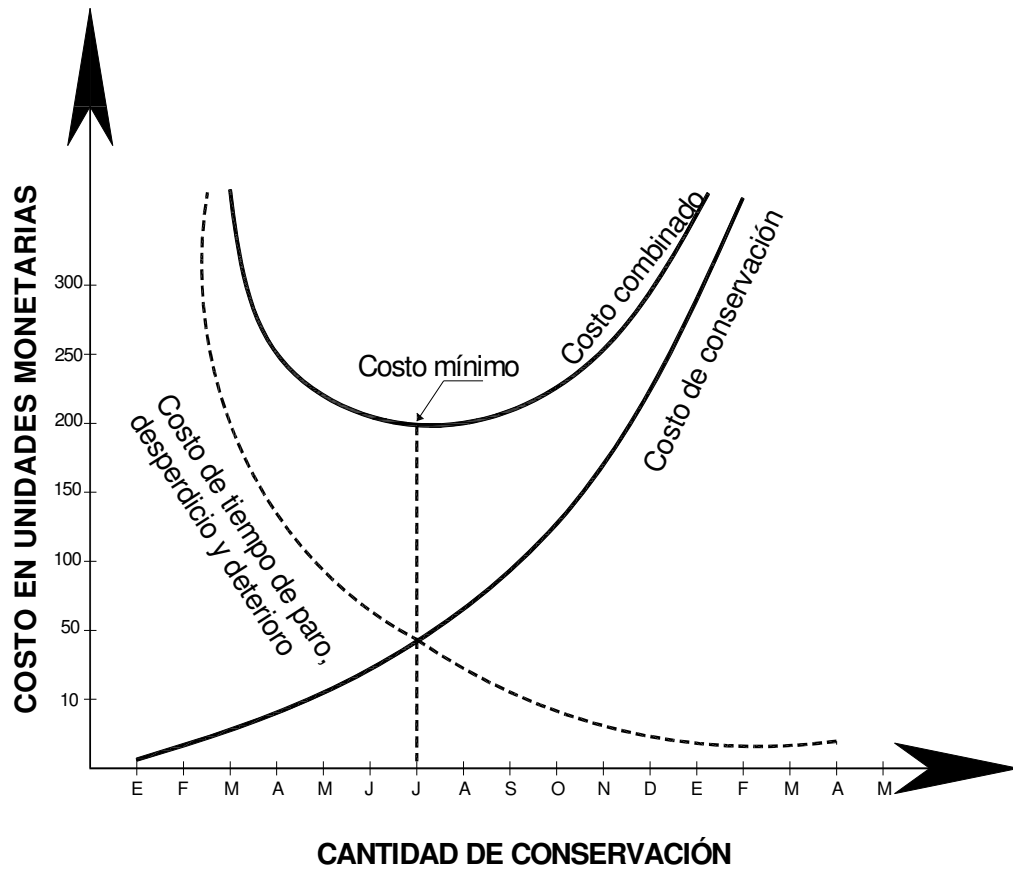
Es importante mencionar, que los costos de paro no siempre tiene un valor constante, ya que este depende de factores que pueden variar de un a hora a otra. Por ejemplo una maquina puede tener una cargas máxima de trabajo de las 10 a 13 horas y antes y después de este lapso un nivel de trabajo menor por lo que un paro que se suscite dentro del horario señalado tendrá un costo mayor que los paros registrados en otro horario.

**Tabla I. Costo de tiempo de paro en equipos instalaciones y construcciones**

Costos de tiempo de paro en equipos, instalaciones y construcciones																
Máquinas, instalación o construcción	Horario Laboral															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Estado																
Nivel de carga de trabajo	Normal			Máximo				Normal								
Costos de tiempo de paro	Menor			Mayor				Menor								

Si se consideran estos factores, se puede construir una gráfica que oriente sobre cuál es la cantidad óptima de conservación que se debe suministrar a un recurso específico o, en forma integral, a todos los recursos de la empresa, para conocer en este último caso, la calidad de los trabajos de conservación que está proporcionando.

**Figura 8. Costo mínimo de conservación**



Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.129

#### **1.4.4. Mantenibilidad y confiabilidad de los equipos**

Desde hace varios años se practican estudios y pruebas con objeto de minimizar todas las funciones de la conservación industrial, como el tiempo dedicado al mantenimiento programable, los tiempos de paro, la cantidad de refacciones o repuestos, la falta de conocimientos y habilidades del personal que intervienen en la máquina (instalación, operación y conservación) y, en fin, todo aquellos que de una u otra forma tiene que hacerse para permitir que los recursos sujetos a conservación continúen operando satisfactoriamente y económicamente durante todo su ciclo de vida dentro de la calidad esperada. Esto produce, como consecuencia, que los fabricantes y diseñadores de equipos formen sus criterios de especificación y diseño utilizando un conjunto de ciencias como administración, ingeniería y finanzas, y a esta combinación se le llama terotecnología, cuya aplicación trata de llevar al máximo dos de los más importantes atributos que deben tener los activos fijos de una empresa: su mantenibilidad y su confiabilidad.

##### **1.4.4.1. Mantenibilidad**

Es la rapidez con la cual las fallas, o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento programado es ejecutado con éxito.

La mantenibilidad depende de factores como la habilidad del personal de instalación, preservación, mantenimiento y operación; el espacio de trabajo para ejecutar la conservación; la facilidad de acceso a los equipos; la disponibilidad de refacciones, la eficacia de los equipos de prueba, etc.

Está en nuestras manos aumentar la optimización de los recursos de la empresa, aumentando su mantenibilidad, lo cual es posible lograr si, por ejemplo, dividimos un equipo en submontajes y tenemos uno o más submontajes preparados para su instalación en el momento oportuno, ya que es más rápido y fácil cambiar el carburador a una máquina de combustión interna por uno nuevo o arreglarlo, que tener el motor parado mientras se arregla el carburador descompuesto. En forma similar, la instalación de las máquinas debe facilitar su mantenimiento (cuando la herramienta para atender a la máquina es de uso común, cuando el equipo se desarma con facilidad, cuando éste no necesita o tiene instalados sus propios aparatos de prueba, etcétera).

#### **1.4.4.2. Confiabilidad**

Un concepto similar al de mantenibilidad es el de confiabilidad del equipo. Para indicar que tenemos confianza en una máquina o cualquier recurso físico, decimos que esta es “confiable”.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo no falle, es decir, funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga para la que fue diseñado.

Conforme un equipo está operando, su confiabilidad disminuye, es decir, aumenta la probabilidad de que falle; las rutinas de preservación y mantenimiento preventivo tienen la misión de diagnosticar y restablecer la confiabilidad perdida. Para distinguir las diferencias entre estos conceptos, analicemos la tabla II.

**Tabla II. Criterios entre mantenibilidad y confiabilidad.**

<b>Mantenibilidad</b>	<b>Confiabilidad</b>
Se necesita poco tiempo para restaurar	Pasa mucho tiempo para fallar
Existe alta probabilidad de completar la restauración	Existe poca probabilidad de fallas
El tiempo medio para restauración es pequeño	El tiempo medio entre fallas es grande
Se tiene alta tasa de restauración	Se tiene baja tasa de fallas

**Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.137**

El comportamiento de la confiabilidad en nuestros recursos es muy importante con respecto a la calidad del servicio, por lo cual se analiza a continuación más a fondo.

#### **1.4.4.2.1. Confiabilidad ideal**

El valor ideal de la confiabilidad es el 100%; con esto se señala que si un equipo es 100% confiable durante un tiempo predeterminado, este equipo sin ninguna duda está trabajando durante ese tiempo considerado; por lo tanto:

$$\text{Confiabilidad ideal} = 1$$

En la práctica, esta confiabilidad no existe, pues siempre hay la posibilidad de que un equipo falle. La no confiabilidad es la probabilidad de que un equipo falle; por lo tanto, es el complemento de la confiabilidad.

$$\text{Confiabilidad de un equipo} = \text{Confiabilidad ideal} - \text{No confiabilidad del equipo}$$

Si llamamos a la confiabilidad de un equipo **C** y a la no confiabilidad **N**, tenemos:

$$C = 1 - N$$

#### 1.4.4.2.2. Confiabilidad en serie

Se le llama máquina o equipo en serie el que está instalado a continuación de otro, por lo que el servicio pasa del primero al segundo y así sucesivamente; con esta disposición, si cualquiera de los equipos deja de funcionar, se afecta de inmediato el servicio.

**Figura 9. Equipos, máquinas o componentes conectados en serie.**

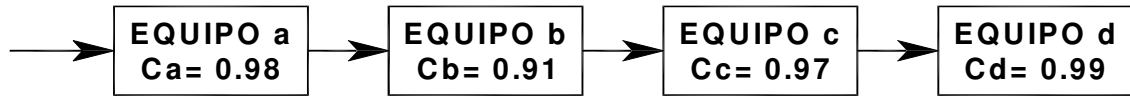


**Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.138**

La confiabilidad de un sistema con componentes en serie ( $C_{ss}$ ) es igual al producto de las confiabilidades de sus componentes.

Supongamos que tenemos un sistema integrado por cuatro componentes en serie  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$ , cuyos valores de confiabilidad son  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $C_c$  y  $C_d$  (véase la fig.10). El valor de la confiabilidad del sistema en serie ( $C_{ss}$ ) es:

**Figura 10. Confiabilidad de un sistema en serie**



Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.138

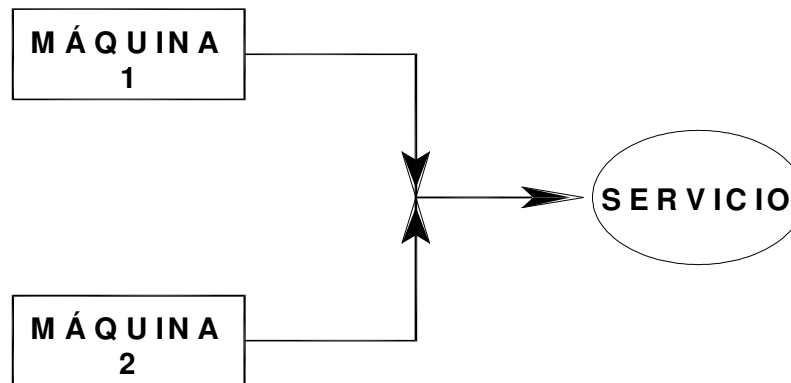
$$C_{ss} = 0.98 \times 0.91 \times 0.97 \times 0.99 = 0.86$$

Por ello, la confiabilidad de un sistema conectado en serie es menor con respecto a la menor de cualquiera de sus componentes.

#### **1.4.4.2.3. Confiabilidad en paralelo**

Se le llama máquina o equipo en paralelo (redundante), al que está instalado junto con otro y ambos suministran el mismo servicio, de tal manera que si cualquiera de ellos deja de funcionar, el servicio continúa suministrándose sin pérdida de calidad.

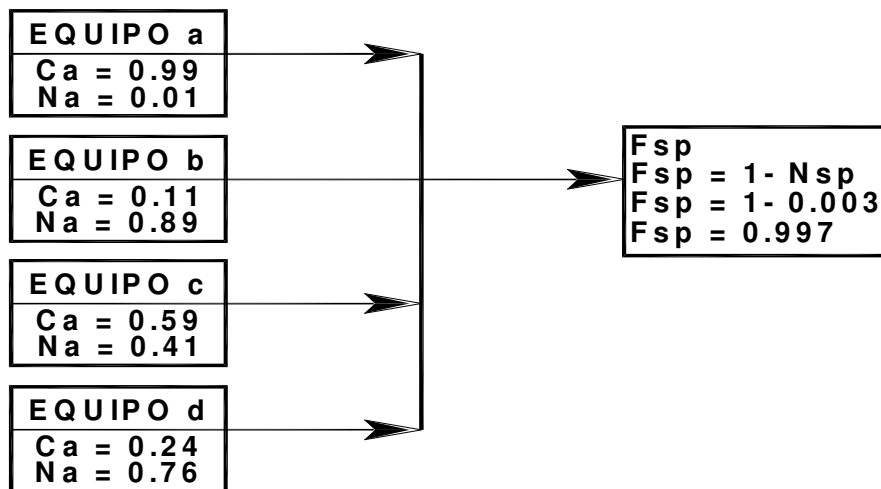
**Figura 11. Equipos, máquinas o componentes conectados en paralelo.**



Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.139

Supongamos que tenemos un sistema integrado por cuatro componentes en paralelo. a, b, c y d, cuyos valores de confiabilidad son  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $C_c$  y  $C_d$  (véase la figura 12).

**Figura 12. Confiabilidad de un sistema en paralelo.**



Fuente: Enrique Dounce “Productividad de la Conservación Industrial” Pág.139

La confiabilidad de un sistema con componentes en paralelo ( $C_{sp}$ ) se calcula restando de la confiabilidad ideal, la no confiabilidad del sistema ( $N_{sp}$ ). La no confiabilidad de un sistema con componentes en paralelo ( $N_{sp}$ ), es igual al producto de las no confiabilidades de cada uno de sus componentes.

Por ello, el valor de la no confiabilidad del sistema en paralelo ( $N_{sp}$ ) es:

$$N_{sp} = N_a \times N_b \times N_c \times N_d = 0.01 \times 0.89 \times 0.41 \times 0.76 = 0.003$$

Como la confiabilidad de un sistema con componentes en paralelo es la resta de la confiabilidad ideal (igual a 1), menos la no confiabilidad del sistema, entonces:



$$C_{sp} = 1 - N_{sp} = 1 - 0.003 = 0.997$$

Con esto podemos ver que la confiabilidad de un sistema conectado en paralelo es mayor con respecto a la mayor de cualquiera de sus componentes.

#### 1.4.5. Curva de la bañera

Es posible graficar, en forma general, el comportamiento futuro de un equipo o conjunto de equipos, apoyándose en conceptos de probabilidad y estadística, de tal forma que se obtenga una descripción bastante confiable del patrón de fallas probables; la curva representativa de esta gráfica se llama curva de la bañera.

**Figura 13. Curva de la bañera**



Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.143

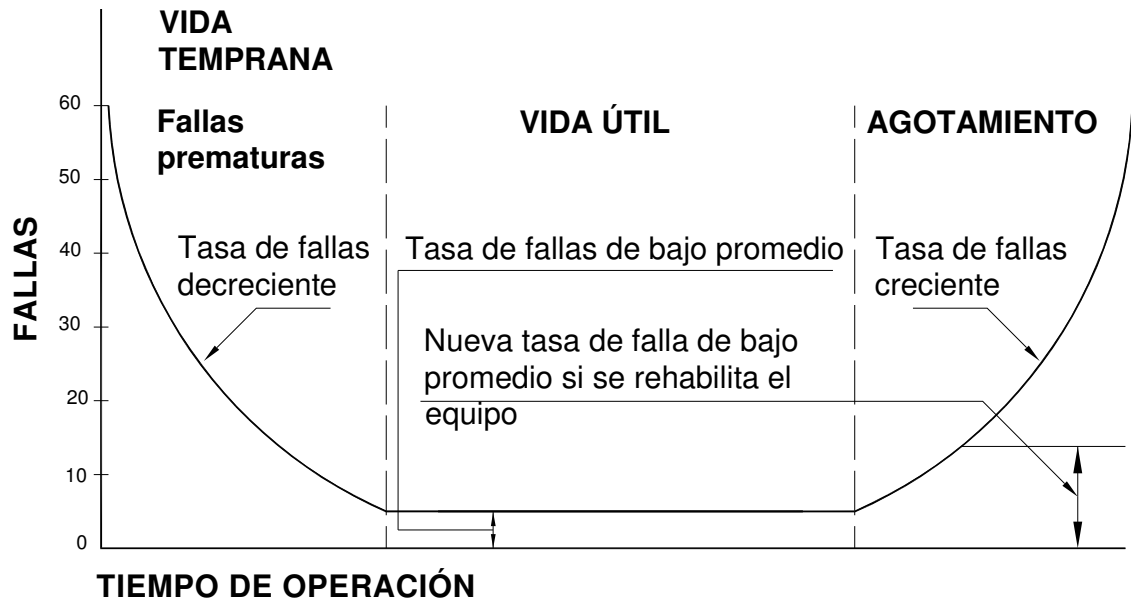
Si analizamos esta figura, podemos observar que posee tres etapas bien definidas:

- a) Etapa de fallas prematuras
- b) Etapa de vida útil
- c) Etapa de agotamiento

La etapa de fallas prematuras, también llamada vida temprana del equipo, comienza después de la instalación de éste, cuando a continuación de ser probado es puesto en servicio y entregado para su operación y conservación. Durante este lapso, la gran cantidad de fallas ocasionadas por partes o subsistemas del equipo inicialmente defectuosos obligan a desarrollar trabajos de conservación, los cuales permiten que se remplacen los elementos que han fallado prematuramente.

En esta etapa, la cantidad de conservación que se proporciona al equipo es grande, pero tiende a abatirse rápidamente, hasta llegar al nivel óptimo de conservación en el cual los costos de paro y los de conservación son iguales. En este punto inicia la etapa de "vida útil" y durante algunos años nos estaremos moviendo dentro de una taza de fallas con un promedio bajo por unidad de tiempo, hasta llegar al límite en que el fabricante del equipo nos garantizó un buen funcionamiento del mismo. Por último, se llega a la etapa del agotamiento que viene marcada por un aumento de fallas por unidad de tiempo cada vez mayor, debido a que los componentes del equipo tienen un desgaste considerable y empiezan a fallar un mayor número de ellos y con más frecuencia, a pesar de que se continúe con el mismo tipo y calidad de labores de operación y conservación; esto provoca que el costo combinado de conservación sea cada vez mayor, reduciendo la utilidad de la explotación del equipo hasta el punto en donde la rehabilitación o sustitución de éste debe considerarse.

**Figura 14. Etapas de la curva de la bañera**



Fuente: Enrique Dounce "Productividad de la Conservación Industrial" Pág.144

## 1.5. Indicadores de gestión y mantenimiento

De la evolución de los conceptos de mantenimiento y la tipología existente hoy en los ámbitos industriales (tanto de pequeñas como de grandes empresas), surge la necesidad de contar con indicadores y un tablero de comando que permita seguir la evolución del mantenimiento estratégico.

### 1.5.1. Indicadores para el eje operativo

Para este eje tendremos: indicadores de eficacia, de eficiencia, de calidad y de efectividad.

### 1.5.1.1. Indicadores de eficacia

Basándonos en la definición teórica de eficacia como comparación de los valores reales contra los esperados, podemos citar 3 indicadores (de los denominados “indicadores de clase mundial”), que al ser comparados con los esperados estimarían el grado de eficacia que la programación de mantenimiento está teniendo. Estos indicadores son:

**Tiempo medio entre fallas.** Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TMEF} = \frac{\text{NOIT} \times \text{HOPI}}{\sum \text{NTMC}}$$

**Tiempo medio para reparación.** Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítem con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado. Este índice debe ser usado, para ítem en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

$$\text{TMPR} = \frac{\sum \text{HTMC}}{\text{NTMC}}$$

**Tiempo medio para la falla.** Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado. Este índice debe ser usado para ítem que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

$$\text{TMPF} = \frac{\sum \text{HROP}}{\text{NTMC}}$$

### 1.5.1.2. Indicadores de eficiencia

Como punto relacionado a la eficiencia de un equipo, se puede tomar el indicador de disponibilidad o desempeño. Su definición teórica es: relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario), con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios), para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$\text{DISP} = \frac{\sum (\text{HCAL} - \text{HTMN})}{\sum \text{HCAL}} \times 100$$

El índice de disponibilidad para ítem de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado.

$$\text{DISP} = \frac{\sum \text{HROP}}{\sum (\text{HROP} + \text{HTMN})} \times 100$$

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de la disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas es obtenida por la relación entre el tiempo medio entre fallas y su suma con el tiempo medio para reparación y los tiempos ineficaces del mantenimiento.

$$\text{DISP} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \times 100$$

### 1.5.1.3. Indicadores de calidad

En este punto, debemos hacer una pequeña aproximación del mantenimiento a una cadena productiva. La “producción de mantenimiento” son las intervenciones realizadas, con el objetivo de que el cliente (operaciones) pueda funcionar el máximo tiempo posible, sin fallas. Los “rechazos” de la producción de mantenimiento son justamente las fallas de los equipos, que afectan al “desempeño” de los equipos.

Desde este punto de vista “operacional”, la calidad del proceso de mantenimiento puede verse reflejado desde dos criterios:

- a) Calidad relacionada con el uso

$$\text{Calidad} = \text{NTMC} / \Sigma \text{HTRO}$$

- b) Calidad relacionada con la producción

$$\text{Calidad} = \Sigma \text{NTMC} / \Sigma \text{Producción}$$

Con NTMC = Número total de mantenimientos correctivos y HTRO = horas totales reales de operación.

Esto permite “estimar” cada cuantas horas o kilómetros de uso (o cuantas toneladas de producción) continuas ocurrirá una falla (ya sea general de un equipo o de un componente en particular).

#### **1.5.1.4. Indicadores de efectividad.**

Este indicador representa la contribución de la gestión del subsistema a la gestión de su cliente. Desde el mismo punto de vista operacional que se planteó para el indicador de calidad, y tomando el indicador de calidad relacionada con la producción (resultado de la gestión de operaciones), podemos plantear la efectividad de mantenimiento como la inversa de este indicador.

$$EFCT = \frac{\sum \text{Producción}}{\sum NTMC}$$

#### **1.5.2. Indicadores para el eje económico**

Dentro de los indicadores de clase mundial tenemos al costo de mantenimiento por facturación y al costo de mantenimiento por valor de reposición.

##### **1.5.2.1. Costo de mantenimiento por facturación**

- Costo de mantenimiento por facturación: es la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa, en el período considerado.

$$CMFT (\%) = (CTMN / FTEP) * 100$$

### **1.5.2.2. Costo de mantenimiento por valor de reposición**

- Costo de mantenimiento al valor de reposición: teniendo en cuenta que todos los equipos se desgastan y que tienen una vida útil, es razonable considerar que, para elementos de alta criticidad, no es conveniente mantenerlos cuando su valor de mantenimiento coincide o supera el valor de compra de un elemento nuevo.

$$\text{CMRP} = (\Sigma \text{CTMN} / \text{VLRP}) * 100$$

Debe tenerse presente que para el cálculo principalmente de este último indicador, el costo total de mantenimiento debería incluir los ítems de: personal, repuestos y consumibles, terceros, depreciación y pérdida/reducción en facturación por causa de mantenimiento, si bien generalmente las empresas sólo contemplan 3: personal, materiales y terceros. Esto no acarrea mayores inconvenientes dentro de la empresa, dado que el criterio es constante para todos sus equipos, pero resulta vital al momento de hacer comparaciones con otras empresas, (estrategias de desempeño de excelencia y estrategias de trabajo en equipo, *benchmarking*).

Pueden plantearse otros indicadores de costos, relacionados a la operatividad de la empresa. Algunos de ellos son

### **1.5.2.3. Indicador de costo operativo de disponibilidad**

Este índice se define como el costo operativo de disponibilidad igual al costo de mantenimiento entre horas de operación.



$$\text{CODI} = \text{CTMN} / \text{HROP}$$

#### **1.5.2.4. Indicador de costo operativo por producción**

Se define como el costo operativo por producción igual al costo de mantenimiento entre unidad de producción.

$$\text{COPR} = \text{CTMN} / \text{PROD}$$

Que relacionan los costos de mantenimiento con la gestión de su cliente interno (operaciones).

#### **1.5.3. Indicadores de mantenimiento**

Estos indicadores pueden ser aplicados, en particular a la gestión de equipos y a la gestión de recursos humanos los cuales son: indicadores de equipos e indicadores de mano de obra.

##### **1.5.3.1. Indicadores de equipo**

Estos indicadores pueden auxiliar en la evaluación de los criterios de intervención y los procesos de gestión.

**Tiempo medio entre mantenimientos preventivos.** Relación entre el producto del número de ítem por sus tiempos de operación, con relación al número total de intervenciones preventivas, en el periodo observado.

$$\text{TPEP} = \frac{\text{NOIT} \times \text{HROP}}{\sum \text{NTMP}}$$

**Tiempo medio para intervenciones preventivas.** Relación entre el tiempo total de intervención preventiva en un conjunto de ítem, y el número total de intervenciones preventivas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TPMP} = \frac{\sum \text{HRMP}}{\text{NTMP}}$$

**Tasa de falla observada.** Relación entre el número total de ítem con falla, y el tiempo total acumulado durante el cual este conjunto fue observado.

$$\text{TXFO} = \frac{\text{NTMC}}{\sum \text{HROP}}$$

**Tasa de reparación.** Relación entre el número total de ítem con falla, y el tiempo total de intervenciones correctivas en estos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TXRP} = \frac{\text{NTMC}}{\sum \text{HRMC}}$$

**No conformidad de mantenimiento.** Relación entre el total de mantenimientos previstos menos el total de mantenimientos ejecutados en un periodo considerado y el total de mantenimientos previstos en ese periodo.

$$\text{NCFM} = \frac{\text{NMPR} - \text{NMEX}}{\text{NMPR}} \times 100$$

### 1.5.3.2. Indicadores de mano de obra

Dentro de los índices de mantenimiento que se refieren a la mano de obra se destacan:

**Trabajo en mantenimiento programado.** Relación entre los hombres- hora gastados en mantenimientos programados y los hombres-hora disponibles, entendiéndose por “hombres-hora disponibles”, a aquellos ejecutantes del mantenimiento, que se encuentren presentes en la instalación y físicamente posibilitados, a desempeñar trabajos requeridos.

$$\text{TBMP} = \frac{\sum \text{HHMP}}{\sum \text{HHDP}} \times 100$$

**Trabajos de mantenimiento correctivo.** Relación entre los hombres-hora gastados en mantenimiento correctivo (reparación de fallas) y los hombres-hora disponibles.

$$\text{TBMC} = \frac{\sum \text{HHMC}}{\sum \text{HHDP}} \times 100$$

**Estructura – personal de control.** Relación entre los hombres-hora involucrados en el control del mantenimiento y los hombres-hora disponibles.

$$\text{EPCT} = \frac{\sum \text{HHCT}}{\sum \text{HHDP}} \times 100$$

**Estructura- personal de supervisión.** Relación entre los hombres-hora de supervisión y los hombres-hora disponibles.

$$EPSP = \frac{\sum HHSP}{\sum HHDP} \times 100$$

En los cuatro índices de gestión de mano de obra anteriores, la sumatoria de hombres-hora disponibles es el factor común en el análisis de los resultados.

**Clima social- movimiento de personal.** Relación entre el efectivo promedio en los “m” meses precedentes y la suma de este efectivo con el número de transferencias y dimensiones voluntarias.

$$CSMP = \frac{EMMM}{EMMM + NOTR + NODV} \times 100$$

Este índice no siempre es calculado, debido al decrecimiento que puede alertar a los gerentes que alguna cosa está afectando a la motivación del personal (salario, tratamiento, riesgo, etc.).

**Tasa de frecuencia de accidentes.** Número de accidentes con personal de mantenimiento por millón de hombres-hora trabajados.

$$TFAC = \frac{NACD}{HHTB} \times 10^6$$

**Tasa de gravedad de accidentes.** Hombres-hora perdidos debido a accidente por millón de hombres-hora trabajados.

$$TGAC = \frac{\sum HHAC}{HHTB} \times 10^6$$

En esta parte, tenemos que el Clima social, (*TurnOver*) afecta en “incidencia de accidente” por millón de hombres-hora de trabajo. Por lo que, se debe tener en cuenta para el análisis de los resultados.

## **1.6. Fundamentos para diseños de aplicaciones y base de datos**

La importancia de la información en la mayoría de las organizaciones, y por tanto el valor de las bases de datos, ha llevado al desarrollo de una gran cantidad de conceptos y técnicas para la gestión eficiente de los datos.

La gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para el almacenamiento de información como la provisión de mecanismos para la gestión de información. Las bases de datos permiten la definición y almacenamiento de la información, y los sistemas manejadores de base de datos proveen los mecanismos para su gestión.

Se define una base de datos como una colección de datos interrelacionados almacenados juntos sin redundancia perjudicial e innecesaria para servir a múltiples aplicaciones.

Los datos son almacenados de tal manera que:

- Sean independientes de los programas que lo usan.
- Presentan un enfoque común y controlado para agregar nuevos datos, actualizarlos o eliminarlos.
- Su estructura sirve de fundamento al desarrollo de futuras aplicaciones.

Entre las ventajas más importantes de una base de datos podemos resaltar:

1. Mínima redundancia de información.
2. Consistencia de datos.
3. Compartimiento de datos.
4. Seguridad de datos.
5. Integridad de datos.
6. Independencia de datos.

#### **1.6.1. Procesos básicos para crear una aplicación**

El desarrollo de una aplicación, enmarcada dentro de un sistema de información, implica varias fases, tales como:

<b>Fase I</b>	Levantamiento de información
<b>Fase II</b>	Diseño de la base de datos
<b>Fase III</b>	Diseño de entradas y salida de información del sistema
<b>Fase IV</b>	Implementación del sistema
<b>Fase V</b>	Implantación y pruebas del sistema
<b>Fase VI</b>	Puesta en marcha del sistema

Entre los procesos básicos definidos para crear una base de datos están:

1. Definir el propósito de la base de datos.
2. Definir la estrategia de desarrollo de la base de datos.
3. Diseño de la base de datos.
4. Definición de las consultas.
5. determinación de los formularios y reportes requeridos.
6. Diseño de la interfaz con el usuario.

### **1.7. El Modelo entidad-relación**

Un buen diseño es la clave para la creación de una buena base de datos. Una base de datos bien diseñada puede conducir a un uso más eficiente de las tablas, consultas, formulario e informes, aumentando así la legibilidad de la información extraída. Además, una base de datos diseñada en forma eficiente será más fácil de ampliar a medida que crezcan y cambien los requerimientos de la información en su organización.

Para establecer cual es la información utilizada en una organización y gestionarla a través de una base de datos eficiente, es necesario la aplicación de técnicas y herramientas adecuadas que garanticen que dicha información está definida con precisión y consistencia.

El modelamiento entidad-relación es una de las técnicas más usadas para desarrollar modelos de datos de alta calidad, los cuales proveen una manera estándar en la definición de los datos y las relaciones entre los datos de todos los sistemas de información, incrementando de esta manera la productividad de los programas y mejorando la calidad del sistema. Al producto que resulta de aplicar esta técnica se le denomina **modelo entidad- relación**.

De manera sencilla, el modelamiento entidad-relación identifica los objetos de importancia en una organización (entidades), las propiedades de estos objetos (atributos) y cómo están relacionados unos con otros (relaciones). Pero cada uno es evaluado dentro del contexto de cada negocio y cómo las funciones del negocio actúan sobre este modelo de información.

Los objetivos del modelamiento entidad-relación son los siguientes:

- Proveer un modelo exacto de las necesidades de información de la organización, que permitan desarrollar nuevos sistemas y mejorar los existentes.
- Proveer un modelo independiente de cualquier medio de almacenamiento de datos y métodos de acceso, que permitan tomar decisiones objetivas en cuanto a las técnicas de implantación y la coexistencia con otros sistemas.

### **1.7.1. Definiciones y convenciones**

**Entidad:** Es una cosa u objeto de importancia, real o imaginaria, de la cual se necesita conocer o mantener información.

Un cliente, una orden de compra, una colección de libros, etc., son los objetos reales de una librería, de las cuales se pudiera querer almacenar información, constituyéndose de esta manera la entidad **cliente, orden y libros**, para cada objeto respectivamente.



**Atributos:** Es cualquier detalle que sirva para calificar, identificar, clasificar, cuantificar o expresar el estado de una entidad o cualquier descripción de la cosa de importancia.

En este sentido la entidad **cliente** tendría como atributos el nombre, el número de la cédula de identidad, la dirección, el teléfono, la compañía a la cual representa, etc.

**Relación:** Es una asociación significativa entre dos entidades.

Una relación es binaria, en el sentido que siempre es una asociación entre exactamente dos entidades o entre una entidad consigo misma (relación recursiva). Cada relación tiene dos puntos terminales y para cada uno de ellos hay un nombre (rol), un grado o cardinalidad (cuántos) y una opcionalidad (opcional u obligatorio).

**Clave primaria:** Es un atributo o una combinación de atributos que permite identificar unívocamente a una entidad, es decir, distinguir cada instancia u ocurrencia de otra en la misma entidad. La clave primaria se utiliza además, para acceder a un registro concreto y relacionar otras tablas.

La clave primaria no puede tener valor nulo y su contenido no debe ser extenso.

## **1.8. Relaciones entre tablas**

Una vez creadas y normalizadas las tablas es necesario crear relaciones entre las mismas. Las relaciones entre las tablas evitan lo que se denomina en la jerga de base de datos inexistentes en otra tabla.

Cuando creamos una aplicación que maneja bases de datos, es necesario considerar las relaciones entre las tablas que componen dicha base de datos. Hay tres tipos de relaciones en una base de datos: uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos.

### **1.8.1. Relación uno a uno**

Es una relación uno a uno, cada registro o fila en una tabla corresponderá a un registro o fila en otra tabla. Esta relación no es muy común.

Esta relación es útil por motivos estratégicos. Imagine que va a desarrollar una base de datos que contenga información con muchas fotografías u otro tipo de datos muy grande. Debido a la carga que implica tener las fotografías dentro de la tabla es posible aplicar varias estrategias que eviten dicha sobrecarga. Una de ellas es sencillamente dividir la tabla para que las fotografías estén en una tabla separada. Luego se relacionan las fotografías con la tabla que contiene el resto de los datos. Esta estrategia sólo funciona si las fotografías son una información opcional cuando se realizan consultas a los datos, es decir, el usuario puede en algún momento solicitar las fotografías pero no es siempre necesario.

Otra ventaja de la relación uno a uno se presenta cuando hay limitaciones del número de columnas que pueda almacenar una base de datos. En el caso de una base de datos Microsoft Jets (las utilizadas por Access), el límite de columnas que puede tener una tabla es de 256. Aunque es muy poco probable encontrar tablas que superen ese tamaño, existe la posibilidad. Cuando nos enfrentamos a dicha limitación lo más aconsejable es dividir la tabla y establecer una relación uno a uno.

### **1.8.2. Relación uno a muchos**

Se presenta cuando una fila de una tabla corresponde a muchas filas en otra tabla. Se conoce también como una relación padre/hijo. Un registro en una tabla padre puede tener muchos hijos.

Este sería el caso de la relación entre una tabla Facturas y una tabla Detalles factura. Cada uno de los registros de esa tabla pertenecerá a una sola línea de la tabla Facturas.

### **1.8.3. Relación muchos a muchos**

En el mundo real es la más común de todas las relaciones. Una persona puede hablar muchos idiomas y cada uno de los idiomas es hablado por muchas personas; una empresa tiene muchos clientes y cada uno es cliente de otras empresas. Este tipo de relación no puede implementarse en una base de datos relacional, sin embargo es necesario simularla a través de una tabla intermedia.

Cuando creamos una tabla intermedia por lo general sólo contiene las claves principales de las dos tablas que relaciona. Así una tabla que una los datos de estudiantes y profesores contendría sólo la cédula del alumno y la cédula del profesor (si es que las cédulas fueron elegidas como clave primaria de esas tablas).

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de base de datos**

El diseño de una base de datos es un proceso complejo que abarca decisiones a muy distintos niveles. La complejidad se controla mejor si se descompone el problema en subproblemas y se resuelve cada uno de estos independientemente, utilizando técnicas específicas. Así, el diseño de una base de datos se descompone en diseño conceptual, diseño lógico y diseño físico.

El diseño conceptual parte de las especificaciones de requisitos de usuario y su resultado es el esquema conceptual de la base de datos. Un esquema conceptual es una descripción de alto nivel de la estructura de la base de datos, independientemente del SGBD que se vaya a utilizar para manipularla. Un modelo conceptual es un lenguaje que se utiliza para describir esquemas conceptuales. El objetivo del diseño conceptual es describir el contenido de información de la base de datos y no las estructuras de almacenamiento que se necesitarán para manejar esta información.

El diseño lógico parte del esquema conceptual y da como resultado un esquema lógico. Un esquema lógico es una descripción de la estructura de la base de datos en términos de las estructuras de datos que puede procesar un tipo de SGBD. Un modelo lógico es un lenguaje usado para especificar esquemas lógicos (modelo relacional, modelo de red, etc.).

El diseño lógico depende del tipo de SGBD (Sistema de Gestión de Base de Datos), que se vaya a utilizar.

El diseño físico parte del esquema lógico y da como resultado un esquema físico. Un esquema físico es una descripción de la implementación de una base de datos en memoria secundaria: las estructuras de almacenamiento y los métodos utilizados para tener un acceso eficiente a los datos. Por ello, el diseño físico depende del SGBD concreto y el esquema físico se expresa mediante su lenguaje de definición de datos.

Antes de utilizar Microsoft Access para crear las tablas, los formularios y los demás objetos que formarán la base de datos, es importante invertir algún tiempo en diseñarla.

Diseñar una base de datos que será implementada con Microsoft Access no difiere mucho de lo descrito anteriormente con respecto al diseño general de sistemas, y con el diseño del modelo entidad-relación. Sin embargo al integrar dichos conceptos con los objetos propios de Microsoft Access podremos presentar los siguientes pasos:

### **2.1.1. Determinar la finalidad de la base de datos**

El primer paso para diseñar una base de datos es determinar su finalidad y cómo se utiliza. Debe saber qué información desea obtener de la base de datos. A partir de ahí, puede determinar sobre qué asunto necesita almacenar hechos (las tablas) y qué hechos necesita almacenar sobre cada asunto (los campos de las tablas).

Hable con los demás usuarios que utilizarán la base de datos. Piense detenidamente en las preguntas que desean que responda la base de datos. Realice bocetos de los informes que desea que produzca. Reúna los formularios que utiliza actualmente para registrar los datos. Examine bases de datos bien diseñadas similares a la que va a diseñar.

### **2.1.2. Determinar las tablas que se necesitan**

Determinar las tablas puede ser el paso más complicado del proceso de diseño de la base de datos. Esto se debe a que los resultados que se desea obtener de la base de datos (los informes que se desea imprimir, los formularios que desea utilizar, las preguntas para las que desea respuestas) no proporcionan pistas necesariamente acerca de la estructura de las tablas que los producen.

No es necesario que diseñe las tablas mediante Microsoft Access. De hecho, posiblemente sea más conveniente realizar un boceto en papel de la base de datos y trabajar sobre el diseño primero. Al diseñar las tablas, divida la información teniendo en cuenta los siguientes principios de diseños fundamentales:

- a. Una tabla no debe contener información duplicada, y no debe duplicarse información entre tablas. A este respecto una tabla de una base de datos relacional es diferente a una tabla de una aplicación de archivos simples como por ejemplo una hoja de cálculo.

Cuando cada elemento de información está almacenado en una tabla, se actualiza en un solo lugar.

Esto resulta más eficiente y elimina la posibilidad de que existan entradas duplicadas que contengan información diferente. Por ejemplo, probablemente desee almacenar la dirección y el número de teléfono de cada cliente una sola vez en una sola tabla.

- b. Cada tabla debe contener información sobre un asunto:

Cuando cada tabla contiene hechos sólo sobre un asunto, puede mantener la información acerca de cada asunto independiente de otros asuntos. Por ejemplo, puede almacenar las direcciones de los clientes en una tabla diferente de los pedidos de los clientes de modo que pueda eliminar un pedido y conservar a la vez la información sobre el cliente.

### **2.1.3. Determinar los campos que se necesitan**

Cada tabla contiene información acerca del mismo asunto, y cada campo de una tabla contiene hechos individuales sobre el asunto de la tabla. Por ejemplo, la tabla de clientes puede incluir los campos del nombre de la compañía, la dirección, la ciudad, el país y el número de teléfono. Al realizar bocetos de los campos para cada tabla, tenga en cuenta estas sugerencias:

- a. Relacione cada campo directamente con el asunto de la tabla.
- b. No incluya datos derivados ni calculados (datos que son el resultado de una expresión).
- c. Incluya toda la información que necesite.

- d. Almacene información en sus partes lógicas más pequeñas (por ejemplo, nombre y apellidos, en lugar del nombre completo).

#### **2.1.4. Identificar el campo o campos con valores únicos en cada registro**

Para que Microsoft Access conecte información almacenada en tablas independientes (por ejemplo, para conectar a un cliente con todos los pedidos del cliente), cada tabla de la base de datos debe incluir un campo o un conjunto de campos que identifiquen de forma exclusiva cada registro individual de la tabla. Este campo o conjunto de campos se denomina clave principal.

#### **2.1.5. Determinar las relaciones entre las tablas**

Ahora que ha dividido la información en tablas y que ha identificado los campos de clave principal, necesita una forma de indicar a Microsoft Access cómo volver a reunir toda la información relacionada de un modo significativo. Para ello, debe definir relaciones entre las tablas en una base de datos de Microsoft Access.

#### **2.1.6. Perfeccionar el diseño**

Una vez diseñadas las tablas, los campos y las relaciones que necesita, es el momento de estudiar el diseño y detectar los posibles fallos que puedan quedar. Es más sencillo cambiar el diseño de la base de datos ahora que una vez que haya llenado las tablas con datos.



Utilice Microsoft Access para crear las tablas, especificar relaciones entre las tablas e introducir suficientes datos de ejemplo en las tablas para poder comprobar el diseño. Para probar las relaciones de la base de datos, compruebe si puede crear consultas para obtener las respuestas que desee. Cree bocetos de los formularios e informes y compruebe si muestran los datos que desea. Busque duplicaciones de datos innecesarias y elimínelas. Si encuentra problemas, perfeccione el diseño.

## **2.2. Creación de formularios**

Los formularios son objetos que Access proporciona para ver, introducir o imprimir datos de una o varias tablas. Es la presentación de la información contenida en las tablas a través de la pantalla del ordenador con un diseño intuitivo y agradable. A través de los formularios el usuario visualiza la información contenida en las tablas, examina los resultados de una consulta y altera su contenido introduciendo, modificando o eliminando información en los campos.

El formulario es una herramienta de Access que ofrece las mismas funciones de las hojas de datos o las consultas aportando una mejor presentación de cara al usuario final. Las ventajas de usar los formularios consisten en que:

- Permite presentar los datos de una forma sencilla y atractiva utilizando elementos de diseño como títulos, gráficos, líneas, colores y sombreados.
- Muestra a la vez todos los campos de un registro, sin utilizar las barras de desplazamiento.

- Sitúa los campos con el mismo formato que en los formularios de papel que está utilizando, pudiendo alterar su orden.
- Evita errores mecanográficos, pues se pueden crear listas desplegables en el formulario a partir de las cuales se elige el valor introducido en el campo.
- Visualiza datos de varias tablas o de una consulta.
- Calcula totales.

A continuación se describe el proyecto que fue implementado en la planta EfiForest (Eficiencia Forestal), el cual consiste en un software de gestión de la conservación industrial, utilizado como herramienta para el almacenaje y registro de información, con el propósito de obtener resultados sobre el comportamiento de la maquinaria y equipo de la planta en un determinado período de tiempo (mes, trimestre, semestre etc.).

### **2.2.1. Menú principal**

Siguiendo con la fase técnico-profesional de este informe, y para trabajar de modo más efectivo, se diseñó e implementó un software de manera que pueda satisfacer los requerimientos de información de gestión de la conservación industrial. El modelo seguido con el sistema de bases de datos, esta estructurado con un Menú Principal.

Los usuarios, ven una definición externa agradable, en el que se visualizan dos opciones para el ingreso de información recolectada, siendo estas “Inventarios” y “Ordenes de trabajo”.

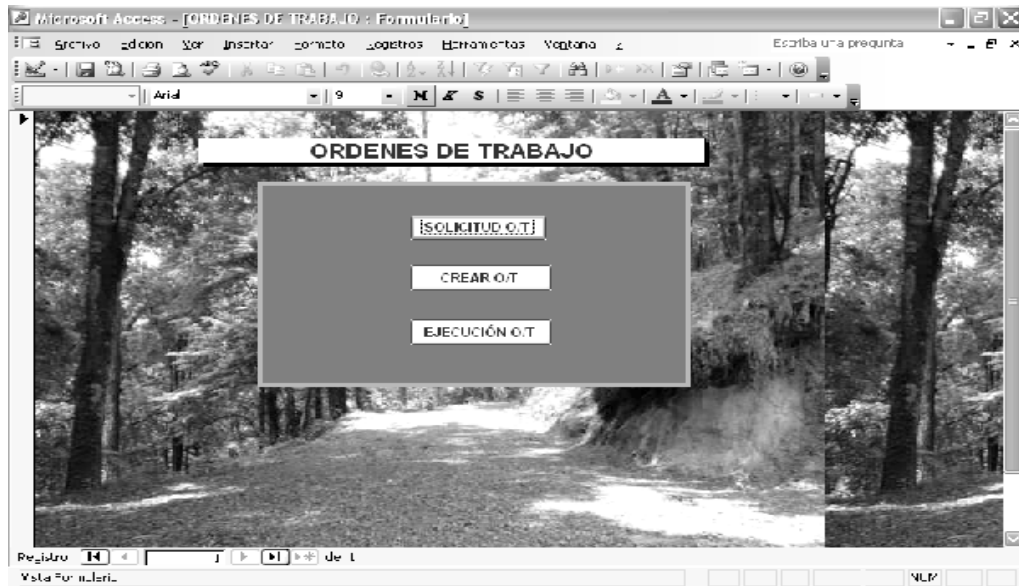
**Figura 15. Modelo de pantalla menú principal de software de gestión de la conservación industrial.**



### 2.2.1.1. Órdenes de trabajo

Es una forma o ficha por el cual se indica a los sectores operativos de mantenimiento ejecutar una tarea. Este formulario aparece después de hacer clic sobre el botón órdenes de trabajo del menú principal. El cual, está dividido en tres aplicaciones secuenciadas que son: solicitud orden de trabajo, crear orden de trabajo y ejecución de orden de trabajo. Al entrar al formulario órdenes de trabajo podrá visualizar la siguiente figura.

Figura 16. Modelo de pantalla órdenes de trabajo.



### 2.2.1.1.1. Solicitud orden de trabajo

Figura 17. Modelo de pantalla solicitud orden de trabajo.



Este formulario consta de siete campos con sus respectivos registros, que a continuación se definen:

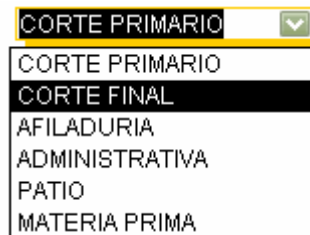
**NÚMERO DE ORDEN:** Primeramente clic en la casilla, seguidamente colocar el número de la orden que se está ingresando.

**HORA DE REPORTE:** Hora en la que se detectó el problema, por ejemplo; si el reporte se dio a las ocho de la mañana se escribe 8.00, si fue en horas de la tarde (tres de la tarde), se escribe 15.00.

**FECHA:** Día, mes y año en el que se solicita la orden de trabajo.

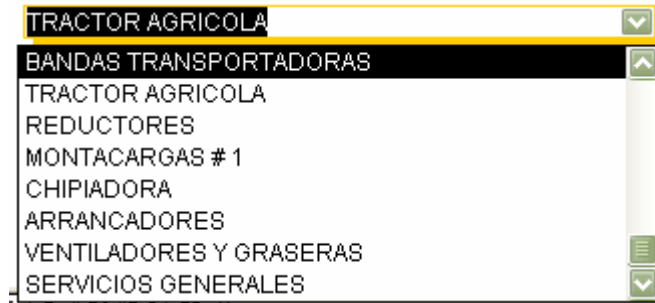
**PERSONA QUE SOLICITA:** Nombre del operador de la máquina o equipo que detectó el problema.

**ÁREA:** Lugar en el que se produjo el problema (área de materia prima, corte primario, corte final etc.). Este se elige, a través de una ventana desplegable como se muestra a continuación.



CORTE PRIMARIO
CORTE PRIMARIO
CORTE FINAL
AFILADURIA
ADMINISTRATIVA
PATIO
MATERIA PRIMA

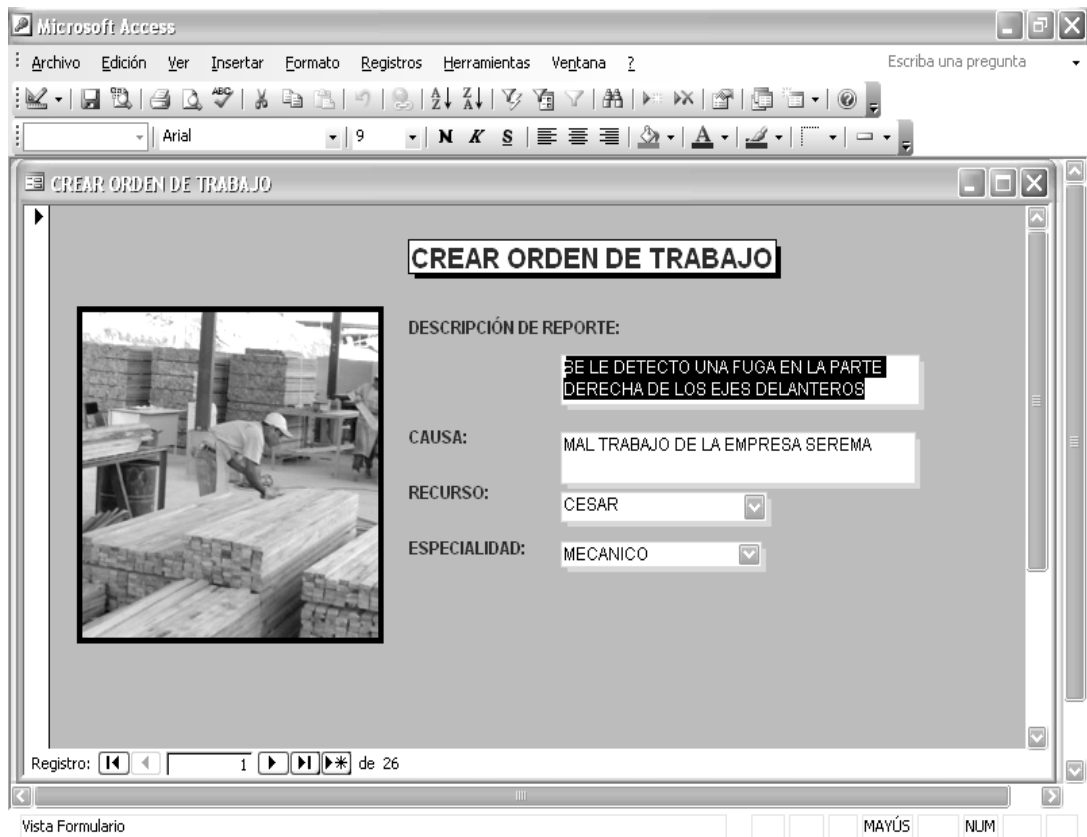
**MÁQUINA/EQUIPO:** Máquina que sufrió falla o desperfecto, se elige desplegando la ventana.



**FALLA:** Señala a través de una casilla de verificación, como se muestra

### 2.2.1.1.2. Crear orden de trabajo

**Figura 18. Modelo de pantalla crear orden de trabajo.**



Formulario formado por cuatro campos y registros, que a continuación se definen:

**DESCRIPCIÓN DEL REPORTE:** Explica los problemas que presentan la maquinaria o equipo que se reporta.

**CAUSA:** Posibles problemas que producen un efecto de mal funcionamiento en la maquinaria o equipo.

**RECURSO:** Nombre de la persona asignada para realizar la reparación o cambio de repuestos correspondiente a la maquinaria o equipo dañado.

Ejemplo:



A screenshot of a web form's dropdown menu. The selected item is 'CESAR'. The dropdown list is open, showing 'CESAR' as the first option and 'JORGE ALVAREZ' as the second option. The dropdown has a yellow border and a green arrow icon on the right side.

**ESPECIALIDAD:** Profesión de la persona asignada para realizar el trabajo de cambio o reparación de la maquinaria o equipo.

### 2.2.1.1.3. Ejecución orden de trabajo

Figura 19. Modelo de pantalla ejecución orden de trabajo.

Microsoft Access

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ? Escriba una pregunta

EJECUCION ORDEN DE TRABAJO

**EJECUCION ORDEN DE TRABAJO**

FECHA FINALIZACION:

HORA INICIO:

HORA FINALIZACION:

TRABAJO EFECTUADO: LLAMAR A SERENA Y SE DECIDIO POR CARGADOR

TIEMPO PARO DE MAQUINA:

TIEMPO MANO DE OBRA:

COSTO:

Registro: 1 de 26

Vista Formulario MAYÚS NUM

El último formulario de las órdenes de trabajo está conformado por siete campos y registros los cuales se definen a continuación.

**FECHA FINALIZACIÓN:** Día, mes y año de culminación del trabajo hecho a la maquinaria o equipo.

**HORA INICIO:** Hora en la que se empiezan a realizar los trabajos para corregir la falla o problema detectado.



**HORA FINALIZACIÓN:** Hora en la que se terminan los trabajos efectuados en la maquinaria o equipo.

**TRABAJO EFECTUADO:** Descripción de las actividades realizadas en donde se detectó el problema, por ejemplo; cambio de cojinetes.

**TIEMPO PARO DE MÁQUINA:** Tiempo en el que la maquinaria o equipo están sin realizar trabajo, este tiempo es calculado automáticamente.

**TIEMPO MANO DE OBRA:** Tiempo que invierte el recurso para realizar el trabajo de reparación o cambio de algún repuesto o componente. Este dato se obtiene al aplicar la siguiente ecuación ver esquema.

### 2.2.1.2. Inventario

En el formulario menú inventario, se presentan dos opciones, el inventario repuestos y suministros y el inventario de máquinas y equipos.

**Figura 20. Modelo de pantalla inventarios**



### **2.2.1.2.1. Inventario repuestos/suministros**

Como se puede ver en la imagen anterior, el inventario de repuestos y suministros está dividido en tres etapas: ingreso de repuestos y suministros, repuestos y salida de repuestos y suministros.

**Figura 21. Modelo de pantalla inventario repuestos/suministros.**



#### **2.2.1.2.1.1. Ingreso de repuestos/suministros**

Este formulario es utilizado para ingresar repuestos y/o suministros cuando la cantidad de los mismos es baja. La forma de ingresar los datos es siguiendo los pasos que muestra la figura 22.

**Figura 22. Modelo de pantalla ingreso de repuestos/suministros.**

The screenshot shows a Microsoft Access window titled 'INGRESO DE REPUESTOS'. The form contains the following fields and values:

Field	Value
ID REPUESTO	<input type="text"/>
FECHA	07/11/2005
CODIGO REPUESTO	ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"
UNIDAD DE MEDIDA	UNIDAD
CANTIDAD	30
COSTO UNIDAD	Q0.00
TOTAL	Q0.00

The form also includes a small image of a worker in a white shirt and a hard hat working with machinery. The status bar at the bottom indicates 'Registro: 1 de 364' and 'Vista Formulario'.

### 2.2.1.2.1.2. Repuestos

Este formulario sirve únicamente para ingresar los nombres de los repuestos y/o suministros que no se encuentren registrados en el inventario general de repuestos.

**Figura 23. Modelo de pantalla repuestos**

The screenshot shows a Microsoft Access window titled 'INVENTARIO REPUESTOS'. The form contains the following fields and values:

Field	Value
CODIGO REPUESTO	<input type="text"/>
DESCRIPCIÓN	ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"
UNIDAD DE MEDIDA:	UNIDAD
MAXIMO:	<input type="text"/>
MINIMO:	<input type="text"/>
PUNTO DE REORDEN:	15

The form also includes a small image of a mechanical part, likely a duct fitting. The status bar at the bottom indicates 'Registro: 1 de 363' and 'Vista Formulario'.

### 2.2.1.2.1.3. Salida de repuestos/suministros

Este formulario sirve para descargar los repuestos y/o suministros, que hayan sido utilizados, en los trabajos de reparación o rehabilitación de las máquinas y equipos.

**Figura 24. Modelo de pantalla salida de repuestos/suministros.**

Microsoft Access - [SALIDA REPUESTOS]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Escriba una pregunta

Arial 9

**SALIDA REPUESTOS**

Id

FECHA 07/11/2005

CODIGO REPUESTO ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"

CANTIDAD 30

Registro: 1 de 363

Vista Formulario MAYÚS NUM

### 2.2.1.2.2. Inventario máquinas

Este formulario es utilizado para almacenar el tipo de maquinaria y equipo existente en la planta, cada una con sus respectivas especificaciones técnicas, asimismo cuenta con una opción para desactivar la maquinaria o equipo que ya no esté en servicio.

Figura 25. Modelo de pantalla inventario máquinas.

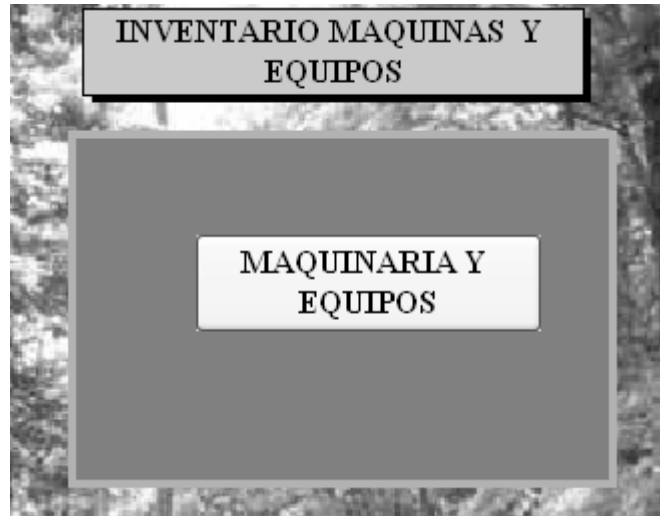


Figura 26. Modelo de pantalla ingreso máquina/equipo.

Microsoft Access

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ? Escribe una pregunta

MAQUINA/EQUIPO

**INGRESO MAQUINA/EQUIPO**

CODIGO MAQUINA/EO:

DESCRIPCIÓN: TRANSPORTADOR INCLINADO ALIMENTACIÓN DE TROZA

MARCA: TOSH  MODELO: T-150

POTENCIA: 5.0 HP  SERIE: Q-854

FECHA DE FABRICACIÓN: 12/05/1995  VOLTAJE: 120V

VELOCIDAD: 1320RPM  DIMENSIONES:

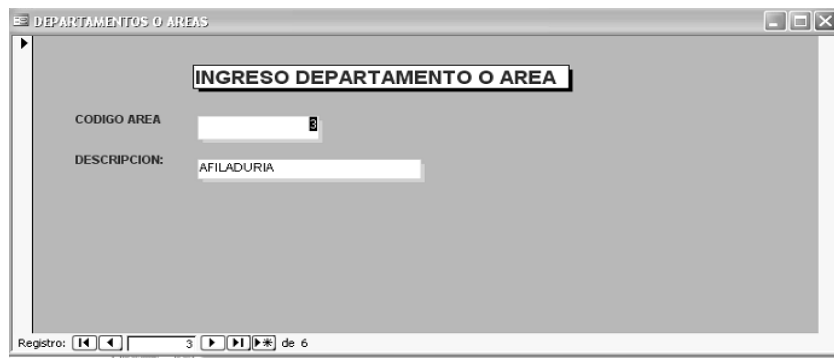
Registro: 1 de 44

Vista Formulario MAYÚS NUM

### 2.2.2. Departamento o área

Este formulario es utilizado únicamente para ingresar el nombre de las áreas en que está dividida la planta, y que en general constituyen centros de costo.

**Figura 27. Modelo de pantalla departamento o área.**

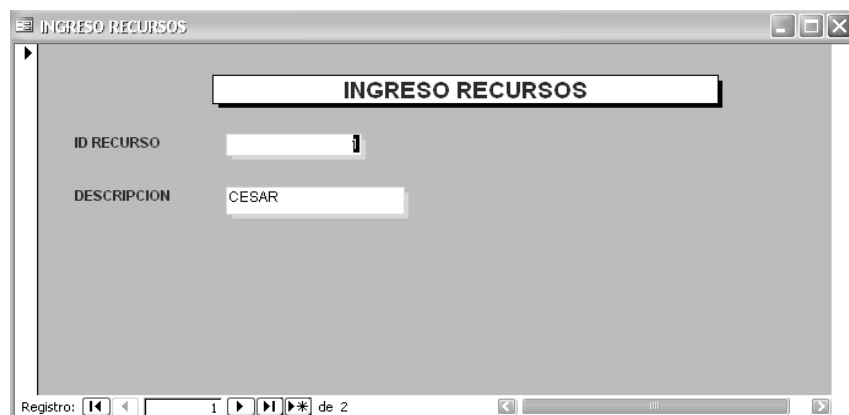


The screenshot shows a software window titled "DEPARTAMENTOS O AREAS". Inside the window, there is a form titled "INGRESO DEPARTAMENTO O AREA". The form contains two input fields: "CODIGO AREA" with a value of "8" and "DESCRIPCION:" with a value of "AFILADURIA". At the bottom of the window, there is a status bar that reads "Registro: 3 de 6".

### 2.2.3. Ingreso de recursos

En este formulario se debe ingresar el nombre y apellido de los mecánicos, electricistas y demás especialistas que conforman el área de mantenimiento.

**Figura 28. Modelo de pantalla ingreso de recursos.**



The screenshot shows a software window titled "INGRESO RECURSOS". Inside the window, there is a form titled "INGRESO RECURSOS". The form contains two input fields: "ID RECURSO" with a value of "1" and "DESCRIPCION" with a value of "CESAR". At the bottom of the window, there is a status bar that reads "Registro: 1 de 2".

## 2.2.4. Ingreso de especialidad

Como su nombre lo indica, en este formulario es donde se ingresa la especialidad de cada persona que conforma el área de mantenimiento ejemplo; electricista, mecánico etc.

**Figura 29. Modelo de pantalla ingreso de especialidad.**

INGRESO ESPECIALIDAD

ID ESPECIALIDAD: 1

DESCRIPCION: MECANICO

Registro: 1 de 1

## 2.2.5. Trabajos externos

Este formulario tiene como finalidad, llevar el control de todos los gastos incurridos en trabajos realizados por empresas particulares, que realicen actividades de conservación por tercerización.

**Figura 30. Modelo de pantalla trabajo externo.**

TRABAJO EXTERNO

CODIGO T.E.: 1

FECHA: 11/11/2005

DESCRIPCION: TORNEAR EJES

CANTIDAD: 2

COSTO: Q150.00

TOTAL: Q300.00

Registro: 1 de 3

Vista Formulario

## **2.3. Creación de informes**

Los informes son los objetos de Microsoft Access que permiten presentar en papel los datos que están almacenados en las tablas o consultas. Aunque es posible imprimir los formularios y las hojas de datos, los informes permiten un mayor control sobre la apariencia final de la presentación de los datos y la posibilidad de presentar subtotales y resúmenes de totales por categorías de información, así como calcular el porcentaje que representa cada categoría sobre el total.

Un informe es la forma de recuperar y presentar la información almacenada en una base de datos en una forma clara y atractiva, aunque no se puede utilizar para modificar la información de la tabla o consulta en la que están basados.

Un informe es un método eficaz de presentar los datos en formato impreso. Dado que tiene el control sobre el tamaño y el aspecto de todo el informe, puede mostrar la información en la manera que desee verla.

### **2.3.1. Informe saldo de repuestos**

Muestra en forma ordenada la descripción y el saldo de repuestos existentes en bodega.



Figura 31. Modelo de pantalla informe saldo de repuestos.

**INGRESO DE REPUESTOS**

**Efiforest**  
Eficiencia Forestal

**INFORME SALDO REPUESTOS**

FECHA por Día:

ID	REPUESTO	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA	INGRESO	SALIDA	SALDO
1	RAJA B-32		07/11/2005	0	1	-1
2	ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 1 1/2"	UNIDAD	07/11/2005	15	0	15
3	ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 3/4"	UNIDAD	07/11/2005	17	0	17
4	ACEITE 15-40	LATA	07/11/2005	1	0	1
5	ACEITE 680	LATA,(SGALE,)	07/11/2005	2	0	2
6	ACEITE CASTROL DE 4 TIEMPOS	LITROS	07/11/2005	2	0	2
7	ACEITE FLUIDO BRAK	LITROS	07/11/2005	1	0	1
8	ACEITE FLUIDO KLUBER CF3 ULTRA	LATA	07/11/2005	1	0	1
9	ACEITE HAVOLINE PARA TRANSMISION AUTOMATICA	LITROS	07/11/2005	1	0	1
10	ACEITE MYSTRAL 15	LATA,(SGALE,)	07/11/2005	2	0	2
11	ACEITE MYSTRAL 40	LATA,(SGALE,)	07/11/2005	2	0	2
12	ACEITE MYSTRAL TEMPERATURA	LATA,(SGALE,)	07/11/2005	1	0	1
13	ACEITE ULTRA CYCLAM	LATA,(SGALE,)	07/11/2005	1	0	1
14	ACEITERA PRESSOL	UNIDAD	07/11/2005	1	0	1

Domingo, 26 de Febrero de 2006 Página 1 de 20

Página:

### 2.3.2. Informe órdenes de trabajo

Este informe o reporte está clasificado en: fecha por mes, por área y por máquina o equipo, la finalidad de este informe es la de llevar un control sobre el número de horas de paro de las máquinas y equipos en cierto periodo de tiempo (mes, semana etc.), así también el costo total por mano de obra.

Figura 32. Modelo de pantalla informe órdenes de trabajo.

ORDENES DE TRABAJO

**Efiforest**  
ESTABLECIMIENTO FORESTAL COMERCIAL

**ORDENES DE TRABAJO**

FECHA por Mes:

CODIGO AREA: CORTE PRIMARIO

CODIGO MAQUINA EQUIPO	CITÁTRITOTIP				
NUMERO DE ORDEN	FECHA	TIEMPO PARO DE MAQUINA	TIEMPO MANO DE OBRA	COSTO	TOTAL
JSD	22/11/2005	01:00		Q0.00	
Requerir por "COSTO MAQUINA EQUIPO" = 41" require de detalles					
TOTAL HORAS/MAQUINA		01:00		COSTO TOTAL POR MAQUINA	

CODIGO MAQUINA EQUIPO	DIES PORTADORA				
NUMERO DE ORDEN	FECHA	TIEMPO PARO DE MAQUINA	TIEMPO MANO DE OBRA	COSTO	TOTAL
JSD	22/11/2005	05:30	5:50	Q0.00	Q0.00
Requerir por "COSTO MAQUINA EQUIPO" = 73" require de detalles					
TOTAL HORAS/MAQUINA		05:30		COSTO TOTAL POR MAQUINA Q0.00	

CODIGO MAQUINA EQUIPO	BARDAS TRANSPORTADORAS				
NUMERO DE ORDEN	FECHA	TIEMPO PARO DE MAQUINA	TIEMPO MANO DE OBRA	COSTO	TOTAL
JSD	22/11/2005			Q0.00	
Requerir por "COSTO MAQUINA EQUIPO" = 28" require de detalles					
TOTAL HORAS/MAQUINA				COSTO TOTAL POR MAQUINA	

Domingo, 26 de Febrero de 2006 Página 1 de 12

Página:

### 2.3.3. Informe requisición repuestos

Con este informe se puede llegar a determinar la cantidad de repuestos y suministros utilizados en cierto periodo de tiempo (semana, mes, trimestre etc.). Por trabajos de reparación ejecutados en la planta.

Figura 33. Modelo de pantalla informe requisición repuestos.

REQUISICION DE REPUESTOS INTERNO

**Eforest**  
SISTEMAS FARMACIALES

**REQUISICION DE REPUESTOS -INTERNO**

COD REPUESTO: **ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"**

FECHA por Mes: **Noviembre 2005**

ID	FECHA	REPUESTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD PEDIDA	CANTIDAD ENTREGADA
1	21/11/2005	ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"	CANTIDAD	5	3
3	28/11/2005	ABRAZADERA DUCTA DE 1/2"	CANTIDAD	4	4
				<b>SUMA POR REPUESTO CANTIDAD ENTREGADA</b>	<b>7</b>

Verificar por FECHA = 20/11/2005 (1 registro de detalle)

COD REPUESTO: **ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 1/2"**

FECHA por Mes: **Noviembre 2005**

ID	FECHA	REPUESTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD PEDIDA	CANTIDAD ENTREGADA
2	22/11/2005	ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 1/2"	CANTIDAD	10	4
				<b>SUMA POR REPUESTO CANTIDAD ENTREGADA</b>	<b>6</b>

Verificar por FECHA = 20/11/2005 (1 registro de detalle)

Domingo, 26 de Febrero de 2006 Página 1 de 1

Página: 1

### 2.3.4. Informe punto de reorden

Este informe nos mostrará, cuándo la cantidad de repuestos y suministros esta por debajo o igual a la cantidad mínima, y es necesario adquirir más.

**Figura 34. Modelo de pantalla informe punto de reorden.**

The screenshot shows a window titled "PUNTO DE REORDEN NUEVO" with the Efiforest logo. A date selector is set to "Noviembre 2005". Below is a table with the following data:

ID	REPU ESTO	UNIDAD DE MEDIDA	INGRESO	SALIDA	SAL DO	PUNTO DE REORDEN
2	ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 1/2"	UNIDAD	15	0	15	
3	ABRAZADERA DUCTA DE PARED DE 3/4"	UNIDAD	12	0	12	
4	ACEITE 15-40	LATA	1	0	1	
5	ACEITE 680	LATA (50ALS)	2	0	2	
6	ACEITE CASTROL DE 2 TIEMPOS	LITROS	2	0	2	
7	ACEITE FLUIDO BRAK	LITROS	1	0	1	
8	ACEITE FLUIDO KLUBER CF3 ULTRA	LATA	1	0	1	
9	ACEITE HAVOLINE PARA TRANSMISION AUTOMATICA	LITROS	1	0	1	
10	ACEITE MYSTRAL 15	LATA (50ALS)	2	0	2	5
11	ACEITE MYSTRAL 460	LATA (50ALS)	2	0	2	


At the bottom of the window, it displays "Domingo, 26 de Febrero de 2006" and "Página 1 de 27". A page navigation bar at the very bottom shows "Página: 1" with navigation buttons.

### 2.3.5. Informe trabajo externo

Este informe nos proporcionará los gastos totales incurridos en los trabajos realizados por empresas particulares en un periodo de tiempo (mes, semana etc.).

Figura 35. Modelo de pantalla informe trabajo externo.

TRABAJO EXTERNO
-



**INFORME TRABAJO EXTERNO**

---

FECHA por Mes Noviembre 2005

CODIGO T/E	FECHA	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	11/01/2005	CORREAR EYES	2	Q150.00	Q300.00
2	15/01/2005	AFILAR CUCHILLAS	3	Q280.00	Q840.00
<small>Suma por FECHA = 15/11/2005 (2 registros de sites)</small> Suma					Q850.00

FECHA por Mes Diciembre 2005

CODIGO T/E	FECHA	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
3	10/12/2005	SOLDAR RODOS	4	Q25.00	Q100.00
<small>Suma por FECHA = 10/12/2005 (1 registro de detalle)</small> Suma					Q100.00
<b>Suma total</b>					<b>Q750.00</b>

---

Domingo, 26 de Febrero de 2006
Página 1 de 1

Página: 1

## CONCLUSIONES

1. Independientemente de que esté utilizando una base de datos de Microsoft Access o un proyecto. Existe un factor común, este depende de un buen diseño de la base de datos.
  - a) El diseño conceptual que describe el contenido de información de la base de datos y no las estructuras de almacenamiento que se necesitarán para manejar esta información y,
  - b) el diseño lógico, que depende del modelo conceptual para poder hacer la estructura, de modelos de relación.

Es decir, el diseño es la “pieza clave” para crear una base de datos que realice las operaciones en forma efectiva, precisa y eficaz.

2. Esencialmente, la implementación del software de gestión de la conservación industrial para EfiForest, cuenta, con un procedimiento de recopilación de datos a través de fichas de órdenes de trabajo, de manera que permita, fácilmente, digitar la información recopilada y, por último, la presentación de informes correspondientes pudiendo éste ser determinado en periodos de tiempo -mensual, semestral y/o anual.
3. Es de incidencia significativa sobre la productividad, la capacitación del personal involucrado en el uso de tecnología, para poder, así, hacer uso del software, ya que, nuestro éxito o fracaso depende de la recopilación, procesamiento y análisis de la información.



## RECOMENDACIONES

1. Se aconseja al jefe de mantenimiento, implementar proyectos que involucren procesos de gestión, con métodos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando, así, la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la excelencia gerencial y empresarial.
2. Al ejecutar un proyecto de gestión de conservación industrial, se sugiere una aplicación de bases de datos, como mejor alternativa en lugar de utilizar, hojas de cálculo que es lo más usual. La razón es, que resulta más eficiente, por lo que se sugiere como herramienta para determinar los costos de producción, y mantener los inventarios actualizados.
3. Desarrollar e implementar “indicadores de gestión”. Tal vez se vea, para algunos, algo poco importante, para otros totalmente interesantes. Lo cierto es que es, absolutamente, necesario hacerlo porque lo que no se mide, no se mejora.
4. Invertir tiempo en la capacitación de: los supervisores de cada área, acerca del procedimiento que deben seguir para solicitar una orden de trabajo, al mecánico acerca de cómo operar las órdenes de trabajo y al encargado de bodega respecto de cómo operar la base de datos relacionada al inventario.





## BIBLIOGRAFÍA

1. **ENRIQUE DOUNCE**, "Productividad de la Conservación Industrial". Editorial Grupo GEO impresores, S.A. de C.V. México. D.F.
2. **PÉREZ JARAMILLO, CARLOS MARIO**. "Los Indicadores de Gestión". Artículo. <http://www.tablero-decomando.com>
3. **CIFUENTES MEDINA, EDILIBERTO**. "la aventura de investigar, el plan y la tesis". Guatemala: Magna Terra, 2003. 214 p.
4. **TAVARES, LOURIVAL**. "Administración Moderna de Mantenimiento", Casa de calidad Editorial Ltda.- 2da Edición 1977.