

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Maestría En Sistemas De Información Gerencial

“PROYECTO PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE PLANES DE
MANTENIMIENTO PARA BUQUES”

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previa a la obtención del grado de:

**MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GERENCIAL**

ROBERTO CARLOS ALCÍVAR GARCÍA

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO 2016

AGRADECIMIENTO

A DIOS porque gracias a Él logré una meta es mi desarrollo profesional, personal y mantenerme firme y no decaer. A mi familia por todo apoyo incondicional durante esta etapa. A mis familiares, amigos y compañeros de trabajo que supieron respetar mis horas de estudio y aprendizaje, y por el apoyo brindado.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS que me dio la fortaleza para alcanzar esta formación académica A mi familia, que estuvieron apoyándome incondicionalmente. A mi familia, amigos y compañeros de trabajo con quienes he compartido lo aprendido.

ROBERTO ALCÍVAR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

MGS. LENÍN EDUARDO FREIRE COBO
DIRECTOR DEL MSIG

MGS. ROBERT STALIN ANDRADE TROYA
PROFESOR DELEGADO
POR LA UNIDAD ACADÉMICA

MGS. NESTOR XAVIER ARREAGA ALVARADO
PROFESOR DELEGADO
POR LA UNIDAD ACADÉMICA

RESUMEN

El sector naviero enfrenta una serie de cambios tecnológicos que obligan a sistematizar la cultura de la Gestión de Mantenimiento de sus Buques, específicamente los planes de mantenimiento, enfocados en la planificación preventiva y correctiva de los equipos con sus respectivos repuestos y accesorios que lo conforman.

Generalmente la no sistematización generan días de paralización al servicio y significativas pérdidas económicas a la industria, algunas instituciones gestionan su plan de mantenimiento de forma empírica basado en sus experiencias y apoyándose en hojas electrónicas al no contar con herramientas informáticas más avanzadas existe el riesgo de que la “planificación de las tareas de mantenimiento” no sea exacta y conlleve a tener informes imprecisos y constantes correcciones.

Dentro de la narrativa del capítulo 1 se indica la descripción del problema y la propuesta de solución, en el capítulo 2 se describe el desarrollo de la solución del modelo de gestión y en el capítulo 3 se describe la administración del proyecto a desarrollar y la identificación de riesgos.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPITULO 1	
GENERALIDADES.....	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	14
CAPITULO 2	
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	16
2.1 ETAPAS DEL PROYECTO	16
2.1.1 ANÁLISIS.....	17
2.1.2 DESARROLLO	17

2.1.3 PRUEBAS	17
2.2 CODIFICACIÓN	18
2.2.1 BUQUES	19
2.2.2 SECCION.....	19
2.2.3 EQUIPO	19
2.2.4 COMPONENTES.....	20
2.2.5 TAREAS DE MANTENIMIENTO	21
2.3 PROCESO FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	22
2.4 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	23
CAPITULO 3	
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	32
3.1 ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	32
3.2 ENFOQUE GENERAL DEL PRODUCTO.....	34
3.3 CONDICIONES GENERALES	35
3.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	37
3.4.1 DESARROLLO INCREMENTAL	39
3.4.2 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO Y SOPORTE.....	39
3.5 RIESGOS Y PLABES DE CONTIGENCIAS	40
3.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	40
3.5.2 ANÁLISIS DE RIESGOS	43

3.5.3 PLANES DE CONTIGENCIA	44
3.5.4 CONTROL DEL ESTADO DE LOS RIESGOS	45
3.5.5 APRENDIZAJE DE LOS RESULTADOS	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	48

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

Overhaul	Revisión completa y compleja de equipos ya que requiere seguir ciertos procedimientos además de cumplir con normas internacionales y nacionales.
SQL	Structured Query Language, Lenguaje de acceso a bases de datos relacionales.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 ETAPAS DEL PROYECTO	16
FIGURA 2.2 ETAPAS DE PROYECTO Y SUS FASES	18
FIGURA 2.3 PROCESO FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	22
FIGURA 3.1 MODELO INCREMENTAL	37
FIGURA 3.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	38

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TABLA DEL PROCESO FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.	23
TABLA 2. TABLA DE CONDICIONES GENERALES.....	35
TABLA 3. TABLA DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO Y SOPORTE	39
TABLA 4. TABLA DE CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS	41
TABLA 5. TABLA DE RIESGOS IDENTIFICADOS	42

INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de la calidad en los planes de mantenimiento hoy en día es considerado una de las gestiones más importantes dentro de las empresas navieras ya que permite tomar acciones preventivas, correctivos y además predecir en forma oportuna fallas en los equipos y/o componentes de un buque. Además permite a la gerencia tomar decisiones correctas en beneficio de la empresa.

El presente proyecto se presenta con la finalidad de implementar un sistema de información para gestionar de forma eficiente un plan de mantenimiento para buques que con el tiempo enfrentan desgaste en sus repuestos y accesorios y ameritan su cambio o reemplazo para lo cual se programa su ejecución.

Para este proyecto nos centraremos a un tipo de negocio, específicamente a buques que transportan combustible o derivados del petróleo, aunque esta propuesta será de mucha utilidad para todo tipo de vehículo o maquinaria al cual se desea gestionar eficientemente su plan de mantenimiento.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente muchas instituciones no tienen clara la cultura de la Gestión de Mantenimiento y realizan planes de mantenimiento preventivo y correctivo de manera imprevista, generándose días de paralización al servicio y significativas pérdidas económicas a la empresa. Algunas empresas gestionan su plan de mantenimiento de forma empírica, es decir, basado en sus experiencias y apoyándose en hojas electrónicas, al no contar con herramientas informáticas más avanzadas existe el riesgo de que el “plan de mantenimiento” no sea exacto y conlleve a tener informes imprecisos y constantes correcciones.

Es importante resaltar que para este tipo de negocio se requiere de un sistema preciso y confiable para gestionar eficientemente un plan de mantenimiento a fin de evitar sufrir paralizaciones imprevistas por largo tiempo, reparaciones repetitivas, contaminar el medio ambiente por fallas mecánicas o conlleven altos costos por las reparaciones.

En un negocio donde la calidad y tiempo de entrega del servicio debe ser lo primordial es muy importante el cumplimiento de las “tareas de mantenimiento planificadas” ya que a la mínima falla aumenta el riesgo de perder negocios, incumplir las entrega y desprestigio por el nivel de servicio prestado, por tal motivo es importante una herramienta informática avanzada que fortalezca los procesos de mantenimiento.

1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA

La propuesta de solución es revisar los procesos y recopilar la información para que sea plasmada en una solución tecnológica usando un sistema informático, con acceso para los usuarios en tierra (oficinas/Departamento Naviero) y los usuarios a bordo (buques).

Con la solución propuesta va a permitir gestionar de forma eficiente la información necesaria del mantenimiento de todos los buques, disminuyendo las paralizaciones e incrementando la producción y disminuyendo las pérdidas a la empresa.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

2.1 ETAPAS DEL PROYECTO

El trabajo del proyecto está separado en tres partes básicas: Análisis, desarrollo y pruebas.



FIGURA 2.1 Etapas del Proyecto

- 2.1.1 **Análisis.**- Aquí se identifica la información a procesar realizando una investigación detallada del ciclo de vida del plan de mantenimiento. Se presenta la posible solución del programa informático y se establecen las actividades a ejecutar por el equipo de desarrollo del software. Nos enfocaremos en cuatro fases muy importantes, que son: investigación, lanzamiento, estrategia y planificación.
- 2.1.2 **Desarrollo.**- En esta etapa se realizan todas la actividad que involucra el desarrollo del programa informático, dichas actividades se agrupas en tres fases: requerimientos, diseño e implementación.
- 2.1.3 **Pruebas.**- Esta es la última etapa donde se establecen las actividades para las pruebas finales del programa informático y se procede a la entrega del producto requerido al cliente.

En el siguiente gráfico se muestran las etapas y sus fases:

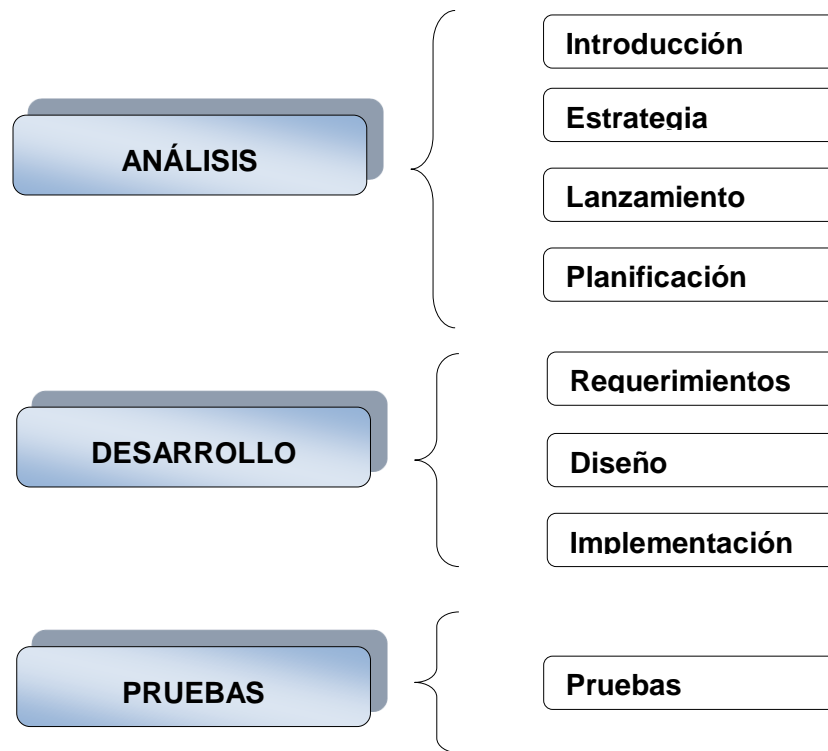


FIGURA 2.2 Etapas del Proyecto y sus Fases

2.2 CODIFICACIÓN

En esta sección se explica la forma como la empresa clasifica la información para ser utilizadas en el armado de un plan de mantenimiento. La información que se muestra a continuación fue proporcionada de los archivos que nos fueron entregados por la gerencia de la empresa.

La información se clasifica de la siguiente manera:

2.2.1 BUQUES

Se registra la información sobre los buques que van a ser operados por la empresa, cada buque se identifica por un código único de dos caracteres alfabéticos, ejemplo:

BO : B/T Bonito
VA : B/T Valdivia

2.2.2 SECCION

Se registra las secciones que está dividido un buque, se identifica por un código único de dos caracteres alfabéticos, ejemplo:

CU : Cubierta
MA : Maquinaria
RA : Radio y Navegación
SE : Seguridad y Prevención

2.2.3 EQUIPOS

Se registran los equipos que conforman un buque, los equipos son los elementos de mayor nivel, por ejemplo, la maquina principal. Los Equipos se identifica por un código único y está conformado por cuatro caracteres

numéricos, un carácter numérico que indica la secuencia en caso de existir varios equipos similares y la letra “E” que identifica que es un equipo, ejemplo: [9999] [99] E, para el buque BO y sección MA tenemos algunos de los siguientes equipos:

1000 0 E : MAQUINA PRINCIPAL DEUTZ SBV 8M 358
2100 0 E : CONTROL PITCH PROPELLER
3000 1 E : UX.ENG. FOR GENERATOR PORT OUTER
3000 2 E : AUX.ENG. FOR GENERATOR PORT INNER

2.2.4 COMPONENTES

Se registra los componentes de un equipo, es decir, los elementos o repuestos de menor nivel de un buque. Se identifica por un número único y secuencial por equipo. Para el buque BO, Sección MA y Equipo 1000 0 E, tenemos algunos de los siguientes componentes:

1 : Cabezote No. 1
2 : Cabezote No. 2
3 : Cabezote No. 3
4 : Cabezote No. 4

2.2.5 TAREAS DE MANTENIMIENTO

Se registra las tareas de mantenimiento. El código de las tareas está conformado por cuatro caracteres numéricos y se establece por cada equipo. Para el buque BO, Sección MA, Equipo 1000 0 E, componente 1 tenemos las siguientes tareas:

1111 : Inspección

1121 : Overhaul

2.3 PROCESO FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

A continuación se detalla el conjunto de actividades que interactúan en el proceso funcional, las cuales transforman entradas en salidas.

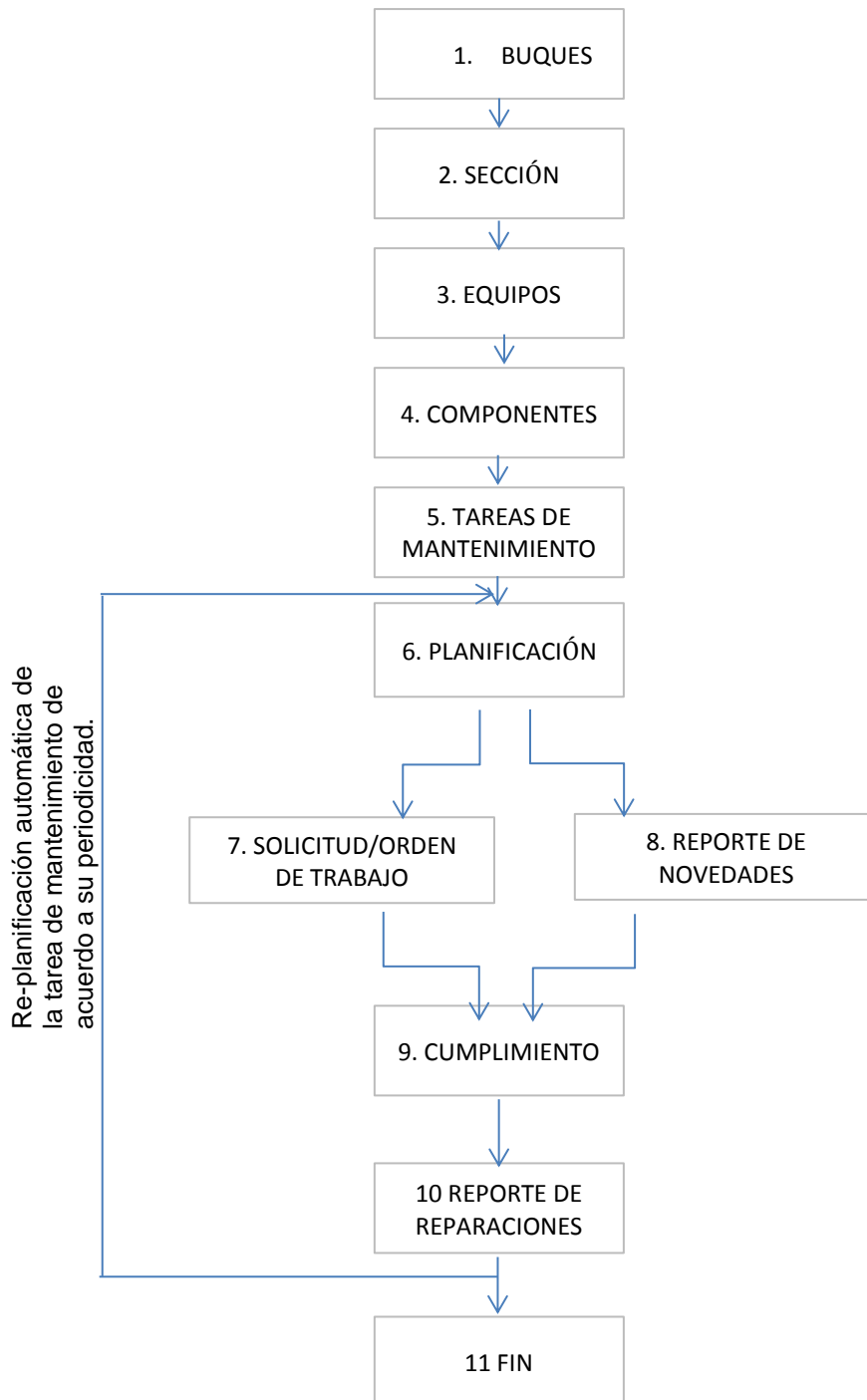


FIGURA 2.3 Flujo del plan de mantenimiento

2.4 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Tabla 1. Tabla del Proceso Funcional del Plan de Mantenimiento

SEC.	DESCRIPCIÓN
1	<p><u>Entrada:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>El departamento naviero u operaciones registran los buques que desea gestionar sus planes de mantenimiento.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>N/A</p>
2	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Buque</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p>

	<p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Asignación de secciones, por cada buque se define las 4 secciones principales, las mismas que son: Cubierta, Maquina, Seguridad y Radio/Navegación</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>N/A</p>
3	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Buque y Sección</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Registro de Equipos, en base a las especificaciones del buque se define la codificación y otros datos del equipo.</p> <p>A cada equipo se le establece los siguientes parámetros:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procedencia del equipo: Buque y la Sección ✓ Prioridad: Normal o Urgente ✓ Nombre de Equipo ✓ Fecha de última compra ✓ Fecha de puesta en funcionamiento ✓ Fecha de cumplimiento del ciclo de vida ✓ Marca ✓ Modelo ✓ Otros datos técnicos <p>La información es requerida por cada equipo del buque y se la obtiene desde la factura de compra para obtener la marca, modelo, fecha de compra y la fecha de puesta en funcionamiento.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>Lista de Equipo</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Buque / Departamento Naviero.</p>
4	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Buque, Sección y Equipo</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p>

	<p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Registro de componentes de cada equipo, cuyas principales características son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Procedencia del componente: Buque, Sección y Equipo ✓ Nombre del componente ✓ Horas de intervalo para cada mantenimiento ✓ Horas acumuladas trabajadas anteriormente de ser puesta en funcionamiento ✓ Horas promedio de trabajadas en el me, dato referencia <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>Lista de Componentes</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Buque / Departamento Naviero</p>
5	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Buque, Sección, Equipo y Componente</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>N/A</p>

	<p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se registra las tareas de mantenimiento las mismas que debe incluir su periodicidad tanto en horas como en meses, además de tipo de tarea, responsable, nombre del manual de referencia para la ejecución de la tarea.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista principal de mantenimiento ✓ Carta de Mantenimiento <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Buque / Departamento Naviero</p>
6	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Tareas de Mantenimiento</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se registra las tareas de mantenimiento, aquí se indica la fecha de inicio de la actividad, fecha de culminación estimada, días de duración y el costo estimado para la ejecución de la tarea.</p> <p><u>Destinatario:</u></p>

	Buque / Departamento Naviero
7	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Tareas de Mantenimiento</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>Calendario de Mantenimiento mensual</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se registrar las ordenes de trabajo de las tareas que están por realizarse en el mes, para ello se valen del reporte “Calendario de Mantenimiento”</p> <p>En la Orden de Trabajo se registra la tarea de mantenimiento a realizar, el encargado responsable, tipo de orden que puede ser preventiva o correctiva, proveedor que realizará el trabajo, descripción del trabajo, causa de la avería o falla y observación final.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>Orden de Trabajo</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Departamento Naviero / Buque.</p>
8	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Ordenes de Trabajo</p>

	<p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se registra las novedades de la orden de trabajo con frecuencia semanal o cuando se lo requiera, similar a una bitácora por orden de trabajo, de esta forma se da seguimiento y se da a conocer a las áreas involucradas.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>Reporte de Novedades</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Departamento Naviero / Buque</p>
9	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Planificación de Tarea de Mantenimiento y Orden de Trabajo</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>Calendario de Mantenimiento, Orden de Trabajo</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se registra el cumplimiento de la tarea ejecutada, para ello se verifica que se haya cumplido de acuerdo a la orden de trabajo. Aquí se debe ingresar el</p>

	<p>costo y tiempo real que tomo realizar el trabajo, además se asigna la nueva tarea en base a la periodicidad asignada, es decir, si la tarea tiene una periodicidad de seis meses se creará automáticamente una nueva fecha de planificación con seis meses posteriores a la fecha de ejecución actual.</p> <p><u>Documentos de salida:</u></p> <p>N/A</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Departamento Naviero / Buque</p>
10	<p><u>Entrada:</u></p> <p>Orden de Trabajo</p> <p><u>Documentos de entrada:</u></p> <p>Orden de Trabajo</p> <p><u>Desarrollo del proceso:</u></p> <p>Se ingresa el reporte de reparaciones en base a lo indicado en la orden de trabajo.</p> <p><u>Documentos de salida</u></p>

	<p>N/A</p> <p><u>Destinatario:</u></p> <p>Departamento Naviero / Buque</p>
--	--

CAPÍTULO 3

ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

3.1 ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Las empresas navieras necesitan un sistema que les permite tener un control detallado de las tareas de mantenimiento con el fin de tomar de forma eficiente decisiones enfocadas a las acciones preventivas, acciones correctivas, determinar la necesidad en materiales/repuestos, mano de obra y otros, y así, de esta manera, la empresa puede planificar y determinar el costo total que conlleva el mantenimiento de un buque.

El Calendario de Mantenimiento establece las actividades y la fecha de ejecución de las tareas involucradas en el mantenimiento periódico, además busca optimar el uso de recursos tanto en materiales, repuestos, costos que incurre los proveedores al realizar los trabajos requeridos, entre otros.

En el mundo actual, todas las empresas deben recurrir al uso de sistemas de información para mejorar su eficiencia y productividad. El uso de sistemas manuales simplemente los vuelve ineficientes y minimiza sus posibilidades de competir en el mercado. En vista de la importancia de lo expuesto, este proyecto propone realizar un programa informático para la Planificación de Tareas de Mantenimiento de buques el cual permita:

- Manejar toda la información necesaria de los buques y sus partes que requieran mantenimiento.
- Controlar las tareas que están por cumplir en un periodo dado, de esta forma gestionar los recursos, las actividades del personal y proveedores para el mantenimiento.
- Controlar la productividad de proveedores y personal técnico por medio de las órdenes de trabajo.
- Controlar y dar seguimiento a las órdenes de trabajos por medio de una bitácora.
- Controlar las tareas que no se ejecutaron de acuerdo al plan de mantenimiento para tomar medidas correctivas.

La meta principal de este sistema es lograr que cualquier empresa que lo adquiera se sienta satisfecha de tener un aplicativo que resuelva eficientemente los procesos planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento, convirtiéndose en el futuro en una herramienta que brinde una ventaja tecnológica sobre las empresas competidoras.

3.2 ENFOQUE GENERAL DEL PRODUCTO

El programa informático propuesto provee de herramientas que ayudarán a la obtención de datos que son utilizados en la generación de planes de mantenimiento por buque. Para el registro del plan de mantenimiento, el sistema facilitará al usuario la definición de una lista de equipo, el mismo que deberá estar relacionado con cada uno de los procesos definidos por la empresa Naviera. Cada "equipo" estará asociada con una o varias tareas de mantenimiento con el fin de poder realizar planificaciones y registrar el cumplimiento de las tareas y hacer comparaciones entre lo real (o ejecutado) y lo planificado.

El programa informático contempla pantallas de consulta, con diferentes criterios de selección, de la información para dar a conocer el calendario de mantenimiento mensual, tareas no cumplidas en el período, trabajos realizados, entre otros que ayudaran a tomar las decisiones correctas.

3.3 CONDICIONES GENERALES

Tabla 2. *Tabla de Condiciones Generales*

<p>MÓDULO</p>	<p>Programa informático cliente-servidor, que provee de todas las seguridades, estándares y facilidades para operar con la información de sus bases de datos, especialmente relacionada con la planificación, seguimiento y cumplimiento de tareas de mantenimiento.</p>
<p>PARAMETRIZACIÓN Y CATÁLOGOS</p>	<p>Contiene pantallas que permiten definir las variables y catálogo de información que intervienen en la elaboración de la planificación, asignar valores iniciales a estas variables y asociarlas a la planificación.</p>
<p>TRANSACCIONES</p>	<p>Permite ingresar el Calendario de Mantenimiento referenciando las tareas de mantenimiento por cumplir en un período específico.</p> <p>El cumplimiento de tareas permite el procesamiento de la información en el sistema y sirven de base para la re-planificación de tareas futuras.</p> <p>Las órdenes de trabajo registran el trabajo realizado por las tareas en ejecución y especifica datos</p>

	<p>detallado de las actividades realizadas por el proveedor.</p>
<p>REPORTES Y CONSULTAS</p>	<p>El sistema preverá un conjunto de consultas flexibles y gráficos que facilitan el seguimiento y análisis de la gestión de la empresa. Dentro de la variedad de informes a generar se tiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta de Mantenimiento, Lista Principal de mantenimiento, Lista de Equipos el cual pertenece a los catálogos del sistema. • Calendario de Mantenimiento, cuyo objetivo es obtener las tareas que están por cumplir en un periodo determinado. • Tareas Cumplidas. • Novedades de las órdenes de trabajo.

3.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

El modelo de desarrollo iterativo e incremental se utiliza para el desarrollo del programa informático requerido. En el desarrollo incremental se identifican las actividades y se les asigna una prioridad basado en la importancia o de gran impacto, a cada actividad se les definen varios incrementos y a cada uno proporciona un subconjunto de funcionalidad. [1]

La asignación de incrementos depende de la prioridad de la actividad. Las actividades de mayor prioridad son los que se entregan primero. Los incrementos constan de cuatro fases: análisis, diseño, implementación, y pruebas. Este modelo cumple con el efecto iterativo, ya que para obtener el producto final se deben de implementar e integrar cada uno de los incrementos.

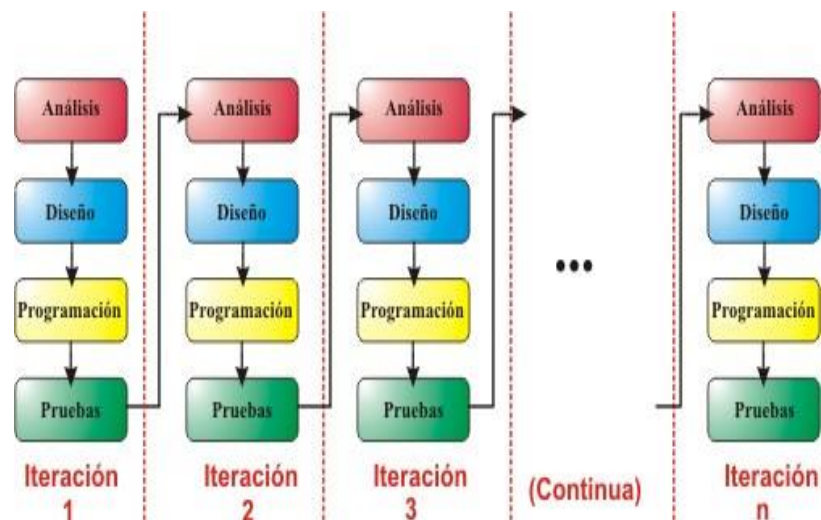


FIGURA 3.1 Modelo Incremental [2]

Las ventajas de usar el método incremental son [3]:

- Entrega el producto en partes pequeñas, llamadas incrementos.
- Cada incremento se construye sobre los ya entregados.
- El primer incremento es muy esencial ya que se definen los requisitos básicos y se lo toma como experiencia para desarrollar los incrementos siguientes.
- Al finaliza cada incremento se desarrolla un plan para el siguiente incremento.
- El modelo es de gran exigencia y útil cuando la fecha de entrega debe cumplirse a cabalidad.
- En comparación al modelo de cascada el modelo incremental es más fácil de administrar además nos lleva a tener sistemas más robustos susceptibles al cambio.

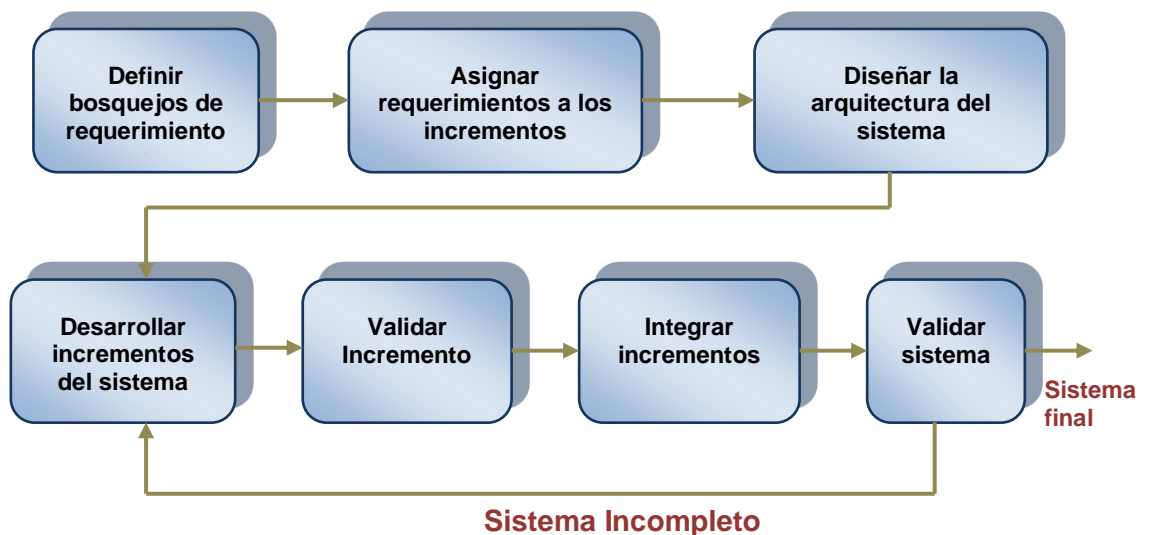


FIGURA 3.2 Metodología de Desarrollo [3]

3.4.1 DESARROLLO INCREMENTAL

Inicialmente se determinaron los siguientes incrementos [4]:

- Incremento 1, Parámetros y catálogos generales del sistema.
- Incremento 2, Plan de mantenimiento
- Incremento 3, Orden de Trabajo
- Incremento 4, Consultas y reportes

3.4.2 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO Y SOPORTE

Las herramientas para el desarrollo del programa informático que se usarán para este proyecto son las siguientes:

Tabla 3. Tabla de Herramientas de Desarrollo y Soporte

HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Visual Studio Net • Base de Datos: Microsoft SQL Server
HERRAMIENTAS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Visual Studio Team Foundation Server • Microsoft Project
UTILITARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Office: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Word ✓ Excel ✓ Visio

3.5 RIESGOS Y PLANES DE CONTINGENCIAS

En el desarrollo de software es muy importante tomar en cuenta los riesgos que podrían presentarse, generalmente los riesgos están asociados a todo lo que implique retraso, la mala calidad del producto, entregas tardías y el no cumplir con las especificaciones el cual conduce a no satisfacer con las expectativas del cliente [5], Para administrar los riesgos se deben considerar las siguientes actividades [6]:

1. Identificar los riesgos.
2. Analizar los riesgos.
3. Elaborar planes de contingencia.
4. Controlar el estado de los riesgos.
5. Analizar los resultados y aprender de ellos.

3.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Para identificar los riesgos es necesario identificar todas las posibles causas que afectarían en forma negativa al proyecto, en donde todos quienes conforman el equipo del proyecto dan a conocer las posibles causas o situaciones que consideran con mayor probabilidad de ocurrencia. [6].

Las fuentes utilizadas para identificar los riesgos son las siguientes:

- ✓ La descripción de los productos y servicios.
- ✓ El cronograma.
- ✓ Los recursos asignados.
- ✓ El proceso de estimación de tiempos.
- ✓ Las restricciones.
- ✓ Las suposiciones.

De acuerdo con la identificación, podemos categorizar los riesgos en los siguientes tipos:

Tabla 4 *Tabla de Categorización de Riesgos*

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
Personal	Referentes al equipo de desarrollo.
Procesos	Referente a los procesos que se realizan en el desarrollo del proyecto.
Producto	Referente al producto de software que se desarrolla.

Tecnología y Equipos	Basado en la tecnología utilizada para desarrollar el producto.
Proyecto	Referente al entorno del trabajo.

A continuación se detallan los riesgos identificados en el Proyecto [5]:

Tabla 5. *Tabla de Riesgos identificados*

RIESGOS	TIPO
Desentendimiento con los usuarios	Producto
Falta de compromiso de los usuarios	Proyecto
Abandono de un miembro del equipo	Proyecto
Falta de capacitación en la metodología de desarrollo	Personal
Sobreestimación de las ventajas del empleo de nuevas herramientas o métodos.	Tecnología y Equipos
Cambiar de herramientas de desarrollo y soporte a mitad del proyecto	Tecnología y Equipos
Falta de control automático del código fuente.	Tecnología y Equipos

Cambios de Requerimientos.	Producto
Imprecisa estimación de Tiempos	Producto
Sobreestimación o subestimación del Tamaño del producto	Producto
Planificación excesivamente optimista de las tareas que se realizan en el proyecto	Procesos
Pérdida de tiempo en el inicio de cualquier actividad.	Procesos
Planificar ponerse al día más adelante (Dejar todo para después)	Procesos
Insuficiencia en el control de versiones del código fuente	Producto
Retrasos en las especificaciones de nuevos requerimientos	Producto
Falta de tiempo del equipo en el desarrollo de las actividades	Personal
Retraso en las entregas del producto	Personal
Daños de materiales y equipos de trabajos	Tecnología y Equipos

3.5.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

La severidad de cualquier riesgo se define en términos de tres características [7]:

IMPACTO	El efecto que un riesgo tendrá si éste ocurre.
POSIBILIDAD	Probabilidad de que ocurra.
PRECISIÓN	El nivel en que el riesgo es conocido y entendido

3.5.3 PLANES DE CONTINGENCIA

El plan de contingencia nace con el objetivo de disminuir la ocurrencia de los riesgos que implica el desarrollar un proyecto. Las principales funciones que incluye el plan de contingencia es la disminución de las amenazas y aumentar las oportunidades para alcanzar los objetivos del proyecto [8].

Las principales características que identifican el plan de contingencia son los siguientes:

- Apropriado a la severidad de cada riesgo.
- Efectivos en costos.
- Oportuno para ser exitoso.
- Realista en el contexto del proyecto.
- Acordado por las partes involucradas

3.5.4 CONTROL DEL ESTADO DE LOS RIESGOS

Para gestionar de forma eficiente los riesgos se establecen hitos en las etapas y fases a cumplir con el fin de visualizar el estado de los riesgos identificados en el proyecto.

3.5.5 APRENDIZAJE DE LOS RESULTADOS

El objetivo del aprendizaje de los resultados es estimar y prever posibles ocurrencias de un riesgo para proyectos posteriores, observando su comportamiento e implicaciones de estos sobre el proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Relacionado al desarrollo del proyecto concluimos que para la ejecución del proyecto aplicando la metodología incremental permite al equipo tener a una mejor comprensión de sus responsabilidades en los procesos. Además, permite un mejor enfoque de esfuerzo hacia las tareas que son significativas en el desarrollo del proyecto.
2. En referencia a la solución informática permitió mejorar significativamente la planificación, cumplimiento de tareas de mantenimiento, el servicio y expectativas ya que al no usar procesos manuales apoyados por hojas electrónicas el nivel de calidad y confiabilidad de los datos mejoró logrando disminuir el 45% del tiempo de respuesta para presentar los planes de mantenimiento y así dar oportunamente cumplimiento a las tareas de mantenimiento.

3. El entrenamiento a los usuarios involucrados tanto a los de oficina y a los que se encuentran a bordo (Buque) reflejaron una satisfacción al tener la información disponible en el computador más aun dar seguimiento inmediatamente a las novedades reportadas de las ordenes de trabajos en ejecución.

RECOMENDACIONES

1. Conocer, aprender y aplicar correctamente la metodología de desarrollo interactivo e incremental, el equipo de desarrollo debe disponer de tiempo para aplicarlo y documentar todo lo que se realice.
2. Considerar que el tiempo que se requiere para el levantamiento de requerimientos, análisis y diseño en el desarrollo de un proyecto se debe tomar como un punto de mucha importancia y no se debe escatimar esfuerzo, además se debe formalizar los requerimientos por parte de los usuarios previos al desarrollo del proyecto.
3. Realizar revisiones periódicas en las novedades de las ordenes de trabajo y calendario de mantenimiento a fin obtener un mejor desempeño de las actividades de los operadores del sistema y a la vez la Gerencia pueda tomar decisiones oportunas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wikispace, Modelos de desarrollo de Software incremental
<https://procesosdesoftware.wikispaces.com/Modelos+de+desarrollo+de+Software+Incremental>, Fecha de consulta Enero 2016
- [2] Herrera Xavier, Introducción ingeniería de software
<http://xherrera334.blogspot.es/1193789220/modelos-incrementales-iterativos/>, Fecha de consulta Enero 2016
- [3] Ortega Alejandro, Modelos del Proceso de Software,
<https://prezi.com/3cvtmgsjdyua/modelos-del-proceso-de-software/>,
Fecha de publicación Octubre 2012
- [4] León Mena Adolfo y Noreña Rosa, Modelo Incremental,
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-3-2VtKHKAhWBHZAKHfvrDmYQFgg8MAY&url=http%3A%2F%2Fasig-ingenieria-software.wikispaces.com%2Ffile%2Fview%2FModelo_Incremental.doc&usq=AFQjCNFJXTquFw5wSSGLKpeZHbYjWcWgEQ&bvm=bv.111396085,d.Y2l, Fecha de publicación Agosto 2011
- [5] Comunidad de Madrid, Análisis de Riesgos
http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/3IdentificaciondelosRiesgos_es.pdf, Fecha de consulta enero 2016
- [6] Gutiérrez Camilo, ¿Qué es y por qué hacer Análisis de Riesgos?
<http://www.welivesecurity.com/la-es/2012/08/16/en-que-consiste-analisis-riesgos/>, Fecha de publicación Agosto 2012
- [7] Echeverría Carlos y Echeverría Cynthia, Implementación de un Sistema Integrado de Control y Costos de Producción,
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5006/2/7975.doc>, Fecha de consulta enero 2016
- [8] Álvarez Francisco, Hurtado Julio, Gestión de Proyecto de Software,
http://www.proyectolatin.org/books/Gestion_de_Proyectos_de_Software_CC_BY-SA_3.0.pdf, Fecha de publicación Marzo 2014