SIGMANT: SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO DE LA UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS".

Ing. Mario Camilo Sanca[1], M.Sc. Julio Lázaro Betancourt Ávila[1]

1. Departamento de Informática. Facultad de Informática.
Universidad de Matanzas ´Camilo Cienfuegos', Autopista a
Varadero, km 3 ½, Matanzas, CP 44740, Cuba.

CD de Monografías 2008
(c) 2008, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

Resumen.

En la actualidad toda empresa debe tener el control de los mantenimientos y de las reparaciones, como elemento estratégico para su desarrollo. El objetivo del presente trabajo consiste en presentar los elementos más importantes de una propuesta de Sistema Informático para la Gestión de la Información del Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", que tiene como propósito fundamental gestionar la información de estos tipos de mantenimiento y reparaciones, brindar información sobre el estado de los equipos y saber de una forma rápida y segura el estado del cumplimiento de esos procesos de reparaciones y mantenimientos, través de una aplicación web. La aplicación informática está desarrollada sobre plataforma Web para permitir el acceso a través de la red universitaria al servidor.

Palabras claves*: Mantenimiento especializado; Gestión de información; Aplicación web; Universidad.*

Introducción.

La labor del Departamento de Mantenimiento Especializado en una Universidad está relacionada con la prevención de accidentes y lesiones del trabajador, ya que tiene la responsabilidad de preservar en buenas condiciones la maquinaria, las herramientas y los equipos de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral (Camilo, 2008).

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas se basan, fundamentalmente, en el objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Actualmente existe en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" un sistema informático encargado de realizar el control de los mantenimientos y las reparaciones, pero el software no utiliza adecuadamente los elementos de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, está diseñado para ser utilizado solamente en un ordenador y es engorroso el trabajo de los operarios. Por otra parte, se emplea el manipulador de Hojas Electrónicas Excel, existiendo la inevitable inconsistencia en los datos, información duplicada, y además existen actividades que realizan los operarios que son semiautomáticas, conllevando a que no se resuelvan adecuadamente las problemáticas que se plantean a resolver por el Área de Mantenimiento Especializado en la Universidad (Camilo, 2008).

En busca de la solución del problema mediante un prototipo, se comenzó con una propuesta muy incipiente de sistema para el control de la información de Mantenimiento Especializado (Valido, 2006), denominado "GMANT", que no llegó a ser puesta en

marcha ni constituía una aplicación con sus reglas de negocio implementadas. Además, no se presentó para esa propuesta un criterio consistente del cliente. Estos aspectos se consideran por los autores del presente trabajo, como inviolables en términos de Ingeniería de Software.

De lo anteriormente expuesto, se puede concluir que el problema de esta investigación consiste en la inexistencia de un sistema automatizado que responda a la gestión y el control de los mantenimientos y reparaciones de acuerdo a las nuevas necesidades de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

Como objeto de estudio se toma los procesos que se ejecutan para la planificación del Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

Se asume como campo de acción las técnicas que se aplican para desempeñar el Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", desde el punto de vista del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en función de la toma de decisiones.

Por lo antes referido se pudo plantear como hipótesis del presente trabajo que, si se implementa e introduce una herramienta informática para la Web, elaborada con el empleo de técnicas de Ingeniería de Software y de la Programación, entonces se puede desarrollar la gestión de la información de Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", con eficiencia, rapidez, precisión y seguridad.

Las variables de investigación son:

- Variable independiente: Sistema informatizado la gestión de la información de Mantenimiento Especializado de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

- Variable dependiente: Las operaciones de Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

Consecuentemente con el supuesto reflejado en la hipótesis, se trazó como Objetivo General el siguiente:

Desarrollar una aplicación Web, para gestionar la información del estado técnico de los equipos, el cumplimiento y control de los planes de mantenimientos y reparaciones en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

Como Objetivos Específicos se listan los siguientes:

1. Desarrollar un análisis de la gestión del Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", identificando los problemas existentes.

2. Desarrollar el Análisis, Diseño, Planificación del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado.

3. Desarrollar la Planificación y Estimación de los Costos del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado.

4. Desarrollar la Implementación del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado.

5. Realizar Pruebas del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado.

Para llevar a cabo satisfactoriamente el cumplimiento de los objetivos se propusieron y ejecutaron varias tareas de investigación.

La actualidad del trabajo se manifiesta en los siguientes aspectos:

- La información del sistema, así como sus reportes puede ser brindada en tiempo real al personal autorizado o en un tiempo menor que el que es brindado por el sistema actual.

- Se puede acceder al sistema desde cualquier ordenador dentro de la red de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

- Es portable para los más conocidos Sistemas Operativos.

Los aportes prácticos se ven reflejados en los puntos anteriores como parte de la actualidad del trabajo, además de constituir una aplicación informática con sus conocidas bondades en cuanto a las ventajas que ofrece su uso racional.

Como resultado esperado del trabajo se exhibe una aplicación para la Web que permite procesar la información de Mantenimiento Especializado de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, que se ha probado con una muestra de datos reales y está lista para ser usada en el mencionado Departamento, así como que se está usando en el Departamento de Inversiones (Camilo, 2008).

En este trabajo se llevó a cabo la investigación a través de diferentes métodos que permiten confirmar la necesidad de enrutarla a feliz término. Los métodos empíricos empleados en la investigación son: la observación científica, la entrevista y el análisis de documentos (Betancourt, 2007).

La presencia de un proceso bien definido y bien gestionado es una diferencia esencial entre proyectos hiperproductivos y otros que fracasan. El Proceso Unificado de Desarrollo es una solución al problema del software.

Para la elaboración del modelado se han desarrollado herramientas *CASE* que facilitan el mantenimiento de la documentación como solución de un problema dado.

El presente trabajo se estructuró de la siguiente manera: 1) la Fundamentación teórica y tendencias tecnológicas, que recoge algunos conceptos asociados al dominio del problema, se hará mención a varios sistemas existentes vinculados al campo de acción, así como el análisis de algunas de sus características fundamentales con el objetivo de permitir una mejor orientación al desarrollo y fundamentación de la necesidad de la implementación del sistema y se aborda lo relacionado con la tendencia actual de la tecnología empleada en este trabajo, las herramientas utilizadas en la implementación del mismo y la metodología que se siguió para su desarrollo; 2) la Descripción de la propuesta, en que se trata lo relacionado con las reglas del negocio a considerar, sus casos de uso y los actores que intervienen en este, también se analizan los casos de uso del sistema más importantes a manera de esbozo, así como los requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir para su correcto funcionamiento. Además se exponen los actores y el diagrama de casos de uso del sistema, acompañados de una descripción de cada caso de uso. Se hace un estudio de la factibilidad de realización de la aplicación, así como un análisis de los costos-beneficios que ésta trae consigo; 3) la construcción de la propuesta, en que se realiza el flujo de trabajo del Diseño a través del diseño de clases, el diagrama de clases persistentes y el modelo de datos, así como los principios de diseño y al modelo de implementación a través del diagrama de despliegue y de componentes; y, 4) los Elementos de prueba y resultados obtenidos. Presenta los elementos de prueba al software; los resultados obtenidos; criterio de expertos y del cliente; y elementos de la documentación del sistema.

Desarrollo.

Existen varias formas o estrategias de aplicación del Mantenimiento, que agrupadas según su forma de actuación, constituyen los Planes de Mantenimiento. Básicamente los podemos clasificar en tres: Correctivo, Preventivo y Predictivo, aunque hay algunos autores que consideran un cuarto grupo denominado “Detectivo” y que recogería todas las tareas diseñadas para conocer la verificación funcional con objeto de detectar posibles fallos ocultos. Nosotros las consideramos dentro del Preventivo, el apartado de Pruebas de funcionamiento, ya que si la establecemos a una frecuencia determinada, entra dentro de la definición del Mantenimiento Preventivo (Camilo, 2008).

Como antecedentes del presente trabajo de sistema informático se encuentran los siguientes software: GMant para “Gestión de Mantenimiento”, Mac para “Mantenimiento Asistido por computadoras”, MP para “Mantenimiento Preventivo”, MACWIN y Abismo. A continuación se exponen algunas de sus caracteríticas.

Objeto de estudio.

La misión de la organización, desde el punto de vista de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, consiste en desarrollar aplicaciones informáticas para el trabajo en una red propia de la *Gestión Económica Financiera*, que garantice un fácil acceso a la información integrada por cada uno de los niveles de interés del Centro, realizándose una gestión económica más eficiente y eficaz, asegurando el mayor nivel de seguridad e integridad de la información y favoreciendo la toma de decisiones en el plano económico (Ministerio de Educación Superior, 2002).

Por la necesidad de desarrollar y explotar herramientas basadas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se crea un *Grupo de Investigación* dedicado al desarrollo de *Sistemas Económicos Informatizados* del Subsistema de Informatización de la Gestión Económica Financiera de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", con el fin de hacer más eficientes sus procesos y, a su vez, por la necesidad de crear y administrar una sólida Red de acceso a la información, como base de dichos sistemas. Este grupo se denominó "*InfoGEF-UMCC*" y presenta varias aplicaciones en desarrollo entre ellos SIGMant (Betancourt, 2007).

Fundamento científico o marco teórico.

Para llevar a efecto de manera eficiente el sistema SIGMant en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" es necesario desarrollar una estrategia que incluya el empleo en gran escala de los aspectos más importantes de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

En este trabajo, a partir de la experiencia del grupo de investigación Informatización en la Gestión Económica Financiera (InfoGEF) de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" y de la revisión bibliográfica realizada, se propone el desarrollo de aplicaciones informáticas que complementan la Gestión Económica Financiera universitaria haciendo un amplio uso de la infraestructura de la Red (Betancourt, 2007).

Entre los aspectos a valorar se encuentra el subsistema para Mantenimiento Especializado.

Existe información de diferente índole, que se emplea para realizar los análisis correspondientes por los diferentes niveles de dirección. Pero esa información no siempre está organizada en función de un sistema informativo para la gestión organizacional eficiente, rápida y precisa.

El desarrollo de este trabajo requiere del análisis de la situación de la infraestructura tecnológica existente para el procesamiento automatizado de la información y para establecer las comunicaciones tanto internas como con el exterior.

Métodos de Investigación empleados.

En este trabajo se ha desarrollado la investigación a través de diferentes métodos que corroboran la necesidad de llevarla a cabo. Los métodos empíricos empleados en este trabajo son: la observación científica, la entrevista y el análisis de documentos (Betancourt, 2007).

De hecho, la observación científica, resultó la guía metodológica para la utilización de los restantes métodos de investigación empleados.

La entrevista refuerza con criterios contundentes acerca de la necesidad de introducir los resultados de este trabajo de investigación, esencialmente a partir de los criterios aportados por directivos principales y de los departamentos dedicados a la actividad de la Gestión Económica Financiera.

El análisis documental incluye la revisión de documentos presentados por la Vice-rectoría de Economía y la Dirección de Economía de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", documentos presentados como trabajos de curso, prácticas laborales, tesis de pregrado, tesis de maestría y tesis de doctorado, de estudiantes y profesores según sea el caso (Betancourt, 2007).

La presente investigación es del tipo experimental con aspectos no experimentales; auxiliándose para ello de la entrevista como técnica a emplear y el formulario como instrumento.

Tecnologías empleadas.

Fueron empleados los siguientes elementos tecnológicos para el desarrollo del software:

- La arquitectura cliente/servidor.
- Herramientas de software libre.
- Rational Unified Process (RUP) como Metodología de desarrollo de Sistemas Informáticos.
- Unified Modeling Language (UML) como Lenguaje de Modelación.
- Rational Rose como Herramienta CASE.
- Lenguaje de marcación de hipertextos: HTML.
- Lenguaje de programación: Hypertext Preprocessor (PHP).
- Servidor de bases de datos: Interbase.

- Lenguaje de consultas: Structure Query Language (SQL).
- Servidores Web: Apache HTTP Server.

Análisis crítico de las fuentes y bibliografías utilizadas.

La bibliografía utilizada fue extraída mayormente de los motores de búsqueda de Internet: Google, de Trabajos de Diploma realizados por estudiantes graduados en cursos anteriores y de trabajos de Tesis de Maestría de profesores disponibles en la página Web de la Facultad de Informática de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

La mayoría de la bibliografía consultada es bastante actualizada y sus años de vida no pasan de cinco, es decir, la fecha de publicación o última actualización de las mismas no distan de antes del 2000.

Descripción de la solución propuesta. Descripción de los procesos del negocio.

Para la elaboración de la solución informática que constituye el núcleo del presente trabajo se empleó la Metodología de Desarrollo de Sistemas Informáticos, desarrollada por sus autores principales, que se denominó Proceso de Desarrollo Unificado de Racional (RUP, siglas en inglés). Los autores principales son Jacobson, Booch y Rumbaugh (Jacobson, 2004), Pressman (Pressman, 2005) y Larman (Larman, 2004).

La modelación del negocio es el modo más eficaz de entender la estructura, detectar los problemas y derivar los requerimientos del sistema a desarrollar. Para llevar a cabo esto se hace totalmente necesaria la correcta identificación de los actores y trabajadores del negocio, así como el diagrama de casos de uso del negocio y una detallada descripción de los casos de uso.

El actor del negocio es: Operario.

Los trabajadores del negocio son: Encargado de los reportes, Trabajador del Buró de Quejas.

En el gráfico No. 1 se muestra el Modelo de Casos de Uso del Negocio.

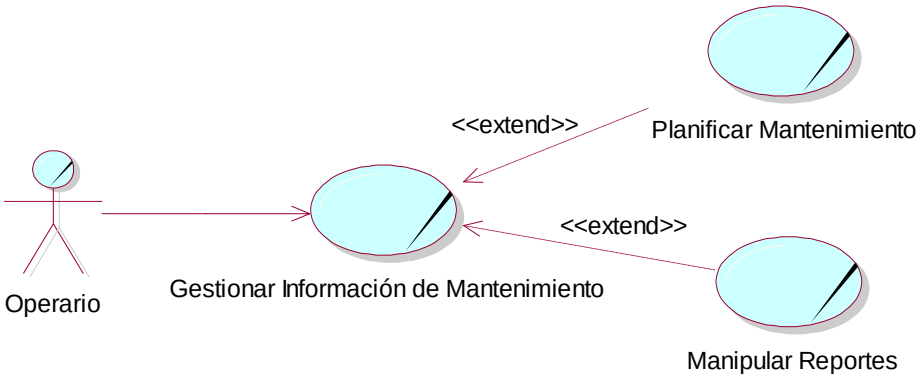

Gráfico No. 1: Diagrama del Casos de Uso del Negocio.

<u>Requisitos Funcionales del Sistema.</u>

1. Autentificarse
2. Entrada de los Datos.

    2.1. Entrar las Firmas que proveen los equipos.

    2.2. Entrar las marcas de los equipos.

    2.3. Entrar Centros de Costo.

    2.4. Entrar Áreas.

    2.5. Entrar Agrupaciones de Mantenimiento.

    2.6. Entrar Clasificación de equipos.

    2.7. Entrar puesto de los empleados.

    2.8. Entrar Empleados

    2.9. Entrar Grupos de Equipos

    2.10. Entrar Tipos de Equipos.

    2.11. Entrar equipos.

    2.12. Entrar Brigadas.

    2.13. Entrar usuario

3. Modificar Datos

    3.1. Modificar Firmas.

    3.2. Modificar Marcas.

    3.3. Modificar Centros de Costo.

    3.4. Modificar Áreas.

    3.5. Modificar Agrupación de Mantenimiento.

    3.6. Modificar Clasificación de Equipos.

    3.7. Modificar Puesto de los Empleados.

    3.8. Modificar Empleado.

    3.9. Modificar Grupos de Equipos.

    3.10. Modificar Tipo de Equipos

    3.11. Modificar Equipos.

    3.12. Modificar Brigada

4. Eliminar Datos.

    4.1. Eliminar Firmas.

    4.2. Eliminar Marcas.

    4.3. Eliminar Centros de Costo.

    4.4. Eliminar Áreas.

    4.5. Eliminar Equipos.

    4.6. Eliminar Orden de Trabajo.

    4.7. Eliminar Empleado.

    4.8. Eliminar Puesto de Empleado.

    4.9. Eliminar Grupos de Equipo.

    4.10. Eliminar Clasificación de los Equipos.

4.11. Eliminar Tipos de Equipo.

5. Manipulación de las Órdenes.

5.1. Abrir Órdenes de Mantenimiento por Centro de Costo.

5.2. Abrir Órdenes de Mantenimiento por Edificio.

5.3. Abrir Órdenes de Reparación

5.4. Cerrar Órdenes.

5.5. Pasar Órdenes a abiertas a Órdenes en Curso.

6. Movimientos de equipos.

6.1. Realizar Movimientos de un equipo.

6.2. Realizar Movimientos de equipos de un área a otra.

7. Reportes del sistema.

7.1. Buscar Equipos por un Centro de Costo, seleccionando el estado que se desee o la combinación de cualquiera de ellos, seleccionando el tipo de equipo o simplemente todos los equipos de ese centro de costo.

7.2. Buscar Equipos por fecha de entrada, seleccionando el estado que se desee o la combinación de cualquiera de ellos, seleccionando el tipo de equipo o simplemente todos los equipos.

7.3. Buscar Equipos por Número de Inventario.

7.4. Buscar Equipos por Suministrador en un Centro de Costo, seleccionando el estado que se desee o la combinación de cualquiera de ellos, seleccionando el tipo de equipo o simplemente todos los equipos de ese centro de costo.

7.5. Cumplimiento del Mantenimiento.

7.6. Informe Trimestral, dando la fecha del trimestre que se desee y los Grupos de Equipos que se quieran.

7.7. Buscar Órdenes de Trabajo Abiertas.

7.8. Buscar Órdenes de Trabajo Cerradas.

7.9. Buscar Órdenes de Trabajo en Curso.

7.10. Generar expediente Técnico del equipo.

7.11. Informe general que le da todos los equipos por Centro de Costo

7.12. Listar equipos activos e inactivos

8. Planificación.

8.1. Planificar los días de trabajo de los Empleados.

8.2. Planificar los Mantenimientos.

Los requisitos no funcionales se agrupan en (Robertson,1999):

- Apariencia o interfaz externa.
- Usabilidad.
- Rendimiento.
- Portabilidad.
- Seguridad.
- Requerimientos de software.
- Requerimientos de hardware.

<u>Descripción del sistema propuesto. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.</u>

Para describir el sistema nos basamos en el *Modelo de Casos de Uso del Sistema* o simplemente *Modelo de Casos de Uso*, en que se representa lo que hace el sistema para cada tipo de usuario.

Algunos *Actores del Sistema* identificados para SIGMant de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" son:

- Usuario u Operario del sistema (actor genérico).
- Invitado.

De los *Actores del Sistema* y los *Casos de Uso del Sistema* "SIGMant: Sistema Informatizado para el Mantenimiento Especializado" se muestra una parte del *Modelo de Casos de Uso del Sistema* en el gráfico No. 2.

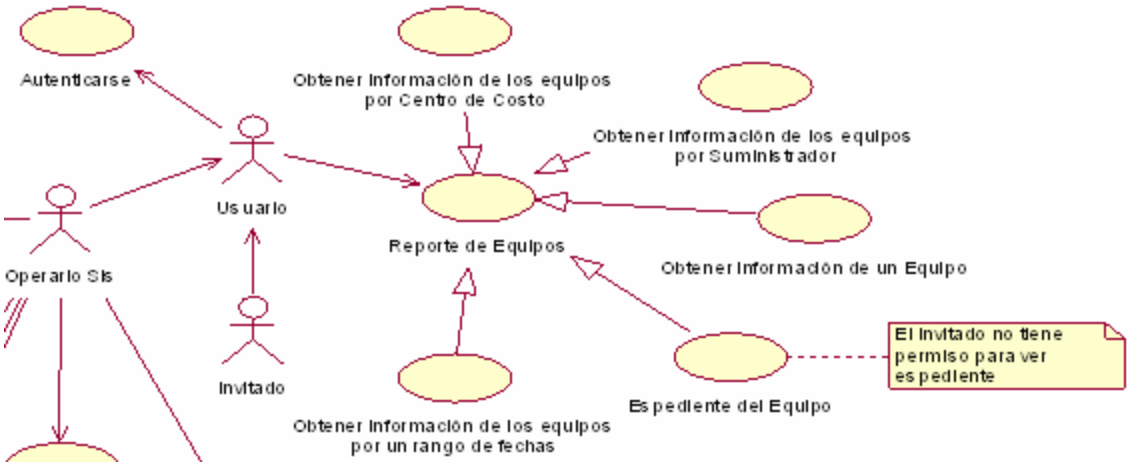

Gráfico No. 2: Parte del Modelo de Casos de Uso del Sistema.

Planificación del proyecto y Estimación de los costos.

Resulta de vital importancia estimar el coste, esfuerzo y tiempo cuando se planifica una nueva actividad de desarrollo de software, tarea que resulta difícil e imprecisa y que requiere sin lugar a duda de una documentación adecuada. Juega un papel fundamental la previsión del personal del proyecto, la preparación del proyecto, la replanificación, el seguimiento del proyecto, la negociación del contrato, así como las decisiones referente a la oferta/demanda (Lee, 2002).

Para llevar a cabo el estudio de la factibilidad del sistema, se tuvo en cuenta el cálculo mediante los puntos de función desajustados para la estimación del proyecto, denominado COCOMO II, que es una variante mejorada (Boehm, 2000) de su predecesor COCOMO lanzado en 1981 y ambas variantes son desarrolladas por Barry Boehm.

Los costos previstos para el desarrollo del sistema se muestran en la tabla No. 1.

Tabla No. 1: Costos del desarrollo del Sistema Informático.

Cálculo de:	**Valor**
Esfuerzo (PM)	34.90
Tiempo de desarrollo	35 meses
Cantidad de hombres	1
Costo	17450.00$
Salario medio	500.00$

Beneficios tangibles e intangibles.

La herramienta informática desarrollada es una solución a los problemas que se vienen presentando en el Departamento de Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Este reporta muchas facilidades a los trabajadores al permitir recoger en una sola aplicación todos los informes y reportes necesarios para sus funciones en el departamento. También permite un ahorro de tiempo ya que se informatizan varios procesos que se realizaban a mano ejerciendo mayor control sobre estos. Otro beneficio que aporta la aplicación, radica en la ayuda al trabajo en colectivo, a través de la participación en el trabajo de todos los miembros del departamento simultáneamente, haciendo que su trabajo se realice más cómodo conllevando a mayor calidad de este (Camilo, 2008).

Análisis de costos y beneficios.

Con el desarrollo de todo producto informático viaja asociado un costo, el justificarlo depende de los beneficios tangibles e intangibles que este produce.

El sistema que se propone está dirigido fundamentalmente al Departamento de Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Esta aplicación constituirá el primer producto cubano conocido con interfaz Web en la gestión de los mantenimientos.

Además, mejora las condiciones de trabajo del especialista del área, que con solo acceder al sistema, realiza los procesos a través de la interacción con este, sin depender de otros programas que le calculen los datos que desean y después plasmarlos de forma manual en el reporte que se desee informar. En consecuencia se reduce el tiempo de respuesta ante las necesidades de información y es más fácil detectar los problemas.

La nueva herramienta informatizada brinda numerosas facilidades para obtener reportes. También presenta entre sus beneficios una cómoda interfaz para el acceso a los datos y la centralización y almacenamiento de la información.

Desde el punto de vista económico, se puede decir que este software beneficiaría a la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" ya que representaría un considerable ahorro de dinero por concepto de compra de un producto extranjero, puede proponerse la extensión de su uso para otras universidades cubanas.

Construcción de la solución propuesta.

Diagrama de Clases.

El diagrama de clases es el resultado del refinamiento del modelo conceptual y se basa en los mapas de navegación. Para la elaboración del mismo se hizo uso de los estereotipos especiales que propone Rational Rose para la modelación de aplicaciones WEB. De esta

forma se han diferenciado las clases correspondientes a: páginas de servidor, páginas de cliente y formularios, así como la relación entre ellas.

A manera de ejemplo, en el gráfico No. 3 se muestra el Diagrama de clases del Caso de Uso “Eliminar Área”.

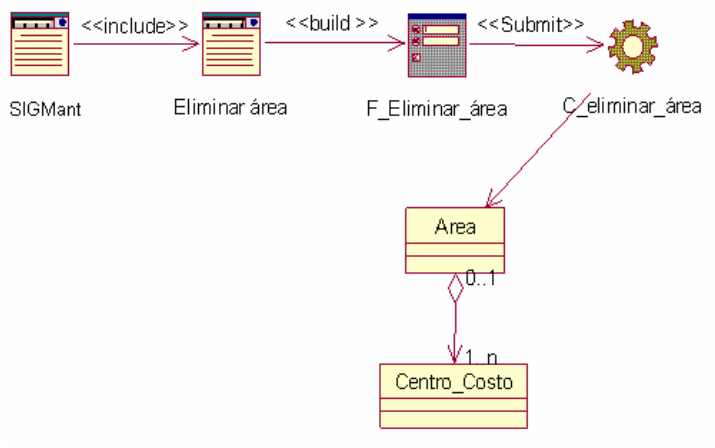

Gráfico No. 3: Diagrama de clases del Caso de Uso “Eliminar Área”.

<u>Diseño de la Base de Datos.</u>

Se obtiene el diseño de la Base de Datos a través del Diagrama de Clases Persistentes y el Modelo de Datos.

Una parte del Diagrama de Clases Persistentes se muestra en el gráfico No. 4.

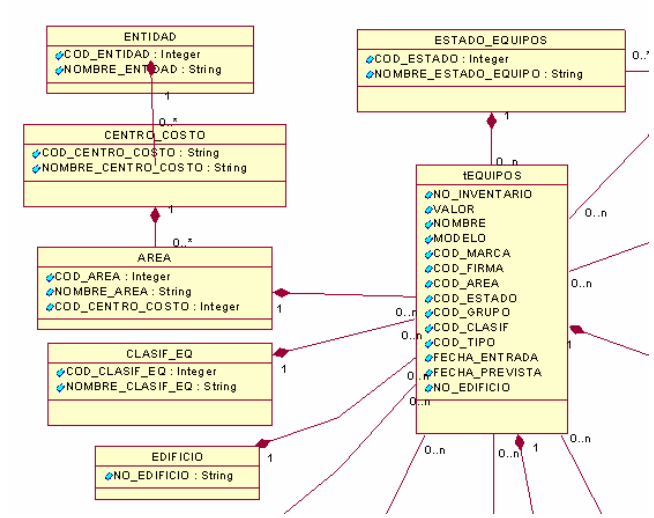

Gráfico No. 4: Diagrama de Clases Persistentes.

Formatos de Reportes.

Entre las facilidades que debe brindar el sistema está la obtención de reportes referentes a la información que en él se introduzca. El usuario puede seleccionar uno de los 2 formatos conocidos a generar: pdf, html con letra clara y legible, con una utilización adecuada de los colores en su mayoría claros de forma tal que permita una buena impresión. Como ejemplo de reporte de salida de información se muestra en el gráfico No. 5 los equipos por número de inventario.

Salidas del sistema

Área	Inventario	Tipo Equipo	Estado	Proveedor	Fecha Entrada
1011	1978	Pentium IV	Roto en área	CAMIR	2007-06-21

Gráfico No. 5 Reporte de salida de información de los equipos por número de inventario.

Diagrama de despliegue.

El Diagrama de Despliegue de la aplicación informática obtenida se muestra en el gráfico No. 6.

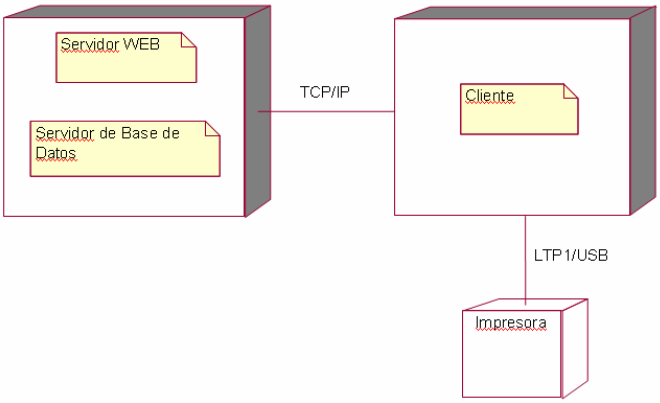

Gráfico No. 6: Diagrama de despliegue.

Modelo de Implementación.

Se desarrolló un Diagrama de Componentes del Sistema y uno para cada módulo, con el objetivo de que se obtenga una mejor compresión, y éste se muestra en el gráfico No. 7.

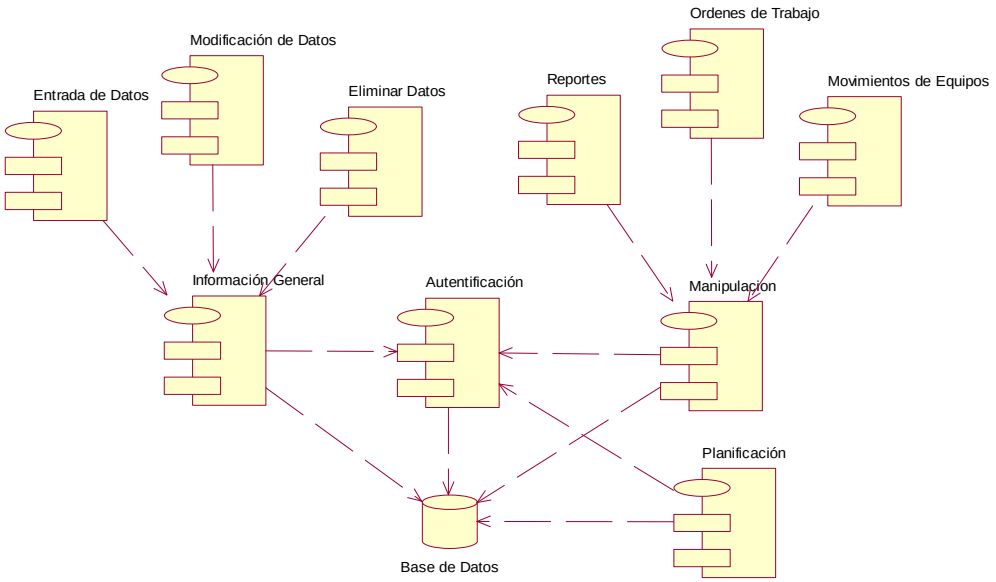

Gráfico No. 7: Diagrama de Componentes del Sistema.

Pruebas del Sistema Informático.

Aquí se presentan los elementos de prueba al software, los resultados obtenidos y elementos de la documentación del sistema.

El objetivo de las pruebas no es asegurar la ausencia de defectos en un software, únicamente puede demostrar que existen defectos en el software. El objetivo es pues, diseñar pruebas que sistemáticamente saquen a la luz diferentes clases de errores, haciéndolo con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo (Camilo, 2008).

Elementos de Prueba al Software.

Existen dos tipos específicos de técnicas de pruebas que normalmente se aplica cuando termine la implementación de un sistema que son:

- Técnicas de caja blanca o estructural, que se basan en un minucioso examen de los detalles procedimentales del código a evaluar, por lo que es necesario conocer la lógica del programa.

- Técnicas de caja negra o funcionales, que realizan pruebas sobre la interfaz del programa a probar, entendiendo por interfaz las entradas y salidas de dicho programa. No es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que debe realizar.

Pruebas de Caja Blanca o Estructurales.

Este tipo de prueba está basada en la lógica interna de la aplicación y el código. Hace una cobertura de declaraciones del código, ramas, caminos y condiciones y se caracteriza por:

- Se centra en el estudio minucioso de la operatividad de una parte del sistema considerando los detalles procedurales (la lógica del sistema).

- Consiste en realizar pruebas para verificar que líneas específicas de código funcionan tal como esta definido. También se le conoce como prueba de caja-transparente.

Aquí se presenta el análisis del pseudocódigo de la autentificación del "usuario" en el sistema, introduciendo el nombre de usuario y la contraseña.

```
txt_usuario = texto en el campo nombre de usuario;    (1)

txt_pass = texto en el campo contraseña;       (1)

If (txt_usuario  != null  &&  passT != null){          (2)

        if((txt_usuario=!LOGIN_USUARIO)&&(txt_pass=!PASSWORD_USUARI   O))
{ (3)

                Error "El usuario y la Contraseña tienen error o no existen";   (4)

        }

        else { Se autenticó en el sistema;}(5)

} (6)

else { Error "los campos nombre y contraseña no pueden ser vacíos" } (7)

// Fin   (8)
```

Para este código se muestra el grafo en el gráfico No. 8.

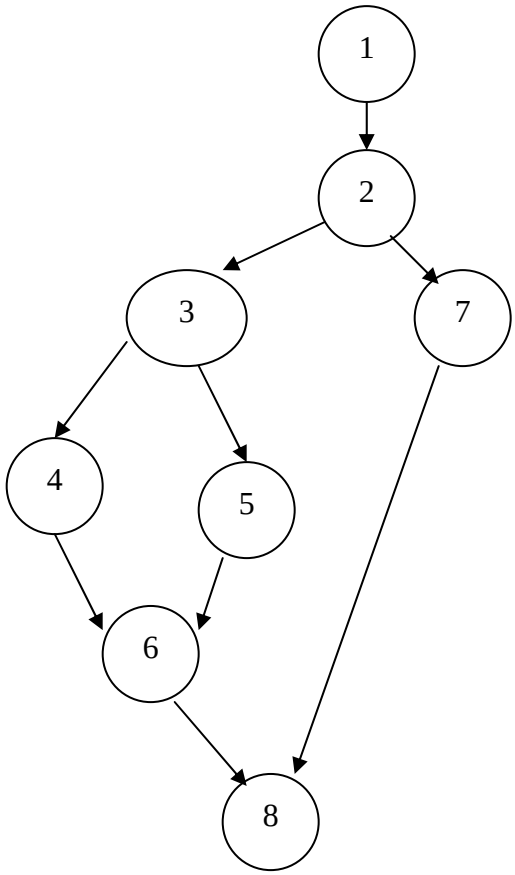

Gráfico No. 8: Grafo de flujo “Autentificar usuario”.

La Complejidad Ciclomática para el sistema general se obtiene por la siguiente expresión:

V (G) = A-N+2 donde A: número de aristas y N: número de nodos.

V (G) = 9-8+2 = 3

En este caso, se determina el conjunto básico de caminos independientes, como sigue:

- Camino 1: 1, 2, 7, 8.
- Camino 2: 1, 2, 3, 5, 6, 8.
- Camino 3: 1, 2, 3, 4, 6, 8.

Los resultados de la evaluación de cada camino se muestran en la tabla No. 2.

Tabla No. 2: Evaluación de resultados de los caminos del grafo.

No. de camino	**Caso de prueba**	**Objetivo**	**Resultado esperado**
1	txt_usuario == null || txt_pass == null	Para probar el lanzamiento de error cuando el nombre o contraseña introducida es vacio	Error “los campos nombre y contraseña no pueden se vacíos”
2	txt_usuario = a; txt_pass = b; contraseña de a es b	Para probar el caso el nombre de usuario y la contraseña son correctos	Se autenticó en el sistema
3	txt_ usuario = a; txt_pass = b; usuario de b es d y la contraseña de a es c	Para probar el caso la contraseña es incorrecta	Error “El usuario y la Contraseña tienen error o no existen”

Con esta técnica se diseñaron todos los casos de pruebas para garantizar que todas las sentencias se ejecutan correctamente.

<u>Pruebas de caja negra o funcionales.</u>

Este tipo de prueba está basada en el análisis de la funcionalidad del sistema. En ella se analiza principalmente la compatibilidad entre sí, en cuanto a las interfaces, de cada uno de los componentes del software (no tiene en cuenta la lógica del sistema).

A manera de ejemplo, se muestra en la tabla No. 3 la documentación de Caso de Prueba de caja negra para las funcionalidades del Caso de Uso “Insertar equipo”.

Tabla No. 3: Caso de Prueba de caja negra para las funcionalidades del Caso de Uso “Insertar equipo”.

Caso de prueba	Insertar equipo
Entrada	Datos requeridos del equipo a registrar.
Resultados	Se guardaron bien los datos del equipo en la base de datos.
Condiciones	El usuario tiene que autenticarse como administrador.

Análisis de los resultados obtenidos.

En estos momentos la aplicación para la Web permite procesar la información de Mantenimiento Especializado de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, es capaz de planificar los mantenimientos, para mostrar las órdenes de mantenimiento organizadas por centros de costo y así llevar el control de los equipos a los que se le aplicó el mantenimiento o la reparación según corresponda; también brinda informes del estado del cumplimiento del mantenimiento por grupos y brigadas; se conoce la cantidad de equipos de un centro de costo y su estado. Con esta aplicación se pueden realizar movimientos de equipos de un área a otra, entre otras utilidades, lo que demuestra que los objetivos propuestos se alcanzaron.

Conclusiones.

Como resultado de esta investigación para dar respuesta a la problemática planteada inicialmente acerca de la inexistencia de un sistema informático que gestione y controle los mantenimientos y reparaciones de acuerdo a las nuevas necesidades de la Universidad de Matanzas, se llega a la conclusión de que se desarrolló un análisis de la gestión del Mantenimiento Especializado en la Universidad de Matanzas, identificando los problemas existentes. Se desarrolló el Análisis del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado. Se desarrolló la Planificación y Estimación de los Costos del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado. Se desarrolló el Diseño del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado. Se desarrolló la Implementación del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado. Se realizaron Pruebas del sistema SIGMant para la gestión de la información de Mantenimiento Especializado.

Bibliografía.

Betancourt Ávila, J. L., 2007, *La Informatización en la Gestión Económica Financiera de la Universidad de Matanzas*, Tesis presentada en opción al Grado Científico de Master en Ciencias. Maestría en Informática Aplicada del Departamento de Informática de la Facultad de Informática de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Defendida el 5 de mayo del 2007.

Boehm, B. … et al., 2000, *SW Cost Estimation with COCOMO II*, Prentice Hall.

Camilo Sanca, M. … et al. 2008. SIGMant: Sis. Informático para Mantenimiento Especializado de la Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático. Departamento de Informática. Facultad de Informática. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

Jacobson, I. … et al. 2004, *El proceso unificado de desarrollo de software*, Editorial Félix Varela. La Habana, Volumen I. 438 p.

Larman, C., 2004, *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*, Editorial Félix Varela. La Habana. Tomos I y II.

Lee, S., … et al., 2002, *Software Cost Estimation*, Departament of Computer Science University of Calgary, Winter 2002.

Ministerio de Educación Superior, 2002, *Perfeccionamiento de la Actividad Económica. Sistemas y Subsistemas del Modelo de Gestión Económica financiera del Ministerio de Educación Superior*, Editorial Félix Varela. La Habana (Cuba).

Pressman, R. S., 2005, *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*, Editorial Félix Varela. La Habana Quinta edición. Parte 1. 340 p.

Robertson, S. y Robertson, J., 1999, *Mastering the Requirements Process*, Publisher: Addison-Wesley Professional; 1st edition (August 12, 1999), 352 pages.

Valido Domínguez, I.A., 2006, *Sistema automatizado para la Gestión del Mantenimiento*, Trabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Informático. Departamento de Informática. Facultad de Informática. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".