	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(64)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL, MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA MECÁNICA
DIRECTOR	EDWIN ESPINEL BLANCO
TÍTULO DE LA TESIS	DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO APLICABLE A LAS PYMES EN COLOMBIA

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

ESTE TRABAJO TIENE COMO OBJETIVO DISEÑAR UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO QUE SEA APLICABLE A LAS PYMES (PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS) EN COLOMBIA; YA QUE LA MAYORÍA DE ESTAS NO CUENTAN CON UN GMAO (GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR), ES POR ESTO QUE SE DESARROLLA ESTA HERRAMIENTA QUE PERMITE DE MANERA PRÁCTICA Y SENCILLA REALIZAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO, AYUDANDO ASÍ AL DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE ESTAS EMPRESAS.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 64	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 2
-------------	---------	----------------	-----------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
APLICABLE A LAS PYMES EN COLOMBIA**

**MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA
MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
OCAÑA
2015**

**DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
APLICABLE A LAS PYMES EN COLOMBIA**

**MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA
MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director:
EDWIN EDGARDO ESPINEL BLANCO
Magister en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
OCAÑA
2015**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Jesús Alberto Posada Navarro y Miriam Carrascal Arévalo, que a pesar de nuestra distancia física, siento que están conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ustedes como lo es para mí.

A mi padrino Holger Martínez Arévalo, a quien quiero como un padre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis tías Ilva, Fabiola, Leddy, Fanny, Torcoroma, Carmenza, a mis tíos Wilson, David y Jaime (QEPD), en quienes he encontrado un apoyo incondicional.

A mi novia Yised Alvarez, quien ha estado a mi lado en aquellos momentos buenos y malos.

A todos mis hermanos, primos y familiares, quienes me han apoyado en cada aventura que emprendo.

A todos mis amigos, quienes nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Finalmente a todos mis profesores, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de este trabajo, Especialmente al Magister en Ingeniería Edwin Espinel Blanco, director de este proyecto.

Para ellos es esta dedicatoria, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mis padres porque el en tiempo que Dios me permitió tenerlos a mi lado me instruyeron y enseñaron el verdadero significado de la vida, gracias a ellos por ser el motivo de mi inspiración.

De igual manera mi más sincero agradecimiento a toda mi familia, a mi padrino Holger Martínez (PAPÁ), a mis tíos, a mi querida novia, hermanos, primos, y demás familiares los cuales han sido la razón para enfrentar todas las adversidades que se cruzan en mi camino.

A mi gran amigo Mario Alberto, por ser la persona con la cual tuve el placer de realizar este proyecto, gracias a él por enseñarme que no hay que desmayar, al contrario ser más resistentes.

Agradezco a nuestro director de proyecto. M.I. Edwin Espinel Blanco, en quien encontramos un apoyo incondicional.

Finalmente infinitas gracias a nuestros profesores, los cuales nos enseñaron y esperaron de nosotros resultados que se ven reflejados con la realización de este proyecto, a nuestra querida alma mater, la cual no solo nos formó como profesionales, sino que nos hizo como personas.

MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres, a mi hermano, a mi sobrino y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, Olger Pérez Gallardo y Lucila Peñaranda Reyes quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi hermano Olger Hernando Pérez Peñaranda además de ser mi hermano es mi mejor amigo contando con él en todo momento y a mi sobrino Emiliano Pérez Quintero alegrándome con sus locuras, el cual me inspira a seguir luchando.

Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con todas mis fuerzas.

MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA

En primer lugar agradezco a DIOS por darme paciencia y tanta sabiduría en todo momento.

Este proyecto es el resultado del esfuerzo de mi compañero, amigo Miguel Roberto Posada Carrascal, de Samir Sánchez Garnica "SASAGA", y Yorman Carrascal, también agradezco a nuestro director de tesis, Msc Edwin Espinel, y todos los que hicimos posible este trabajo ya que en este tiempo se puso a prueba nuestras capacidades y conocimientos en el desarrollo de este proyecto el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1.DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO APLICABLE A LAS PYMES EN COLOMBIA.....	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	20
1.4 OBJETIVOS.....	20
1.4.1 General.....	20
1.4.2 Específicos.....	20
1.5 DELIMITACIÓN.....	21
1.5.1 Geográfica.....	21
1.5.2 Conceptual.....	21
1.5.3 Temporal.....	21
1.5.4 Operativa.....	21
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	22
2.1.1 Antecedentes históricos a nivel mundial.....	22
2.1.2 Antecedentes históricos a nivel nacional.....	22
2.1.3 Antecedentes históricos a nivel local.....	22
2.2 MARCO CONCEPTUAL	23
2.3 MARCO LEGAL	26
2.3.1 Constitución política de Colombia. Artículo 71	26
2.3.2 Constitución política de Colombia. Artículo 61	26
2.3.3 Ley 23 de 1982. Sobre los derechos de Autor.....	26
2.3.4 Ley 565 de 2000	27
2.3.5 Decreto 1360 de 1989	27
2.3.6 Ley 1273 de 2009. Delitos informáticos	27
2.3.7 Universidad Francisco de Paula Santander. Acuerdo 065 de 1996.....	27
2.3.8 Normatividad Técnica Colombiana.....	28

3.DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2 FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2.1 Fase I. Revisión Bibliográfica	29
3.2.2 Fase II. Desarrollo del sistema	29
3.2.3 Fase III. Realización de pruebas y entrega de documentos	29
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.3.1 Gestión del mantenimiento.....	32
3.3.2 Costo del Mantenimiento.....	36
3.3.3 Comparación de resultados encuestas 1990-2006-2008.....	37
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	38
4.1 IDENTIFICAR LAS GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE SE UTILIZAN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	38
4.1.1 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)	38
4.2 DESCRIBIR LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN GMAO	42
4.2.1 Requisitos funcionales de la aplicación.	42
4.2.1 Módulos imprescindibles en un sistema de GMAO.....	42
4.3 DESARROLLAR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	45
4.3.1 Definición de la estructura general del aplicativo.....	45
4.3.2 Elección de la plataforma de software a utilizar	46
4.3.3 Prueba de desempeño del software.....	55
4.3.4 Selección del Nombre y Logo de la aplicación.....	55
4.3.5 Resultados.	56
5. CONCLUSIONES.....	57
6. RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	60
ANEXOS.....	62

LISTA DE GRÁFICAS.

Grafica 1. Cargo del encuestado.	30
Grafica 2. Tamaño de la Empresa.	31
Grafica 3. Tipo de Empresa.	31
Grafica 4. Edad de la Maquinaria y Equipos.	32
Grafica 5. Edad de la maquinaria y equipos por tipo de empresa.	32
Grafica 6. Evolución de la tecnología en los procesos productivos.	33
Grafica 7. Tipo de Software utilizado.	33
Grafica 8. Tipo de Mantenimiento en la empresa.	34
Grafica 9. Tipo de mantenimiento según tamaño de la empresa.	34
Grafica 10. Quien ejecuta el mantenimiento en la empresa.	35
Grafica 11. Lo que más valora la empresa en la gestión de mantenimiento.	35
Grafica 12. Factores que más impactan la gestión de mantenimiento.	36
Grafica 13. Porcentaje promedio del presupuesto dedicado a mantenimiento por tamaño de empresa.	36
Grafica 14. GESTIÓN. Lo que más valora la Dirección de la empresa.	37
Grafica 15. Módulos Imprescindibles en un Sistema de Gmao.	42

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1: Creación de base de datos BDmecanica.sql	48
Figura 2: Creación del origen de datos JDBCMAPO y vinculación a la base de datos	48
Figura 3: Formato Inventario de Repuestos.....	49
Figura 4: Formato Consulta de Producto.	49
Figura 5: Formato Agregar Proveedor.....	50
Figura 6: Formato Agregar Equipo.....	50
Figura 7: Formato Inventario- Máximos y Mínimos.....	51
Figura 8: Formato Modificar Información.....	51
Figura 9: Menú principal de software MAPO V1.0.0	52
Figura 10: Consultar Orden de Trabajo	53
Figura 11: Catálogo de Equipos.....	54
Figura 12: Catálogo de Productos.....	54
Figura 13: Logotipo de software MAPO (Desarrollado en Corel Draw X6).....	55
Figura 14: Fondo ventana principal Software MAPO	56

LISTA DE ANEXOS.

Anexo A. Manual de básico usuario	63
Anexo B. SOFTWARE MAPO	64

INTRODUCCIÓN

El departamento de Mantenimiento de cualquier tipo de empresa maneja grandes volúmenes de información, por esta razón es de vital importancia la clase de sistema que se empleará para la recopilación de datos veraces del estado de los equipos que permita gestionar el mantenimiento desde un punto de vista objetivo, prediciendo posibles fallas y llevando un control interno de los movimientos de almacén, empleados y órdenes de trabajo (OT).

Actualmente para manejar estos procesos se recurre a software o sistemas informáticos, que facilitan los cálculos y coordinan de manera definida los datos necesarios para monitorear el buen funcionamiento de la organización interna; manejo del área operacional y administrativa de una empresa.

La importancia y beneficios de aplicar y administrar un buen mantenimiento u otras estrategias más elaboradas es un tema que no se discute ni se pone en duda en el mundo actual. Sin embargo, a nivel de PYMES en Colombia, se sigue presentando una baja tendencia a invertir en el mantenimiento, con una poca receptiva respuesta de adaptarse a una industria globalizada y creciente. Esta información está respaldada por estudios desarrollados por la Asociación Colombiana de Ingenieros Eléctricos y Mecánicos (ACIEM), entre los años de 1996, 2006 y 2008. Los problemas asociados a la falta de manejo de información de mantenimiento de las PYMES en Colombia, incita a que se desarrolle sistemas de información que sean de fácil acceso para aquellas empresas que no cuentan con un gran capital de inversión, pero que si manejan grandes volúmenes de información que necesitan ser controlados.

Actualmente existen numerosos software de mantenimiento, tales como (MP Software, Renovefree, GYM, Linx, MAXIMO, etc...) los cuales cuentan con gran cantidad de aplicativos diseñados para grandes empresas, convirtiéndolos en herramientas de datos robustas, de difícil manejo y elevados costos de adquisición, lo que provoca que empresas en categoría PYMES no logren adquirirlos.

El proyecto que se desarrolla consiste en el diseño de un software para la gestión del mantenimiento, pensado principalmente para PYMES. El software de mantenimiento asistido por ordenador (MAPO) se basa en datos de mantenimiento que son de gran importancia en cualquier área de la industria donde se encuentra inmersa la empresa. MAPO, se encuentra desarrollado como un sistema aplicable de escritorio, y codificado en un lenguaje de programación multiplataforma JAVA, que permite adaptarse a cualquier Sistema Operacional que cuente con una máquina virtual JVM con el fin de no hacer tan limitada su aplicación; este a su vez viene acompañado de un motor de almacenamiento de base de información llamado MYSQL, el cual permite guardar y realizar operaciones con los datos almacenados.

El desarrollo de MAPO se presenta en este estudio, donde además se muestra la forma de utilización de la herramienta, los parámetros de mantenimiento que se utilizaron para su creación y se muestra además el manual de usuario para hacer un uso adecuado del programa.

1. DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO APLICABLE A LAS PYMES EN COLOMBIA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la década de los setenta inicia la tercera generación del mantenimiento, donde se establecen conceptos como fiabilidad, RCM (Mantenimiento Basado en Confiabilidad), TPM (Mantenimiento Productivo Total), GMAC (Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora) o por sus siglas en inglés CMMS (*Computerised Management Maintenance System*), entre otras. Las cuales fueron filosofías completamente nuevas, con un planteamiento diferente que las ha hecho perdurar en el tiempo sin que cambien su esencia, complementándose la una con la otra y desarrollándose simultáneamente. Para el periodo comprendido entre 1990 y principios del 2000, el mantenimiento da un gran salto hacia la denominada cuarta generación; en la que el objetivo consiste en la competitividad en búsqueda de un método de trabajo eficaz y eficiente, abriendo así camino a la generación actual, trayendo consigo un nuevo termino conocido como TEROTECNOLOGIA (especie de ciencia aplicada para la medición de los valores de funcionamiento de los activos físicos), el cual incorpora a los sistemas de mantenimiento industrial un estudio y gestión de un activo, desde el principio hasta el final del mismo.

Dado los pocos recursos económicos, a la falta de entrega y conocimiento de algunas de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Colombia con respecto al manejo efectivo de un activo, ocasiona que éstas no cuenten con sistemas de información computarizados que les permitan tener un manejo y control eficaz de los datos asociados al mantenimiento de un activo en cualquier empresa.

No contar con sistemas de información computarizados en una empresa provoca que el análisis de los datos de un activo se torne tedioso, esto dado que el manejo se hace de forma manual ocasionando pérdidas de tiempo que podría ser empleado en otras labores. Además, el manejo manual induce a que la pérdida de cualquier documento no pueda ser recuperado sino cuenta con alguna copia, lo que provoca que las bases de datos sean mucho más abultadas de lo que ya eran, y una base de datos abultada es de difícil acceso para cualquier persona que necesite valorar o revisar un documento asociada a una situación de mantenimiento.

Un sistema de información computarizado de fácil acceso debe ser tendencia en las PYMES en Colombia si se quiere obtener un resultado acertado al momento de ejecutar cualquier acción de mantenimiento sobre un activo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles deben ser las pautas al momento de diseñar un software para la gestión del mantenimiento aplicable a las PYMES en Colombia?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La importancia de esta investigación radica en la oportunidad que se le otorga a aquellas PYMES en Colombia para realizar sus actividades de manera más eficiente, cumpliendo con la normativa, alcanzando sus objetivos, y siendo un importante apoyo para aumentar el nivel de calidad de los procesos productivos de la empresa.

Adicionalmente por medio de esta investigación se permite desarrollar un software para la gestión de mantenimiento, con un enfoque estructurado, que permita mirar al mantenimiento como un sistema de apoyo, con el fin que la empresa cumpla con los requisitos mínimos necesarios para optimizar el procesos de mantenimiento y de esta manera poder garantizar la confiabilidad operacional, al mismo tiempo, apoyar el proceso productivo y así proporcionar un rendimiento óptimo que contribuya a obtener la certificación de la Norma ISO 9001:2008 del sistema de gestión de calidad.

Las empresas necesitan estar constantemente mejorando para poder ser competitivas ya sea a nivel nacional e internacional, y un sistema de información es un mecanismo que les permite a las empresas ir evolucionando y mejorando cada día en búsqueda de la excelencia laboral, asegurando un futuro rentable y prometedor.

El software para la gestión del mantenimiento que se diseñará permitirá a las empresas que lo adquieran obtener una mayor rapidez en el manejo de la información, la revisión de los datos de mantenimiento en el momento oportuno, el almacenamiento de información con mayor rapidez, mayor cantidad de documentos y facilidad en el manejo del software, lo que es fundamental para que las acciones de mantenimiento sean ejecutadas de forma oportuna de acuerdo a cronogramas previamente establecidos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General. Diseñar un sistema de información computacional para la gestión de mantenimiento aplicable a las PYMES en Colombia.

1.4.2 Específicos. Identificar las generalidades sobre los sistemas de información que se utilizan para la gestión del mantenimiento.

Describir la estructura y funcionamiento de un sistema de información computacional para la gestión del mantenimiento.

Desarrollar el sistema de información computacional para la gestión del mantenimiento.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Geográfica. La investigación se realizará en las instalaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.2 Conceptual. Este proyecto estará delimitado por los conocimientos que se adquirieron en el transcurso de la carrera y en especial en la asignatura de mantenimiento industrial.

1.5.3 Temporal. El presente proyecto investigativo tendrá una duración de 16 semanas a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto.

1.5.4 Operativa. El proyecto se desarrollará con base en los parámetros del presente documento y con la asesoría del director del mismo y las personas que se necesiten como asesores en el transcurso de la investigación, logrando así el objetivo del proyecto.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2.1.1 Antecedentes históricos a nivel mundial. En lo que concierne al desarrollo de software aplicable para la gestión del mantenimiento es determinante conocer los aportes que se han realizado en distintos países y los contrastes encontrados de un software con respecto a otro.

Algunos de los principales software que existen a nivel mundial son: GMAO Prisma3, creado por Sistemplant una empresa multinacional con sedes en México, Brasil, España, china, Italia entre otros países, que tiene como misión ayudar activamente a prosperar a sus clientes utilizando técnicas innovadoras de organización y las más avanzadas tecnologías de información y/o fabricación.

España uno de los principales países líderes en la gestión de mantenimiento ha desarrollado diferentes tipos de softwares como Renovefree, PMX-PRO, PGMWin, Ingrid, MAGMA, entre otros; todos ellos diseñados con el propósito de brindar soporte en la tarea de gestionar el mantenimiento de planta y enfocados hacia las pequeñas, medianas y grandes empresas. En Holanda se desarrolló el software GIM, el cual integra en su totalidad las actividades de los departamentos de organización de activos, mantenimiento planificado y no planificado, gestión de incidencias, de múltiples almacenes, recursos humanos, etc.

Por su parte México ha desarrollado uno de los sistemas de información computacional más conocido, llamado MP Software el cual tiene como objetivo principal ayudar a administrar la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada.

2.1.2 Antecedentes históricos a nivel nacional. “En Colombia en el año 2008 se desarrolló un software llamado MANPREV 1.0.0, para los sectores de micro y pequeñas empresas colombianas, el cual fue realizado por los ingenieros GUILLERMO CARVAJAL, ALEXANDER RÍOS GAVIRIA Y CARLOS MONTILLA, pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP)”¹

2.1.3 Antecedentes históricos a nivel local. Actualmente en la ciudad de Ocaña, no se han desarrollado software orientados a la gestión del mantenimiento.

¹ CARVAJAL, Guillermo. RÍOS, Alexander. MONTILLA, Carlos. Desarrollo de un software para mantenimiento preventivo, aplicable a los sectores de micro y pequeñas empresas colombianas. [en línea]. No. 40 (2008). Disponible en: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4741112>> [citado en 15 de enero 2015]

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Administración de usuarios y seguridad: Debe permitir la configuración de n usuarios, con diferentes perfiles (operario, supervisor, programador, jefe), y para cada uno de ellos debe manejar niveles de seguridad (usuario, contraseña, solo consultas, consulta y modificación, etc.).

Apache: Apache es un servidor web HTTP de código abierto para plataformas Unix-like (BSD, GNU/Linux, etc.), Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1 y la noción de sitio virtual. En sus inicios se basaba en el código de NCSA HTTPd 1.3, pero más tarde fue reescrito por completo. Actualmente **es el servidor web más usado en todo el mundo**, superando en 2009 los 100 millones de sitios web, el 70% del total. Está desarrollado y mantenido por una comunidad de usuarios en torno a la Apache Software Foundation.²

Base de Datos. Es un conjunto de información electrónica organizada de forma que un programa puede seleccionar rápidamente los datos que necesite.

Conectividad: Posibilidad de acceder a los datos almacenados, mediante parámetros de búsqueda con facilidades precisas; esto se logra regularmente con desarrollos en entornos de bases de datos relacionales con estándar SQL

Catalogo: Lista en la que se registran, describen y ordenan, siguiendo determinadas normas, personas, cosas o sucesos que tienen algún punto en común.³

Ficha Técnica: Es un documento en el cual se identifica, ubica y describe un equipo completamente; esta información es útil para las actividades del mantenimiento.

Flexibilidad: Debe ajustarse a volúmenes de información y procesos propios de micro y pequeñas empresas, pero debe ser tal que permita sistematizar la información de procesos productivos diversos (textil, metalmeccánica, procesos químicos, etc.).

Hoja de vida: Es un documentado en el cual está toda la recopilación histórica de los trabajos de mantenimiento realizados a las máquinas.

Inventario: Lista ordenada de todos los bienes que tiene una persona y/o empresa.

JAVA: Es un lenguaje de programación, es una tecnología que se usa para el desarrollo de aplicaciones que convierten a la Web en un elemento más interesante y útil. Java no es lo

² HOSTNAME. ¿Qué es Apache y para que sirve?. [Online]. Disponible en: <<http://clientes.hostname.cl/knowledgebase.php?action=displayarticle&id=35>>,[citado 15/12/2014]

³ THE FREE DICTIONARY, By farlex. Catálogo. [online]. 2007 Disponible en: <<http://es.thefreedictionary.com/cat%C3%A1logo>>,[citado 01/01/2015]

mismo que javascript, que se trata de una tecnología sencilla que se usa para crear páginas web y solamente se ejecuta en el explorador.⁴

Mantenimiento: El mantenimiento es un conjunto de técnicas que sirven para conservar equipos e instalaciones que están en funcionamiento; logrando así un máximo rendimiento y un mayor tiempo de servicio.

Mantenimiento Correctivo: Conjunto de técnicas de reparación y cambio de elementos deteriorados, que se ejecuta cuando aparece el fallo.

Mantenimiento Preventivo: Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de forma planificada con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas con el fin de descubrir posibles fallos.

Modularidad: aunque es una característica que es más de interés para el programador, también se hace manifiesta al usuario, en la manera como quedan distribuidas las aplicaciones en el menú principal.

Multiperíodo y multi-ejercicio: Puesto que se trata ante todo de microempresas, el aplicativo no está concebido para trabajar en la estructura *Cliente-servidor*, por lo tanto no es multi-ejercicio, pero sí es multiperíodo, en el sentido de que permite almacenar y consultar informaciones de diferentes períodos de tiempo.

MySQL: MySQL es el servidor de bases de datos relacionales más popular, desarrollado y proporcionado por MySQL AB. MySQL AB es una empresa cuyo negocio consiste en proporcionar servicios en torno al servidor de bases de datos MySQL.⁵

Normas ISO: La ISO (*International Standardization Organization*) es la entidad internacional encargada de favorecer normas de fabricación, comercio y comunicación en todo el mundo.⁶

Órdenes de trabajo: Es un documento en el que el jefe de mantenimiento comunica al operario o al técnico de mantenimiento sobre las tareas que debe realizar.

Los aplicativos de software deben cumplir con unos parámetros generales entre los cuales figuran Portabilidad, Accesibilidad, Conectividad, Modularidad, Flexibilidad, Disponibilidad de utilidades, Actualizable, Seguridad y confidencialidad, Administración de usuarios, conectividad, Multiperíodo, Multiejercicio.

⁴ORACLE CORPORATION. ¿Que es Java? [online]. Disponible en: <https://www.java.com/es/download/whatis_java.jsp>, [citado 01/01/2015]

⁵INFORMATICA. ¿Qué es MySQL? [online]. Disponible en: <<http://indira-informatica.blogspot.com/2007/09/qu-es-mysql.html>>, [citado 01/11/2014]

⁶ ISO. We're ISO, the International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards. . [online]. Disponible en <http://www.iso.org/iso/home.html> , [citado 09/01/2015.]

Portabilidad: Es decir baja dependencia del software de plataforma en el cual haya sido creado.

Pymes en Colombia: En Colombia el sector empresarial está clasificado en micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, esta clasificación se encuentra reglamentada en la **Ley 590 de 2000** y sus modificaciones (**Ley 905 de 2004**), conocida como la **Ley Mypimes**.

El término Pyme hace referencia al grupo de empresas pequeñas y medianas con activos totales superiores a 500 SMMLV y hasta 30.000 SMMLV.⁷

Sistema de Información: Es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con un fin común; que permite que la información esté disponible para satisfacer las necesidades en una organización. Estos componentes pueden ser personas, datos, actividades o recursos materiales en general, los cuales procesan la información y la distribuyen de manera adecuada, buscando satisfacer las necesidades de la organización.⁸

Software: Es un conjunto de instrucciones detalladas que controlan la operación de un sistema computacional. El **Software** Es un ingrediente indispensable para el funcionamiento del computador. Está formado por una serie de instrucciones y datos, que permiten aprovechar todos los recursos que el computador tiene, de manera que pueda resolver gran cantidad de problemas. Un computador en sí, es sólo un conglomerado de componentes electrónicos; el software le da vida al computador, haciendo que sus componentes funcionen de forma ordenada.⁹

Terotecología: Es un nuevo concepto incorporado a los sistemas de mantenimiento industrial en los últimos años.

Proveniente del griego –tero-tecno-logos- implica el estudio y gestión de la vida de un activo, desde el principio hasta el final del mismo e implicando la gestión económica de los activos. Este concepto se puede aplicar a los productos en general, puesto que los productos finales de una empresa pueden ser, a veces, los activos de otra.

Terotecología implica en sistemas de mantenimiento industrial una combinación de la gestión, finanzas, ingeniería, y otras prácticas aplicadas a los activos físicos, tales como instalaciones, maquinaria, equipos, edificios y estructuras en la búsqueda de los costos económicos del ciclo de vida.¹⁰

⁷ BANCOLDEX. ¿Qué es Pyme? [online]. 2013. Disponible en: <<http://www.bancoldex.com/Sobre-pymes/Que-es-Pyme.aspx>> , [citado 15/01/2015]

⁸ DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN [online] .2008-2015.Disponible en. <<http://definicion.de/sistema-de-informacion/#ixzz3UwTJGM2E>> , [citado 14/01/2015]

⁹ GALEON, Hispavista. CONCEPTO DE SOFTWARE. [online]. 2013. Disponible en: <<http://fraba.galeon.com/software.htm>>, [citado 07/01/2015]

¹⁰ TOP SEAL IBERICA, S.L. BLOG MANTENIMIENTO INDUSTRIAL [online]. Disponible en: <<http://www.topseal.es/que-es-la-terotecologia-en-mantenimiento-industrial/>>, [citado 08/01/2015]

TIC: En Colombia las TIC son el Sistema de información Integral con los datos, variables e indicadores relevantes, sobre el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que facilita la fijación de metas, estrategias, programas y proyectos para su desarrollo.¹¹

Utilidades: Debe tener las suficientes ayudas para que un usuario con formación e información básica pueda explotar los recursos del aplicativo.

Xamp: Es una distribución de Apache completamente gratuita y fácil de instalar que contiene MySQL, PHP y Perl. El paquete de instalación de XAMPP ha sido diseñado para ser increíblemente fácil de instalar y usar.

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 Constitución política de Colombia. Artículo 71. La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fenómeno a las ciencias y, en general, a la cultura. El Estado creará incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales y ofrecerá estímulos especiales a personas e instituciones que ejerzan estas actividades¹²

2.3.2 Constitución política de Colombia. Artículo 61. El Estado protegerá la propiedad intelectual por el tiempo y mediante las formalidades que establezca la ley.

El concepto de “propiedad intelectual”, acogido por el artículo 61 de la Constitución Política, en concordancia con el artículo 2 numeral 8 del Convenio que establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, es omnicomprendivo de diferentes categorías de propiedad sobre creaciones del intelecto, que incluye dos grandes especies o ramas: la propiedad industrial y el derecho de autor, que aunque comparten su naturaleza especial o sui generis, se ocupan de materias distintas. Mientras que la primera trata principalmente de la protección de las invenciones, las marcas, los dibujos o modelos industriales, y la represión de la competencia desleal, el derecho de autor recae sobre obras literarias, artísticas, musicales, emisiones de radiodifusión, programas de ordenador, etc.¹³

2.3.3 Ley 23 de 1982. Sobre los derechos de Autor. Contiene las disposiciones generales y especiales que regulan la protección del derecho de autor en Colombia.¹⁴

¹¹MINITIC. Colombia TIC estadísticas. [online]. Disponible en: <<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-6966.html>>, [citado 09/01/2015]

¹² CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. Artículo 71. Editorial UNION LTDA, 1998. 202p.

¹³ CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. Artículo 61. Editorial UNION LTDA, 1998. 202p.

¹⁴ ALCALDÍA DE BOGOTÁ. LEY 23 DE 1982, Sobre derechos de autor [online]. 1982. Disponible en: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3431>>, [citado 10/01/2015]

2.3.4 Ley 565 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el "Tratado de la OMPI - Organización mundial de la Propiedad Intelectual- sobre Derechos de Autor (WCT)", adoptado en Ginebra, el veinte (20) de diciembre de mil novecientos noventa y seis (1996)¹⁵

2.3.5 Decreto 1360 de 1989. Por el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor.¹⁶

2.3.6 Ley 1273 de 2009. Delitos informáticos. Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones.¹⁷

2.3.7 Universidad Francisco de Paula Santander. Acuerdo 065 de 1996. El cual establece el estatuto estudiantil que es el regente actual en la institución.

Artículo 140. El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades de tesis de grado:

Proyecto de Investigación

Trabajo de Investigación: Generación o aplicación de conocimientos

Proyecto de extensión

Trabajo Social

Labor de Consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la Universidad

Pasantía

Trabajo dirigido

PARÁGRAFO 1. El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académica o exámenes preparatorios.

PARÁGRAFO 2. Para algunos Planes de Estudio y de acuerdo a sus características el concejo académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado.

Artículo 141. El proyecto de grado incluye las siguientes etapas:

Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

¹⁵ CORTE CONSTITUCIONAL. Sentencia C-11, TRATADO DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL SOBRE DERECHOS DE AUTOR [online]. 2000. Disponible en: <<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/C-1183-00.htm>>, [citado 10/01/2015]

¹⁶ ALCALDÍA DE BOGOTÁ. DECRETO 1360 de 1989, "Por el cual se reglamenta la inscripción de soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor" [online]. 1989. Disponible en: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=10575>>, [citado 15/01/2015]

¹⁷ ALCALDÍA DE BOGOTÁ. LEY 1273 de 2009, Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones [online]. 2009. Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=34492>, [citado 15/01/2015]

Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.
Sustentación de la investigación y/o verificación o aval de la realización del proyecto.

PARÁGRAFO. Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.

Artículo 142. Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evaluación de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudios.

PARÁGRAFO. La universidad incorporara los trabajos de grado, como componente básico de su haber y creara bancos de proyectos en los Departamentos Académicos y en la Vicerrectoría Asistente de Investigación y Extensión.

2.3.8 Normatividad Técnica Colombiana. Norma Técnica Colombiana NTC 1486 sexta actualización. Documentación, Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.¹⁸

¹⁸ NTC 1486:2008, Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación, [citado 14/01/2015]

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se llevará a cabo es de tipo descriptivo ya que consiste en la descripción de un sistema, el cual da a conocer detalladamente sus diferentes componentes y funcionamiento.

3.2 FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se realizará en un lapso de 16 semanas, teniendo en cuenta condiciones de tiempo, recursos e investigación, debido a esto se ha diseñado un esquema de trabajo el cual consiste en una serie de fases. A continuación se formularán cada una de las fases y sus respectivas actividades a fin de desarrollar el software para la gestión de mantenimiento aplicable a las Pymes Colombianas.

3.2.1 Fase I. Revisión Bibliográfica. En esta primera instancia del proceso de investigación se cumplirá con el objetivo específico de identificar las generalidades sobre los sistemas de información que se utilizan en la gestión del mantenimiento y sintetizar las pautas de acuerdo a las normas nacionales e internacionales que rigen y vigilan los procesos de desarrollo de software y sistemas de información orientados a la industria. Además es de vital importancia delimitar la información recopilada con el fin de esclarecer dudas y de esta manera lograr aplicar teorías claras y concisas, necesarias para fijar los parámetros que ayuden al desarrollo del software.

3.2.2 Fase II. Desarrollo del sistema. Esta fase hace referencia al segundo objetivo específico del proyecto, el cual consistiría en describir la estructura y funcionamiento de un sistema de información computacional, con el fin de abarcar de esta manera todos conocimientos que se han adquirido con respecto a la implementación de sistemas de información utilizados en el departamento de mantenimiento.

Mediante el empleo de asesorías externas en lo que respecta a la programación lógica e informática del sistema de información computacional se procederá a realizar la respectiva interfase gráfica y codificación de los procesos.

3.2.3 Fase III. Realización de pruebas y entrega de documentos. Se procedería a realizar las respectivas pruebas del sistema en condiciones similares a las presentadas en el departamento de mantenimiento de una empresa; esto con el fin de obtener resultados que permitan determinar los posibles errores del software y posteriormente proceder a solucionarlos de manera oportuna. En la correspondiente entrega de documentos, se anexarían los respectivos manuales de funcionamiento juntamente con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas.

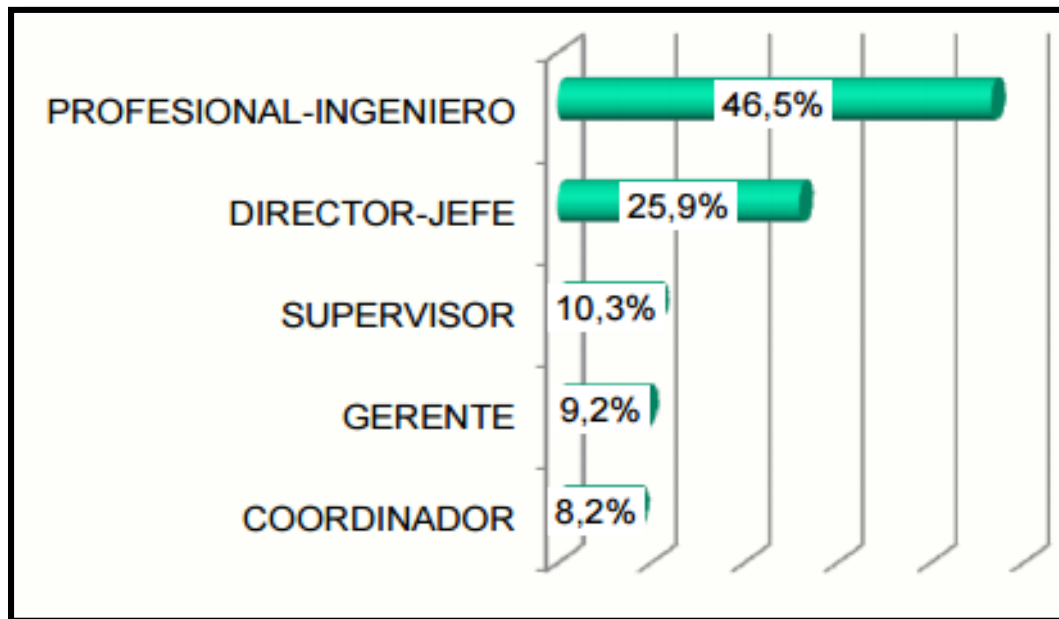
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La ACIEM realizó un estudio del Estado del Arte del mantenimiento en Colombia en el año 2008, dicho estudio es el más reciente; la ACIEM indicó que los avances que ha tenido el mantenimiento en Colombia en la actualidad son mínimos y es este uno de los motivos por el cual no se ha realizado ningún tipo de actualización del mismo.

Dicho estudio tiene como objeto describir el panorama general del mantenimiento en Colombia, a partir de los resultados de la Encuesta del Estado del Arte del mantenimiento en 2008, en lo relativo en tres temas: gestión, costos y formación.

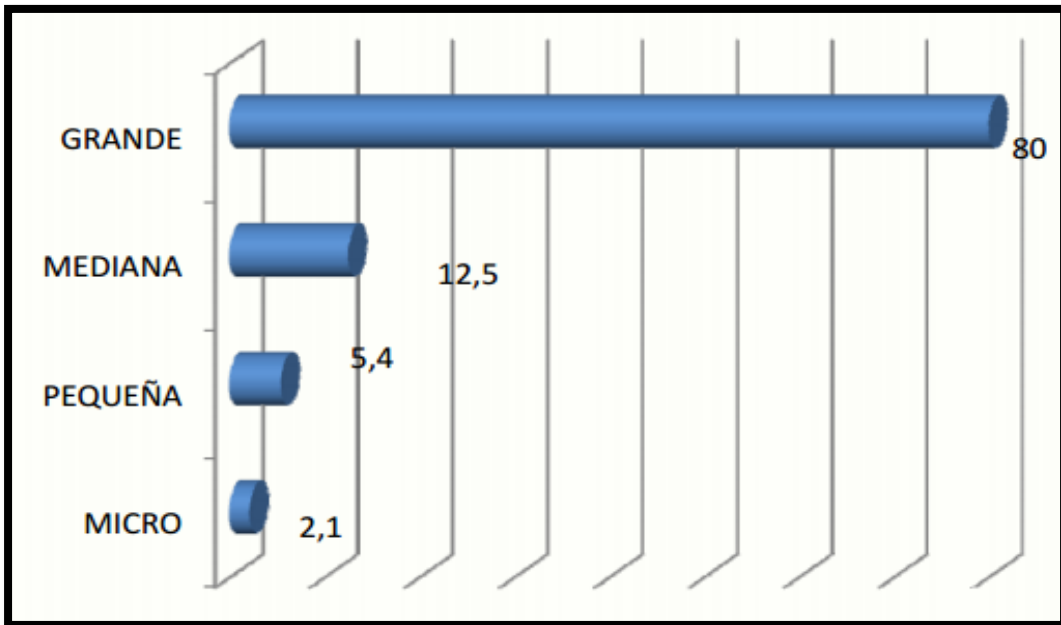
La encuesta se realizó con una muestra de 290 encuestas, la parte técnica se realizó con encuestas estructuradas auto aplicadas y el procesamiento de la información con el paquete estadístico SPSS.

Grafica 1. Cargo del encuestado.



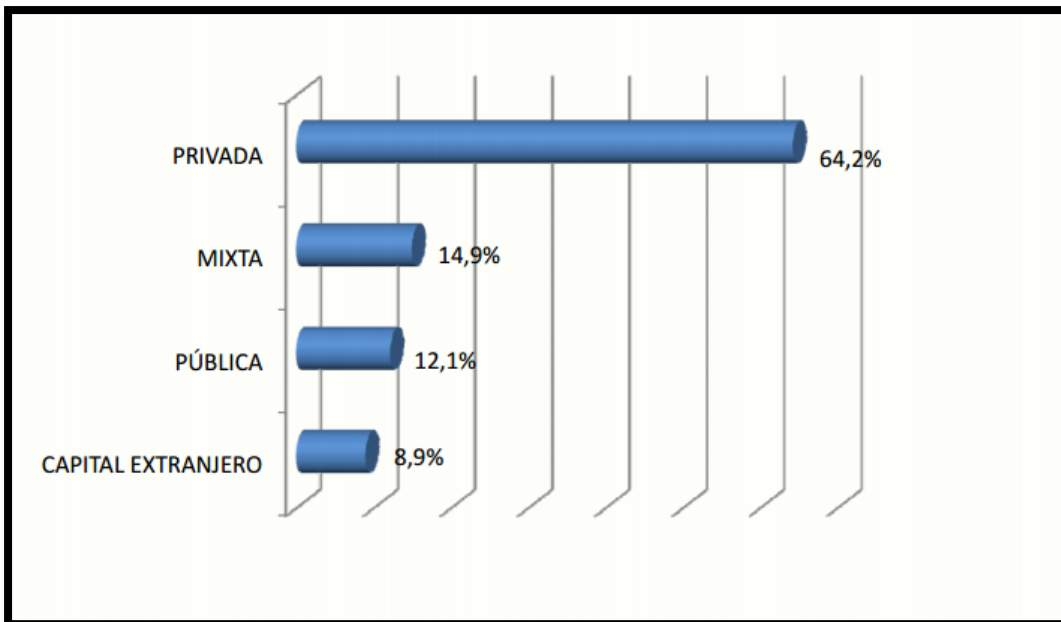
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 2. Tamaño de la Empresa.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

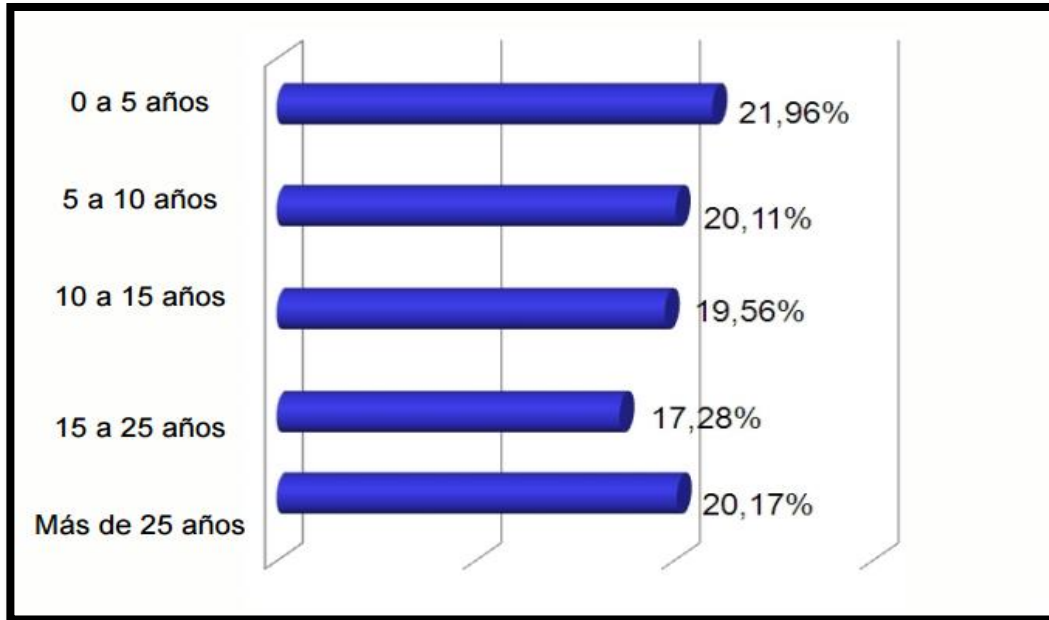
Grafica 3. Tipo de Empresa.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

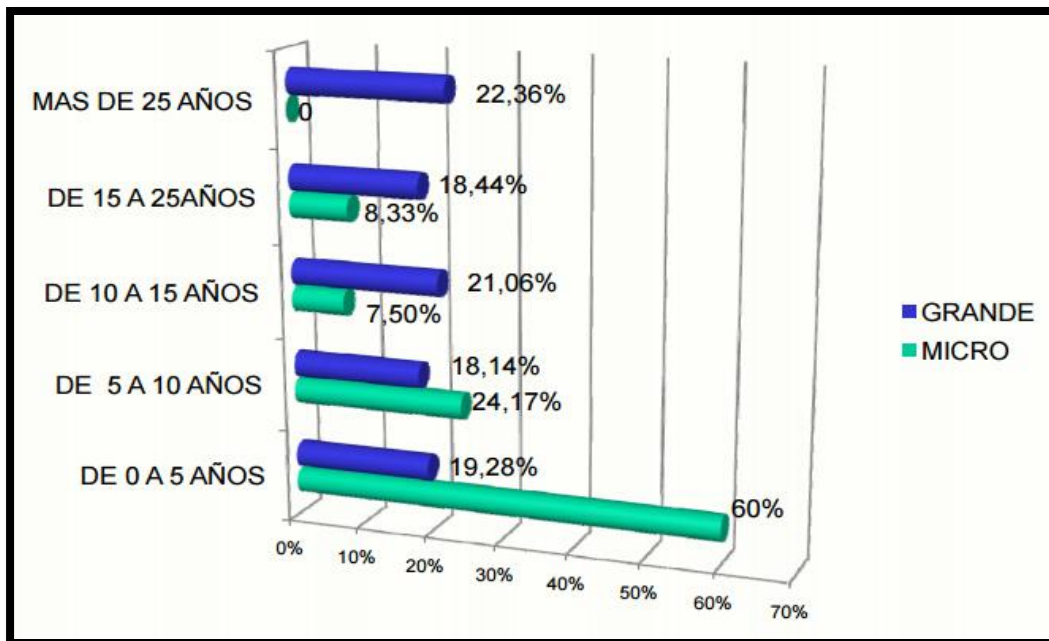
3.3.1 Las siguientes graficas hacen referencia a la gestión del mantenimiento en Colombia.

Grafica 4. Edad de la Maquinaria y Equipos.



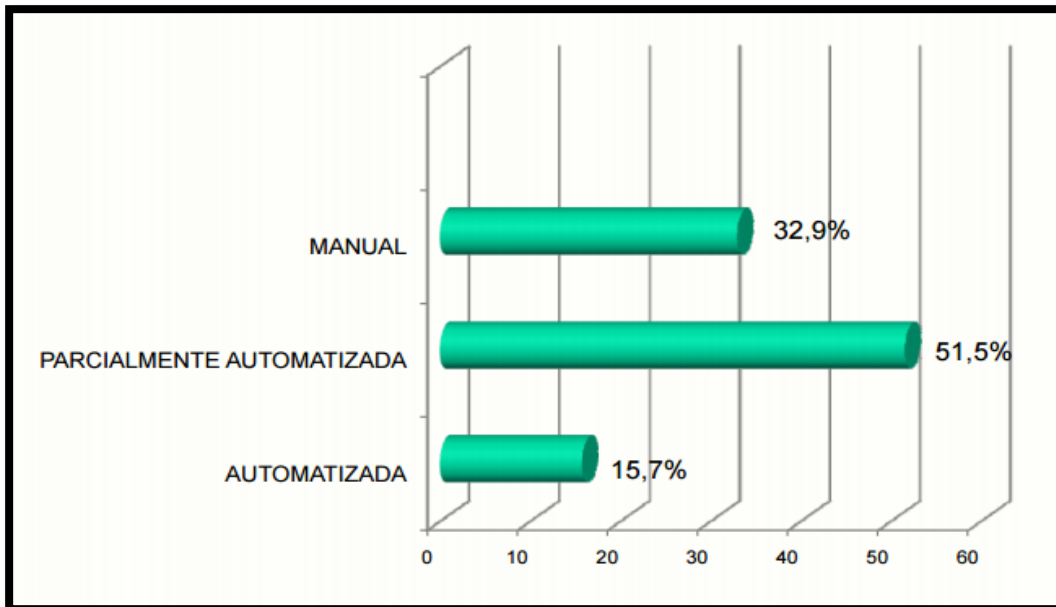
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 5. Edad de la maquinaria y equipos por tipo de empresa.



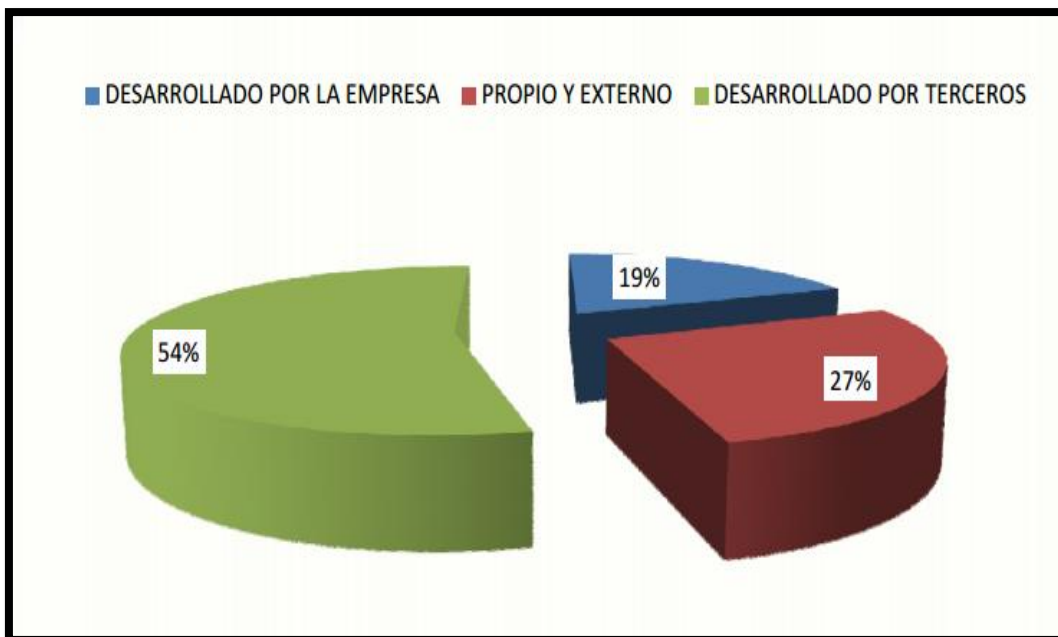
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 6. Evolución de la tecnología en los procesos productivos.



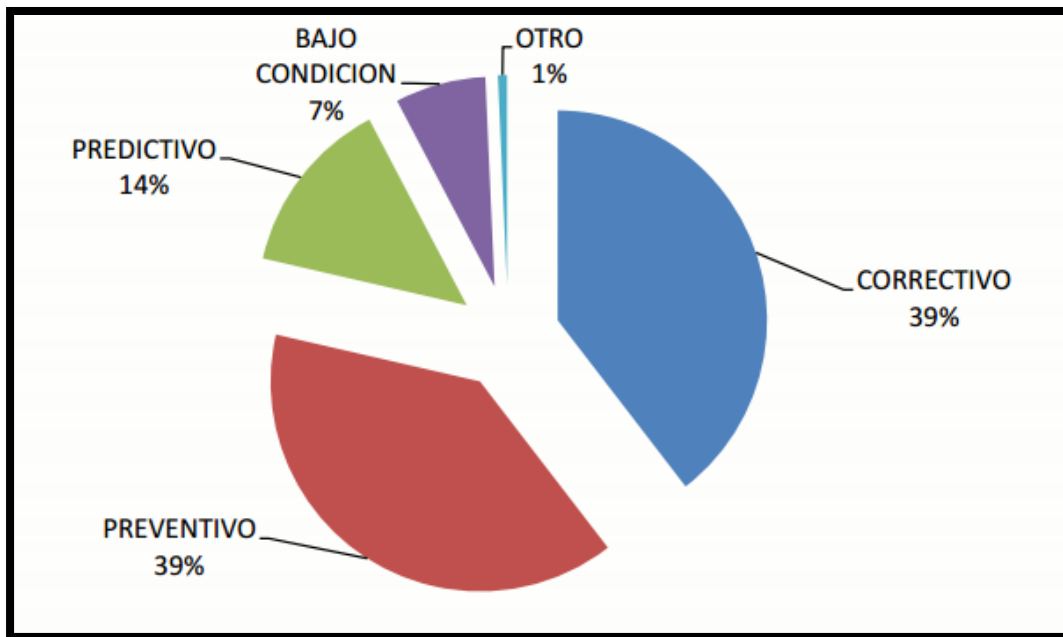
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 7. Tipo de Software utilizado



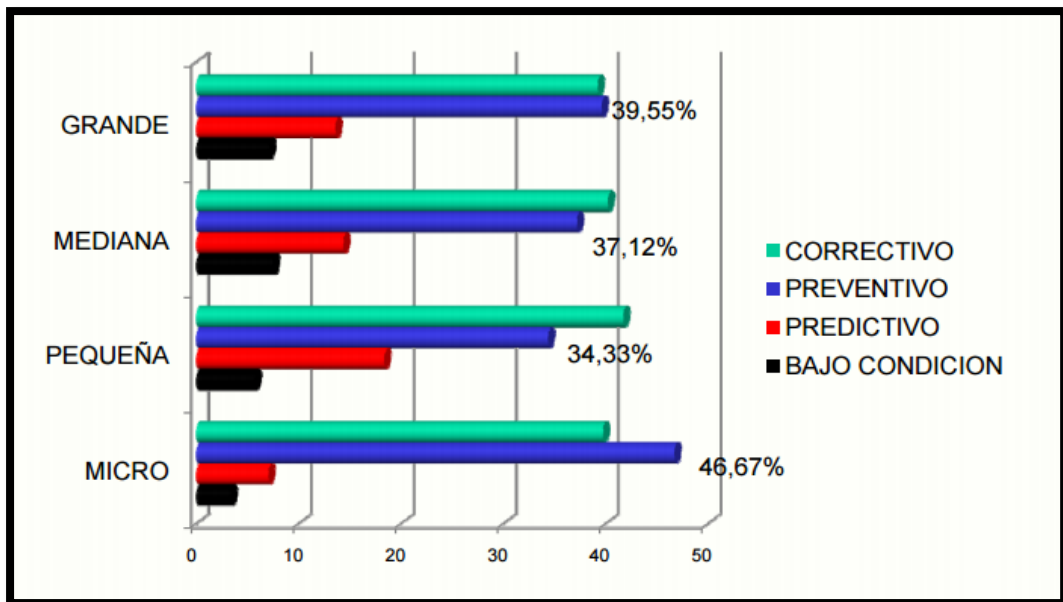
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 8. Tipo de Mantenimiento en la empresa.



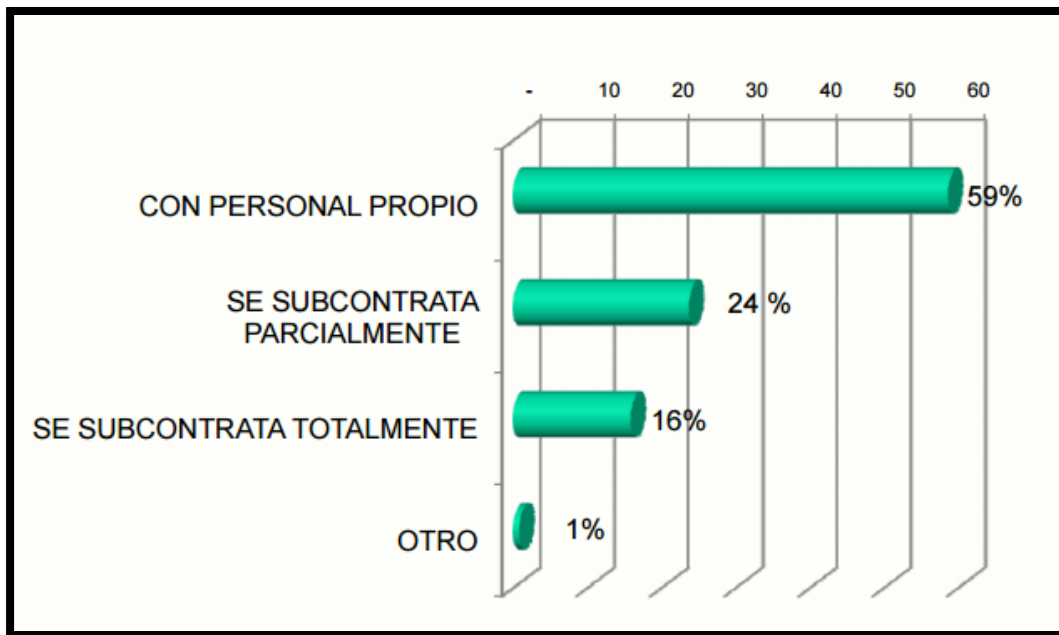
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 9. Tipo de mantenimiento según tamaño de la empresa.



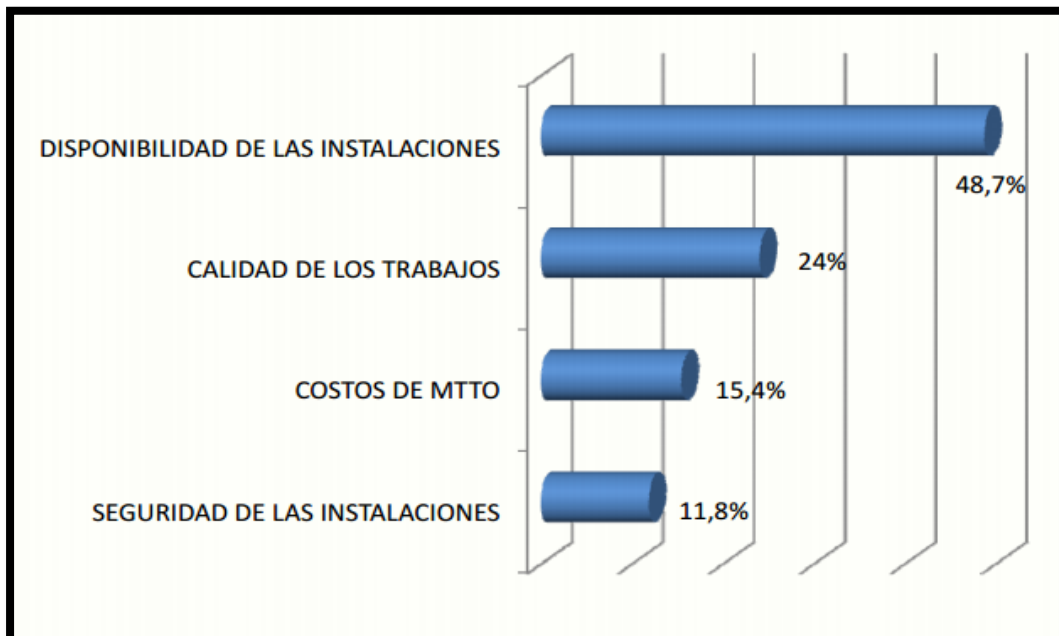
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 10. Quien ejecuta el mantenimiento en la empresa.



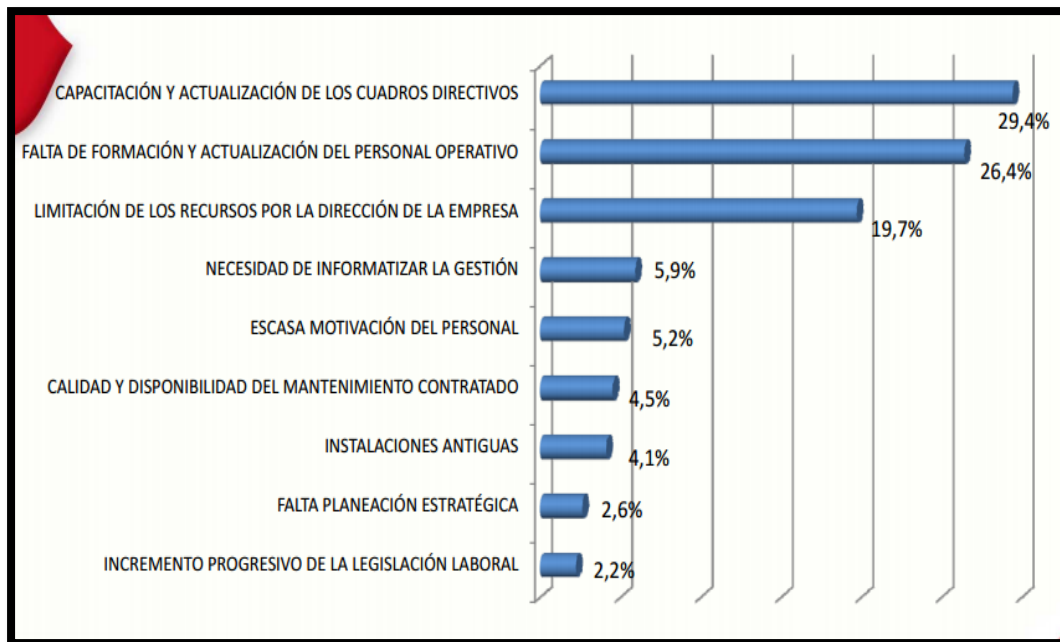
Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

Grafica 11. Lo que más valora la empresa en la gestión de mantenimiento.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

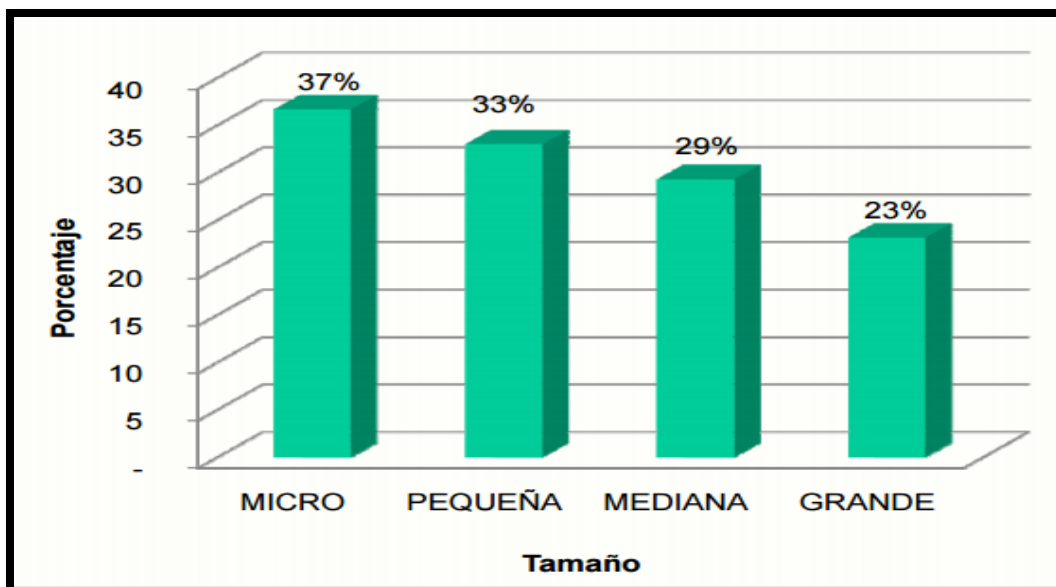
Grafica 12. Factores que más impactan la gestión de mantenimiento.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

3.3.2 Las siguientes graficas hacen referencia a los costos del mantenimiento en empresas Colombianas.

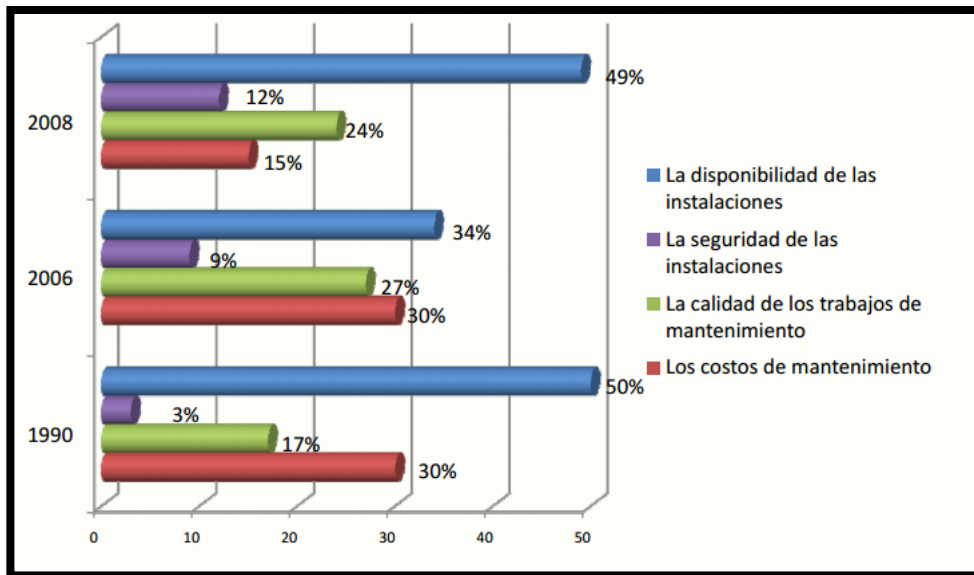
Grafica 13. Porcentaje promedio del presupuesto dedicado a mantenimiento por tamaño de empresa.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

3.3.3 Comparación de resultados encuestas 1990-2006-2008.

Grafica 14. GESTIÓN. Lo que más valora la Dirección de la empresa.



Fuente: Asociación Colombiana de Ingenieros.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 IDENTIFICAR LAS GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE SE UTILIZAN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.1.1 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)

4.1.1.1 Ventajas y desventajas de un sistema informático. La tendencia general de los departamentos de mantenimiento de las grandes industrias es hacia la informatización. Esta informatización, no obstante, presenta ventajas e inconvenientes que hacen que sea necesario analizar cuando es interesante esta informatización y cuándo la herramienta informática se convierte en un obstáculo que ralentiza y encarece la función mantenimiento.

Entre las ventajas más sobresalientes de un sistema informático cabría citar las siguientes:

- Control sobre la actividad de mantenimiento.
- Control sobre el gasto.
- Facilidad para la consulta de históricos.
- Facilidad para la obtención de ratios e indicadores.

Entre los inconvenientes, estarían:

- Alta inversión inicial, tanto en equipos como en programas y en mano de obra para la implantación.
- Burocratización del sistema.
- En muchos casos, aumento del personal indirecto dedicado a tareas improductivas.
- La información facilitada a menudo no es suficientemente fiable.

4.1.1.2 Justificación de la necesidad. Algo que se olvida a menudo cuando se estudia la implantación de un programa informático de gestión de mantenimiento *es que este programa no se ocupa del mantenimiento de la empresa*, no mantiene la empresa ni desde el punto de vista correctivo ni desde el punto de vista preventivo. El sistema informático es tan solo una herramienta, que en algunos casos puede convertirse más en un obstáculo que una ayuda. Como todo sistema de gestión de información, su función es, exclusivamente, tratar los datos que introducimos para convertirlos en información útil para la toma de decisiones. Por tanto, es necesario definir cuándo el sistema informático supondrá una mejora para el departamento, y cuándo, en cambio, se convertirá en una pesada carga.

Como norma general, podemos decir que aquellos entornos que manejan poco personal, pocas órdenes de trabajo y un número reducido de equipos no es necesario informatizarlos. La razón es que se manejan pocos datos, y no es necesario tener un sistema poderoso para tratarla y obtener a cambio información.

Es más sencillo manejarse con soporte papel y con archivos formados por carpetas. Como mucho, será interesante desarrollar pequeñas aplicaciones con una hoja de cálculo o con una base de datos, que se pueden crear con conocimientos informáticos a nivel usuario.

De manera cuantitativa, podemos decir que en una empresa con un equipo de mantenimiento inferior a 10 personas, difícilmente las ventajas superaran a las desventajas de la informatización.

Con un equipo de mantenimiento superior a 25 personas, la informatización realizada de la manera adecuada traería beneficios indudables a la empresa.

En el margen comprendido entre 10 y 25 personas cada caso particular tendrá una respuesta diferente. Hay que tener en cuenta en estos casos, el número de equipos que posee la planta, la información que deseamos obtener y la cantidad de datos que se generan.

4.1.1.3 Objetivos que se pretenden con la informatización. Recordemos que cuando se adquiere un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador estamos comprando un programa vacío que tendremos que personalizar. Debemos decirle, por ejemplo, qué equipos tenemos, cómo queremos funcionar para la apertura y cierre de Ordenes de Trabajo, qué mantenimiento programado queremos realizar en la planta, cómo queremos hacer la gestión de almacenes de repuestos, gestión de compras, etc. Es muy normal acometer el proceso de implantación sin tener una idea clara de lo que se quiere, sin tener experiencia en este tipo de trabajo, y comenzar a introducir datos en el ordenador que después será muy difícil cambiar.

Para que el proceso de implantación sea el correcto y obtengamos el máximo partido de nuestro sistema es conveniente definir en primer lugar qué objetivos queremos alcanzar, definir de manera precisa qué es lo que queremos conseguir con la implantación.

Los objetivos principales que debemos marcarnos son los siguientes:

- Ahorrar dinero.
- Poder disponer de información de manera rápida que nos ayude a tomar decisiones.

Ahorrar dinero. Ya que el primer objetivo de toda empresa es ganar dinero, y el segundo es ganar cada día más, cualquier nueva actividad que emprendamos debe suponer, o bien un ahorro en los costos o bien un aumento de los ingresos. Por tanto, el nuevo *software* debe proporcionarnos, a corto-medio plazo, un ahorro en los costos (puesto que el aumento en los ingresos no parece que se pueda conseguir por esta vía). Por ejemplo, debe suponer una disminución del personal indirecto, un ahorro en el consumo de repuesto al saber en todo momento lo que tenemos (evitando así comprar materiales que tenemos en stock), aumento de la disponibilidad de los equipos (facilidad para localizar el repuesto que tenemos en stock, posibilidad de incorporar un fichero con diagnósticos de averías que nos permita localizar rápidamente un problema), etc.

Para conseguir ahorrar dinero, debemos pues:

- No aumentar la carga de trabajo indirecto no productivo.
- Conseguir un sistema ágil para abrir y cerrar Órdenes de Trabajo.
- Conocer en todo momento el stock de materiales de que disponemos.
- Poder agilizar al máximo la reparación de un equipo (disminuyendo el tiempo de intervención al disponer inmediatamente del procedimiento de trabajo y de un diagnóstico de averías).
- Generar la menor cantidad posible de papel. El soporte papel tiene el inconveniente de que cuesta dinero (hojas, *tonner* de impresora, carpetas), y necesita ser archivado (estanterías, mano de obra indirecta para manejar el archivo).

Poder disponer de información de manera rápida. El segundo gran objetivo que podemos marcarnos es el de disponer de información de manera rápida y sencilla que nos permita una más acertada toma de decisiones. Es muy importante definir qué información es valiosa, qué informaciones debemos tener disponibles.

Una lista de las informaciones que debe proporcionarnos el sistema informático puede ser la siguiente:

- Medida de los diferentes indicadores de gestión.
- Stock de repuestos.
- Valor del stock de repuesto, tanto de almacenes centrales como de almacenes de zona.
- Histórico de averías de todos los equipos. Este histórico puede estar dividido por sistemas, áreas, equipos individuales, etc.
- Planificación del mantenimiento. Todas las órdenes de trabajo periódicas deben generarse, además, automáticamente. Debe ser posible consultar la carga de trabajo programado en un periodo determinado.
- Órdenes de trabajo pendientes, tanto de mantenimiento correctivo como de mantenimiento programado.
- Pedidos de material pendiente de recibir.

- Costo total de mantenimiento, que incluya las partidas de mano de obra, materiales, subcontratos y reparaciones efectuadas en talleres exteriores.
- Costo de una O.T.
- Coste del mantenimiento de un equipo, un área determinada, una factoría, etc. en un periodo de tiempo concreto.
- Repuesto consumido en una O.T.
- Repuesto consumido en un equipo, un área, etc., en un periodo de tiempo.
- Trabajos realizados por cada operario en un periodo de tiempo determinado.
- Trabajos realizados por un equipo de operarios determinados (por ejemplo un turno, una especialidad mecánicos, eléctricos, etc...).

Si los objetivos que nos marcamos son esos, en esa dirección debe apuntar el proceso de implantación. Es muy habitual no definir objetivos al comenzar el proceso de implantación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento, y ponerse a realizarlo sin más. Es muy habitual, en este caso, encontrarse que los resultados sean estos:

Aumento del personal indirecto. Al no haber tenido en cuenta la carga de trabajo adicional que tiene una determinada forma de operar (para abrir y cerrar O.T., para dar de alta o baja materiales en el almacén, para realizar las compras a través del sistema, etc.), el resultado final es que necesitamos incrementar el número de administrativos encargados de introducir datos, cuando antes no había nadie encargado de esta función improductiva.

Aumento del volumen de información en soporte papel. El sistema nos proporciona montones de informes, a veces voluminosos, donde antes no se generaba ninguna documentación. Gastamos más en papel, en *tonner*, planteamos la posibilidad de adquirir nuevas impresoras más rápidas, necesitamos más espacio para estanterías, generamos un volumen mayor de residuos (papel) que tenemos que gestionar, etc.

El sistema proporciona datos, pero no proporciona información. O al menos no proporciona toda la información que precisamos. Una buena parte de esa información debemos generarla después con otras aplicaciones informáticas de desarrollo propio, como hojas de cálculo, pequeñas bases de datos o, incluso, hay que seguir calculándolas de forma manual.

La información no es fiable. Los sistemas de trabajo son tan engorrosos que los operarios no son rigurosos y se los saltan habitualmente, con lo que perdemos información y fiabilidad. Por ejemplo, si no se anotan *todos* los movimientos de almacén, cuando realicemos un inventario no coincidirá lo que hay realmente en el almacén con lo que hay registrado en el sistema informático. Consecuentemente, al solicitar un inventario a través del sistema éste no será reflejará la realidad, no será fiable.¹⁹

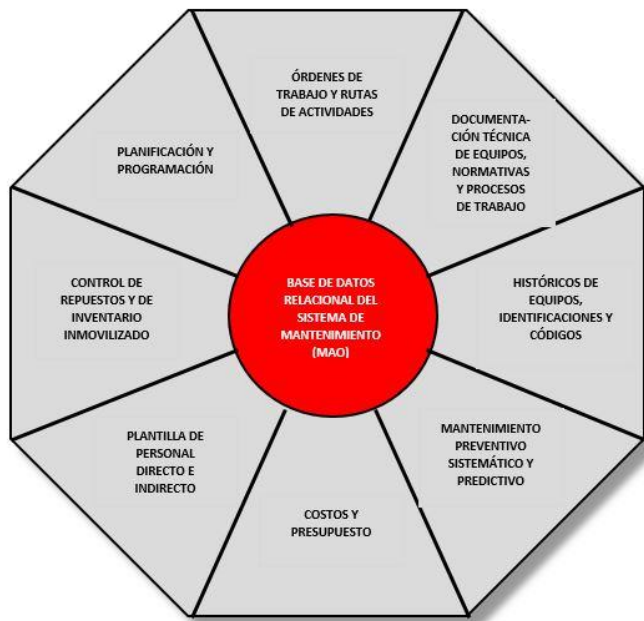
¹⁹ GARCIA, Santiago. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO. Editorial Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2003. 321p. ISBN: 84-7978-548-9.

4.2 DESCRIBIR LA ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.2.1 Requisitos funcionales de la aplicación. “Es imposible listar de forma exhaustiva las funciones que todo sistema informático debiera tener; de forma que ello fuera una guía de aplicación a la totalidad de sectores y empresas. Cada uno de ustedes deberá hacer, por tanto, un análisis funcional riguroso de su caso y de su contexto, así como un análisis de requerimientos, para que la aplicación se ajuste al máximo a su realidad. Siempre habrá desarrollos y particularizaciones a la medida”

4.2.1 Módulos imprescindibles en un sistema de GMAO.

Grafica 15. Módulos imprescindibles en un Sistema De GMAO



Fuente: Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.

A continuación se mencionaran algunos de los módulos imprescindibles en un sistema GMAO.

4.2.1.1 Gestión de activos.

- Se adaptará a la codificación requerida.
- Codificación de equipos mediante formulario con menús desplegables
- Organización de activos jerárquica de acuerdo a su ubicación, función, centro de costos y otras características específicas.
- Ficha técnica de equipos con posibilidad de inclusión de imágenes, planos y otros documentos en formato electrónico.
- Consulta de equipos por cualquier dato o combinación de datos deseada.
- Alta y baja administrativa de equipos y componentes.
- Consulta de históricos por diferentes criterios de búsqueda.
- Asignación de datos técnicos aplicable a todos los equipos de la misma característica.
- Seguimiento de medidas, contadores y alarmas.
- Consulta de indicadores de funcionamiento.
- Asociación equipo/ proveedor.
- Acceso, desde la aplicación a documentos externos asociados a equipos, componentes, repuestos, estructura funcional. Se entenderá por documento externo, cualquier tipo de fichero informático, de datos o de información gráfica accesible con cualquier aplicación externa a la aplicación objeto de suministro.

4.2.1.2 Gestión de personal.

- Ficha de personal con definición de categoría y competencias.
- Asignación de niveles de seguridad de acceso al sistema.
- Control de agenda de trabajo.
- Gestión de órdenes de trabajo.
- Registro de actividades (actuaciones preventivas y correctivas).
- Control de horas de dedicación del personal calculables por criterios diferentes (Orden de Trabajo, Centro, Sistema, etc...).
- Control de costos.
- Gestión de herramientas y equipos de protección individual (EPI).
- Viajes.
- Calendarios del personal y gestión de ausencias (Permisos y Vacaciones).
- Formación (Cursos recibidos con ficha técnica de los mismos).

4.2.1.3 Gestión de Proveedores.

- Ficha de proveedor con datos de contacto (Nombre, Dirección, Teléfono, Fax, Observaciones, etc...).
- Permitirá varios contactos en la misma ficha de proveedor disponiendo cada uno de ellos de sus datos específicos.
- Asociación Proveedor/Equipos/Repuestos.

4.2.1.4 Gestión de Mantenimiento Preventivo.

- Definición de los planes de actuación diferenciando Preventivo propio, subcontratado y Revisiones exigidas por la Ley.
- Definición de requerimientos y costos de cada plan con detalle de personal, materiales necesarios, subcontratos, etc...
- Aviso con antelación de las tareas preventivas programadas.
- Planificación por cualquier criterio asociado a los equipos.
- Permitirá introducción manual de eventos o casos que se aparten del calendario establecido con indicación de fechas, instalaciones afectadas, etc...
- Hojas de resultados de pruebas periódicas y gestión de las mismas para análisis de tendencias.
- Optimización del plan de preventivos. Gestión de informes sobre resultados de ejecución del plan, cumplimiento, etc...
- Control de costos de mantenimientos propios y externos.
- Gestión de históricos.

4.2.1.5 Gestión de Mantenimiento Correctivo.

- Generación manual de órdenes de trabajo.
- Generación automática de órdenes de trabajo desde el sistema.
- Consultas de órdenes de trabajo.
- Impresión de órdenes de trabajo en formato preestablecido.
- Gestión de estado y evolución de todas las órdenes de trabajo.
- Introducción de incurridos de la intervención (Horas invertidas, Materiales, Operarios, etc...).
- Visualización de documentación asociada a órdenes de trabajo por cualquier usuario autorizado.
- Control y consulta de costos y tiempo incurrido en cada OT.
- Posibilidad de envío de órdenes de trabajo mediante E-mail o Fax a proveedores, contratos, etc...
- Partes de alta y baja por avería.
- Histórico de actuaciones correctivas por equipo, operario, etc...
- Cálculo de los principales indicadores de mantenimiento por equipo.

- Cálculo de disponibilidad por equipos y servicios.
- Gestión de expedientes de suministros y asistencia técnica externa.
- Históricos

4.2.1.6 Gestión de almacén.

- Inventariado de repuesto codificado con los datos más significativos para la gestión de almacén.
- Asociación de repuestos a equipos, ubicaciones, etc...
- Asociación de repuestos/ Proveedores.
- Gestión de históricos.²⁰

4.3 DESARROLLAR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Se desarrolla el sistema de gestión de mantenimiento **MAPO**, buscando principalmente que el manejo del mismo sea óptimo, un sistema poco robusto de fácil administración que le permita al usuario interactuar con él mismo de forma amigable, que facilite el acceso a la información, que permita gestionar diferentes tipos de tareas y por sobre todo que sea el software el que se adapte al ambiente de trabajo y no el ambiente de trabajo al software.

Con **MAPO**, usted tendrá la libertad de generar reportes órdenes de trabajo, control de almacenes y la gestión de empleados para cualquier actividad.

Véase Anexo A y Anexo B.

4.3.1 Definición de la estructura general del aplicativo. Debido a que se trata de sistematizar programas de mantenimiento preventivo, el aplicativo debe poseer por lo menos los siguientes módulos:

- Agregar, consultar y actualizar Personal.
- Agregar, consultar y actualizar inventarios de equipos.
- Agregar, consultar y actualizar Órdenes de Trabajo.
- Cierre y retroalimentación de Órdenes de Trabajo.
- Consulta de indicadores de Gestión, mediante (Diagramas de Pareto e Ishikawa).
- Agregar, consultar y actualizar inventarios de Productos y Proveedores.

Los aplicativos de software deben cumplir con unos parámetros generales entre los cuales figuran

²⁰ GONZALES, Francisco. Teoría y Práctica del mantenimiento avanzado. 2da Edición. Editorial Fundación cofemetal. Madrid. ISBN: 84-96169-49-9.575p.

Portabilidad: Es decir baja dependencia del software de plataforma en el cual haya sido creado.

Conectividad: Posibilidad de acceder a los datos almacenados, mediante parámetros de búsqueda con facilidades precisas; esto se logra regularmente con desarrollos en entornos de bases de datos relacionales con estándar **SQL**.

Modularidad: Aunque es una característica que es más de interés para el programador, también se hace manifiesta al usuario, en la manera como quedan distribuidas las aplicaciones en el menú principal.

Flexibilidad: Debe ajustarse a volúmenes de información y procesos propios de **PYMES**, pero debe ser tal que permita sistematizar la información de procesos productivos diversos.

Administración de usuarios: Debe permitir la configuración de n usuarios, con diferentes perfiles, y para cada uno de ellos debe manejar niveles de seguridad (usuario, contraseña, solo consultas, consulta y modificación, etc.).

Multi período y Multi ejercicio: Puesto que se trata ante todo de **PYMES**, el aplicativo no está concebido para trabajar en la estructura *Cliente-servidor*, por lo tanto no es multi ejercicio, pero sí es multi período, en el sentido de que permite almacenar y consultar informaciones de diferentes períodos de tiempo.

4.3.2 Elección de la plataforma de software a utilizar

4.3.2.1 Plataforma de software: Se encuentra desarrollado como un sistema aplicable de escritorio, codificado en un lenguaje de programación multiplataforma JAVA, el cual permite adaptarse a cualquier Sistema Operacional; cuenta con la máquina virtual JVM para así no hacer tan limitada su aplicación en la empresa, este a su vez viene acompañado de un motor de almacenamiento de base de información llamado MYSQL. La elección de JAVA obedeció principalmente a las siguientes razones:

- **Es orientado a objetos**, permite simplificar tu código y evita la necesidad de copiar y pegar muchas veces un mismo procedimiento.
- **Es flexible**, no es necesario reescribir código, simplemente heredas funcionalidad y agregas nuevas características sin alterar tu código inicial.
- **Es multiplataforma**, con JAVA puedes hacer que una misma aplicación escrita una sola vez te funcione en todos los entornos ya que este ejecutable no lo ejecuta el sistema operativo sino la máquina virtual JVM.
- **Es gratis**, para desarrollar en JAVA no necesitas comprar licencias.

- **Es abierto**, es de código abierto.

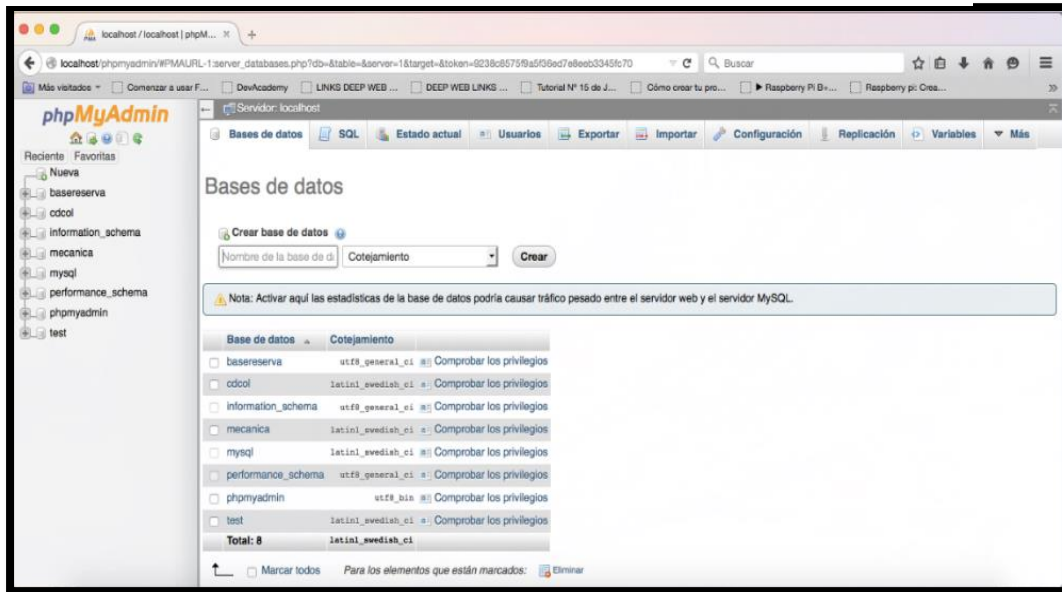
4.3.2.2 Desarrollo de la implementación: Definición de conexión de interfaces de JAVA con bases de datos MySQL: Dado que JAVA no almacena datos, es necesario crear una conectividad entre las bases de datos MySQL y JAVA, para administrar la información. La conectividad elegida y usada es la llamada “*Conectividad de bases de datos con Java (JDBC)*”, la cual proporciona una interfaz de programación de aplicaciones (API) de conectividad universal de bases de datos que permite a las aplicaciones tener acceso a una amplia gama de bases de datos propietarias. Basada en la especificación X/Open SQL Access Group's Call Level Interface (CLI), JDBC es una manera abierta, independiente de proveedor, de tener acceso uniforme a datos almacenados en diferentes formatos y con diferentes motores de base de datos.

La arquitectura **JDBC** consta de cuatro componentes, como se describe a continuación:

- **Interfaz de programación de aplicaciones (API).** Llama a las funciones de JDBC para conectar con un origen de datos, enviar y recibir datos y desconectar.
- **Administrador de controladores.** Proporciona información a una aplicación (como una lista de orígenes de datos disponibles), carga controladores dinámicamente cuando sean necesarios y proporciona comprobación de argumentos y transiciones de estados.
- **Controlador.** Procesa llamadas de funciones de **JDBC** y administra todos los intercambios entre una aplicación y una base de datos relacional específica. En caso de que sea necesario, el controlador puede traducir la sintaxis estándar SQL a SQL nativo del origen de datos de destino.
- **Origen de datos.** Consta de los datos y su motor de base de datos asociado.

Asignación del controlador de entorno: Para la creación de la conexión JDBC primero se creó la base de datos en MySQL **BDmecanica.sql** tal como lo ilustra la figura 1.

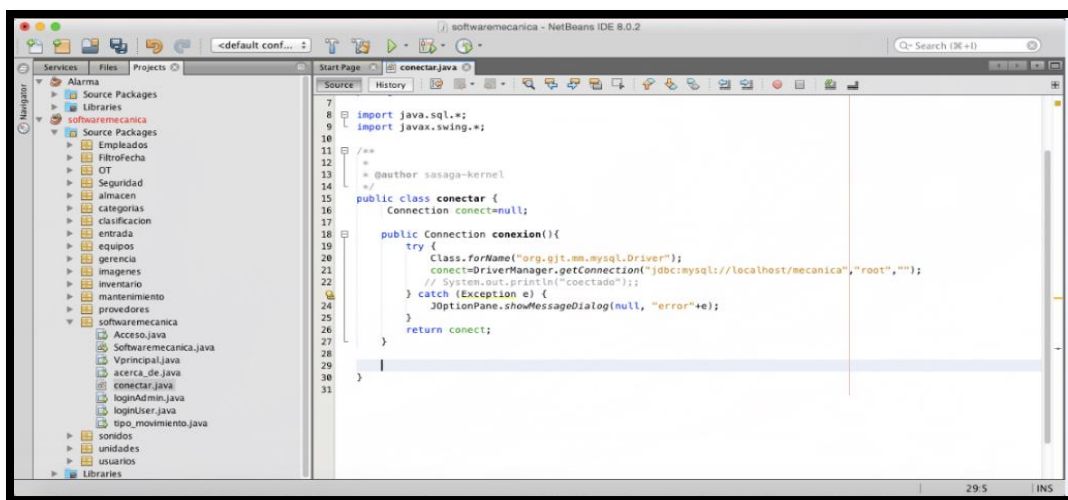
Figura 1: Creación de base de datos **BDmecanica.sql**



Fuente: Autores del Proyecto

Seguidamente se creó el origen de datos JDBCMAPO y se vinculó a la base de datos creada como lo muestra la figura 2.

Figura 2: Creación del origen de datos **JDBCMAPO** y vinculación a la base de datos



Fuente: Autores del Proyecto

4.3.2.3 Diseño en papel de los respectivos formatos de MAPO V1.0.0. A continuación se pueden observar algunos de los formularios creados a mano en hojas de papel.

Figura 3: Formato Inventario de Repuestos.

The form is titled "Inventario de Repuestos" and is designed on grid paper. It features a header section with three tabs: "Catálogos", "Inventario", and "Historial de Movimientos". Below the header, there is a sub-header "Inventario - Existencias y Valuación". The form includes a dropdown menu for "Almacén" and buttons for "Consultar" and "Imprimir". The main data area is a table with the following columns: "Codigo Producto", "Descripción", "Unidad", "Cantidad", "Valor Unitario", and "Valor Total (C.X.V.)". At the bottom of the table, there are labels for "Total Productos:" and "Total:".

Fuente: Autores del Proyecto

Figura 4: Formato Consulta de Producto.

The form is titled "Consulta Producto" and is designed on grid paper. It features a header section with a title "Consulta Producto". Below the header, there are input fields for "Codigo Producto" and "Almacén". The form includes fields for "Descripción", "Unidad", and "Clasificación". There are also fields for "Existencias", "Nivel Max", and "Nivel Minimo". A large box labeled "Imagen" is present. At the bottom, there is a "Cerrar" button. A note on the right side of the form says "Utilizarla Para consulta de existencia y valoración y máximos y mínimos".

Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 5: Formato Agregar Proveedor.

6

Agregar Proveedor

Nombre o Fecha Social

Código NIT

Ciudad Departamento

Dirección

Teléfono

Correo Electronico

Distribución

Mensajes	Telefono	Correo Electronico

Comentarios:

Solo por consultar

Para Modificar usar la misma plantilla.
 Para consultar usar misma plantilla solo quitar botones Aceptar y cancelar y reemplazarlo por un boton de cerrar.

Fuente: Autores del Proyecto

Figura 6: Formato Agregar Equipo.

7

Agregar Equipo

Datos del Equipo	Archivos Adjuntos
Código <input type="text"/> Serial <input type="text"/> Marca <input type="text"/> Modelo <input type="text"/> Potencia <input type="text"/> Peso <input type="text"/> Tipo de Equipo <input type="text"/>	Descripción <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> Imagen <input type="button" value="Examinar"/> </div>
Clasificación <input type="text"/> Prioridad <input type="text"/> Localización <input type="text"/>	

Fuente: Autores del Proyecto

4.3.2.4 Desarrollo de aplicaciones (formularios). La figura 3 muestra el menú principal del aplicativo de software creado.

Figura 9: Menú principal de software MAPO V1.0.0



Fuente: Autores del Proyecto

A continuación se presenta un pequeño resumen de las tareas principales que se ejecutan en cada submenú.

Inicio: En el menú **Inicio**, se despliegan los submenús correspondientes a **Configuración, Acerca de y Salir**. En el submenú **Configuración**, se pueden encontrar las funciones que corresponden a **Categorías, Sistema de Unidades, Clasificación de Productos y Tipos de Movimientos**; los cuales se cargan al software dependiendo los requerimientos de la empresa que adopte la aplicación. Además, en el submenú **Acerca de**, proporciona información de los desarrolladores del software.

Personal: Este menú, contiene dos apartados los cuales corresponde a **Administrador y Empleados**. Además, cada uno de estos submenús suministra las funciones de **Agregar Nuevo y Consultar**.

Gestión de Mantenimiento: Un buen manejo de este apartado es de carácter significativo para una buena toma de decisiones al momento de planear el mantenimiento. Es por ello, que este apartado se encuentra conformado por dos submenús denominados **“Gestión de Equipos”** y **“Orden de Trabajo”**, los cuales permiten administrar y llevar un inventario completo de los activos con los que cuenta la empresa.

Almacén: Está conformado por dos submenús bastantes completos que manejan grandes volúmenes de información y permiten llevar un inventario detallado de **Productos, Proveedores y Herramientas.**

Indicadores de Gestión: En este menú se puede encontrar dos herramientas estadísticas como **Diagrama de Pareto** y **Diagramas de Ishikawa**, que brindan información valde para una posible toma de decisiones.

Ayuda: En este menú se puede encontrar un acceso directo al **Manual de Usuario**, el cual tiene como único propósito brindar una ayuda al usuario en el momento de manipular la aplicación.

A título de ejemplos se ilustran las estructuras básicas de algunos de los formularios. La figura 4 ilustra el formulario de Consultar Orden de Trabajo.

Figura 10: Consultar Orden de Trabajo

The screenshot shows a web application interface for consulting work orders. At the top, there are navigation tabs: 'Orden de Trabajo', 'Riesgos de Trabajo OT', and 'Herramientas y Repuestos'. The main title is 'Consultar Orden de Trabajo'. The form contains several input fields and dropdown menus for filtering work orders. Below the form is a table with the following columns: 'N° OT', 'Tipo de Mantenimiento', 'Descripcion', 'Estado', and 'Fecha Creacion'. The table body is currently empty.

Fuente: Autores del Proyecto

Figura 11: Catálogo de Equipos



Fuente: Autores del Proyecto

Figura 12: Catálogo de Productos



Fuente: Autores del Proyecto

4.3.3 Prueba de desempeño del software. Para medir el desempeño de la operación del software, se simularon condiciones similares a las presentadas en los sectores industriales de pequeñas y medianas empresas. Al finalizar estas pruebas su desempeño fue satisfactorio, en términos de facilidad y confiabilidad de resultados, posteriormente se vació toda la información recopilada en el software, quedando así listo para su posterior aplicación.

4.3.4 Selección del Nombre y Logo de la aplicación. Luego de deliberar posibles opciones para la selección del Nombre y Logotipo de la aplicación, nace MAPO, (Mantenimiento Asistido Por Ordenador), un nombre que hace referencia al trabajo para el cual fue desarrollado y que se caracteriza por ser fácil de memorizar. Además, se analizaron las características del aplicativo y se concluye que sería apropiado identificarlo con un Camaleón, animal que posee habilidades en su entorno tales como agilidad, adaptación, flexibilidad, entre otras, similares a las que tendría MAPO en una empresa.

Figura 13: Logotipo de software MAPO (Desarrollado en Corel Draw X6).



Fuente: Autores del Proyecto.

Figura 14: Fondo ventana principal Software MAPO.



Fuente: Universitaria Agustiniana- Uniagustiniana.

4.3.5 Resultados. Se obtuvo como resultado de este proyecto, el desarrollo de una aplicación informática apta para sistematizar la gestión del mantenimiento, con la posibilidad de futuras actualizaciones que satisfagan las necesidades de las PYMES en Colombia.

5. CONCLUSIONES

MAPO, es una aproximación de los software para la gestión del mantenimiento existentes en el mercado, es decir, es una versión beta sujeta a futuras actualizaciones, estas actualizaciones deben ser realizadas de acuerdo al lenguaje de programación que se usó para el desarrollo de **MAPO**.

Se describió los módulos básicos que contiene un sistema informático para la gestión del mantenimiento industrial los cuales son esenciales para poder estructurar un buen sistema de información.

Se logró que el software **MAPO**, sea de fácil manejo, es decir, que personas con conocimientos básicos en informática puedan usarlo correctamente.

La gestión del mantenimiento asistido por ordenador es un tema muy extenso y complejo, razón por la cual se debe contar con fundamentos de programación, base de datos y conocimientos sólidos en mantenimiento industrial para asegurar que se desarrolle un buen sistema de información útil para cualquier empresa que desee implementarlo.

El desarrollo de **MAPO** se fundamentó en las problemáticas que presentan las pequeñas y medianas empresas las cuales no poseen un sistema de información eficiente que les permita manejar los grandes volúmenes de datos que se manejan en las instalaciones.

6. RECOMENDACIONES

Para el correcto funcionamiento del software seguir las indicaciones de instalación y requerimientos de la máquina que se establecen claramente en el manual básico de usuario. **(Véase Anexo A).**

Crear un grupo multidisciplinario de profesionales interesados en el área de programación y de mantenimiento industrial, los cuales se encargaran del asesoramiento, mantenimiento y divulgación de MAPO y que este a su vez se convierta en un proyecto bandera, para así ofrecer nuevas actualizaciones que estén acordes a la evolución en las industrias.

Los catálogos y manuales del equipo deben ser cargados a **MAPO**, para mantener el sistema actualizado al momento de realizar cualquier actividad de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

BONA, J. María de. Gestión del Mantenimiento. Madrid, 1999. 440p. ISBN: 84-89786-81-x.

CASTAÑER FIGUERAS, Francesc. Cómo mejorar la productividad en el taller. Marcombo Boixareu, 1987. 125p.

DOUNCE, Enrique. La productividad en mantenimiento industrial. CECSA, 1998. 348p. ISBN: 9682610893.

El Mantenimiento en España. Editorial Asociación Española de Mantenimiento (AEM), 2000.

GARCIA, Santiago. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO. Editorial Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2003. 321p. ISBN: 84-7978-548-9.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y Práctica del Mantenimiento Avanzado. 2ed, Madrid: Masson, 1990. 569p.

GONZALES, Francisco. Teoría y Práctica del mantenimiento avanzado. 2da Edición. Editorial Fundación cofemetal. Madrid. ISBN: 84-96169-49-9.575p.

ISHIKAWA, Kaoru. Qué es el control total de calidad?: La modalidad Japonesa. Traducción de Margarita Cárdenas, Bogotá: Norma, 1986. 282p.

MARSH, John. Herramienta para la mejora continúa. AENOR, 2000. 224p.

MONKS, Joseph. Administración de Operaciones. Mc Graw Hill, 1991. 411p.

PRESSMAN. S, Roger. Ingeniería del software. Un enfoque práctico. 5 ed. Mc Graw Hill interamericana de España, España, 2002. 581p. ISBN: 0-07-709677-0.

SCHILDT, Herb. JAVA Soluciones de programación. Mc Graw Hill interamericana editores, España, 2009. 544p. ISBN: 978-0-07-226315-2.

SOLER Y, Fernando. Gestión Informática de la Producción. Editorial Paraninfo, 1991. 437p.

SZNAJDLEDER, Pablo Augusto. Java a fondo. Estudio del Lenguaje y Desarrollo de Aplicaciones. 2 ed. RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2013. 520p. ISBN: 978-987-1609-36-9.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. DECRETO 1360 de 1989, "Por el cual se reglamenta la inscripción de soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor" [online]. 1989. Disponible en: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10575>>, [citado 15/01/2015]

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. LEY 1273 de 2009, Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones [online]. 2009. Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34492>, [citado 15/01/2015]

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. LEY 23 DE 1982, Sobre derechos de autor [online]. 1982. Disponible en: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3431>>, [citado 10/01/2015]

BANCOLDEX. ¿Qué es Pyme? [online]. 2013. Disponible en: <<http://www.bancoldex.com/Sobre-pymes/Que-es-Pyme.aspx>> , [citado 15/01/2015]

CARVAJAL, Guillermo. RÍOS, Alexander. MONTILLA, Carlos. Desarrollo de un software para mantenimiento preventivo, aplicable a los sectores de micro y pequeñas empresas colombianas. [en línea]. No. 40 (2008). Disponible en: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4741112>> [citado en 15 de enero 2015]

CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. Artículo 61. Editorial UNION LTDA, 1998. 202p.

CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. Artículo 71. Editorial UNION LTDA, 1998. 202p.

CORTE CONSTITUCIONAL. Sentencia C-11, TRATADO DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL SOBRE DERECHOS DE AUTOR [online]. 2000. Disponible en: <<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/C-1183-00.htm>>, [citado 10/01/2015]

DEFINICIÓN DE. SISTEMAS DE INFORMACIÓN [online] .2008-2015.Disponible en. <<http://definicion.de/sistema-de-informacion/#ixzz3UwTJGM2E>> , [citado 14/01/2015]

GALEON, Hispavista. CONCEPTO DE SOFTWARE. [online]. 2013. Disponible en: <<http://fraba.galeon.com/software.htm>>, [citado 07/01/2015]

HOSTNAME. ¿Qué es Apache y para que sirve?. [Online]. Disponible en: <<http://clientes.hostname.cl/knowledgebase.php?action=displayarticle&id=35>>,[citado 15/12/2014]

INFORMATICA. ¿Qué es MySQL? [online]. Disponible en: <<http://indira-informatica.blogspot.com/2007/09/qu-es-mysql.html>>, [citado 01/11/2014]

ISO. We're ISO, the International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards. . [online]. Disponible en <http://www.iso.org/iso/home.html> . [citado 09/01/2015.]

MINITIC. Colombia TIC estadísticas. [online]. Disponible en: <<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-6966.html>>, [citado 09/01/2015]

ORACLE CORPORATION. ¿Que es Java? [online]. Disponible en: <https://www.java.com/es/download/whatis_java.jsp>, [citado 01/01/2015]

THE FREE DICTIONARY, By farlex. Catálogo. [online]. 2007 Disponible en: <<http://es.thefreedictionary.com/cat%C3%A1logo>>, [citado 01/01/2015]

TOP SEAL IBERICA, S.L. BLOG MANTENIMIENTO INDUSTRIAL [online]. Disponible en: <<http://www.topseal.es/que-es-la-terotecnologia-en-mantenimiento-industrial/>>, [citado 08/01/2015]

ANEXOS.

Anexo A. [Manual básico de usuario.](#)

Manual Básico de Usuario



Derechos Reservados ©

Desarrollado por los Ingenieros Mecánicos
MARIO ALBERTO PÉREZ PEÑARANDA & MIGUEL ROBERTO POSADA CARRASCAL

Anexo B. SOFTWARE MAPO 1.0

