

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROYECTOS DE
MANTENIMIENTO MAYOR EN DIQUE SECO DEL SISTEMA
DE DRAGADO DE UNA DRAGA AUTOPROPULSADA DE
TOLVAS: CASO M/N DRAGA GUAYANA. INSTITUTO
NACIONAL DE CANALIZACIONES, PUERTO ORDAZ,
ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO POR
LOS BACHILLERES RIVERO
S., ANDREINA A. Y SANOJA
H., HERNANDO J. PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

CIUDAD BOLÍVAR, MARZO DE 2019



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado **PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROYECTOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN DIQUE SECO DEL SISTEMA DE DRAGADO DE UNA DRAGA AUTOPROPULSADA DE TOLVAS: CASO M/N DRAGA GUAYANA. INSTITUTO NACIONAL DE CANALIZACIONES, PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA.**, presentado por los Bachilleres **RIVERO S., ANDREINA A. y SANOJA H., HERNANDO J.** ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por los jurados integrados por los profesores:

Nombre	Firma
<u>Profesor. Dafnis Echeverría</u> (Asesor)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ Profesor Dafnis Echeverría Jefe de Depto. de Ingeniería Industrial	_____ Profesor Francisco Monteverde Director de Escuela de Cs de la Tierra

Ciudad Bolívar, Marzo de 2019

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres, Nancy y Andrés, por ser mi fuerza y apoyo en todo este período. A mi sobrina Valeria, para que le sirva de ejemplo y demostrarle que con esfuerzo y dedicación se puede cumplir todo lo que nos proponemos. A mi abuela, Luisa por ser la precursora que me indujo a iniciar esta carrera universitaria. A la memoria de mi abuelo, José y mi prima Fabiola, por siempre estar presente espiritualmente, y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma han contribuido en mi desarrollo personal y profesional.

Andreina Alejandra Rivero Subero

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres, Hirvis y Hernán, por regalarme la vida y estar siempre a mi lado, fortaleciendo y guiando mi aprendizaje. A mis hermanos, Hervis y Fernando, por compartir mis vivencias y estar siempre presentes. A mi abuela, Gloria, por haberme cobijado y brindarme sus enseñanzas. A mis sobrinos, que día a día me inspiran y ser su ejemplo a seguir.

Hernando José Sanoja Hernández

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mis padres, Nancy y Andrés, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. De igual forma agradezco a mis abuelos, tíos, primos, sobrina, cuñados y compañeros de clases, porque me han acompañado de forma incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos. A mis hermanas, Naivaly e Ivannys, que han estado junto a mí, brindándome su apoyo y muchas veces poniéndose en el papel de padres. A mi compañero de tesis y de vida, Hernando, por aceptar ser mi compañero y poder concluir esta meta profesional. A nuestro tutor, Ing. Dafnis Echeverría, por compartir sus conocimientos y por la colaboración brindada en la elaboración de este proyecto.

Andreina Alejandra Rivero Subero

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitas gracias a mis padres, Hirvis y Hernán, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también, la confianza y apoyo brindado por parte de mis hermanos que con sus consejos nos han ayudado a afrontar este reto. A mi familia y amigos en general quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental en mi desarrollo. A mi compañera de tesis y de vida, Andreina, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo el cumplimiento de esta meta profesional. Al Ing. Dafnis Echeverría, tutor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma.

Hernando José Sanoja Hernández

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general, proponer mejoras a los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de una draga autopropulsada de tolvas: caso M/N Draga Guayana del Instituto Nacional de Canalizaciones, Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar, Venezuela. La investigación es proyectiva y para su desarrollo se aplica una estrategia de diseño documental y de campo. Se diagnosticó la situación actual que presenta la ejecución de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana; se identificaron las actividades que integran cada proyecto de mantenimiento, para ello se realizaron distintas tareas como los son la descripción de cada uno de los equipos que conforman el sistema de dragado de dicha planta, aunado a esto se realizó una lista de chequeo para cada uno de ellos obteniendo información un poco más detallada de los mismos, seguidamente se efectuó un diagrama de Ishikawa para determinar los factores que pudiesen incidir en el fracaso de los proyectos de dragado. Posteriormente, para determinar la frecuencia de ocurrencia de estos factores se realizó un histograma de frecuencia el cual arrojó como resultado que los factores con mayor incidencia en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la draga autopropulsada de tolva M/N Draga Guayana son: la falta de recursos (presupuestarios, repuestos, equipos) y la apatía y negligencia del personal encargado de ejecutar el mantenimiento mayor. Tales factores, representan los aspectos críticos que inciden en el fracaso de estas actividades, teniendo una diferencia no muy grande con respecto a las demás fallas. Posteriormente se propuso la construcción del diagrama de red de precedencia del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la Draga Guayana, así como también se propuso la estructura desagregada de trabajo (work breakdown structure) que no es otra cosa que la estructura funcional operativa que desarrollará el proyecto con la finalidad de lograr la aplicación eficiente de los recursos.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS.....	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiv
LISTA DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Situación objeto de estudio.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificación de la investigación.....	8
1.4 Alcance de la investigación	9
1.5 Limitaciones de la investigación	9
CAPÍTULO II	11
GENERALIDADES.....	11
2.1 Reseña histórica de la empresa	11
2.2 Misión de la organización	11
2.3 Estructura organizativa de la empresa	12
CAPÍTULO III	14
MARCO TEÓRICO	14
3.1 Antecedentes de la investigación.....	14
3.2 Bases teóricas	15
3.2.1 Sistema de producción	15
3.2.2 Mantenimiento	16
3.2.3 Tipos de mantenimientos	16
3.2.4 Objetivo del mantenimiento.....	17
3.2.5 Políticas de mantenimiento	17
3.2.6 Plan de mantenimiento.....	17
3.2.7 Programa de mantenimiento	17
3.2.8 Falla.....	18
3.2.9 Clasificación de falla.....	18
3.2.10 Vida útil.....	19

3.2.11 Diagrama de flujo del proceso	19
3.2.12 Diagrama causa- efecto	21
3.2.13 Diagrama de Pareto	23
3.2.14 Análisis de criticidad.....	25
3.2.15 Análisis de modo efecto y fallas (AMEF)	27
3.4.9 Sistema	47
3.4.10 Sistemas Productivos (S.P)	47
CAPÍTULO IV	49
METODOLOGÍA DE TRABAJO	49
4.1 Tipo de investigación	49
4.2 Diseño de la investigación.....	49
4.2.1 Investigación de campo.....	50
4.2.2 Investigación documental	50
4.3 Población y muestra de la investigación	51
4.3.1 Población de la investigación.....	51
4.3.2 Muestra de la investigación.....	52
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
4.5.1 Técnica de recolección de datos.....	52
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos.	56
4.6 Técnicas de ingeniería industrial a utilizar.	57
4.6.1 Diagrama de Ishikawa.....	57
4.6.2 Herramientas estadísticas	58
4.7 Flujoograma de la investigación.....	58
CAPÍTULO V	60
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	60
5.1 Diagnóstico de la situación actual de los proyectos de mantenimiento mayor .	60
5.1.1 Información del equipo y funcionamiento	62
5.1.2 Lista de chequeo de los componentes que conforman el sistema	69
5.2 Análisis de los modos y efectos de fallas (AMEF) a los equipos del sistema...	78
5.3 Caracterización de las actividades del proyecto de mantenimiento	90
5.4 Factores potenciales de fracaso del proyecto de mantenimiento	93
5.4.1 Retardo o incumplimiento de la permisología	94
5.4.2 Dificultades en la contratación de personal calificado.....	94
5.4.3 Fallas en el desempeño del personal	95
5.4.4 Dificultad o retardo en procura de repuestos	95
5.4.5 Dificultad o retardo en el aprovisionamiento	96
5.4.6 Reparaciones deficientes.....	96
5.4.7 Insumos escasos	97
CAPÍTULO VI.....	99
PROPUESTA.....	99

6.1 Objetivo de la propuesta	99
6.2 Justificación de la propuesta.....	99
6.3 Alcance de la propuesta	99
6.4 Personal responsable de la actividad	100
6.5 Materiales y herramientas necesarias para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento	100
6.6 Propuesta de la planificación del proyecto de mantenimiento mayor	101
6.7 Propuesta de la estructura organizativa y de procesos generales del proyecto	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
Conclusiones:	104
Recomendaciones:	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÉNDICES	110

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Estructura organizativa de la institución (INC, 2018).....	12
2.2 Draga Guayana (INC, 2018).....	13
3.1 Diagrama causa-efecto (Niebel, 2009).....	23
3.2 Diagrama de Pareto (Niebel, 2009).....	25
3.3 Matriz de criticidad (Zambrano, C. 2006).....	27
3.4 Pasos para realizar el AMEF, diagrama de flujo (Gámez, 2016).....	32
4.1 Flujoograma de la investigación (Rivero y Sanoja, 2018).....	59
5.1 Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas de los componentes del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	80
5.2 Diagrama Causa-efecto de factores que contribuirían al fracaso de los proyectos de mantenimiento en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).....	93
5.3 Diagrama de Pareto sobre factores que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).....	98
6.1 Diagrama de Gantt del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	102
6.2 Estructura organizativa para la ejecución y control del proyecto (Rivero y Sanoja, 2018).....	103
6.3 Flujoograma del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).....	104

LISTA DE TABLAS

		Página
3.1	Simbología utilizada de diagramas de flujo de procesos (Niebel, 2009)....	21
3.2	Cuadro de gravedad. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo 1995).....	35
3.3	Cuadro de ocurrencia. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo, 1995).....	36
3.4	Cuadro de detección. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo, 1995).....	37
3.5	Número de prioridad de riesgo de acuerdo a índices de evaluación. (Scarpatti, Fernando,2016).....	39
5.1	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	69
5.2	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	70
5.3	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	70
5.4	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	71
5.5	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	71
5.6	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	72
5.7	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	72
5.8	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	73
5.9	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	73
5.10	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	6 74
5.11	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	74
5.12	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	75
5.13	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	75
5.14	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana(Rivero y Sanoja, 2018).....	76
5.15	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	76
5.16	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	77

5.17	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	77
5.18	Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).....	78
5.19	Registro de fallas de los elementos del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. Período 1998 – 2007(Rivero y Sanoja, 2018).....	79
5.20	Escala de estimación de riesgos de fallas (Rivero y Sanoja, 2018).....	80
5.21	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	82
5.22	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	83
5.23	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	84
5.24	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	85
5.25	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	86
5.26	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	87
5.27	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	88
5.28	Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).....	89
5.29	Actividades de preparativos de zarpe (Rivero y Sanoja, 2018).....	91
5.30	Actividades de Navegación al dique (Rivero y Sanoja, 2018).....	91
5.31	Actividades de mantenimiento en dique (Rivero y Sanoja, 2018).....	92
5.32	Actividades de navegación al río Orinoco (Rivero y Sanoja, 2018).....	93
5.33	Frecuencia de ocurrencia de los factores que inciden en el fracaso del mantenimiento mayor en dique (Rivero y Sanoja, 2018).....	98

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A VALORES DE CLASIFICACIÓN DE NPR.....	112
A.1 Clasificación según Gravedad (G) de fallo.....	113
A.2 Clasificación según probabilidad de ocurrencia (O) de fallo.....	113
A.3 Clasificación de la probabilidad de no detección (D) de fallo.....	114

LISTA DE ANEXOS

- 1 LISTA DE ACTIVIDADES, DURACIONES Y PRECEDENCIAS PARA EL DIAGRAMA DE GANTT

INTRODUCCIÓN

La flota de dragas autopropulsadas propiedad del Estado Venezolano está integrada por tres (3) dragas: la draga Guayana y la draga Catatumbo que son dragas autopropulsadas de tolva y la draga Río Orinoco que es una draga de descarga lateral (sidecasting). La primera y la última de las mencionadas están adscritas a la Gerencia Canal del Orinoco para el mantenimiento de la vía fluvial trazada en el río Padre. Y la draga Catatumbo, adscrita a la Gerencia del Canal del Maracaibo, para el mantenimiento del canal de navegación trazado a través del lago de Maracaibo.

A la draga Guayana se le han efectuado 15 mantenimientos mayores anuales en dique seco, todos ellos efectuados en la empresa estatal DIANCA, en Puerto Cabello, estado Carabobo y uno (1), el último de ellos, se efectuó en astilleros de la República de Cuba.

Sin embargo, aun cuando dichos proyectos de mantenimiento mayor en dique seco corresponden a mantenimientos preventivos anuales cuyo propósito se supone deben garantizar la continuidad de las operaciones de esta planta de producción, la realidad ha sido otra, y la M/N Draga Guayana ha permanecido inoperativa por más de 10 años (desde 2007 hasta el presente) anclada en el fondeadero del sector San Félix del río Orinoco. Esto permite presumir que tales proyectos de mantenimiento mayor en dique seco no se realizaron exitosamente ya que no garantizaron la operatividad de la planta de producción.

En vista de ello, se ha planteado como objetivo general en esta investigación, proponer mejoras a los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco, considerando los factores que han incidido en el fracaso de los proyectos hasta ahora ejecutados.

En ese sentido, se utilizará una metodología de investigación de tipo proyectiva o proyecto factible, aplicando un diseño o estrategia de investigación de campo y documental. Dentro del alcance de la investigación estará realizar un diagnóstico de la situación actual de mantenimiento de la draga Guayana, identificar las causas probables que acarrearón el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco, identificar las actividades que se deben desarrollar en un proyecto de mantenimiento mayor en dique seco, identificar las actividades críticas que afectan la operatividad de la planta de producción, elaborar una propuesta de planificación del proyecto general de mantenimiento mayor en dique seco de la M/N Draga Guayana.

Se propone estructurar el presente documento, contenido de la investigación, en cinco (6) capítulos distribuidos de la siguiente forma

Capítulo I: situación a investigar, la cual contiene la problemática basada en la información obtenida en campo, de igual forma los objetivos general y específicos, justificación, alcance y limitaciones.

Capítulo II: generalidades, contiene la ubicación geográfica del área de estudio, límites, población e historia de la misma.

Capítulo III: marco teórico; muestra a los antecedentes de la investigación y el fundamento teórico, conjuntamente se presenta un glosario de términos básicos que sustenta el estudio y amplían la comprensión del tema.

Capítulo IV: metodología de la investigación, muestra la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación. Presenta el tipo y diseño de la investigación, población y muestra, y las técnicas de ingeniería industrial para la elaboración de la investigación.

Capítulo V: muestra el análisis e interpretación de los resultados de la investigación.

Capítulo VI, se presenta la propuesta de la planificación general del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de la M/N Draga Guayana.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones más relevantes como producto del desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La continuidad de la producción de una planta con la calidad y cantidad de productos requeridos hace que las actividades de mantenimiento sean foco de gran importancia en los equipos, debido a que constantemente surge la necesidad de mejorar la calidad del producto ofrecido , ya que lo que marca el auge de implantación de políticas de mantenimiento es la competencia, es decir, el análisis sistemático, objetivo y documentado, que debe ser aplicado a los equipos que así lo requieren y que se encuentran asociados a una planificación desarrollada, esto permite alargar la vida útil de los equipos con la finalidad de evitar pérdidas innecesarias a la empresa y mejorar el proceso productivo de la misma.

La norma COVENIN 3049-93, define el mantenimiento como: “el conjunto de acciones que permiten conservar o establecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir con un servicio determinado”. (p.1). Entre los diferentes tipos de mantenimientos es necesario resaltar que, el mantenimiento preventivo, es definido como una técnica fundamental para las empresas en lo que se plantea y programa, teniendo como objetivo aplicar el mantenimiento antes de que se presenten las fallas, bien sea cambiando partes o reparándolas y de esta forma reducir los gastos de mantenimiento. (Nava A, 2006p.16).

El principal objetivo del mantenimiento preventivo es “adelantarse la aparición o predecir la presencia de las fallas”. Norma (COVENIN 3049-93 p.1).

De manera que para una organización pueda obtener una eficiencia global y de alta rentabilidad, debe conservar sus equipos en buen estado de operación; por lo que es sabido que el mantenimiento preventivo cuenta con actividades como las inspecciones periódicas, que sirven para cubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos y que afecten el sistema productivo, estas inspecciones ayudan a detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

La inobservancia de las rutinas de los mantenimientos planificados hace que no sirvan de nada los registros históricos de reparaciones realizadas, los datos acopiados de tiempos de fallas, registros de piezas críticas, etc., lo que ha traído como consecuencia el deterioro paulatino de los equipos y accesorios de casi todos los sistemas vitales de la planta de producción (sistema de dragado, sistema de propulsión, sistema de generación de energía, entre otros); ocasionando también paradas no planificadas y mermas en la producción de la planta que a su vez inciden directamente sobre la oferta de los servicios.

En el Instituto Nacional de Canalizaciones el proceso de ejecución sistemático del mantenimiento preventivo de los diferentes sistemas de la M/N Draga Guayana ha sido deficiente o casi inexistente. Se cuenta con un plan preventivo de mantenimiento, pero solo se aplica de manera muy errática; debido a la eventual carencia de los repuestos necesarios, a la falta oportuna de los mismos por dificultades de ubicación en el mercado nacional, a la falta de diques secos disponibles, entre otras; lo cual ha conducido a que sólo se realice, con muchas restricciones, el mantenimiento correctivo a dichos equipos.

El incumplimiento de los planes de mantenimiento programados de algunos equipos, restringe la implementación de chequeos regulares que permitan el aseguramiento del buen estado de los componentes y piezas de la planta

maximizando las posibilidades de incidencias y riesgos durante el funcionamiento de la M/N Draga Guayana.

Los sistemas que mecánica y operativamente son más complejos en la planta de producción M/N Draga Guayana, tales como el sistema de propulsión y el sistema de dragado, ameritan el cumplimiento de la planificación de los mantenimientos preventivos que se deben efectuar por etapas. Por ejemplo, el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana requiere mantenimiento preventivo programado o de nivel I cada 25 días en algunos de sus elementos y mantenimiento preventivo mayor conocido como nivel II anualmente (cada 6000 horas de operación). Cabe destacar que ninguno de estos dos niveles de mantenimiento se están ejecutando a cabalidad para el momento de la elaboración de este documento debido a varios motivos, tales como: las insuficiencias presupuestarias del propietario de la draga, dificultades de adquisición de divisas para adquirir los repuestos que deben ser importados a fabricantes extranjeros, indisponibilidad de talleres certificados en la región para reparar las partes electrónicas del subsistema de descarga de material dragado, entre otras.

De acuerdo a las opiniones de los operadores de la planta de producción, de los planificadores de los servicios que debe prestar la planta, según la opinión de los administradores, de acuerdo a los comentarios de observadores internos de la empresa y según el personal de nómina diaria, son innumerables y de génesis diversas las causas del fracaso de los proyectos de mantenimiento preventivo de ambos niveles.

Vista la situación planteada cabe formularse las siguientes interrogantes de investigación relacionadas con la planificación, administración y control del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

¿Cuál es el estado actual de ejecución de los proyectos de mantenimiento del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana?

¿Cuáles son las características (identificación, duraciones, precedencias y recursos necesarios para ejecución) de las actividades que integran el proyecto de mantenimiento mayor (nivel II) de los sistemas de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana?

¿Cuáles son los factores que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana?

¿Cuál sería el impacto y la jerarquización de los factores que inciden en el fracaso del proyecto de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana?

¿Cómo es el diagrama de la red de precedencia de la planificación del proyecto de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la planta M/N Draga Guayana?

¿Cómo debe ser la estructura organizativa y funcional para la gestión administrativa y operativa durante la ejecución del proyecto?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer mejoras al proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana del Instituto Nacional de Canalizaciones, Puerto Ordaz, estado Bolívar, Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual de ejecución de los proyectos de mantenimiento de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana

2. Analizar los modos y efectos de fallas (AMEF) a los equipos que conforman el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana

3. Caracterizar las actividades que integran cada proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

4. Identificar los factores potenciales que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

5. Proponer la planificación mediante la construcción del diagrama de red de precedencia del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

6. Plantear la estructura organizativa y funcional requerida para la gestión administrativa y operativa durante la ejecución de cada proyecto.

1.3 Justificación de la investigación

Tal como se mencionó anteriormente, el estado actual de operatividad de la M/N Draga Guayana (fondeada inoperativa frente a San Félix desde hace más de 10 años) permite presumir que la ejecución de los proyectos de mantenimiento de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana no han sido exitosos o simplemente no se han efectuado a cabalidad total o parcialmente.

Esta circunstancia obliga a diagnosticar, en primera instancia, cual es el estado actual de la ejecución de los proyectos de mantenimiento de la draga Guayana. Seguidamente, se deberán identificar las causas que han incidido en el incumplimiento de los proyectos y actividades de mantenimiento con la finalidad en el futuro de minimizar o evitar los factores que han incidido en tales incumplimientos y en consecuencia mejorar la ejecución de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

1.4 Alcance de la investigación

En ese orden de ideas, el estudio ameritará un análisis de las características de las actividades que integran el proyecto de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana. En dicho análisis se deberá considerar, entre otras características, la duración, precedencia, recursos necesarios para su ejecución de las actividades

Luego es de vital importancia elaborar la planificación mediante la construcción del diagrama de red de precedencia del proyecto de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

Finalmente, en el documento se identificarán los factores potenciales de riesgo de fracaso del proyecto de mantenimiento mayor de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana y se jerarquizarán impactos.

1.5 Limitaciones de la investigación

Para el momento de ejecución de la presente investigación no se han detectado obstáculos o dificultades significativas que dificulten el desarrollo de la misma. Sin embargo, es de hacer notar que la imposibilidad de tener acceso a las instalaciones de

los diques secos de la empresa DIANCA no permitieron realizar visitas técnicas o inspecciones a las operaciones de mantenimiento durante los diferentes procesos que integraban el proyecto de mantenimiento en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Reseña histórica de la empresa

El Instituto Nacional de Canalizaciones es una Organización adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Minea), y fue creada el 27 de junio de 1.952, según la Ley de Creación del Instituto Nacional de Canalizaciones.

El Instituto Nacional de Canalizaciones (I.N.C.), en el contexto estratégico, se ha convertido en uno de los entes más importantes del Estado destinados a facilitar medios que impulsan el desarrollo económico con acciones de mantenimiento y administración de las vías navegables, para garantizar el intercambio comercial internacional mientras contribuye a desarrollar nuevas vías de navegación para el progreso socio-económico regional, el ordenamiento territorial y el reforzamiento de la soberanía. Su foco de atención, desde su fundación, se centra básicamente en el canal del lago de Maracaibo, vía de entrada y salida de más del 80% de la producción petrolera venezolana; como en el del río Orinoco, canal que permite la salida del material que es producido y exportado por las empresas básicas que conforman a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Contribuyendo de esta manera a la fluidez del intercambio comercial, en el ámbito nacional e internacional.

2.2 Misión de la organización

Su finalidad básica, es velar por la administración, financiamiento, mantenimiento, estudio, construcción, mejoras e inspección de todos los canales de navegación marítimos, lacustres y fluviales, existentes en Venezuela. Un importante cambio surgió en el año 2008 cuando se promulgó la nueva Ley de Canalización y

Mantenimiento de las Vías de Navegación, permitiendo a nuestra Organización se integre y actualice sus normas para el mejor desarrollo de las actividades que competen a los canales de navegación, en estrecha relación con las demás actividades conexas, haciendo que el Instituto Nacional de Canalizaciones participe de manera directa en el desarrollo regional donde tiene inherencia. Igualmente, permite de manera directa el desarrollo de objetivos y competencias tanto del órgano rector (Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas) como del ente de gestión (Instituto Nacional de Canalizaciones

2.3 Estructura organizativa de la empresa

El INC tiene en su estructura organizativa tres (3) gerencias operativas y siete (7) direcciones administrativas como se presenta en el organigrama de la figura 2.1

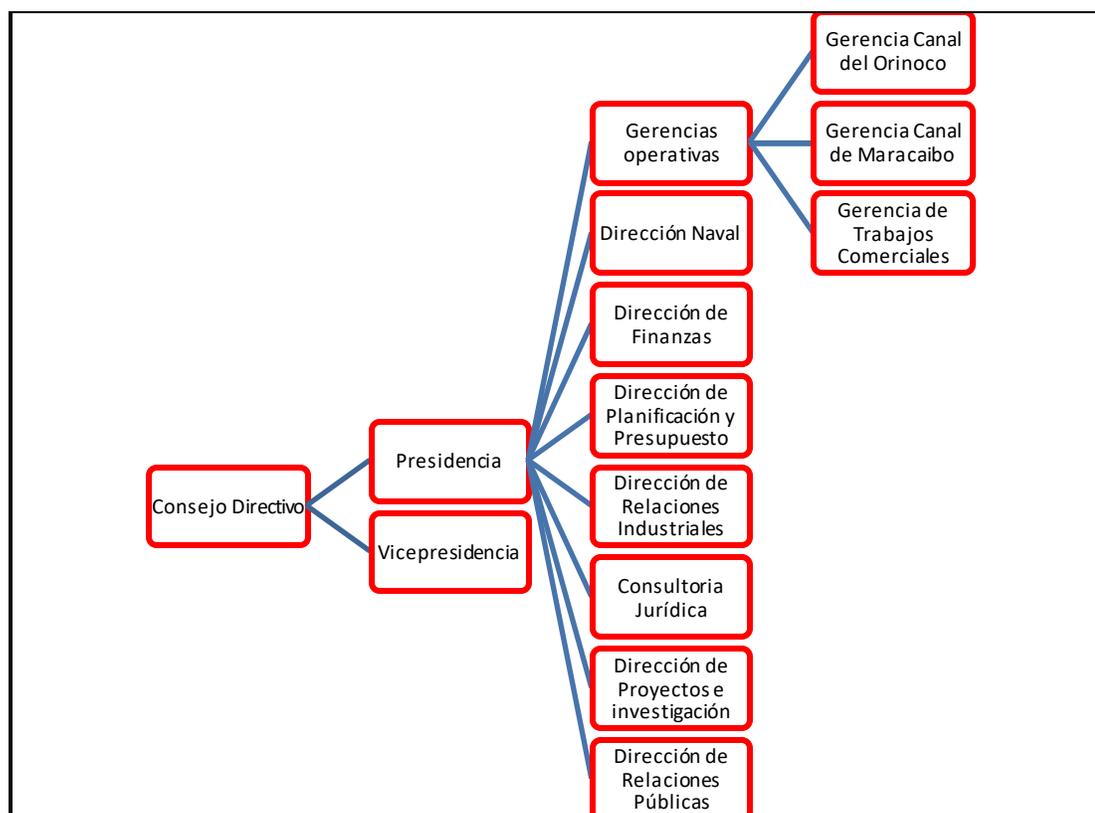


Figura 2.1 Estructura organizativa de la institución (INC, 2018)

2.4 Características de la M/N Draga Guayana

Número IMO:	8901652
Nombre:	GUAYANA
MMSI:	775810000
Identificativo de llamada:	YYFL
Tipo de Buque:	Draga de tolva autopropulsada
Arqueo bruto:	8982
DWT:	12130 t
Año de construcción:	1990
Lugar de construcción:	Alemania
Bandera:	VENEZUELA
Armador:	Instituto Nacional de Canalizaciones
Velocidad máxima:	10 nudos
Calado:	7.55 m
Puntal:	9.30 m
Eslora Total:	141.5 m
Manga Máxima:	23 m



Figura 2.2 Draga Guayana (INC, 2018).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Rondón, Gabriela, (2003). “ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN”. Caracas. U. C. V. Facultad de Ingeniería. Uno de los objetivos principales de este trabajo especial de grado consiste en suministrar información sobre el mantenimiento de equipos de perforación de pozos petroleros. Esta información ha sido preparada con el propósito de brindar datos concisos y exactos para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos de un taladro de perforación.

Este estudio sirve como refuerzo complementario para el desarrollo de la investigación referente a los requerimientos necesarios que sirvan para la formulación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos que intervienen en la planta.

García y Velásquez, (2007). “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A PROACES C.A”. SAN SALVADOR. UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA “JOSÉ SIMEÓN CANAS”. Facultad de ingeniería. El objetivo del trabajo de investigación es proporcionar elementos, propuestas y herramientas que permitan implementar una adecuada gestión de mantenimiento en una empresa del sector manufacturero.

La investigación sirve de apoyo metodológico donde se demuestra como formular adecuadamente la planificación del mantenimiento para garantizar la continuidad del proceso productivo.

Montaña y Rosas, (2006), elaboraron una investigación titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON BASE EN ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA EN LA PLANTA DE COQUE DE FABRICACIÓN PRIMARIA EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.”. Duitama. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Escuela de ingeniería electromecánica. El objetivo general del proyecto es aumentar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de la planta de coque mediante el diseño de un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de efectos y modos de falla ; los resultados obtenidos al aplicar estas herramientas fueron que por medio del análisis de criticidad, se realizó una lista ponderada de equipos desde el más crítico hasta el menos crítico, en función de su impacto global , con el fin de priorizar las ordenes de trabajo, proyectos de inversión y diseñar políticas de mantenimiento. Gracias a esta lista, se pudo conocer los cuatro elementos más críticos, a los que se les realizó el análisis de modo efectos y fallas y se actualizó las hojas de vida de cada equipo. La última parte del informe presenta un plan de mantenimiento propuesto, que se deja a consideración de la empresa y que mejora la confiabilidad de los equipos más importantes de toda la planta. Este estudio fue utilizado como modelo de investigación puesto que en el mismo especifican las herramientas técnicas como el análisis de criticidad y modo de efectos y fallas que serán utilizados como soporte para evidenciar la importancia de los planes mantenimiento preventivo.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Sistema de producción

“Aquellas siglas que identifican a los sistemas productivos dentro de los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento”. (COVENIN 3049-93 p.1).

3.2.2 Mantenimiento

“Es el conjunto de acciones que permite conservar o restaurar un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir con un servicio determinado”. (COVENIN 3049-93 p.1).

3.2.3 Tipos de mantenimientos

Según (García y Velázquez, 2007). Los tipos de mantenimiento se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.2.3.1 Mantenimiento correctivo

Son las intervenciones de mantenimiento que se aplican a los equipos cuando una falla o avería se presenta repentina y súbita, ocasionando paradas imprevistas no deseadas.

3.2.3.2 Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de tareas de mantenimiento programadas que siguen un orden sistemático en un periodo de tiempo establecido y que tienen la finalidad de evitar fallos repentinos, paradas de producción inesperadas y mejorar la confiabilidad del equipo.

3.2.3.3 Mantenimiento predictivo

Se basa en el monitoreo periódico de parámetros medibles en la maquinaria en funcionamiento a través de instrumentación especializada. Además, contrasta los

valores de dichos parámetros con estándares permisibles; de esta manera diagnosticar o pronosticar cuando es necesario realizar una intervención de mantenimiento.

3.2.4 Objetivo del mantenimiento

Asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad. (Mobley, 2002).

3.2.5 Políticas de mantenimiento

“Son los lineamientos para lograr el objetivo del mantenimiento”. (COVENIN 3049-93 p.1).

3.2.6 Plan de mantenimiento

Es una lista de tareas a realizar en los equipos de una planta, donde se especifica la frecuencia de ejecución de las mismas, con la única finalidad de mantener y conservar los equipos e instalaciones en estado óptimo y de esta manera aprovechar al máximo la vida útil de los mismos para alcanzar un mayor rendimiento. (Mobley, 2002).

3.2.7 Programa de mantenimiento

Se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar, en general, indican tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas. (Mobley, 2002).

3.2.8 Falla

“Un evento no previsible, inherente a los sistemas de producción que impide que estos cumplan su función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan”. (COVENIN 3049-93 p.4).

3.2.9 Clasificación de falla

Según la norma (COVENIN 3049-93 p.4). Las fallas se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.2.9.1 Por su alcance

Parcial: es aquella que origina desviaciones en las características de funcionamiento de un sistema productivo, fuera de los límites especificados, pero no la incapacidad total de cumplir con su función.

Total: es aquella que origina desviaciones o pérdidas de las características de funcionamiento de un sistema productivo, tal que produce incapacidad para cumplir con su función.

3.2.9.2 Por su velocidad de aparición

Progresiva: es aquella en la que se observa la degradación de funcionamiento de un sistema productivo y puede ser determinada por un examen anterior de las características del mismo.

Intermitente: es aquella que se presenta alternativamente por lapsos limitados.

Súbita: es la que ocurre instantáneamente y no puede ser prevista por un examen anterior de las características del sistema productivo.

3.2.9.3 Por su impacto

Menor: es aquella que no afecta los objetivos de producción o de servicio.

Mayor: es aquella que afecta parcialmente los objetivos de producción.

Critica: es aquella que afecta totalmente los objetivos de producción de servicio.

3.2.9.4 Por su dependencia

Las independientes que son fallas del sistema productivo cuyas causas son inherentes al mismo y las dependientes que son fallas del sistema productivo cuyo origen es atribuible a una causa externa.

3.2.10 Vida útil

“El periodo durante el cual un sistema productivo cumple un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización”. (COVENIN 3049-93 p.5).

3.2.11 Diagrama de flujo del proceso

Es una herramienta que facilita la eliminación o reducción en la cantidad y la duración de los componentes. Mediante la representación gráfica se muestran claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, que tienen lugar dentro

de un proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis del mismo.

El diagrama de flujo presenta información clara, ordenada y concisa de un proceso que está formado por una serie de símbolos unidos por flechas, cada símbolo representa una acción específica las flechas entre los símbolos representan el orden de realización de las acciones.

El diagrama de flujo del proceso generalmente no se aplica a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta.

Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos entre los cuales tenemos:

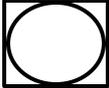
a) Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.

b) Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo.

c) Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. (Niebel, 2009).

Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos cuya simbología se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Simbología utilizada de diagramas de flujo de procesos (Niebel, 2009)

SÍMBOLO	TERMINOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Operación	Indica las principales fases del proceso.
	Inspección	Verifica la cantidad y/o calidad. En general no agrega valor.
	Transporte	Indica el movimiento de materiales de un lugar a otro.
	Demora	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo la vigilancia en un almacén.
	Combinación	Indica varias actividades simultáneas.

3.2.12 Diagrama causa- efecto

Es una técnica que consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, y los posibles factores que contribuyen a su conformación. Por lo general,

las causas se dividen en cinco o seis categorías principales, y cada una de ellas se subdivide en sub-causas. Posteriormente se analiza de manera crítica los factores que contribuyen a la existencia a todo el problema. (Niebel, 2009).

Los diagramas de pescado, también conocidos como diagramas causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la “cabeza del pescado” y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado.

Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales entre ellas: humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente, administrativas, y cada una de las cuales se subdividen en sub-causas. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista.

Un buen diagrama tendrá varios niveles de espinas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia. Después, los factores se analizan de manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema. Es posible que este proceso también tienda a identificar soluciones potenciales. (Niebel, 2009).

La utilización del diagrama causa- efecto puede resultar muy útil también en su aspecto positivo, es decir, no para definir las causas de un problema, sino para comprender cuales son los factores de fenómenos positivos que pueden aplicarse a otras situaciones análogas para obtener mejoras. (Galgano,1995).

En la figura 3.1 se muestra un ejemplo de un diagrama de pescado que se utiliza para identificar las causas y sub-causas de un problema.

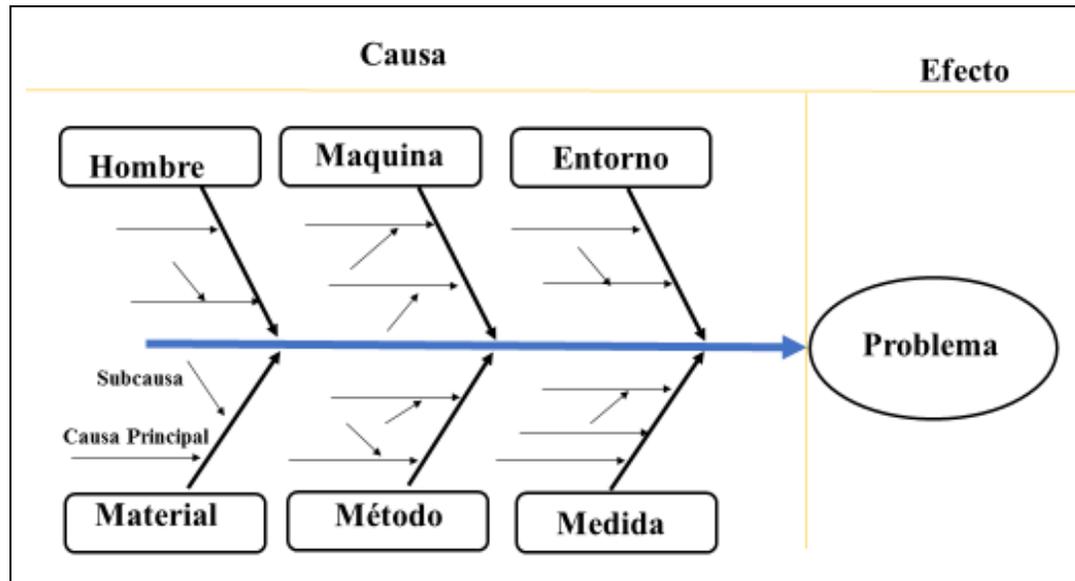


Figura 3.1 Diagrama causa-efecto (Niebel, 2009)

3.2.13 Diagrama de Pareto

Es una gráfica que consiste en concentrar el mayor esfuerzo, solo en algunos pocos trabajos que generen la mayor parte de los problemas. La distribución de Pareto se organiza por medio de barras sencillas, en una línea recta de forma vertical utilizando la transformación log normal para realizar el análisis cuantitativo. (Niebel, 2009).

3.2.13.1 Usos del diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto representa uno de los primeros pasos que deben darse para realizar mejoras, ya que:

1. Ayuda a definir las áreas prioritarias de intervención.

2. Atrae la atención de todos sobre las prioridades y facilita la creación del consenso.

El diagrama de Pareto es muy útil para aprender a concentrar los esfuerzos en los aspectos más importantes y rentables de problema analizados, es decir, en los aspectos que ocupan las partes más elevadas del diagrama, por lo que el diagrama de Pareto contiene diversas ventajas como:

1. Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.

2. Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.

3. Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.

4. Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

En la figura 3.2 se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto que se utiliza para asignar un orden de prioridades.

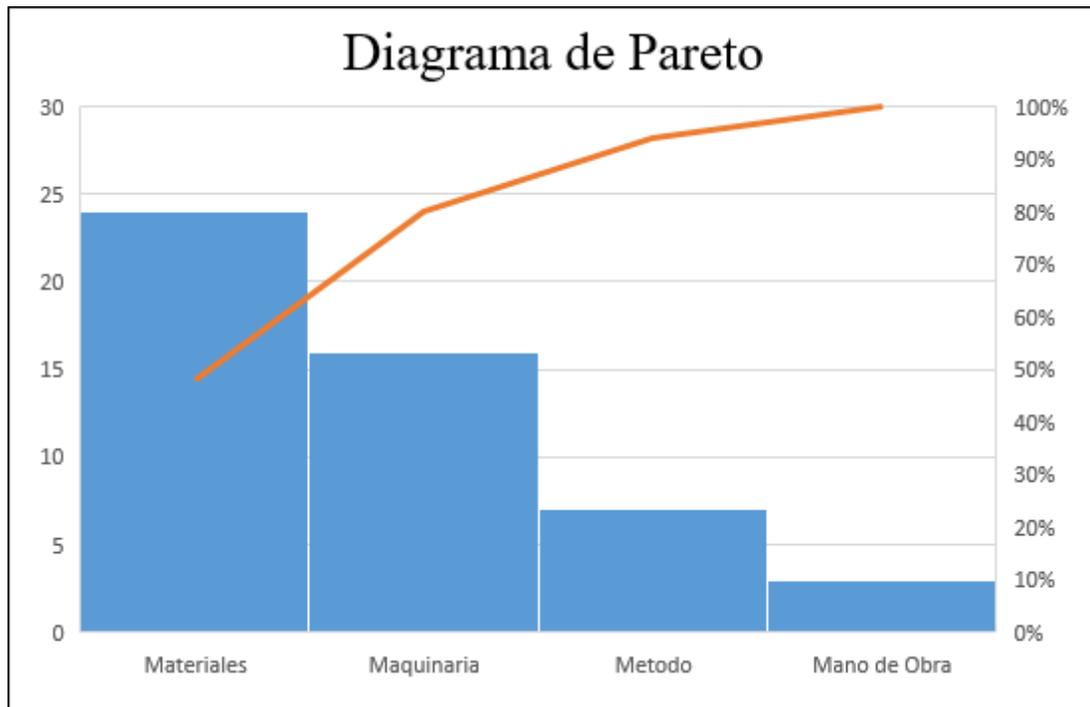


Figura 3.2 Diagrama de Pareto (Niebel, 2009)

3.2.14 Análisis de criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. (Zambrano, Carlos, 2006).

A continuación, se mencionan cinco (5) de los aspectos que pueden ser incluidos en un análisis de criticidad:

1. Criticidad de los equipos: son los equipos que al fallar pueden afectar la seguridad del personal, el entorno ambiental, o provocar un paro de la producción, los criterios para analizar la criticidad pueden ser los siguientes: seguridad, medio

ambiente, producción, costos, tiempos medio para reparar, frecuencia de falla y calidad.

2. Análisis de criticidad de modo de falla y efectos (FMECA, Failure Mode, Effects and Criticality Analysis): es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión.

3. Modo de falla: es la forma por la cual una falla es observada, describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo.

4. Efecto de falla: describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla.

5. Causa de falla: circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla.

Jerarquización: ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

a) Importancia crítica A: un equipo no debe fallar, si esta falla, habría que cerrar la planta, parte de la planta, o una línea de producción y ello ocasionaría una gran pérdida económica. Un equipo cuya falla ocasionaría daños corporales (accidentes) a los empleados, tales como grúas, elevadores, montacargas. Un equipo cuya falla ocasionaría importantes daños ambientales (aceite, derrame de producto químico), etc.

b) Importancia crítica B: un equipo que no debería fallar, continúa siendo un equipo importante, pero una avería en esa máquina no tendrá un fuerte impacto en la planta (equipo redundante disponible; una avería de poca duración tiene poco impacto sobre la producción).

c) Importancia crítica C: todo el resto, equipos que no se utilizan con frecuencia, etc. Índice de criticidad: a) Grave (ejemplo: parada de línea), b) Importante (ejemplo: disminución del ritmo productivo) y c) No importante o no afecta.

Con estos criterios, se genera un modelo de criticidad definido por:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia.} \quad (3.1)$$

En la figura 3.3 se muestra la matriz de criticidad.

MATRIZ DE CRITICIDAD		CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	5	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
	4	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
	3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
	2	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
	1	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto

Figura 3.3 Matriz de criticidad (Zambrano, C. 2006).

3.2.15 Análisis de modo efecto y fallas (AMEF)

3.2.15.1 Reseña histórica

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejército de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la ejecución de un modo de falla, efectos y análisis de criticidad, y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad

y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos. (Horacio y Pereira, 1995).

En 1988 la organización internacional para la estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo 1995).

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739.

Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF. Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo 1995).

3.2.15.2 Definición del AMEF

El AMEF o análisis modal de fallos y efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad, que, mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el número de prioridad de riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

3.2.15.3 Objetivos del AMEF

1. Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura e un producto.
2. Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
3. Identificar las acciones que podrán elimina o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
4. Analizar la confiabilidad del sistema.
5. Documentar el proceso.

Aunque el método AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, este es aplicable para la detección y bloqueo de las causas y fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya que sea que estos se encuentren en operación o fase de proyecto; así como también es aplicable

para sistemas administrativos y de servicios. (Figuroa, Yetsiret y Ramos, Jorge. 2011).

3.2.15.4 Tipos de AMEF

- AMEF de diseño: consiste en el análisis preventivo de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos. Este AMEF es el paso previo lógico al de proceso porque se tiende a mejorar el diseño, para evitar el fallo posterior en producción. El AMEF es una herramienta previa de la calidad en la que:

1. Se hace un estudio de la factibilidad para ver si se es capaz de resolver el diseño dentro de los parámetros de fiabilidad establecidos.

2. Se realiza el diseño orientándolo hacia los materiales, compras, ensayos, producción... ya que los modos de fallo con ellos relacionados se tienen en cuenta en este tipo de AMEF.

El objeto de estudio de un AMEF de diseño es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamiento a aplicar y los posibles problemas de realización.

- AMEF de proceso: es el "análisis de modos de fallos y efectos" potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y, en cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones del producto exigidos por el cliente. En el AMEF de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente.

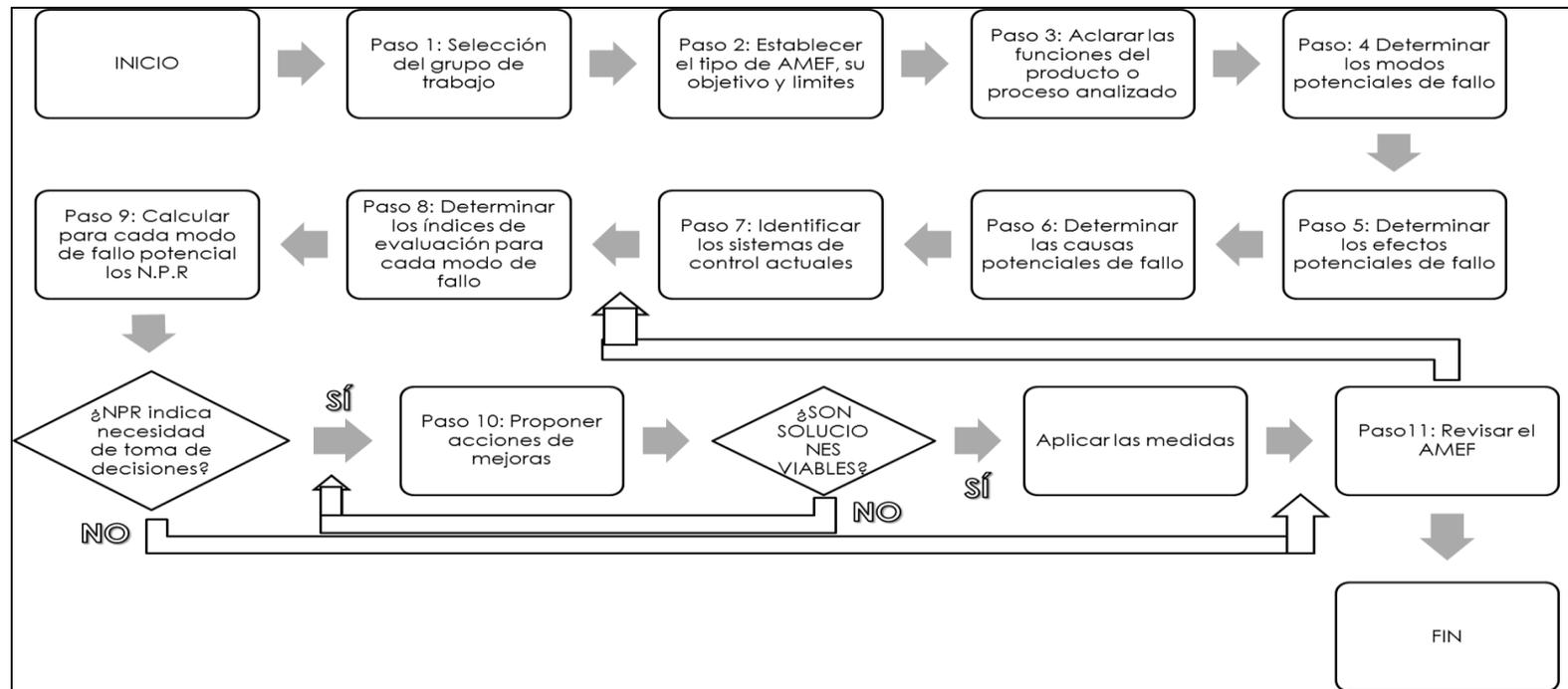
Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante.

3.2.20.5 Pasos a seguir para aplicar el método AMEF

A continuación, en la figura 3.4, se muestra un diagrama de flujo explicando los pasos a seguir para aplicar el AMEF.

Figura

3.4 Pasos para realizar el AMEF, diagrama de flujo. (Gámez, 2016).



Paso 1. Selección del grupo de trabajo: el grupo de trabajo estará compuesto por personas que dispongan de amplia experiencia y conocimientos del producto/servicio y/o del proceso objeto del AMEF.

Paso 2. Establecer el tipo de AMEF a realizar, su objeto y límites: se definirá de forma precisa el producto o parte del producto, el servicio o el proceso objeto de estudio, delimitando claramente el campo de aplicación del AMEF. El objeto del estudio no debería ser excesivamente amplio, recomendando su subdivisión y la realización de varios AMEF en caso contrario. Para el cumplimiento de este paso se requiere un conocimiento básico, común a todos los integrantes del grupo, del objeto de estudio. En el caso de un AMEF de proceso, se recomienda la construcción de un diagrama de flujo que clarifique el mismo para todos los participantes.

Paso 3. Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso analizado: lista la función del proceso que corresponda a cada paso del proceso u operación siendo analizado. La función del proceso describe el propósito o intención de la operación. Es necesario un conocimiento exacto y completo de las funciones del objeto de estudio para identificar los modos de fallo potenciales, o bien tener una experiencia previa de productos o procesos semejantes.

Paso 4. Determinar los modos potenciales de fallo: para cada función definida en el paso anterior, hay que identificar todos los posibles modos de fallo. Un modo de falla potencial es definido como la manera en la cual un proceso podría fallar potencialmente para cumplir con los requerimientos del proceso. Esta identificación es un paso crítico y por ello se utilizarán todos los datos que puedan ayudar en la tarea, por ejemplo: AMEF anteriormente realizados para productos/servicios o procesos similares, estudios de fiabilidad, datos y análisis sobre reclamos de clientes tanto internos como externos, los conocimientos de los expertos mediante la realización de tormentas de ideas o procesos lógicos de deducción.

Paso 5. Determinar los efectos potenciales de fallo: para cada modo potencial de fallo se identificarán todas las posibles consecuencias que éstos pueden implicar para el cliente. Al decir cliente, se refiere tanto al cliente externo como al interno. Cada modo de fallo puede tener varios efectos potenciales.

Paso 6. Determinar las causas potenciales de fallo: para cada modo de fallo se identificarán todas las posibles causas ya sean estas directas o indirectas. Causa potencial de una falla es definida como una indicación de como una falla podría ocurrir, y es descrita en términos de algo que pudiera ser corregido o controlado. La causa potencial de una falla puede ser una indicación de una debilidad del diseño o proceso, y consecuencia del mismo es el modo de falla. Para el desarrollo de este paso se recomienda la utilización de los diagramas causa-efecto, diagramas de relaciones o cualquier otra herramienta de análisis de relaciones de causalidad. Puede haber una o más causas que puedan resultar en el modo de falla siendo analizado.

Paso 7. Identificar sistemas de control actuales: en este paso se buscarán los controles diseñados para prevenir las posibles causas del fallo, o bien para detectar el modo de fallo resultante. Los controles actuales son descripciones de los controles que pueden ser ya sea para prevenir en un alcance posible, la causa de la falla o detectar el modo de la falla. Esta información se obtiene del análisis de sistemas y procesos de control de productos/servicios o procesos, similares al objeto de estudio.

Paso 8. Determinar los índices de evaluación para cada modo de fallo: existen tres (3) índices de evaluación:

Índice de gravedad (G): evalúa la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo para el cliente. La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 en base a un cuadro de gravedad (tabla 3.2), y que es función de la

mayor o menor insatisfacción del cliente por la degradación de la función o las prestaciones.

Cada una de las causas potenciales correspondientes a un mismo efecto se evalúa con el mismo índice de gravedad. En el caso de que una misma causa pueda contribuir a varios efectos distintos del mismo modo de fallo, se le asignará el índice de gravedad mayor.

Tabla 3.2 Cuadro de gravedad. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo 1995).

CRITERIO	CLASIFICACION
Irrazonable, esperar que el fallo produjese un efecto perceptible en el rendimiento del producto o servicio. Probablemente el cliente no podrá detectar el fallo	1
Baja gravedad, debido a la escasa importancia de las consecuencias del fallo, que causarían en el cliente un ligero descontento	2 3
Moderada gravedad, del fallo que causaría al cliente. Cierta descontento. Puede ocasionar retrabajos.	4 5 6
Alta clasificación de gravedad, debido a la naturaleza del fallo que causa en el cliente un alto grado de insatisfacción sin llegar a incumplir la normativa sobre seguridad o quebrando las leyes. Requiere retrabajos mayores.	7 8
Muy alta clasificación de gravedad, que origina total insatisfacción del cliente, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.	9 10

Índice de ocurrencia (O): evalúa la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Ocurrencia".

Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa potencial del fallo. (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Cuadro de ocurrencia. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo, 1995).

CRITERIO	CLASIFICACION	PROBABILIDAD
Remota probabilidad de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjese el fallo.	1	1/10.000
Baja probabilidad de ocurrencia. Ocasionalmente podría producirse un numero relativo bajo de fallos.	2 3	1/5.000 2/2.000
Moderada probabilidad de ocurrencia. Asociado a situaciones similares que hayan tenido fallos esporádicos, pero no en grandes proporciones.	4 5 6	1/1.000 1/500 1/200
Alta probabilidad de ocurrencia. Los fallos se presentan con frecuencia	7 8	1/100 1/50
Muy alta probabilidad de ocurrencia. Se produciría el fallo casi con total seguridad.	9 10	1/20 1/10

Índice de detección (D): evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante antes de llegar al cliente en una escala del 1 al 10 en base a una "tabla de detección". (Tabla 3.4).

Para determinar el índice "D" se supondrá que la causa de fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el modo de fallo resultante. Los tres (3) índices anteriormente mencionados son independientes y para garantizar la homogeneidad de su evaluación, éstas serán realizadas por el mismo grupo de análisis.

Tabla 3.4 Cuadro de detección. (Helman, Horacio y Pereira, Paulo, 1995).

CRITERIO	CLASIFICACION	PROBABILIDAD
Remota probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Casi completa fiabilidad de los controles.	1	1/10.000
Baja probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Ya que, de producirse sería detectado por los controles o en fases posteriores del proceso.	2	1/5.000
	3	2/2.000
Moderada probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente.	4	1/1.000
	5	1/500
	6	1/200
Alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente, debido a la baja fiabilidad de los controles existentes.	7	1/100
	8	1/50
Muy alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente. Este está latente y no se manifestaría en la fase de fabricación del producto.	9	1/20
	10	1/10

Paso 9. Calcular para cada modo de fallo potencial los números de prioridad de riesgo (NPR): Para cada causa potencial, de cada uno de los modos de fallo potenciales, se calculará el número de prioridad de riesgo multiplicando los Índices de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$\text{NPR} = \text{G} \cdot \text{O} \cdot \text{D} \quad (3.2)$$

Dónde:

G = Gravedad

O = Ocurrencia

D = Detección

El valor resultante podrá oscilar entre 1 y 1.000, correspondiendo a 1.000 el mayor potencial de riesgo. El resultado final de un AMEF es, por tanto, una lista de modos de fallo potenciales, sus efectos posibles y las causas que podrían contribuir a su aparición clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

Paso 10. Proponer acciones de mejora: cuando se obtengan Números de Prioridad de Riesgo (NPR) elevados: deberán establecerse acciones de mejora para reducirlos. Se fijarán, asimismo, los responsables y la fecha límite para la implantación de dichas acciones. Con carácter general, se seguirá el principio de prevención para eliminar las causas de los fallos en su origen (acciones correctoras). En su defecto, se propondrán medidas tendentes a reducir la gravedad del efecto (acciones contingentes). Finalmente, se registrarán las medidas efectivamente introducidas y la fecha en que se hayan adoptado.

Paso 11. Revisar y seguir el AMEF: el AMEF se revisará periódicamente, en la fecha que se haya establecido previamente, evaluando nuevamente los índices de

gravedad, ocurrencia y detección y recalculando los números de prioridad de riesgo (NPR), para determinar la eficacia de las acciones de mejora.

3.2.15.6 Interpretación del AMEF

El AMEF es una herramienta útil para la priorización de los problemas potenciales, marcándonos mediante el NPR (número de prioridad de riesgo) la pauta a seguir en la búsqueda de acciones que optimicen el diseño de un producto/servicio o el proceso planificado para su obtención. Los puntos prioritarios en la actuación serán:

- Aquellos en que el número de prioridad de riesgo es elevado. Se puede considerar la siguiente tabla:

Tabla 3.5 Número de prioridad de riesgo de acuerdo a índices de evaluación. (Scarpatti, Fernando, 2016)

INDICE DE EVALUACION	N.º DE PRIORIDAD DE RIESGO	
1-50	Bajo	
51-100	Medio	
101-200	Alto	
201-1000	Muy Alto	

- Aquellos en que el índice de gravedad es muy elevado, aunque el NPR se mantenga dentro de los límites normales.

Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del AMEF pueden ser orientadas a:

1. Reducir la gravedad de los efectos del modo de fallo: es un objetivo de carácter preventivo que requiere la revisión del producto/servicio. es la solución más deseable, pero, en general, la más complicada. Cualquier punto donde la gravedad sea alto debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario. Solo una revisión del diseño o proceso puede traer una reducción en el rango de gravedad.

2. Reducir la probabilidad de ocurrencia: es un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto/servicio o bien en el proceso de producción. En el caso en que se produzca el fallo, aunque éste no llegue al cliente o su gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.

3. Aumentar la probabilidad de detección: es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema.

4. Requiere la mejora del proceso de control existente. el incremento de la frecuencia de inspección no es usualmente una acción efectiva y solo debiera ser usado como medida temporal para recolectar información sobre el proceso mismo de forma que puedan implementarse acciones correctivas/preventivas permanentes. (Figuroa, Y. y Ramos, J., 2011).

3.2.15.7 Beneficios de la aplicación del AMEF

Los principales beneficios que se obtienen al aplicar este método AMEF son los siguientes:

- Potencia la atención al cliente: en la aplicación del método AMEF y la consiguiente reducción, al mínimo, del número de prioridad de riesgo, lo que se pretende es que el efecto para los clientes (tanto externos como internos) de los posibles modos de fallo sea el mínimo posible. Esto se consigue mediante las acciones correctoras.

- Potencia la comunicación entre los departamentos: la organización para la realización del AMEF requiere que diversos departamentos de la empresa colaboren en la búsqueda de los modos de fallo y sus soluciones. Esta interacción facilita la comunicación entre departamentos, de forma que los problemas no se observan como relativos a un departamento, sino al conjunto de la empresa.

- Facilita el análisis de los productos y los procesos: la estructuración sistemática del AMEF permite recopilar una enorme cantidad de información que de otra forma sería imposible, Además, proporciona la información necesaria para decidir qué es lo que se debe hacer y por qué, de forma clara y concisa, fomentando la participación del grupo.

- Mejora la calidad de los productos y los procesos: el AMEF permite, mediante la ponderación y la selección, proponer y aplicar las acciones correctoras que mejoran el diseño o el proceso, de forma que se reduce el riesgo de ocurrencia de ineficacias y, por lo tanto, el resultado es una mejora de la calidad del producto o del proceso.

- Reduce los costes operativos: la filosofía de la prevención y de la mejora continua, que subyace en el AMEF, ayuda a eliminar las ineficiencias existentes, con la consiguiente reducción en tiempo y dinero.

- Ayuda a cumplir con requisitos ISO 9000 y directivas europeas de responsabilidad de productos

La razón por la que el AMFE se aplica a todos los apartados de la norma ISO 9000, es porque el AMFE comparte el objetivo y el espíritu de modo de prevención que impregna este estándar. Se debe recordar siempre que por definición el AMFE es una herramienta que quiere optimizar el sistema, diseño, proceso y/o servicio a través de la modificación, mejora y/o eliminación de cualquier problema conocido o potencial.

Las eliminaciones de los modos de fallas potenciales tienen beneficios tanto a corto como a largo plazo, A corto plazo, representan ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro.

El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad, esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

3.3 Bases legales

Existen fundamentos legales en los que se soporta la investigación dentro de cual se puede mencionar:

3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Artículo 112. “El Estado promoverá la iniciativa privada, garantizando la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, la libertad de trabajo,

empresa, comercio, industria, sin perjuicio de su facultad para dictar medidas para planificar, racionalizar y regular la economía e impulsar el desarrollo integral del país”. Mediante este artículo el Ejecutivo Nacional pretende promover la creación de empresas privadas que produzcan bienes y servicios necesarios tanto para la población como para el desarrollo del país.

Artículo 299. “El Estado, conjuntamente con la iniciativa privada, promoverá el desarrollo armónico de la economía nacional con el fin de generar fuentes de trabajo, alto valor agregado nacional, elevar el nivel de vida de la población y fortalecer la soberanía económica del país, garantizando la seguridad jurídica, solidez, dinamismo, sustentabilidad, permanencia y equidad del crecimiento de la economía, para lograr una justa distribución de la riqueza mediante una planificación estratégica democrática, participativa y de consulta abierta”. Con este artículo se pretende promover el trabajo en conjunto del Estado Venezolano con la empresa privada, con el fin de asegurar un país económicamente independiente, que le brinde alta calidad de vida a su población, a través de la generación de empleo, distribuyendo de forma equitativa la riqueza de la nación.

3.3.2 La Ley Orgánica de Prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo (LOPCYMAT)

En el artículo 53 habla sobre los derechos de los trabajadores de la empresa:

1. Ser informados al inicio de su actividad, de las condiciones en que esta se va a desarrollar.
2. Recibir formación teórica y práctica en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

3. Rehusarse a trabajar a interrumpir una tarea o actividad, cuando exista un peligro inminente que ponga en riesgo su vida.

4. Denunciar condiciones inseguras insalubres de trabajo.

5. Ser reubicados de sus puestos de trabajo o a la adecuación de sus tareas por razones de salud, rehabilitación o reinserción laboral.

6. Que se le realicen periódicamente exámenes de salud preventivos.

3.3.3 Ley Orgánica del trabajo los trabajadores y trabajadoras (LOTTT)

Artículo 173. La jornada de trabajo no excederá de cinco días a la semana y el trabajador o trabajadora tendrá derecho a dos días de descanso, continuos y remunerados durante cada semana de labor.

La jornada de trabajo se realizará dentro de los siguientes límites:

1. La jornada diurna, comprendida entre las 5:00am y las 7:00pm no podrá exceder de ocho (8) horas diarias ni de cuarenta (40) horas semanales.

2. La jornada nocturna, comprendida entre las 7:00pm y las 5:00am no podrá exceder de seis (6) horas diarias ni de treinta y cinco (35) horas semanales.

3. Toda prolongación de la jornada nocturna en horario diurno se considerará como hora nocturna.

4. Cuando la jornada comprenda periodos de trabajos diurnos y nocturnos se considerará jornada mixta y no podrá exceder de las siete horas y media diarias ni de

treinta y siete horas y media semanales. Cuando la jornada mixta tenga un periodo nocturno mayor de cuatro (4) horas se considerará jornada nocturna en su totalidad.

3.3.4 Convención colectiva de los empleados del Instituto Nacional de Canalizaciones

Adicionalmente, existen otros fundamentos legales en los que se fundamenta la investigación dentro de los cuales se puede mencionar todas las cláusulas del Contrato Colectivo del Personal de Nómina Diaria del Instituto Nacional de Canalizaciones.

3.4 Definición de términos básicos

3.4.1 Actividad de trabajo

El conjunto de tareas u operaciones propias de una ocupación o labor. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.2 Agente de riesgo

Condición o acción que potencialmente puede provocar accidente o generar una enfermedad. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.3 Contexto de trabajo

Los componentes políticos, económicos, sociales y tecnológicos que determinan estabilidad temporal de situación de trabajo. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.4 Evaluación cualitativa

Se refiere a la valoración de condiciones del trabajo realizada sistemáticamente por un profesional experto, y utilizando criterios técnicos y metodologías cualitativas validadas. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.5 Evaluación cuantitativa

Se refiere a la valoración de condiciones de trabajo realizada sistemáticamente por un profesional experto, y utilizando criterios técnicos y metodologías cuantitativas validadas. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.6 Evaluación de riesgos

Consiste en un análisis sistemático de condiciones de trabajo para identificar factores de riesgo, evaluarlos; estudiar la posibilidad de eliminarlos, o en su defecto; definir las medidas de prevención. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.7 Exposición

Contacto directo o indirecto con el agente de riesgo presente en el ámbito laboral. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.8 Operación

Acción o conjunto de acciones realizadas durante ejecución de una tarea, a través de diferentes pasos. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.9 Sistema

Según Hodson (2002), Sistema se define como “Cualquier conjunto de componentes independientes y correlacionados que satisfaga un propósito, es decir, que desempeñe una función, mediante la transformación de entrada en salida, al tiempo que logra o intenta lograr una o más metas u objetos” siendo los sistemas una parte fundamental en todo proceso que funciona en cualquier tipo de empresa debido a que este permite a sus componentes que lo conforman ejecutar las operaciones de manera absoluta pero relacionadas, ya pertenece al mismo proceso que se debe realizar para obtener el mismo producto final, de manera que se logren los objetivos propuestos por la empresa pudiéndose enmarcar las características principales de manera general de los sistemas.

3.4.10 Sistemas Productivos (S.P)

Según la Norma Covenin (3049-93) (3.1.1) Define los S.P como aquellas siglas que identifican a los Sistemas Productivos dentro de los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.

3.4.11 Tarea

Conjunto de operaciones, considerada como una unidad de trabajo a la que se puede asignar el inicio y final; que tiene un tiempo fijo, un método o un procedimiento de trabajo la cual requiere de esfuerzo físico y mental. (Gutiérrez, A.; 2011)

3.4.12 Trabajo

Se refiere a toda actividad humana libre, ya sea de tipo material o intelectual; permanente y/o transitoria, que una persona natural ejecuta conscientemente al servicio de otra, y cualquiera que sea su finalidad. (Gutiérrez, A.; 2011)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Cervo y Bervian, (1989: 41), señalan que “la investigación se define como una actividad encaminada a la solución de los problemas. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos”.

Se denomina investigación Proyectiva o Proyecto Factible a la elaboración de una propuesta viable, destinada a atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003), plantea:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades.” (p. 16).

Esta investigación es un proyecto factible ya que la propuesta se utilizará para la realización de las mejoras a que haya lugar que deban aplicarse al proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es documental y de campo:

4.2.1 Investigación de campo

“La investigación de campo no experimental es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, a de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes”. Arias, F. (2006).

Se afirma que el diseño aplicado es de campo ya que se deberá constatar a bordo de la M/N Draga Guayana (tanto en cubierta como en sala de máquinas), las características de los elementos que integran el sistema de dragado de la mencionada planta de producción.

4.2.2 Investigación documental

Una investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.

En este proyecto, el diseño de la investigación es de tipo documental ya que se recopilarán datos de las características técnicas del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. Asimismo, se recopilará información de las bitácoras sobre los acaecimientos de cubierta y máquinas que hayan tenido lugar en la oportunidad de ejecutarse los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la mencionada planta de producción.

También serán analizados los contratos colectivos y convenciones que aplican al personal del Instituto Nacional de Canalizaciones que intervendrá en el proyecto de mantenimiento.

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

Según Ortiz, F., (2004), la población es un conjunto formado por todos los elementos que poseen una serie de características comunes a todos ellos. En este caso la población está constituida por los seis (6) elementos que integran el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana (tabla 4.1):

Tabla 4.1 Elementos que integran el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

No elemento	Descripción	Cantidad
1	Bomba de doble carcaza	2
2	Tubería de succión	2
3	Medidores de producción	2
4	Tolva	1
5	Compensador de oleaje	2
6	Subsistema de control electrónico – mecánico	2

Así mismo, forma parte de la población de la investigación, las características particulares de la planificación del proyecto de mantenimiento del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. Dichas características se mencionan a continuación en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Características particulares de la planificación del proyecto (Rivero y Sanoja, 2018).

No de característica	Descripción
1	Identificación de las actividades
2	Duración de las actividades
3	Precedencia de las actividades
4	Fechas de inicio y terminación (tempranas, probables y tardías)
5	Camino crítico
6	Holguras distribuidas y total
7	Recursos requeridos

4.3.2 Muestra de la investigación

Según Ortiz, F., (2004), la muestra es una parte o fracción representativa de una población, universo o colectividad que ha sido obtenida con el fin de investigar ciertas características del mismo.

Por consiguiente, en esta investigación la muestra estará integrada por los mismos elementos que forman la población por cuanto es de características finitas y mensurables.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Müch y Angeles (1993) (Pág. 78), definen las técnicas de recolección de datos como: “una técnica dirigida a obtener datos de la realidad, a través de la observación directa de los eventos relacionados con ellos” Estas técnicas se estructuran en los diferentes aspectos que conforman la recolección de los datos que se llevarán a cabo en un determinado ámbito de un hecho social o de una empresa y que se llegará a ver expresados mediante instrumentos como guía de observación, el registro y la escala de estimación.

Un instrumento de recolección de datos, es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. Las técnicas de recolección de datos empleadas para el desarrollo del presente trabajo fueron las siguientes:

4.5.1 Técnica de recolección de datos

Una investigación no tiene sentido sin la aplicación de técnicas para la recolección de información, estas conducen a la verificación del problema planteado,

mientras que los instrumentos empleados llevan a la obtención de los datos de la realidad.

A continuación, se describen las técnicas e instrumentos a utilizar para la recolección de los datos de esta investigación.

4.5.1.1 Observación directa

Según Ortiz, Frida., (2004), la observación es participante directa cuando el investigador forma parte activa y asume comportamiento del grupo observado obteniendo así, los datos más importantes que estén en relación directa con el problema de investigación. En el caso de la presente investigación se realizará observación en campo (abordo) de los elementos que integran el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

4.5.1.2 Revisión Bibliográfica

Para llevar a cabo este trabajo resulta necesario acudir a fuentes bibliográficas que permitan ampliar los conocimientos acerca del tema en estudio (Despiece del sistema de dragado, Convención colectiva de empleados, contratación colectiva de obreros, estructura administrativa y funcional de la planta de producción M/N Draga Guayana, entre otras). En otras palabras, las técnicas se basan en la obtención de información mediante la revisión de material bibliográfico tales como: textos, manuales de la organización, tesis e informes, entre otros.

4.5.1.3 Entrevistas no estructuradas

Las entrevistas se utilizan para recabar información en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista. Quienes responden pueden ser gerentes o

empleados, los cuales son usuarios actuales del sistema existente, usuarios potenciales del sistema propuesto o aquellos que proporcionarán datos o serán afectados por la aplicación propuesta. El analista puede entrevistar al personal en forma individual o en grupos algunos analistas prefieren este método a las otras técnicas que se estudiarán más adelante. Sin embargo, las entrevistas no siempre son la mejor fuente de datos de aplicación.

Dentro de una organización, la entrevista es la técnica más significativa y productiva de que dispone el analista para recabar datos. En otras palabras, la entrevista es un intercambio de información que se efectúa cara a cara. Es un canal de comunicación entre el analista y la organización; sirve para obtener información acerca de las necesidades y la manera de satisfacerlas, así como concejo y comprensión por parte del usuario para toda idea o método nuevos. Por otra parte, la entrevista ofrece al analista una excelente oportunidad para establecer una corriente de simpatía con el personal usuario, lo cual es fundamental en transcurso del estudio (Maldonado, S. 2012).

En el caso específico de esta investigación se realizarán entrevistas individuales a los operadores del sistema de dragado de la Draga Guayana, al personal gerencial de la organización vinculado a los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco.

También se efectuará entrevistas no estructuradas individuales a exfuncionarios experimentados que hayan estado vinculados a los procesos de mantenimiento mayor en dique seco.

4.5.1.4 Diagramas de flujo

Es una representación pictórica de los pasos en proceso. Útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado.

El resultado puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de los tres. Al examinar cómo los diferentes pasos de un proceso se relacionan entre sí, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales.

Los diagramas de flujo se pueden aplicar a cualquier aspecto del proceso desde el flujo de materiales hasta los pasos para hacer la venta u ofrecer un producto.

Con frecuencia este nivel de detalle no es necesario, pero cuando se necesita, el equipo completo de trabajos más pequeños puede agregar niveles según sea necesario durante el proyecto (Maldonado, S. 2012).

En el caso específico de la presente investigación se elaborará y comparará el diagrama de flujo de los procesos que se realizan actualmente en relación a los que se proponen para la planificación y ejecución del proyecto de mantenimiento mayor en dique del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana con la finalidad de detectar los cuellos de botella de dichos procesos del proyecto.

4.5.1.5 Lluvia de ideas (Brainstorm)

Este método comenzó en el ámbito de las empresas, aplicándose a temas tan variados como la productividad, la necesidad de encontrar nuevas ideas y soluciones para los productos del mercado, encontrar nuevos métodos que desarrollen el pensamiento creativo a todos los niveles, etc. Pero pronto se extendió a otros ámbitos, incluyendo el mundo de desarrollo de sistemas; básicamente se busca que los involucrados en un proyecto desarrollen su creatividad. A esta técnica se le conoce también como tormenta de ideas, desencadenamiento de ideas, movilización verbal, bombardeo de ideas, sacudidas de cerebros, promoción de ideas, tormenta cerebral, avalancha de ideas, tempestad en el cerebro y tempestad de ideas, entre otras.

Las personas que componen el grupo deben estar motivadas para solucionar el problema, y con un ambiente que propicie la participación de todos. Todos pueden sentirse confiados y con la sensación de que pueden hablar sin que se produzcan críticas. Todas las ideas en principio deben tener el mismo valor, pues cualquiera de ellas puede ser la clave para la solución. Es necesario prestar mucha atención a las frases que pueden coartar la producción de ideas. Además, durante la celebración no deben asistir espectadores. Debemos evitar todos los bloqueos que paralizan la ideación: como son nuestros hábitos o ideas preconcebidas, el desánimo o falta de confianza en sí mismo, el temor y la timidez (UNICAUCA, 2015).

Para el desarrollo de esta investigación, los investigadores convocarán técnicos que hayan estado involucrados con los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

En dicha sesión se pretenderá obtener las ideas para llevar a cabo de la mejor manera posible los procesos conducentes a la obtención del producto con la calidad y en la cantidad deseada del proyecto de mantenimiento mayor en dique del sistema de dragado.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos de la presente investigación fueron los siguientes:

1. Computadora: para el procesamiento de todo el documento
2. Escáner: para el copiado de imágenes bibliográficas
3. Impresoras: para la impresión del documento final
4. Fotocopiadoras: para reproducción de material bibliográfico relevante
5. Programas de ofimática: para representación impresa del documento

6. Calculadoras científicas: para procesos de cálculos
7. Resmas de papel bond tamaño carta
8. GPS: para el posicionamiento geográfico del área de estudio.
9. Cámara fotográfica: para el registro de eventos relevantes de la investigación
10. Bote con motor fuera de borda: para el abordaje de la Draga Guayana.
11. Lápiz: Instrumento que se usó para redactar opiniones de los trabajadores, en las respectivas entrevistas.
12. Libreta de anotaciones: Se empleó para recolectar información referida a la empresa, los trabajadores y las actividades que desempeñan como tal.

4.6 Técnicas de ingeniería industrial a utilizar.

Para llevar a cabo la investigación, fue necesario poner en práctica algunas técnicas que se detallan a continuación:

4.6.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa y efecto, es conocido también “Diagrama de Espina de Pescado”, porque su forma es similar al esqueleto de un pez. Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas, inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario. Este diagrama es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema (Banco Japonés de Desarrollo, 1985).

Será utilizado para identificar y clasificar los factores que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la draga Guayana.

4.6.2 Herramientas estadísticas

4.6.2.1 Diagrama de Pareto: el diagrama de Pareto es un método gráfico de organización de datos sobre un plano, que permite analizar y establecer de forma sencilla un orden de prioridades, discriminando entre los problemas fundamentales (que son vitales y pocos) y los triviales, que son muchos y de menor importancia que se podrán presentar en el proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. Es una gráfica de barras verticales que brinda respuestas categorizadas en orden descendente, muy utilizada en estadística de procesos (Banco Japonés de Desarrollo, 1985).

4.6.2.2 Análisis de los modos y efectos de fallas (AMEF): es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que estas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. En el caso específico de esta investigación permitirá la identificación de las fallas potenciales que derivarán en fracaso del proyecto de mantenimiento en dique seco, para lograr su control o mitigación.

4.7 Flujograma de la investigación

A continuación, en la figura 4.1 se presenta el flujograma de la investigación en el cual se mencionan las actividades involucradas en los objetivos específicos de la investigación.

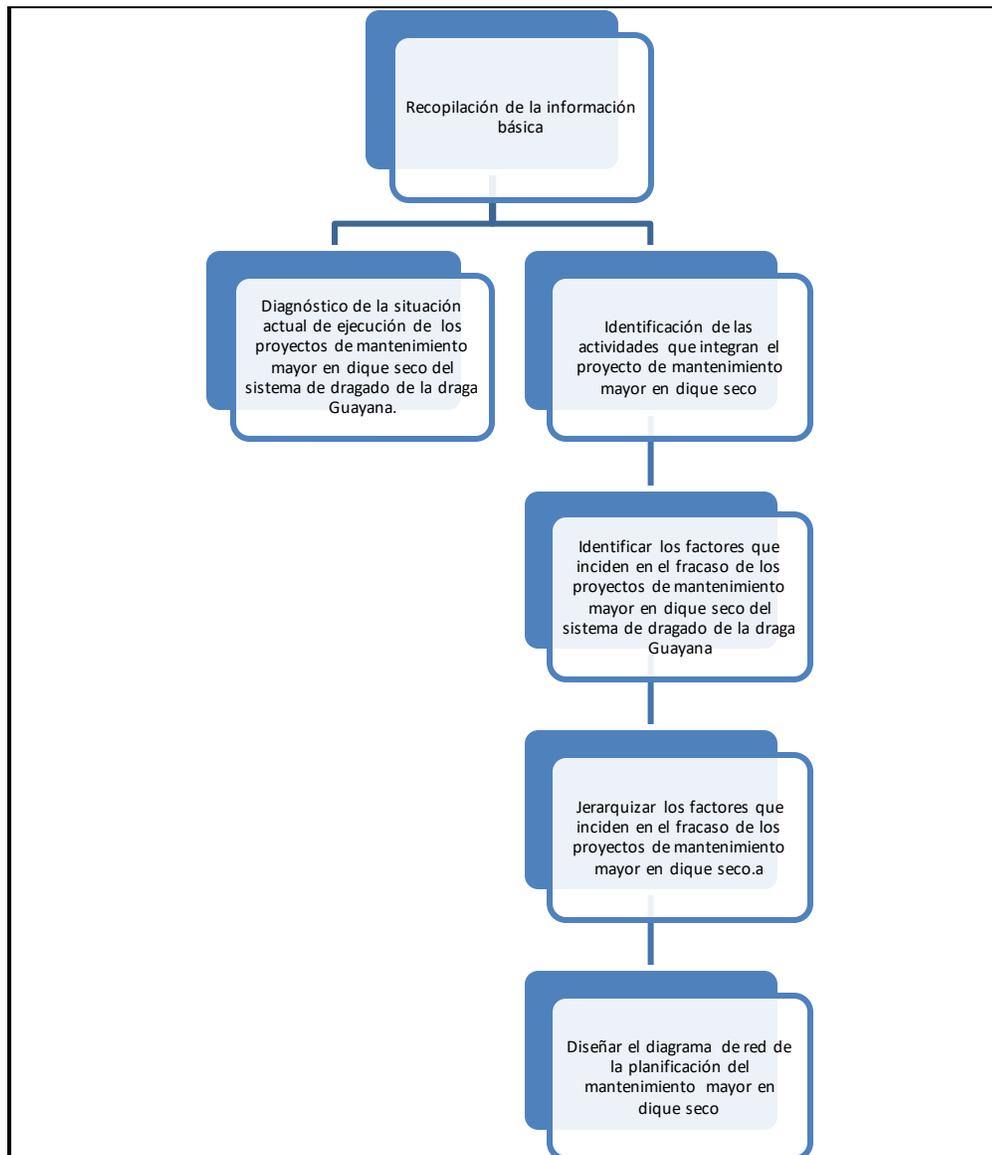


Figura 4.1 Flujograma de la investigación (Rivero y Sanoja, 2018).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la situación actual de ejecución de los proyectos de mantenimiento mayor en dique de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana

Es necesario partir de la premisa de que el Estado Venezolano posee dos canales de navegación (Río Orinoco y Lago de Maracaibo) que ameritan tres actividades básicas de mantenimiento como son: Hidrografía, dragado y balizamiento. La segunda de ellas se realiza mediante el empleo de equipos conocidos como dragas.

El ente gubernamental encargado de tales actividades es el Instituto Nacional de Canalizaciones. La actividad de dragado de mantenimiento en el canal de navegación del río Orinoco se debe a que las corrientes fluviales arrastran aproximadamente unos 400 millones de toneladas métricas de materiales sueltos (arenas, limos y arcillas) anualmente. En vista de tal circunstancia, se hace necesario la remoción de los sedimentos depositados en el canal de navegación que generan la pérdida de profundidades y por ende dificultan la navegación segura de las embarcaciones a través de esta vía fluvial.

El Instituto Nacional de Canalizaciones (INC) posee tres (3) dragas autopropulsadas: la M/N Draga Río Orinoco, la cual es una draga de descarga lateral (sidecasting); luego, se encuentran la M/N Draga Catatumbo y la M/N Draga Guayana, ambas son dragas autopropulsadas de tolvas. La primera y la última de las mencionadas se encuentran adscritas al mantenimiento del canal de navegación del

río Orinoco y la M/N Draga Catatumbo se encuentra adscrita al dragado de mantenimiento del canal del lago de Maracaibo.

Cabe destacar que las dragas Río Orinoco y Guayana se encuentran actualmente ubicadas en el fondeadero de la milla 178 en el sector San Félix del río Orinoco. Esta situación la han mantenido desde hace más de 10 años, tiempo que han permanecido inoperativas en dicha ubicación.

Es de hacer notar que la draga Guayana, construida a inicios de la década de los años 90, fue sometida, por última vez, a mantenimiento mayor en dique seco en dos oportunidades (años 2006 y 2007) en los diques de DIANCA en Puerto Cabello en el estado Carabobo y en los astilleros de la República de Cuba. Sin embargo, ambos esfuerzos fueron infructuosos por diversas razones que se expondrán en esta investigación posteriormente.

En vista de estos inconvenientes, el INC se ha visto en la necesidad de contratar servicios de dragado de mantenimiento a empresas internacionales a elevados costos que oscilan entre 5 y 10 US\$/m³. Si se considera que anualmente es necesario dragar alrededor de 22 millones de metros cúbicos, se deduce que el Estado debe erogar una muy grande suma de divisas para ejecutar tan solo una de las tres actividades de mantenimiento antes mencionada.

Razón por la cual es relevante el lograr realizar exitosos proyectos de mantenimiento mayor en dique seco. Para ello se ha de iniciar un análisis en el cual se identifiquen, clasifiquen y jerarquicen los factores que coadyuven al fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco.

También es necesario aclarar que los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco formaban parte de las labores de mantenimiento preventivo anual (cada 6000 horas de operación de la draga).

Para realizar el análisis de la situación actual del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana, se procederá a revisar una serie de aspectos que ayuden a apreciar el funcionamiento del equipo y su estado actual, dichos aspectos se pueden desglosar de la siguiente manera:

- a) Información técnica del equipo y funcionamiento.
- b) Lista de chequeo de los equipos para verificar su estado actual.

Para la búsqueda de esta información se acudirá a manuales, registros y toda información que pueda suministrar el personal que opera y supervisa el funcionamiento del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

5.1.1 Información del equipo y funcionamiento

El sistema de dragado es usado para la extracción, almacenamiento y descarga de las arenas del lecho del canal de navegación del río Orinoco. Su principal función es la de extraer las arenas del lecho del cauce del río que se encuentren dentro de los límites del canal de navegación, disminuyendo las profundidades que requieren los buques para su tránsito seguro a través de la vía fluvial. Este sistema está integrado por una serie de elementos como se muestra a continuación

1. Dos (2) cabezales de rastras universal
2. Veinte (20) escarificadores o dientes de rastra
3. Dos (2) tuberías de impulsión de agua
4. Dos (2) tuberías de succión o rastras

5. Dos (2) articulaciones o juntas ball-joint de rastras
6. Dos (2) juntas deslizantes de tuberías de rastras
7. Un (1) tablero de control PLC
8. Seis (6) servomotores con interruptores de movimiento
9. Dos (2) bombas centrífugas de impulsión de agua para escarificación
10. Dos (2) bombas centrífugas de succión de mezcla dragada
11. Cuatro (4) bombas centrífugas de impulsión de agua de dilución en tolva
12. Dos (2) tanques decantadores de rocas (rock box)
13. Dos (2) medidores de concentración de mezcla de núcleo radioactivos
14. Una (1) tolva para mezcla dragada
15. Seis (6) válvulas verticales cónicas de descarga de tolva
16. Ocho (8) boquillas de descarga de agua de dilución de mezcla en tolva
17. Seis (6) grúas de izado de rastras
18. Un (1) tubo de rebose de mezcla dragada en tolva (overflow)

Una descripción más específica de las partes que componen el sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana se muestra a continuación con la descripción de su función.

5.1.1.1 Cabezales de rastras universal

Son los extremos de los dos (2) tubos de rastras cuya función es arrastrarse por el lecho escarificando y diluyendo la mezcla que será succionada por bomba centrífuga de dragado.

Está dotada por una ventanilla en la parte superior y un respiradero o snorkel para permitir la entrada del agua y lograr una mezcla agua-sedimento con una concentración adecuada.

5.1.1.2 Escarificadores o dientes de rastra

Son piezas metálicas (acero o bronce) de sección generalmente cuadrada en su base (0.10 m x 0.10 m) con forma de diente es decir que adquieren forma de pala o de punta cónica hacia su extremo, con una longitud de 0.30 m, que se fijan con pasadores a apernadas a la parte inferior del cabezal de la rastra. Su función es la de escarificar o romper el sedimento consolidado y facilitar su succión disuelto en agua.

5.1.1.3 Tuberías de impulsión de agua

En la parte frontal de los cabezales se encuentran cuatro (4) boquillas o jetting que disparan chorros de agua a alta velocidad hacia el lecho para coadyuvar en la escarificación o dilución del sedimento del fondo y facilitar su succión. Estas boquillas se encuentran conectadas, mediante un accesorio o tubo múltiple (manyfold), a una tubería de 0.10 m de diámetro, que se encuentra adosada a lo largo de la tubería de succión de mezcla (rastra), terminando su recorrido en las bombas centrífugas de impulsión del agua ubicadas dentro de la draga.

5.1.1.4 Tuberías de succión de mezcla dragada o rastras

Son dos tuberías de 36 pulgadas de diámetro cada una. Durante el cese de operaciones, estas tuberías descansan sobre la cubierta del buque, en cunas dispuestas a lo largo de los lados de babor (izquierda) y estribor (derecha) de la embarcación. Cada una de estas dos (2) tuberías tiene dos secciones de igual longitud unidos entre sí por una articulación esférica (balljoint). Terminan estas tuberías. hacia la popa, en los cabezales de rastras y hacia la proa terminan en un codo que posee una junta de sección cuadrada que se desliza y adosa al casco en las amuras de babor y estribor de la nave conectando con las bombas centrífugas de succión o dragado de babor y estribor respectivamente. Ambas tuberías, a babor y a

estribor, pueden ser izadas de su cuna en cubierta, mediante guayas o cables de acero que son retraídos o soltados mediante tres grúas móviles que izan las tuberías asidas en sus extremos (codo y cabezales) y en su parte media (articulación balljoint).

La función de las tuberías de succión es la de conducir el material dragado del lecho hasta las bombas centrífugas de dragado, las cuales expelen este material hacia la tolva del buque.

5.1.1.5 Articulaciones o juntas ball-joint de rastras

Es una articulación esférica que une en su parte media las dos secciones de tubería de la rastra y le permite flexibilidad de movimiento (dos grados de libertad combinados o simultáneos) a cada brazo de succión lateral. Tales movimientos son generados por el oleaje, los vientos y cualquier otro movimiento que se produzca en el cuerpo de agua y que se transmita a la embarcación.

5.1.1.6 Juntas deslizantes de tuberías de rastras

La tubería de succión de material dragado termina hacia la proa en un codo unido a esta mediante una junta flanch apernada. El otro extremo del codo estará orientado hacia el centro de la draga y estará rematado en su extremo por una junta cuadrada que deslizará en sendas guías adosadas a las amuras de babor y estribor respectivamente.

Cuando se hace deslizar el codo, a través de estas guías deslizantes, hasta su posición inferior en el casco del buque, quedará acoplada la tubería de succión a la bomba centrífuga de dragado.

5.1.1.7 Tablero de control PLC

Las operaciones de dragado (extracción) mediante la succión de la bomba de dragado, la escarificación lograda por inyección de agua al fondo, la dilución del material dragado en tolva para su descarga eficiente, la elevación o descenso del tubo overflow, la apertura y cierre de las compuertas cónicas de descarga, el izado o arriado de las rastras, entre otras son las funciones que deben ser controladas mediante el uso del tablero de control PLC, el cual es operado por un técnico dragador.

5.1.1.8 Servomotores con interruptores de movimiento

Estos elementos son activados desde el tablero de control PLC y su función es activar y desactivar las grúas de izado y arriado de las rastras.

5.1.1.9 Bombas centrífugas de impulsión de agua para escarificación

Se trata de dos bombas centrífugas de 10 Hp de potencia cada una y se encuentran ubicadas a babor y estribor de la embarcación y succionan agua del río o del mar y la impulsan a través de las tuberías de impulsión de agua que están adosadas a cada rastra hasta las boquillas jetting ubicadas en cada cabezal de rastra. Su función es impulsar el agua necesaria para la escarificación del material del lecho.

5.1.1.10 Bombas centrífugas de succión de mezcla dragada

Son dos (2) bombas centrífugas, cada una de 3 m de diámetro, de doble carcasa, con impeler de giro vertical de 200 Hp de potencia, energizadas cada una por un motor diesel marca Deutz de 6 pistones. Su función es succionar el material dragado del fondo a través de las rastras e impulsarlo hasta la tolva de la draga.

5.1.1.11 Bombas centrífugas de impulsión de agua de dilución en tolva

Son cuatro (4) bombas centrífugas de 10 Hp de potencia cada una, dispuestas a lo largo de la tolva. Succionan agua del río o del mar y la expelen a alta velocidad hacia el interior de la tolva mediante boquillas dispuestas en el fondo de la tolva. Su función es lograr la dilución del material depositado en la tolva para facilitar y acelerar el proceso de descarga de material dragado en las áreas de descarga o de bote de dicho material.

5.1.1.12 Tanques decantadores de rocas (rock box)

Son tanques acoplados en la parte inferior de cada tubería de succión, inmediatamente antes de las bombas centrífugas de dragado cuya función es que allí decanten los objetos o rocas, que por sus dimensiones, puedan causar daños a los impeler de las bombas.

5.1.1.13 Medidores de concentración de mezcla de núcleos radioactivos

Se encuentran instalados en una sección de la tubería de succión de material dragado entre la caja de piedra o decantadora y las bombas centrífugas de dragado. Posee un núcleo de un isótopo radioactivo que permite determinar la concentración y velocidad de la mezcla que pasa por esa sección de tubería lo cual permite conocer la producción de la draga en tuberías.

5.1.1.14 Tolva para mezcla dragada

Se encuentra dispuesta en la medianía del buque y tiene una capacidad volumétrica modificada de 5000 m³ o 15000 kg en peso. Posee 6 válvulas verticales de forma cónica de 1,5 m de diámetro mayor y 1 m de altura del cono, estas están

ubicadas equidistantes unas de otras, a través del eje longitudinal de la tolva. La tolva dispone de ocho (8) boquillas (dos por bomba) para la dilución de la mezcla depositada con la finalidad de diluir la misma y acelerar el proceso de descarga.

5.1.1.15 Válvulas verticales cónicas de descarga de tolva

Son ocho (8) de 1.5 metros de diámetro máximo y 1 m de altura de cono. Están dispuestas equidistantes entre sí a lo largo de eje longitudinal de la tolva. Su función es descargar el material dragado dispuesto en la tolva.

5.1.1.16 Boquillas de descarga de agua de dilución de mezcla en tolva

Son ocho (8) boquillas, acopladas en parejas a cada una de las cuatro (4) bombas centrífugas de dilución de 10 Hp. Están ubicadas de tal forma que sus chorros alcancen los lugares más lejanos a las válvulas de descarga o hacia las esquinas de la tolva donde pueda quedar retenido material dragado.

Su función es diluir el material dragado depositado en tolva para facilitar su salida o descarga a través de las válvulas de descarga.

5.1.1.17 Grúas de izado de rastras

Su función es levantar cada rastra y acoplarla en la junta deslizante haciéndola descender hasta el fondo del río para las operaciones de dragado. Son tres (3) grúas de cada lado del buque para las maniobras con cada rastra.

Estas grúas izan los extremos (codos y cabezales de rastras) y la parte media (balljoint) de cada tubería asiéndolos mediante guayas o cables de acero.

5.1.1.18 Tubo de rebose de mezcla dragada en tolva (overflow)

Está ubicado en la parte central de la tolva, sobre el eje longitudinal y su función es la de descargar, durante la operación de dragado, al río o al mar la mezcla dragada con baja concentración es decir agua con sólidos en suspensión y sustituirla en la tolva con mezcla dragada con mayor concentración de sólidos. Está constituido por un tubo vertical que puede elevarse o bajarse a voluntad y cuyo fondo está en contacto con el cuerpo de agua externo.

5.1.2 Lista de chequeo de los componentes que conforman el sistema

En ese sentido se presentan en las tablas 5.1 a la 5.18 las condiciones actuales de cada elemento del sistema.

Tabla 5.1 Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: cabezales de rastra	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.2 Lista de chequeo de los como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: dientes de rastra	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?						X	
¿Cuál es su estado actual?						X	

Tabla 5.3 Lista de chequeo de las tuberías de impulsión de agua como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tuberías de impulsión de agua	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.4 Lista de chequeo de las tuberías de succión como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tuberías de succión	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.5 Lista de chequeo de articulaciones ball-joint de rastra como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: articulaciones ball-joint	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.6 Lista de chequeo de juntas deslizantes de rastra como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: juntas deslizantes	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.7 Lista de chequeo de tablero de control PLC como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tablero de control PLC	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.8 Lista de chequeo de servomotores de rastra como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: servomotores de rastra	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.9 Lista de chequeo de bombas centrífugas de impulsión de agua de escarificación como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: bombas centrífugas de impulsión	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						Fugas de agua
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.10 Lista de chequeo de bombas centrífugas de succión de mezcla dragada como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: bombas centrífugas de succión	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						Fuga por prensa estopa
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.11 Lista de chequeo de bombas centrífugas de impulsión de agua de dilución de mezcla en tolva como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: bombas centrífugas de impulsión	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?		X					
¿Cuál es su estado actual?						X	

Tabla 5.12 Lista de chequeo de tanques decantadores de rocas (rock box) como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tanques decantadores	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?	X						
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.13 Lista de chequeo de medidores de concentración de mezcla como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: medidores de concentración	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.14 Lista de chequeo de tolva de mezcla dragada como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tolva de mezcla dragada	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?					X		
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.15 Lista de chequeo de válvulas verticales cónicas de descarga como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: válvulas verticales cónicas de descarga	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?		X					
¿Cuál es su estado actual?					X		

Tabla 5.16 Lista de chequeo de boquillas de agua de dilución en tolva como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: boquillas de agua de dilución	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?	X						
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?		X					
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.17 Lista de chequeo de grúas de izado de rastra como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: grúas de izado de rastra	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?				X			

Tabla 5.18 Lista de chequeo del tubo de rebose (overflow) como componente del sistema de dragado de la planta de producción M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

Equipo: tubo de rebose (overflow)	Si	No	Nunca	Bueno	Regular	Malo	Descripción
¿Se le ha reemplazado alguna pieza?		X					
¿Presenta fallas últimamente?		X					
¿Se le hecho mantenimiento en los últimos 3 meses?		X					
¿Se encuentra operativo?	X						
¿Cuál es su estado actual?					X		

5.2 Análisis de los modos y efectos de fallas (AMEF) a los equipos del sistema

Para la elaboración de los análisis de los modos, efectos de fallas (AMEF) correspondientes se considerarán los componentes que presentan mayor cantidad de registro de fallas por ser estos los que pueden ser objeto directo de la aplicación de rutinas de mantenimiento preventivo.

Los aspectos a considerar para el desarrollo del AMEF serán:

- a) La función del equipo o componentes, su falla funcional,
- b) Los modos en que se presenta la falla,
- c) Los efectos de la falla,
- d) La causa de la falla
- e) La gravedad de la falla (G),
- f) La probabilidad de ocurrencia (O),

- g) La probabilidad de no detección (D),
- h) El número de probabilidad de riesgo (NPR),
- i) El número de probabilidad de riesgo promedio (NPRP),
- j) Las acciones recomendadas.

Para recolectar toda la información requerida para este estudio se acudirá a la investigación documental de las bitácoras de cubierta y de máquinas de la M/N Draga Guayana (Período 1998 – 2007) y a la tripulación de la misma.

Tabla 5.19 Registro de fallas de los elementos del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. Período 1998 – 2007 (Rivero y Sanoja, 2018).

COD	COMPONENTE	FREC	% ACUM
A	Escarificadores o dientes de rastra	15	16.48
B	Bombas centrífugas de impulsión de agua de dilución en tolva	12	29.67
C	Bombas centrífugas de impulsión de agua para escarificación	10	40.66
D	Servomotores con interruptores de movimiento	9	50.55
E	Bombas centrífugas de succión de mezcla dragada	9	60.44
F	Válvulas verticales cónicas de descarga de tolva	8	69.23
G	Grúas de izado de rastras	7	76.92
H	Tablero de control PLC	6	83.51
I	Boquillas de descarga de agua de dilución de mezcla en tolva	4	87.91
J	Tanques decantadores de rocas (rock box)	3	91.21
K	Cabezales de rastras universal	1	92.30
L	Tuberías de impulsión de agua	1	93.40
M	Tuberías de succión o rastras	1	94.50
N	Articulaciones o juntas ball-joint de rastras	1	95.60
O	Juntas deslizantes de tuberías de rastras	1	96.70
P	Medidores de concentración de mezcla de núcleo radioactivos	1	97.80
Q	Tolva para mezcla dragada	1	98.90
R	Tubo de rebose de mezcla dragada en tolva (overflow)	1	100.00

Se procede a construir el diagrama de Pareto respectivo presentado en la figura

5.1.

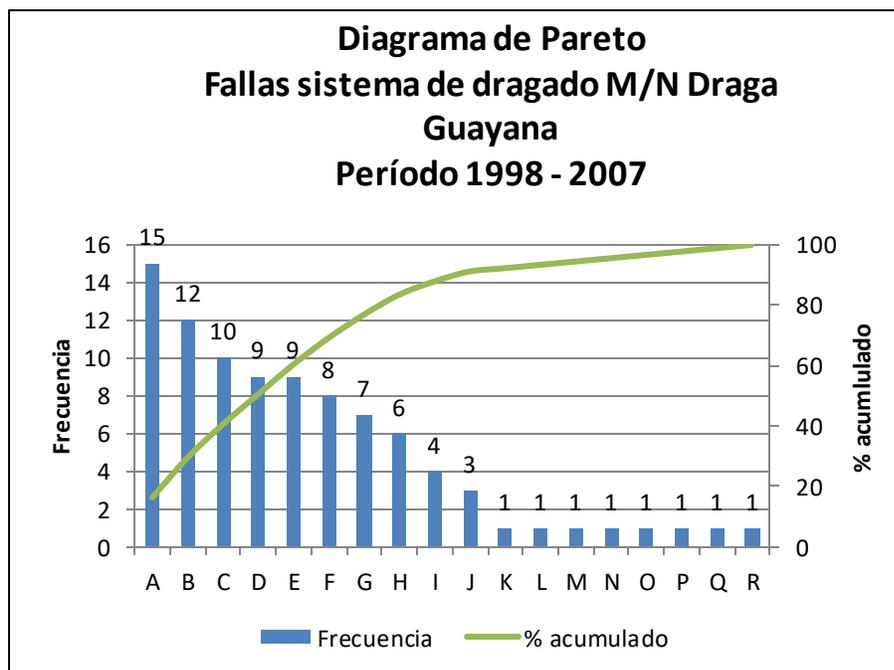


Figura 5.1 Diagrama de Pareto de frecuencia de fallas de los componentes del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana (Rivero y Sanoja, 2018).

El análisis de los modos y efectos de fallas serán planteados a los ocho (8) componentes que se codificaron con las letras A, B, C, D, E, F, G y H tal como se presentan en la tabla 5.19 y que se corresponden con un acumulado del 83.51 % de las fallas.

A continuación, se presenta la escala de estimación de los riesgos de fallas. (tabla 5.20)

Tabla 5.20 Escala de estimación de riesgos de fallas (Rivero y Sanoja, 2018).

Valores	Riesgo de Falla
500-1000	Alto riesgo de falla
125- 499	Riesgo de falla Medio
1 - 124	Riesgo de falla Bajo

En ese sentido, se presentan en las tablas 5.21 a la 5.28 los análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) de los componentes considerados críticos.

Tabla 5.21 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Escarificadores o dientes de rastras	Escarificar el lecho	No pueda escarificar	Disminución de concentración de la mezcla dragada y por ende menor rendimiento	Desgaste de los dientes	6	7	4	168	168	Realizar un chequeo periódicamente para asegurarse del estado en el que se encuentran los dientes y sustituir en caso necesario.

Tabla 5.22 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Bombas centrifugas de impulsión de agua de dilución de material dragado en tolva	Diluir material en tolva para acelerar su descarga	No pueda impulsar agua a la velocidad requerida	Retardo en descarga de la tolva y disminución del rendimiento por incremento del tiempo del ciclo de dragado	Desgaste de impeler o falla de sellos, o pérdida de vacío	5	3	3	45	45	Sustituir impeler, cambio de sellos y restauración de vacío por control de fugas.

Tabla 5.23 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverría					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Bombas centrífugas de impulsión de agua para escarificación de material del lecho	Escarificar material del lecho para aumentar concentración de sólido en la mezcla	No pueda escarificar por chorro de agua	Reducción de concentración de sólidos en la mezcla con disminución de carga de sólidos en la tolva	Desgaste de impeler o falla de sellos, o pérdida de vacío	7	3	2	42	42	Sustituir impeler, cambio de sellos y restauración de vacío por control de fugas

Tabla 5.24 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Servomotores con interruptores automáticos de movimiento (limit switch)	Controlar límite de ascenso y descenso de válvulas cónicas de descarga de tolvas	No pueda controlar los límites de ascenso o descenso de las válvulas	Incremento de tiempo de descarga de la tolva por inoperatividad de válvula de descarga	Interruptores automáticos (limit switch) dañados	7	4	3	84	84	Sustituir los interruptores automáticos cada 3000 horas preventivamente

Tabla 5.25 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Bombas centrifugas de succión de mezcla dragada	Extraer material del lecho del canal por succión	No pueda succionar o disminución de capacidad de succión	Disminución de rendimiento de las bombas o imposibilidad de succión del material del fondo	Desgaste de impeller, rotura de prensa estopas, pérdida de vacío por fugas	8	3	2	48	48	Desamar preventivamente para inspección de alabes, sustitución de empaques y sellos preventivamente cada 1500 horas.

Tabla 5.26 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO : Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Válvulas verticales cónicas de descarga de tolvas	Descarga del material dragado depositado en tolva	No pueda abrir y en consecuencia imposibilita o retarda descarga de material dragado de la tolva	Incremento del tiempo del ciclo de dragado con disminución de rendimiento de la draga	Eje vertical o cono de la válvula doblado	8	3	3	72	72	Verificar profundidades antes de abrir válvulas. No navegar con válvulas abiertas.

Tabla 5.27 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverria					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Grúas de izado de rastras	Izar o bajar de rastras de dragado	Imposibilidad de mover las rastras	Disminución de capacidad de dragado	Rotura de guayas o inoperatividad de malacate eléctrico	7	4	3	84	84	Realizar un chequeo periódicamente para asegurarse del estado en el que se encuentra el cuerpo de guayas y sustitución en caso necesario.

Tabla 5.28 Análisis de los modos y efectos de falla del Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana. (Rivero y Sanoja, 2018).

		REALIZADO POR: Rivero, Andreina y Sanoja, Hernando			REVISADO POR: D. Echeverría					
					EVALUADO POR: D. Echeverría					
EQUIPO: Sistema de dragado de la M/N Draga Guayana										
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	NPR	NPRP	Acciones preventivas
Tablero de control PLC	Controlar todas las bombas, y servomotores de válvulas y grúas	No se puedan operar los equipos eléctricos del sistema de dragado	Imposibilidad de realizar operaciones de dragado	Daño electrónico en los circuitos de control PLC	8	3	2	48	48	Realizar un chequeo periódicamente para asegurarse del estado en el que se encuentra.

De acuerdo a los análisis de modos y efectos de fallas realizados, se puede observar que el número promedio de riesgos arrojados por el estudio de cada uno de los equipos críticos que conforman el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana se encuentran entre los valores 48-168, por lo que se puede decir, que dichos equipos se encuentran entre los rangos de riesgos bajos y medio.

5.3 Caracterización de las actividades que integran el proyecto de mantenimiento

Las actividades que integran cada proyecto de mantenimiento en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana, pueden ser enmarcados en cuatro (4) fases:

1. Preparativos de zarpe al dique
2. Navegación al dique
3. Actividades de mantenimiento en dique
4. Navegación al río Orinoco

A continuación, se definirán las características de cada una de las 40 actividades que integran el proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana, en cada una de sus cuatro (4) fases.

5.3.1 Fase de preparativos de zarpe al dique

A continuación, en la tabla 5.29 se presenta la lista de actividades, con sus duraciones y precedencias, vinculadas a los preparativos de zarpe como fase primaria para el mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

Tabla 5.29 Actividades de preparativos de zarpe (Rivero y Sanoja, 2018).

Código	Descripción	Duración (días)	Precedencia
A1	Procura de repuestos importación	270	----
A2	Contratación dique y servicios	90	A1
A3	Contratación médico y telegrafista	6	A2
A4	Contratación inspección	30	A2
A5	Tramitación permisos tripulación y zarpe	30	A3,A4
A6	Convenimiento condiciones dique	7	A5
A7	Abastecimiento agua, comida, lubricantes, combustible, repuestos, insumos.	7	A5,A6
A8	Adrizamiento y zarpe	7	A7

5.3.2 Fase de navegación al dique

En la tabla 5.30 se presenta la lista de actividades, con sus duraciones y precedencias, vinculadas a la navegación entre Puerto Ordaz y el dique en Puerto Cabello como fase secundaria para el mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

Tabla 5.30 Actividades de Navegación al dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Código	Descripción	Duración (días)	Precedencia
B1	Control diario navegación y máquinas	77	A8
B2	Inventario diario de consumo: agua, comida, lubricantes y combustible	7	A8
B3	Control diario de posicionamiento y reportes a tierra de novedades y ETA	7	A8
B4	Aproximación y atraque	1	B1,B2,B3
B5	Maniobra de varada	1	B4

5.3.3 Fase de actividades de mantenimiento en dique

En la tabla 5.31 se presenta la lista de actividades, con sus duraciones y precedencias, vinculadas al mantenimiento mayor en dique seco del sistema de

dragado de la M/N Draga Guayana que se realizará en los Diques y Astilleros Nacionales, C.A. (DIANCA).

Tabla 5.31 Actividades de mantenimiento en dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Código	Descripción	Duración (días)	Precedencia
C1	Desarmado de cabezal de rastra	1	B4
C2	Sustitución de escarificadores	1	C1
C3	Limpieza o sustitución de boquillas jetting de la rastra	2	C1
C4	Desarmado de junta balljoint y flanches de tubería	2	C1
C5	Sustitución de empacaduras de juntas de tubería y de balljoint	2	C4
C6	Desarmado y sustitución de guayas de izado de rastras	3	C4
C7	Desarmado de bomba centrífuga	3	B14
C8	Sustitución de empaques y sellos de la bomba	3	C7
C9	Reparación de álabes y carcasa	3	C7
C10	Limpieza de caja sedimentadora de piedras	1	C7
C11	Calibración de sistema TDS	1	B4
C12	Remoción y sustlesarmado y sustitución de boquillas de dilución de material en tolva	1	B4
C13	Refuerzo de mamparos desgastados de tolva	1	B4
C14	Desarmado de compu22ertas de tolva	2	B4
C15	Sustitución de sellos de compuertas de tolva	2	C14
C16	Calibración y Lubricación de ejes	2	C15
C17	Desarmado y revisión de sistema PLC	3	C16
C18	Sustitución de limit switch de válvulas	2	C17
C19	Calibración de sellado de compuertas	1	C18
C20	Calibración a servomando de cabina	1	C19
C21	Calibración de compensador de oleaje	1	C20
C22	Remoción y sustitución de ánodos de sacrificio del casco, tolva y válvulas de descarga	2	C21

5.3.4 Fase de actividades de navegación al R

En la tabla 5.32 se presenta la lista de actividades, con sus duraciones y precedencias, vinculadas a la navegación entre el dique en Puerto Cabello y Puerto

Ordaz como última fase del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

Tabla 5.32 Actividades de navegación al río Orinoco (Rivero y Sanoja, 2018).

Código	Descripción	Duración (días)	Precedencia
D1	Maniobra de reflotación	7	C21
D2	Control diario navegación y máquinas	7	D1
D3	Inventario diario de consumo: agua, comida, lubricantes y combustible	7	D1
D4	Control diario de posicionamiento y reportes a tierra de novedades y ETA	1	D2,D3
D5	Aproximación y atraque a puerto	1	D4

5.4 Factores potenciales de fracaso del proyecto de mantenimiento

A continuación, se identifican los potenciales factores que de alguna manera pudiesen incidir en el fracaso de un proyecto de mantenimiento en dique seco de una draga autopropulsada de tolva, tal como la M/N Draga Guayana (figura 5.2).

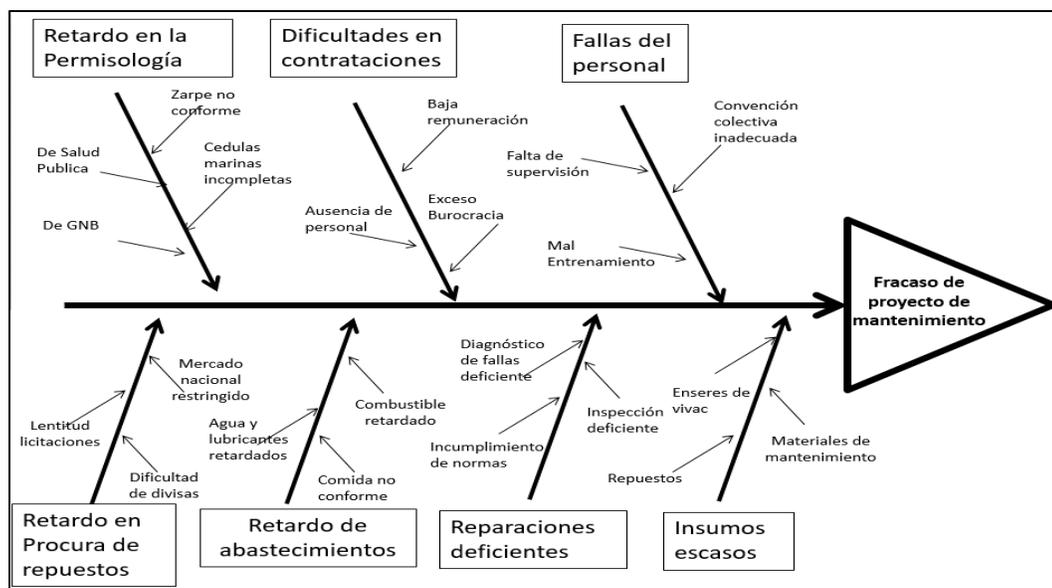


Figura 5.2 Diagrama Causa-efecto de factores de fracaso de los proyectos de mantenimiento en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).

De acuerdo al diagrama anterior describiremos la incidencia de los distintos factores mencionados que podrían conducir por si solos a conducir los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco al fracaso. A tal efecto, se extraerán de los libros de acaecimientos de cubierta y de máquinas de la draga Guayana los problemas y su respectiva frecuencia.

5.4.1 Retardo o incumplimiento de la permisología

Para el zarpe de la embarcación para dique seco es necesario el cumplimiento de una permisología que pretende garantizar la idoneidad de la tripulación y del buque mismo y que frecuentemente es objeto de retardos ocasionados por negligencia manifiesta de los funcionarios o por inobservancia de los principios de pulcritud administrativa. Entre estos permisos se pueden citar los siguientes:

- a) Permisos sanitarios otorgados por el Instituto de Salud Pública Estatal para autorizar la sanidad de los servicios sanitarios de abordo.
- b) Permiso de la Guardia Nacional Bolivariana para velar por la seguridad nacional durante las actividades de cabotaje.
- c) Permiso de zarpe otorgado por la Capitanía de Puerto de Ciudad Guayana mediante el cual se certifica la navegabilidad y seguridad de la embarcación. En este permiso se avala la idoneidad de los miembros de la tripulación para cumplir sus roles a bordo del buque.

5.4.2 Dificultades en la contratación de personal calificado

La navegación hacia dique seco desde Puerto Ordaz hasta Puerto Cabello, amerita la inclusión en la tripulación de un telegrafista y de un médico; sin embargo, estas contrataciones deben efectuarse al menos con 3 meses de antelación a la mencionada navegación ya que se dificulta la contratación de este personal por la

ausencia de profesionales de esas disciplinas que estén dispuestos a asumir tales roles durante la navegación en comento por las exiguas remuneraciones que ofrece el ente estatal.

5.4.3 Fallas en el desempeño del personal

Un factor importante en la calidad de las actividades de mantenimiento es el desempeño de los miembros de la tripulación en dichos procesos; sin embargo, existen factores que han atentado contra el buen desempeño del personal. Entre estos factores se puede citar:

- a) El entrenamiento deficiente o mala preparación para realizar sus funciones atentará siempre contra el trabajo que realice durante los proyectos de mantenimiento.
- b) La calidad de la supervisión que se efectúe sobre los individuos, siempre tiende a ser más permisiva que exigente lo cual se traduce en una falta de compromiso institucional.
- c) Remuneraciones mayores a los individuos durante su período de descanso que durante su período de trabajo lo cual se encuentra establecido en la Convención colectiva de los empleados del INC.

5.4.4 Dificultad o retardo en procura de repuestos

Típicamente, los repuestos necesarios en una embarcación de este tipo, son en su gran mayoría de importación.

Esto trae como consecuencia que la disponibilidad del mercado nacional para encontrar repuestos sustitutos sea bastante reducida.

Se requieren divisas para la adquisición de los repuestos en el mercado internacional lo cual se convierte en un obstáculo muy difícil de sortear.

Por otro lado, existe la necesidad de emprender los procesos licitatorios para la procura de los repuestos, en forma oportuna. Sin embargo, los procesos burocráticos y centralizados generalmente han dificultado y retardado estas acciones y por ende también los procesos de mantenimiento.

5.4.5 Dificultad o retardo en el aprovisionamiento

El tiempo de navegación de Puerto Ordaz hasta Puerto Cabello oscila de 7 a 9 días por lo que la embarcación debe ser dotada de suficientes insumos para lograr su autonomía y para el mantenimiento vital de la tripulación. Entre estos insumos se encuentran:

- a. las provisiones de boca y el agua potable para la tripulación (por retardo de proveedores o retardo de solicitud de funcionarios del INC).
- b. El agua, los lubricantes y el combustible para la embarcación (por retardo de PDVSA o por retardo de solicitud de funcionarios del INC).

Desafortunadamente, la burocracia y la negligencia de muchos funcionarios involucrados en la tramitación de la adquisición de estos insumos han retardado su consecución oportuna ocasionando el retardo en las operaciones de mantenimiento.

5.4.6 Reparaciones deficientes

Las reparaciones deficientes han tenido en los proyectos de mantenimiento mayor diversos orígenes, haciendo hincapié en los siguientes:

a) Deficiente supervisión de la reparación por parte de la inspección contratada, permite que las empresas de servicio pudiesen realizar mantenimientos de baja calidad en el ánimo de concluir rápidamente.

b) Diagnóstico de fallas erróneo por falta de experiencia o análisis de información inadecuada sobre las evidencias de fallas generalmente no consultadas a los operadores del equipo.

c) Inobservancia de las normas, reglas o técnicas de mantenimiento conllevan a reparaciones deficientes y tal circunstancia obedece a un ineficiente desempeño de la inspección contratada.

5.4.7 Insumos escasos

Además de los insumos mencionados en los puntos anteriores es necesario acotar que existen numerosos ítems que deben ser suministrados oportunamente a la embarcación en la oportunidad de su zarpe para dique; sin embargo, lamentablemente, en diversas ocasiones se ha registrado retardo de zarpe para dique por inexistencia de insumos de carácter doméstico, entre los que cabe citar, artículos sanitarios, de limpieza, medicinas, entre otros.

En la siguiente tabla 5.33 de frecuencia se presenta la frecuencia de ocurrencia de los inconvenientes mencionados que fueron extraídos de las bitácoras de cubierta y máquinas de la M/N Draga Guayana correspondientes a los períodos de mantenimiento mayor anual en dique seco de los sistemas de dragado efectuados durante el lapso 1998 al 2007.

Tabla 5.33 Frecuencia de ocurrencia de los factores que inciden en el fracaso del mantenimiento mayor en dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Factor	Frecuencia	%	% acumulado
Dificultad o retardo en procura de repuestos	7	31.82	31.82
Fallas en el desempeño del personal	5	22.73	54.55
Reparaciones deficientes	4	18.18	72.73
Dificultades en la contratación de personal calificado	2	9.09	81.82
Dificultad o retardo en el aprovisionamiento	2	9.09	90.91
Retardo o incumplimiento de la permisología	1	4.54	95.45
Insumos escasos	1	4.55	100
Total	22	100	

En el diagrama de Pareto que a continuación se presenta (figura 5.3) se visualiza que los factores relevantes que inciden en los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco ocupan más del 72% de las causas que se corresponden con el retardo en la procura de repuestos, deficiente desempeño del personal y reparaciones deficientes, es decir, son sólo tres (3) factores del total de siete (7) identificados.

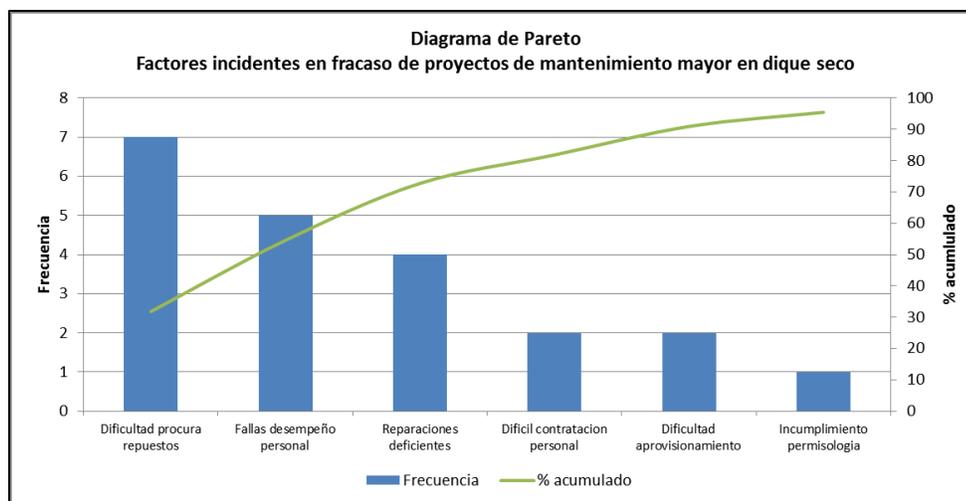


Figura 5.3 Diagrama de Pareto sobre factores que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Objetivo de la propuesta

El plan de mantenimiento preventivo en los equipos tiene como principal objetivo el mantener los componentes en condiciones operables y a su máximo rendimiento, previniendo fallas inesperadas y pérdida de tiempo y gastos de producción, así como también anomalías que se pueden producir debido a no tomar las medidas necesarias para prevenir estos contratiempos. En el caso particular de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana se prevé mantener todos los equipos que la conforman operativos, en buenas condiciones y sin ningún contratiempo mayor, aplicando rutinas preventivas e inspecciones periódicas de mantenimiento.

6.2 Justificación de la propuesta

Las principales razones que obligan a mantener en buen estado a los equipos son los que emiten efectos negativos en el trabajo de dragado del canal de navegación. Si ocurre una demora en el proceso de dragado, se tendrá como consecuencia el incumplimiento de los ciclos rentables de dragado, lo cual acarreará pérdida económica para el Estado Venezolano. El buen mantenimiento conserva los equipos listos para su funcionamiento, evitando demoras, paradas inesperadas, ahorrando tiempo, dinero y minimizando accidentes,

6.3 Alcance de la propuesta

Aplica para los equipos que conforman el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

6.4 Personal responsable de la actividad

Las diferentes actividades a realizar serán bajo la administración de la División de mantenimiento, la cual se encargará de que sean ejecutadas de la mejor manera y siguiendo todas las actividades propuestas. El personal encargado de llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento preventivo es:

1. Supervisores generales para cubierta y máquinas
2. Supervisor de Ingeniería eléctrica y electrónica
3. Supervisor de Ingeniería mecánica
4. Técnicos Mecánicos
5. Técnicos Electricistas
6. Técnicos en electrónica
7. Soldadores
8. Obreros.

6.5 Materiales y herramientas necesarias para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento

Para las actividades de mantenimiento mayor en dique seco planificadas se requiere:

a) Herramientas para trabajo mecánico: llaves ajustables, llaves de rachéis, torquímetro, destornilladores, pinzas, graseras, soldadora, equipo de oxicorte y esmeril, entre otras.

b) Herramientas para trabajos de electricidad y electrónica: multímetros, osciloscopios, voltímetros, amperímetro

c) Materiales: lubricantes (Acetites, grasas), arandelas, tapón, tornillería y rodamientos, resinas epoxis para empacaduras, resinas pegamentos, desengrasantes, fluidos anticorrosivos, entre otros.

d) Equipos: grúas, dobladoras de metales, tornos, fresadoras, entre otras.

6.6 Propuesta de la planificación del proyecto de mantenimiento mayor

En el Apéndice B.1 se presenta la lista de datos para el diagrama de Gantt de la planificación de proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la M/N Draga Guayana.

6.7 Propuesta de la estructura organizativa y de procesos generales del proyecto

Para la ejecución de las actividades contempladas en el proyecto de mantenimiento mayor en dique seco se requerirá de la siguiente estructura organizativa que se muestra en la figura 6.1 y que muestra los entes responsables de la ejecución de cada actividad.

Asimismo, en la figura 6.2 se presenta el flujoograma de procesos generales del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana.

ESTRUCTURA MATRICIAL PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO					
ESTRUCTURA ORGANIZACIÓN DE PROYECTO	ESTRUCTURA ORGANIZACIÓN FUNCIONAL				
	DIVISIÓN REL. INDUSTRIALES	DIVISIÓN FINANZAS	DIVISIÓN ABASTECIMIENTO	DIVISIÓN OPERACIONES	DIVISIÓN DRAGA GUAYANA
COMISIÓN DIRECCIÓN NAVA					
COMISIÓN DIVISIÓN FINANZAS					
COMISIÓN DEPTO COMPRAS					
COMISIÓN RELAC. INDUSTRIALES					
COMISIÓN DIVISIÓN OPERACIONES					
TRIPULACIÓN					

Figura 6.1 Estructura organizativa para la ejecución y control del proyecto (Rivero y Sanoja, 2018).

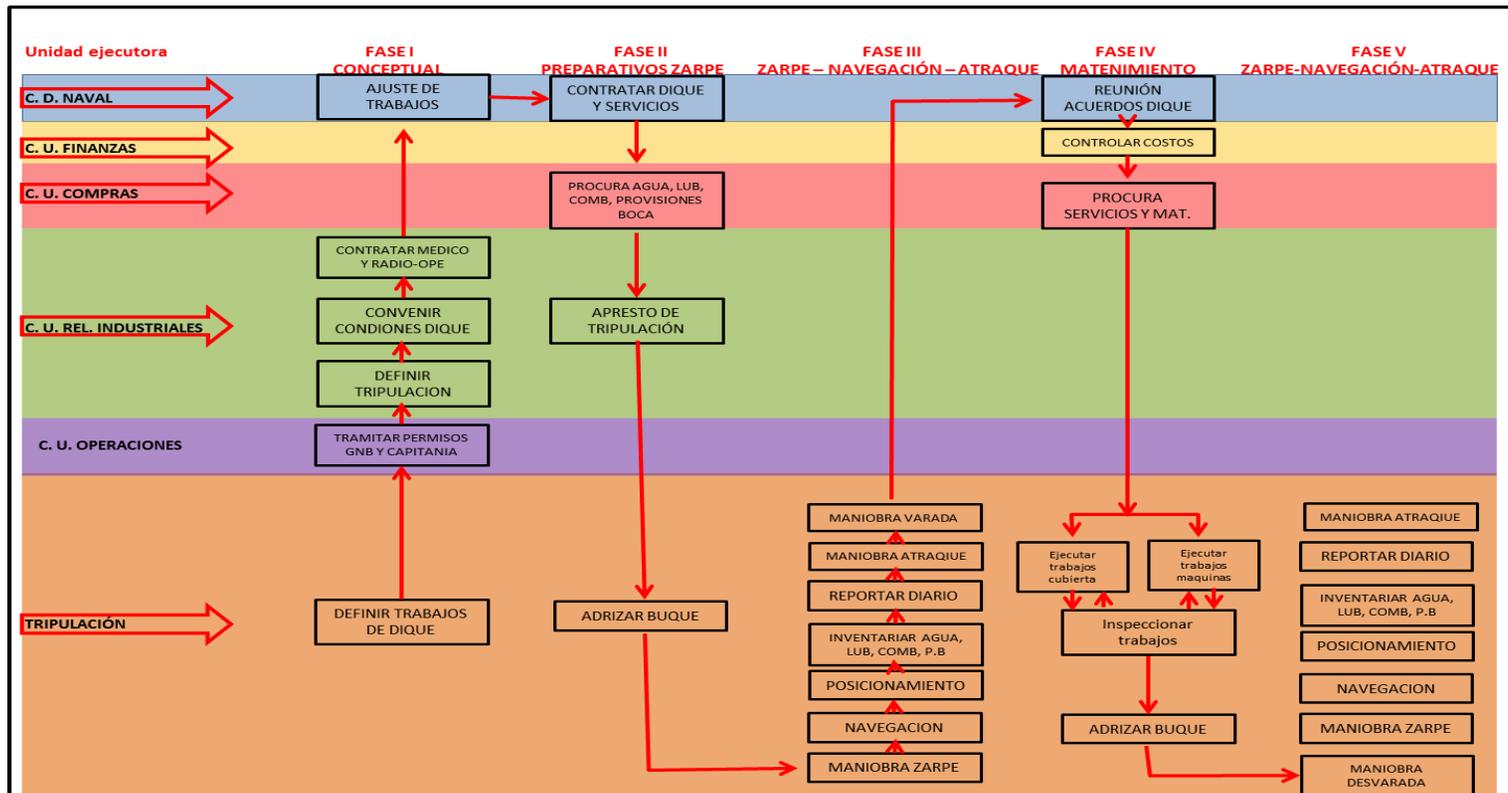


Figura 6.2 Flujograma del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco (Rivero y Sanoja, 2018).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Del diagnóstico de la situación actual de los proyectos de mantenimiento mayor efectuados a la Draga Guayana durante el período 1998 – 2007 se concluye que los mismos fueron inefectivos dada la condición de inoperatividad que ha mantenido esta planta de producción durante los últimos 10 años (2007 al presente).

2. De los 18 elementos que integran el sistema de dragado de la M/N Draga Guayana, se concluye de acuerdo a sus listas de chequeo que los mismos no han sido intervenidos con actividades de mantenimiento durante el lapso de inactividad de la draga.

3. El análisis de frecuencia de falla de los 18 elementos que integran el sistema de dragado de la mencionada planta de producción, solo ocho (8) de ellos se consideran críticos por su rata de falla y agrupan el 83.51% del total de las fallas registradas en las bitácoras del buque.

4. El análisis de modo y efecto de falla efectuado a los ocho (8) elementos relevantes en cuanto a frecuencia de falla, se consideran como un riesgo de falla medio a bajo.

5. Las 50 actividades identificadas que integran el proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la Draga Guayana, se agrupan en cinco fases: conceptual, preparativos de zarpe, navegación al dique, mantenimiento mayor en dique y navegación al río.

6. Del Diagrama causa – efecto para la identificación de los factores que inciden en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la draga Guayana se identificaron 22 factores relevantes agrupados en siete (7) categorías.

7. El diagrama de Pareto construido con base a los registros de las bitácoras del período 1998 – 2007 arrojó que solo siete (7) factores mantenían relevancia en los registros, pero de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia se determinó que solo tres (3) de ellos agrupan el 72% de las causas de incidencia en el fracaso, que se corresponden con el retardo en la procura de repuestos, deficiente desempeño del personal y reparaciones deficientes.

8. De acuerdo a las necesidades del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado se concluye que la estructura organizacional debería ser de tipo matricial donde sus integrantes sean extraídos (separados) de la organización funcional para integrar la conducción del proyecto de acuerdo a seis (6) áreas o especialidades requeridas por el proyecto, pero manteniendo vinculación operativa con sus unidades de origen a nivel de la estructura funcional.

9. El diagrama de Gantt y el diagrama de precedencia del proyecto indican una duración total del proyecto específico de ejecución de navegación y dique es de 41 días. Asimismo, se establece que la ruta crítica del proyecto está integrada por nueve (9) actividades. Sin embargo, es necesario acotar que el proceso de preparativos de dique implica una duración de 279 días sumado a los 41 días de navegación y dique se tendrá una duración integral del proyecto de 320 días.

Recomendaciones:

1. Se recomienda al Instituto Nacional de Canalizaciones a asignar la ejecución de las actividades del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco de los sistemas de dragado de la draga Guayana a personal contratado que no tenga las desmotivaciones hacia el trabajo que crea las condiciones contractuales presentes que afecta al personal adscrito al INC.

2. Se recomienda al Instituto Nacional de Canalizaciones la contratación de inspección experta y calificada en administración y control de actividades y contratos establecidos con empresas de servicios y con la empresa del dique (DIANCA) que mantenga coordinación directa y permanente con los supervisores de la ejecución de cada actividad de mantenimiento en el dique.

3. Se recomienda la creación del equipo de proyecto para asignar las responsabilidades respectivas por cada actividad involucrada en el proyecto durante toda su ejecución.

4. Se recomienda al INC establecer las coordinaciones necesarias con los entes foráneos, proveedores y autoridades con la finalidad de obtener oportuna y eficiente respuesta para no incidir en factores de retardo en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, Fidias G. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 5ta Edición. Editorial Episteme, C.A. Caracas-Venezuela. pp 25-31.

Arias, F. (2012). **TIPOS Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**. 15 Mayo 2018. [http://planificacióndeprojectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseño-de-la-investigación_21.html].

Balestrini, M. (2006). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas: BL Consultores Asociados.

Banco Japonés de Desarrollo (1985). **MANUAL DE ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL Y CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD**. Tokio.

Cervo, Amado Luiz y Bervian, Pedro A. (1989). **METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. Editorial McGraw-Hill, México. p41

Duffua s. (2002). **“SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y CONTROL”** Editorial Limusa Wiley. 2da ed

Figuroa, Yetsiret y Ramos, Jorge. (2011). **EVALUACIÓN POR MEDIO DE UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLAS (AMEF) DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE VIROLAS DE LA EMPRESA CALPRE S. A., PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

FONDONORMA, (2001). **NORMA COVENIN 3049-93. MANTENIMIENTO. DEFINICIONES**. Caracas. p.1

García, Juan y Velásquez, José (2007). **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A PROACES C.A.**. Universidad Centroamericana “José Simeón Canas”. Facultad de ingeniería, San Salvador.

Helman, Horacio y Pereira, Paulo (1995). **ANÁLISIS DE FALLAS**. Escuela de Ingeniería de la UFMG. Brasil.

Jiménez, W., (1982) **INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA TEORÍA**

ADMINISTRATIVA. México, FCE

Mobley, R. Keith (2002). **AN INTRODUCTION TO PREDICTIVE MAINTENANCE.** Segunda edición. Editorial Butterworth-Heinemann.

Montaña, Leonardo y Rosas, Elkin (2006), **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON BASE EN ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA EN LA PLANTA DE COQUE DE FABRICACIÓN PRIMARIA EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ingeniería Electromecánica. Duitama.

Müch y Angeles (1993) **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.** Pp.78.

Murdick, R., (1994) **SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADOS EN COMPUTADORAS.** México, Editorial Diana

Nava, A (2006) **TEORÍA DE MANTENIMIENTO, DEFINICIONES Y ORGANIZACIÓN** 2da ed

Nibel, Benjamin, (2009). **INGENIERÍA INDUSTRIAL. MÉTODOS ESTANDARES.** Editorial McGraw-Hill. Interamericana de editores S.A. de C.V. Barcelona, España.

Norma SAE JA1012 (2002) **“NORMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD”**

Ortiz U., Frida G., (2004). **DICCIONARIO DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.** Cuarta edición. Editorial Limusa. México.

Rondón, Gabriela, (2003). **ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN.** Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Caracas.

Sabino (1986). **MARCO METODOLÓGICO.** Consultado el 15/05/2018. [<http://bianneygiraldo77.wordpress.com/capitulo-iii>]

Sainz de Vicuña, A. **EL PLAN ESTRATÉGICO EN LA PRÁCTICA.** Madrid: ESIC, 2003. 351p.(HD30.28.S28).

Scarpatti, Fernando, (2016). **CURSO DE TÉCNICAS AMEF.** Cordoba

Suarez, D. (2001). **“MANTENIMIENTO MECÁNICO GUÍA TEÓRICO – PRÁCTICO”** Puerto la Cruz,

Tamayo y Tamayo (2006). **"EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA"** Edit. LIMUSA, México.

Terry G. y Franklin S. (1987). **PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN.** México: CECSA

UNICAUCA (2015). **TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS.** Consultado el 18/07/2018. http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/IS_03a_Ing_Requerimientos_TECNICAS__presentacion.pdf

Zambrano, N (2007) **FUNDAMENTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTOS.** San Cristóbal: Fondo Editorial Feunet. 2da ed

Zorrilla, S. (2007). **INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** 15 Mayo 2018. [<http://es.wikipedia.org/wiki/Investigación>]

APÉNDICES

APÉNDICE A
VALORES DE CLASIFICACIÓN DE NPR

A.1 Clasificación según Gravedad (G) de fallo dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Criterio	Valor de G
Ínfima. El defecto sería imperceptible por el usuario.	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero solo provoca una ligera molestia.	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo.	4-5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción del cliente.	6-7
Elevada. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente.	8-9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos de vigor.	10

A.2. Clasificación según probabilidad de ocurrencia (O) de fallo dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Criterio	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado.	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos de circunstancias pasadas similares...	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia..	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado.	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	10

A.3 Clasificación según la probabilidad de no detección (D) de fallo dique (Rivero y Sanoja, 2018).

Criterio	Valor de D
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado.	2-3
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección.	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente..	6-7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo. .	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegara al cliente, por ser muy difícil detectable.	10

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROYECTO MEJORAS MANT DIQUE SIST DRAGADO M/N DRAGA GUAYANA	317.5 días?	lun 08/01/18	mié 27/03/19
Actividades de preparativos de zarpe	279 días	lun 08/01/18	jue 31/01/19
Procura de repuestos de importación	270 días	lun 08/01/18	vie 18/01/19
Contratación dique y servicios	90 días	lun 03/09/18	vie 04/01/19
Contratación médico y telegrafista	6 días	vie 18/01/19	vie 25/01/19
Contratación de inspección para trabajos en dique	30 días	mar 04/12/18	lun 14/01/19
Tramitación de permisología de tripulación y zarpe	30 días	lun 03/12/18	vie 11/01/19
Convenimientos contractuales del personal para condiciones de dique	7 días	lun 03/12/18	mar 11/12/18
Abastecimiento agua, alimentos, lubricantes, combustible, repuestos, insumos varios.	7 días	lun 14/01/19	mar 22/01/19
Adrizamiento y zarpe	7 días	mar 22/01/19	jue 31/01/19
NAVEGACIÓN Y DIQUE	41 días	mié 30/01/19	mié 27/03/19
Actividades de Navegación al dique	10.75 días	mié 30/01/19	mié 13/02/19
Zarpe	1 día	jue 31/01/19	vie 01/02/19
Control diario de navegación y máquinas	7 días	vie 01/02/19	mar 12/02/19
Inventario diario de consumo: agua, alimentos, lubricantes y combustible	7 días	vie 01/02/19	mar 12/02/19
Control diario de posicionamiento y reportes de novedades y ETA	7 días	vie 01/02/19	lun 11/02/19
Aproximación y atraque	1 día	mar 12/02/19	mar 12/02/19
Maniobra de varada	1 día	mié 13/02/19	mié 13/02/19
Actividades de Mantenimiento en dique	29 días	jue 31/01/19	mar 12/03/19
Desarmado de cabezal de rastra	1 día	mié 13/02/19	jue 14/02/19
Sustitución de escarificadores	1 día	jue 14/02/19	vie 15/02/19
Limpieza o sustitución de boquillas jetting de las rastras	2 días	lun 04/02/19	mar 05/02/19
Desarmado de juntas balljoint y flanches de tubería de succión	2 días	mié 13/02/19	vie 15/02/19
Sustitución de empacaduras de flanches y balljoint de tubería de succión	2 días	vie 15/02/19	mar 19/02/19
Desarmado y sustitución de guayas de izado de rastras	3 días	lun 11/02/19	mié 13/02/19
Desarmado de bomba centrífuga	3 días	jue 31/01/19	lun 04/02/19
Sustitución de empaques y sellos de las bombas	3 días	mar 05/02/19	jue 07/02/19
Reparación de álabes y carcazas	3 días	vie 08/02/19	mar 12/02/19
Limpieza de caja sedimentadora de piedras	1 día	mié 13/02/19	mié 13/02/19
Calibración de sistema TDS (Total dry sistem)	1 día	jue 14/02/19	jue 14/02/19
Desarmado y sustitución de boquillas de dilución de material en tolva	1 día	vie 15/02/19	vie 15/02/19
Refuerzo de mamparos desgastados de tolvas	1 día	lun 18/02/19	lun 18/02/19
Desarmado de compuertas de tolvas	2 días	mar 19/02/19	mié 20/02/19
Sustitución de sellos de compuertas de tolvas	2 días	jue 21/02/19	vie 22/02/19
Calibración y lubricación de ejes de compuertas de tolvas	2 días	lun 25/02/19	mar 26/02/19
Desarmado, revisión y reparación de sistema PLC de compuertas de tolvas	3 días	mié 27/02/19	vie 01/03/19
Revisión y/o sustitución de Limit swich de sistema de movimiento de compuertas de tolvas	2 días	lun 04/03/19	mar 05/03/19
Calibración y ajuste de sellado de compuertas	1 día	mié 06/03/19	mié 06/03/19
Calibración de servomandos de cabina de dragado	1 día	jue 07/03/19	jue 07/03/19
Calibración de compensadores de oleaje	1 día	vie 08/03/19	vie 08/03/19

Remoción y sustitución de ánodos de sacrificio de casco, tolva y valvulas de descarga	2 días	lun 11/03/19	mar 12/03/19
Actividades de navegación al río Orinoco	11 días	mié 13/03/19	mié 27/03/19
Maniobra de refluación	5 días	mié 13/03/19	mar 19/03/19
Control diario de navegación y máquinas	5 días	mié 20/03/19	mar 26/03/19
Inventario diario de consumo: agua, alimentos, lubricantes y combustible	5 días	mié 20/03/19	mar 26/03/19
Control diario de posicionamiento y reportes de novedades y ETA	5 días	mié 20/03/19	mar 26/03/19
Aproximación y atraque a puerto	1 día?	mié 27/03/19	mié 27/03/19

Anexo1 Lista de actividades y fechas del diagrama de Gantt (Rivero y Sanoja, 2018).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROYECTOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN DIQUE SECO DEL SISTEMA DE DRAGADO DE UNA DRAGA AUTOPROPULSADA DE TOLVAS: CASO M/N DRAGA GUAYANA. INSTITUTO NACIONAL DE CANALIZACIONES, PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA.
Subtítulo	Mejora de proyecto de mantenimiento

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Andreina Alejandra Rivero Subero	CVLAC	22.817.117
	e-mail	andreinarivero18@gmail.com
	e-mail	
Hernando José Sanoja Hernández	CVLAC	25.082.965
	e-mail	hjsanoja@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Propuesta mejoras
Mantenimiento mayor
Sistema de dragado
Draga Guayana

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería Industrial	Mejoras de procesos

Resumen (abstract):

La investigación tuvo como objetivo general, proponer mejoras a los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de una draga autopropulsada de tolvas: caso M/N Draga Guayana del Instituto Nacional de Canalizaciones, Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar, Venezuela. La investigación es proyectiva o investigación proyectiva y para su desarrollo se aplica una estrategia de diseño documental y de campo. Para lo cual se aplicaron una serie de técnicas de recolección de información como entrevistas no estructuradas, revisión bibliográfica, observación directa, diagramas causa – efecto, diagramas de Pareto, entre otras. Se diagnosticó la situación actual que presenta la ejecución de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la M/N Draga Guayana; se identificaron las actividades que integran cada proyecto de mantenimiento, para ello se realizaron distintas tareas como los son la descripción de cada uno de los equipos que conforman el sistema de dragado de dicha planta, aunado a esto se realizó una lista de chequeo para cada uno de ellos obteniendo información un poco más detallada de los mismos, seguidamente se efectuó un diagrama de Ishikawa para determinar los factores que pudiesen incidir en el fracaso de los proyectos de dragado. Posteriormente, para determinar la frecuencia de ocurrencia de estos factores se realizó un histograma de frecuencia el cual arrojó como resultado que los factores con mayor incidencia en el fracaso de los proyectos de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la draga autopropulsada de tolva M/N Draga Guayana son: la falta de recursos (presupuestarios, repuestos, equipos) y la apatía y negligencia del personal encargado de ejecutar el mantenimiento mayor. Tales factores, representan los aspectos críticos que inciden en el fracaso de estas actividades, teniendo una diferencia no muy grande con respecto a las demás fallas. Posteriormente se propuso la construcción del diagrama de red de precedencia del proyecto de mantenimiento mayor en dique seco del sistema de dragado de la Draga Guayana, así como también se propuso la estructura desagregada de trabajo (work breakdown structure) que no es otra cosa que la estructura funcional operativa que desarrollará el proyecto.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Dafnis Echeverría	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	4.506.408
	e-mail	dafnisecheverria2807@gmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2019	02	

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Propuesta mejoras proyecto mantenimiento mayor draga Guayana

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Municipio Caroní, Puerto Ordaz, estado Bolívar (Opcional)

Temporal: 2018 (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Industrial

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Área de Estudio: Departamento de Ingeniería Industrial

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Mazpey*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolanos Curvelo
JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario



C.C.: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

Andreina A. Rivero S.
AUTOR 1

Hernando J. Sanoja H.
AUTOR 2

Dafnis J. Echeverría D.
TUTOR



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLIVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

CONSTANCIA DE CONFORMIDAD DE TUTORIA

A través de la presente hago de su conocimiento que el trabajo de grado intitulado **“PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROYECTOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN DIQUE SECO DEL SISTEMA DE DRAGADO DE UNA DRAGA AUTOPROPULSADA DE TOLVAS: CASO M/N DRAGA GUAYANA. INSTITUTO NACIONAL DE CANALIZACIONES, PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA.** “el cual fue desarrollado por los bachilleres **RIVERO S., ANDREINA A. y SANOJA H., HERNANDO J.** fue revisado y aprobado por quien suscribe y, en vista de ello, se propone para que sea expuesto y defendido por sus autores.

A los 18 días del mes de Febrero de Dos mil diecinueve.

Sin otro particular

Atentamente.

Prof. Dafnis Echeverría
Asesor académico