



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Título”

**APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA DRAGA
MARINERO RIVAS DEL TERMINAL PORTUARIO DE
SALAVERRY PARA MEJORAR SU FUNCIONAMIENTO**

**TESIS PARA LA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR:

LÓPEZ TRUJILLO ORLANDO SEGUNDO

ASESOR:

ING. MARTÍN SIFUENTES INOSTROZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

MANTENIMIENTO

TRUJILLO – PERÚ

(2017)

HOJA DE JURADO

Mg. Jorge Inciso Vázquez

Ing. Jorge Salas Ruiz

Ing. Martin Sifuentes Inostroza

DEDICATORIA

A mi familia, sobre todo a mis padres por el cariño, comprensión y motivación para mejorar día a día, guiando mi camino y velando por mi bienestar.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por la formación académica para el desarrollo de mi carrera profesional, a los docentes por sus enseñanzas que contribuyeron a fortalecer mis competencias como ingeniero.

Por otro lado, desear mi eterna gratitud con el Sr. Julio Cesar Tam Castillo, gerente de Empresa Nacional de Puertos – Salaverry, y al Sr. Edgardo Cubas Ybáñez, jefe del área de mantenimiento de Empresa Nacional de Puertos-Salaverry.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo López Trujillo, Orlando con DNI N° 48137357, a efecto de cumplir con las consideraciones vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio del 2017

PRESENTACIÓN

Se presenta la siguiente tesis titulada “Aplicación de un plan de mantenimiento en la draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento”.

Teniendo la presentación de teorías relacionadas al tema, como se muestra en el primer capítulo, seguido de la metodología de la investigación, el cual se ve en el segundo capítulo. Para la determinación de los resultados de estudio, se tuvo en cuenta el cumplimiento del objetivo general, sobre aplicar un plan de mantenimiento en la draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento, desarrollando cada objetivo específico para lograr dicho objetivo general, esto se presenta en el tercer capítulo de la tesis, culminando en la discusión de resultados y conclusiones.

INDICE

HOJA DE JURADO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACIÓN JURADA.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.1. Trabajos previos:	3
1.2. Teorías relacionadas al tema:	7
1.2.1. Mantenimiento	7
Dimensiones del mantenimiento	7
Mantenimiento Correctivo:	8
Mantenimiento Preventivo:.....	8
Mantenimiento Predictivo:	8
Inspección Visión.....	9
Análisis de vibraciones	9
Plan de Mantenimiento:.....	9
Indicadores de mantenimiento:	11
Disponibilidad:	12
Confiabilidad:.....	12
Mantenibilidad:	12
Tiempo Muerto:	12
Criticidad:.....	12
Factores de Análisis de Criticidad:	13
Pasos para el Análisis de Criticidad:.....	13
Control:.....	15
Costo de Mantenimiento:.....	15
Perido de Retorno de Inversión:	16
1.2.2. Dragas	17
Tipos de Dragas:.....	17
1.3. Formulación del problema	20
1.4. Justificación del estudio	20
1.4.1. Economico.....	20
1.4.2. Técnico	20

1.4.3. Medio Ambiental	20
1.5. Hipótesis	20
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
II MÉTODO	22
2.1 Diseño de investigación	22
2.2 Variables, operacionalización	23
2.2.1 Variables Independientes:	23
2.2.2 Variables Dependientes:	23
2.2.3 Variables Intervinientes:	23
2.3 Población y muestra:	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	24
2.5 Métodos de análisis de datos	24
2.6 Aspectos éticos	24
III RESULTADOS	25
3.1. Evaluación del mantenimiento actual de la Draga “Marinero Rivas”	25
3.2. Análisis de Criticidad	28
3.3. Plan de Mantenimiento basado en la Norma Iso 55000	30
3.4. Proyección de aplicación del plan de mantenimiento	46
3.5. Programa de monitoreo de actividades	51
3.6. Comparación de los indicadores finales e indicadores iniciales de evaluación	52
3.7. Periodo de Retorno de inversión	53
IV DISCUSIÓN	55
V CONCLUSIONES	60
VI RECOMENDACIONES	61
ANEXOS:	62
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	99

RESUMEN

Para la presente tesis, tiene como objetivo la aplicación de un plan de mantenimiento en la draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento. La tesis se aplicó a la draga Marinero Rivas de la Empresa Nacional de Puertos del Perú – Enapu S.A. que cumple la función de dragado en el canal de acceso a los buques para el atraque y desatraque en el Puerto de Salaverry. Es una investigación cuantitativa y cualitativa, para ello se creó una data de recolección de datos, la cual fue validada por los especialistas tanto de la empresa Enapu S.A. como el asesor especialista. En donde el tiempo de investigación empezó en septiembre del 2016 hasta julio del 2017. Luego en base a esto se determinó el estado actual de la draga Marinero Rivas, después se aplicó un análisis de criticidad, para determinar los equipos críticos, luego se crea el plan de mantenimiento, para pasar al siguiente paso de la proyección del plan de mantenimiento, de la misma manera, se crea los formatos de mantenimiento, y el programa de monitoreo del cumplimiento de actividades. Posteriormente, se obtienen nuevos indicadores de mantenimiento, los cuales fueron comparados con los indicadores obtenidos de la evaluación inicial, para último pasar a determinar costos y retorno de inversión. El estudio, brindó un resultado favorable, el cual aumentó y mejora los indicadores de mantenimiento, y dando un retorno de inversión aceptable y rentable.

Palabras Claves: Mantenimiento, Plan de Mantenimiento, Indicadores de mantenimiento, Retorno de inversión.

ABSTRACT

For the present thesis, will apply a maintenance plan in the dredger Marinero Rivas of the Port Terminal of Salaverry to improve its operation. The thesis was applied to the dredger Marinero Rivas of the National Company of Ports of Peru - Enapu S.A. Which fulfills the function of dredging in the channel of access to ships for docking and uncoupling in the Port of Salaverry. It is a quantitative and qualitative research, for it was created a data collection data, which was validated by the specialists of both the company Enapu S.A. As the specialist adviser. Where the research time began in September 2016 to July 2017. Then based on this the current state of the dredger Marinero Rivas was determined, then a criticality analysis was applied to determine the critical equipment, then the Maintenance plan, to move to the next step of the projection of the maintenance plan, in the same way, it creates the maintenance formats, and the program of monitoring the fulfillment of activities. Subsequently, new maintenance indicators are obtained, which were compared with the indicators obtained from the initial evaluation, in order to determine costs and return on investment. The study provided a favorable result, which increased and improved the maintenance indicators, and giving a return of investment of 64.83%, which is acceptable and profitable.

Key Words: Maintenance, Maintenance Plan, Maintenance Indicators, Return on Investment.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En el año 2012, el congresista Richard Acuña Nuñez hizo el pedido de información sobre la situación y operatividad de las Dragas Marinero Rivas y Grimete Arciniega, asimismo, las acciones de su despacho ha tomado en relación a que ambas dragas continúen operando en el Puerto de Salaverry sin poner en riesgo las operaciones Portuarias del Puerto de Salaverry. Según indica el Oficio No 115-2011-2012/RAN-CR.

Cuya solicitud fue respondida con un informe técnico N° 001-2012 ENAPU S.A/GTTPP sobre las dos dragas, donde indica que la Draga Marinero Rivas se encuentra operativa, amarrada a muelle y con personal mínimo de seguridad propio del Terminal Portuario.

Esta Draga Marinero Rivas, es de tipo hidráulico, basa sus trabajos en la succión por arrastre, y es autopropulsada.

Según la Unidad Operativa de Salaverry, indica que hasta el mes de Agosto se ha recibido 126 Naves de Alto Bordo, y 6 Naves Menores, adicionalmente en Memorias Anuales 2014, hace referencia al impacto ambiental que ésta genera, en Memorias Anuales 2015 registra la disminución de naves recibidas, debido al problema del dragado, ya que ENAPU S.A. sede Salaverry ya no cuenta con el funcionamiento completo de la Draga Grimete Arciniega por ser ya una draga muy antigua, quedando únicamente la Draga Marinero Rivas, la cual ya cuenta con muchos años que brinda el trabajo de dragado en el canal de ingreso al muelle de Salaverry, y solo cuenta con actividades diarias correctivas, que en algunas oportunidades se produce la para inmediata e indeterminada de la Draga, haciendo que el nivel de Buques, cruceros u otros disminuyan.

Actualmente, la Draga Marinero Rivas, sigue operativa, ofreciendo servicio del dragado del canal de acceso al Terminal Portuario para el ingreso de Buques, Cruceros u otros.

Por otro lado, surge un conflicto por el impacto ambiental que ésta genera, como la erosión costera, que involucran y afectan a otros distritos de la zona

costera del departamento de La Libertad.

Para precisar la problemática se basa en dar soporte técnico a esta draga y así pueda continuar con las actividades que la Draga Marinero Rivas en el Terminal Portuario de Salaverry realiza, pues cuenta con una serie de actividades diarias correctivas, solo si éste sufre alguna para imprevista, o cuando haya para del Puerto de Salaverry, por motivos de oleajes anómalos, o en temporadas de baja demanda de buques, cruceros u otros.

Generando de ésta manera la demora en la entrada de buques, cruceros u otros, entren a los muelles del Terminal Portuario de Salaverry, produciendo pérdidas económicas a ENAPU S.A.

1.2 Trabajos previos:

De La Sota Álvarez, Álvaro Giovanni (2013), en su informe de competencia profesional para optar el título profesional de ingeniero mecánico, titulado “Implementación de gestión de mantenimiento para equipos de movimiento de tierra en mina a cielo abierto de la empresa ARASI SAC” (Universidad Nacional de Ingeniería). Tiene como objetivo comparar las metodologías de auditoría de mantenimiento para el análisis de la Gestión de mantenimiento que normalmente se realiza, con la metodología de gerencia de proyectos para identificar algunas deficiencias que no trata la auditoría de mantenimiento en su análisis. Además de entregar una herramienta adicional de comparación y análisis para una eficiente gestión del mantenimiento. Concluyendo que para la aplicación de mantenimiento planificado es vital para los equipos en minería, ya que conlleva a reducir las horas perdidas por paradas de los equipos además se mejora la disponibilidad de los equipos que repercuten en la productividad de la empresa. El mantenimiento predictivo basado en el monitoreo de condición del equipo nos permite mejorar la confiabilidad de los equipos, ya que mediante el monitoreo nos permite saber en qué condiciones se encuentra los componentes de los equipos internamente, además que nos da tiempo para evaluar y ver las alternativas de solución ante una posible falla. La buena administración de los requerimientos es otro punto importante en la gestión de mantenimiento, ya que nos permite tener los repuestos y materiales necesarios para programar los trabajos y reparar el equipo antes de que ocurra la falla. El recurso humano del área de mantenimiento es parte importante gestión, al cual se le debe tomar especial importancia y darles el apoyo necesario para que ellos puedan crecer en conocimiento y personal, ya que de ello depende la calidad de los trabajos que se realiza.

Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), en su proyecto de grado previo a la obtención de título de ingeniería industrial, titulado “Análisis del proceso de mantenimiento de la sala de máquina y el impacto en los niveles de producción en el reparto servicio de dragas” (Universidad Estatal de Milagro). Tiene como objetivo elaborar un plan de mantenimiento programado preventivo y correctivo para la draga de cortador y succión “PUYO” garantizando la disponibilidad y

confiabilidad de sus equipos e instalaciones maximizando la productividad y la eficiencia. Estos son los objetivos para garantizar la confiabilidad de los mismos con el menor costo posible. Determinar los factores que influyen en el bajo rendimiento de las unidades del Servicio de Dragas, proponiendo elaborar un plan de mantenimiento programado preventivo y correctivo para la draga de cortador garantizando la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos e instalaciones maximizando la productividad y la eficiencia. Estos son los objetivos para garantizar la confiabilidad de los mismos con el menor costo posible, en donde, establece los factores que influyen en el inadecuado control de proceso de mantenimiento de las maquinarias. Determinando las acciones que se debe tomar ante el incremento de paralizaciones de los equipos de dragado y estableciendo las acciones que se debe tomar ante el bajo rendimiento en los motores al momento de ejecutar un trabajo.

Concluyendo que existe la ausencia de un plan de mantenimiento programado que influye en el inadecuado control de detección de fallas de los procesos de mantenimiento de equipos y maquinaria, ya que no existe un registro y control de los trabajos a realizar por el personal encargado del mantenimiento de la draga de cortador. Lo cual genera incremento de paralizaciones de los equipos de dragado se debe a la falta de planificación y control programado de mantenimiento, a cada uno de los equipos que están sujetos a la realización y ejecución de la obra de relleno hidráulico y dragado en la ciudad de Babahoyo. El bajo rendimiento en los motores y equipos al momento de ejecutar un trabajo, se debe a que el personal encargado del mantenimiento no reconoce a tiempo una señal de localización de fallas para realizar los ajustes y sincronizaciones necesarias, para así evitar pérdidas de potencia y rendimiento en los motores y equipos.

Ramírez Hernández, Julio Francisco (2007), en su estudio especial de graduación para su maestría en ingeniería de mantenimiento, titulado “Plan de lubricación para el mantenimiento mecánico para la maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra, en la industria de la construcción, por Toppa Construcciones S.A.”(Universidad de San Carlos Guatemala). Cuyo objetivo es elaborar el plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, utilizada

en movimiento de tierra, diseñando el procedimiento adecuado dependiendo de la criticidad del equipo. Cuyo procedimiento es elaborar un taller de mantenimiento. Creando hojas de chequeo de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, para cada equipo tomando como base el manual del fabricante. Luego se determinan los equipos críticos de la flota de maquinaria pesada, en el proceso constructivo de movimientos de tierra. Estableciendo un procedimiento de captación de datos para la medición de la disponibilidad, introduciendo los indicadores de mantenimiento que se adecuen al giro de negocio. Elaborar un análisis de costos para determinar los beneficios del método, finalizando para establecer un plan de mantenimiento, es necesario que los procedimientos del área de responsabilidad estén por escrito, y que toda la información generada por ellos sea registrada, para estandarizar los procesos en todas las obras en ejecución. Además el mantenimiento de la maquinaria pesada se hace más sencillo si se lleva el orden adecuado y los insumos necesarios, utilizando una guía de mantenimiento. Cada vez que se tiene la iniciativa de introducir innovaciones al sistema común de mantenimiento, monitoreo de condición mediante el análisis periódico de aceite para este caso, se debe tener la disciplina para analizar los datos con cierta frecuencia, para que esta herramienta sea útil para tomar decisiones y se refleje el esfuerzo de este programa en beneficios. Por último la actualización y capacitación continua del personal a cargo del mantenimiento preventivo es muy importante, ya que de esa buena labor va a depender la vida útil de la maquinaria, debido a la alta criticidad de los equipos aquí analizados.

Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), en su trabajo de investigación previa a la obtención del título de ingeniero en sistemas mención en telemática, titulado “Estudio e implementación de un sistema de control y gestión de los procesos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo en las flotas y maquinarias para el servicio de dragas en la armada del Ecuador” (Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil). En donde propone identificar los aspectos que están perjudicando el proceso de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de las flotas y maquinarias en el servicio de dragas para llevar un mejor control y gestión de estos procesos.

Identificar en qué medida la recopilación de información impide tener un adecuado control y gestión de mantenimiento.

Además de crear métodos de reportes sobre el estado actual y funcionamiento de cada flota o maquinaria en el proceso de mantenimiento.

Concluyendo que la importancia de tener un sistema de mantenimiento para una empresa, no debe ser una opción sino una obligación, debido a que son procesos muy delicados, donde si no se realiza con suficiente sutileza podría perjudicar económicamente a la empresa, tener una eficiente sistema de mantenimiento es la única manera de poder manejar los procesos de mantenimiento de una manera correctamente. El proyecto se ha implementado para mejorar la función de la forma de dichos procesos, para que las personas encargadas del mantenimiento tengan una herramienta muy confiable y fácil de usar para manipular información fundamental de un proceso mantenimiento, la manera como se manejaba anteriormente no era 100% eficiente. Además las áreas o jefaturas de mantenimiento desempeñan un papel muy importante en las empresas, esta área maneja dos procesos vitales para la empresa para que sus equipos y maquinarias alcancen o alarguen su vida útil, usando el sistema de mantenimiento evitaban paradas de máquinas por avería, prevenir anomalías causadas por un mantenimiento insuficiente y minimizar la gravedad de las averías.

1.3 Teorías relacionadas al tema:

1.3.1. Mantenimiento

Para Oviedo Carlos y Galvis Juan, 2011 p. 36. definen al mantenimiento como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

Dimensiones del mantenimiento

Primera Dimensión: Dimensión Singular o Particular

Arreglala, se ve fácil de entender, pero a veces nos perdemos, cuando algo está descompuesto lo primero que hay que hacer es arreglarlo. A esta dimensión también se le conoce como sacar al buey de la barranca.

Segunda Dimensión: Dimensión Temporal.

Una vez que ya está arreglado el problema, lo siguiente que hay que hacer es arreglarlo de tal forma que nunca se descomponga de nuevo. A esta dimensión le decimos también *alejar al buey de la barranca*.

Tercera Dimensión: Dimensión Universal

Ya que lo arreglaste, y ya también lo arreglaste para siempre, ahora lo que sigue es arreglar todos los equipos similares o que puedan tener esta falla, a esta dimensión le llamamos *alejar a todos los bueyes de la barranca* ya por último tenemos

Cuarta Dimensión: Dimensión Trascendental

Ya lo arreglaste. Ya lo arreglaste de tal forma que nunca se descomponga de nuevo. Ya arreglaste los equipos semejantes para que nunca se descomponga de nuevo. Ahora lo que debes

hacer es establecer un sistema para que en el futuro todos los equipos nuevos que vengan, lleguen alejados de una posible falla y que si cambiamos al personal, estos sepan que tienen que tener sin fallas y operando a los equipo. *Tener siempre a todos los bueyes lejos de la barranca.*

Principalmente el mantenimiento puede ser aplicado de 3 formas, así lo clasifica Oviedo Carlos y Galvis Juan,2011 p. 36-41

Mantenimiento Correctivo:

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Mantenimiento Preventivo:

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgantan en forma desigual y es necesaria atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

Realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.

Mantenimiento Predictivo:

Este mantenimiento nació basado en la automatización y avances tecnológicos en la actualidad, la base de este tipo de mantenimiento se encuentra en el monitoreo de una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen gráficas de comportamiento para poder realizar la planeación de mantenimiento.

Según Cruz Adrián, 2011 p. 25 – 30, define que existe técnicas de

mantenimiento predictivo para monitorear una máquina. De las cuales se mencionará algunas que sirven para este estudio:

Inspección Visión

Abarca desde la simple inspección visual directa de la máquina hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas.

Se pueden detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, etc. (como las turbinas de gas, por ejemplo, mediante el uso de endoscopios)

Análisis de vibraciones

Todas las máquinas en uso presentan un cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios, rozamientos, etc. El nivel vibratorio se incrementa si, además, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos.

Plan de Mantenimiento:

Según Jaramillo, Orlando, 2013 p. 26, define al plan de mantenimiento que es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

Para Duffua, S. y Otros, 2000 p. 193, la planeación o planificación en el contexto del mantenimiento, se refiere al proceso mediante el cual se determinan, especifican y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo con el fin de facilitar la ejecución del mismo.

Frecuencia Fallas:

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- ✓ Siguiendo periodicidades fijas
- ✓ Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo, que para nuestro caso será de un año.

Especialidades:

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

Duración:

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

Permiso de Trabajo:

Determinadas tareas requieren de un permiso especial para llevarlas a cabo. Así, las tareas de corte y soldadura, las que requieren la entrada en espacios confinados, las que suponen un riesgo eléctrico, etc., requieren normalmente de un permiso de trabajo especial.

Máquina parada o en marcha:

Para llevar a cabo una tarea determinada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que este extremo esté

indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

Indicadores:

Según Navarrete, Enrique y Hernández, Eugenio, 2001 p. 3. indican que un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo, calidad y plazos.

Algunos indicadores como indica Amendola, Luis, 1-3. Y García, Santiago son los siguientes:

Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF): Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

$$MTTF = \text{Horas operadas} / N^{\circ} \text{ de fallas} \dots \text{Ec. 1}$$

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR): Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado.

$$MTTR = N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería} / N^{\circ} \text{ de averías} \dots \text{Ec. 2}$$

Tiempo Promedio Entre Falla (TPEF) o Mean Time Between Fail (MTBF): Es un indicador que representa el tiempo promedio en el que un equipo funciona sin fallas, dicho de otra forma, el tiempo promedio que transcurre entre una falla y la siguiente.

$$MTBF = MTTF + MTTR \dots \text{Ec. 3}$$

Disponibilidad:

Indica el tiempo en que un equipo, máquina, o sistema opera, este tiempo es menor al que se hace referencia idealmente.

$$D = [(TPPF - TPPR)/TPPF] \dots \text{Ec. 4}$$

Donde TPPF es Tiempo Promedio para Fallar, y TPPR es Tiempo promedio para reparar.

Confiabilidad:

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado.

$$C_o = e^{-\lambda t} \dots \text{Ec. 5}$$

Dónde λ es la tasa de fallas (número total de fallas por período de operación). Y se calcula ($\lambda = 1/\text{MTBF}$)

Mantenibilidad:

Es la característica inherente de un elemento o sistema, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados, la cual restablece su función original nuevamente.

$$M(t) = 1 - e^{-(\mu t)} \dots \text{Ec. 6}$$

Dónde μ es parámetro el cual permite evaluar la probabilidad que tiene un componente a ser reparado. Y se calcula ($\mu = 1/\text{TPPR}$)

Tiempo Muerto:

Álvarez, Silvana, 2013 p.28. Define al tiempo muerto que en general es aquel en el que una máquina no es productiva. El tiempo muerto puede ser ocasionado por circunstancias programadas y controladas o por circunstancias emergentes o no controladas como descomposturas, accidentes, etc.

Criticidad:

Según Ricaldi, Melisa, 2013 p. 27. Criticidad es una metodología

que permite establecer una jerarquía en las prioridades de los ítems, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones al momento de centrar los esfuerzos y recursos en donde sea más importante y necesario mejorar la confiabilidad operacional.

Factores de Análisis de Criticidad:

Para Huerta, Rosendo, 2011 propone los siguientes factores:

Frecuencia de Fallas

Es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo, que para nuestro caso será de un año.

Impacto Operacional:

Es el efecto causado en la producción.

Flexibilidad Operacional:

Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Costo del Mantenimiento:

Tomando todos los costos que implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.

Impacto de Seguridad y Medio Ambiente:

Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

Pasos para el Análisis de Criticidad:

Romero, José, 2013 p.47-52 define los siguientes pasos para un análisis de criticidad:

Primer Paso-Definir el nivel de análisis:

Se deberá definir los niveles en donde se efectuará el análisis:

instalación, sistema, equipo o elemento, de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos.

Segundo Paso-Definir la Criticidad:

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos.

La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

Tercer Paso-Cálculo del nivel de criticidad:

Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula:

Criticidad = Frecuencia x consecuencia... *Ec. 7*

$$\text{Consecuencia} = (I.\text{Operacional} * \text{Flexibilidad} * \text{TPPR}) + C.\text{Mantenimiento} + I.\text{Seguridad}.I.\text{Ambiental} \dots \text{Ec. 8}$$

Reemplazando ecuación 8, ecuación 7, quedando la siguiente ecuación:

$$\text{CRIT.} = FF * (I.\text{Operacional} * \text{Flexibilidad} * \text{TPPR}) + C.\text{Mantenimiento} + I.\text{Seguridad}.I.\text{Ambiental} \dots \text{Ec. 9}$$

Cuarto Paso-Análisis y Validación de los resultados:

Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional. Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos.

Quinto Paso-Definir el nivel de análisis:

El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad.

Sexto Paso-Determinar la criticidad:

Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo obtenemos

frecuencias de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento.

Séptimo Paso-Sistema de Seguimiento de control:

Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer en seguimiento y control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de Análisis de Criticidad.

Control:

En Manual de control administrativo, se define al control como el proceso que permite garantizar que las actividades reales se ajusten a las actividades proyectadas. El control sirve a los administradores para monitorear la eficacia de sus actividades de planeación, organización y dirección.

Costo de Mantenimiento:

Según el Manual de mantenimiento, SENA define el costo de mantenimiento como el costo de las reparaciones que se le efectuará a la maquinaria a lo largo de su vida útil, independientemente sea buena o no la gestión de mantenimiento que tengamos, siempre será un gasto que debemos tener en consideración. Por ese motivo es que se busca siempre que éste costo debe ser lo más bajo posible.

Costos directos de mantenimiento

Se definen como el valor conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar un trabajo de mantenimiento. Está compuesto por:

Costos de suministros:

Corresponden a los elementos físicos que son imprescindibles durante una tarea de mantenimiento.

Costos de mano de obra:

Se refiere al salario más las prestaciones sociales devengadas por los trabajadores del departamento de mantenimiento asignados a una labor específica.

Costos de parada equipo

Cuando una máquina se encuentra fuera de servicio se incurre en unos costos debido a la tarifa horaria que tenga la máquina. En ocasiones la obsolescencia de equipos hace difícil conseguir los repuestos y es necesario practicar modificaciones a las máquinas, ocasionando bajas en su capacidad productiva.

Periodo de Retorno de Inversión:

Según Duart, Josep, 2002, p. 6 Es el cálculo del periodo de retorno de una inversión habitualmente expresado en años. El ROI, se trata, por lo tanto, de la valoración del retorno esperado de una inversión.

$$PRI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} = \frac{I_0}{\frac{VAN}{n}} \dots \text{Ec. 10}$$

Donde:

I_0 : Inversión Inicial

VAN = Valor Actual Neto

N = Periodo del tiempo de evaluación

Se debe determinar el VAN, Valor Actual Neto, el cual determinará la aceptabilidad o viabilidad del proyecto. Que después de realizar el análisis de flujo de caja, si se refleja alguna ganancia el proyecto es aceptable o viable.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \dots \text{Ec. 11}$$

Donde:

I_0 = inversión inicial, en $t = 0$

F_t = Flujos netos de caja, según el periodo.

N= Periodo de tiempo

K= interés de la inversión.

Es necesario tambien, determinar el TIR, Tasa Interna de Retorno, viene expresado en el porcentaje de la inversión como un indicador de rentabilidad.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = 0 \dots \text{Ec. 12}$$

Donde:

Io= inversión inicial, en t = 0

Ft= Flujos netos de caja, según el periodo.

t= Tiempo de evaluación

1.3.2. **Draga:**

Según Escalante, Raúl, 2008 p.34. Una draga es una embarcación soportante del sistema de bombas y malacates. La draga está anclada a las orillas del embalse por cuatro puntos mediante cables que salen de cuatro malacates desde las cuatro aristas de la draga. Los cables se pueden enrollar o desenrollar con lo cual el equipo puede posicionarse en un tramo determinado.

Tipos de Dragas:

Dragas Mecánicas:

Las dragas mecánicas utilizan el mecanismo de corte para penetrar el suelo. Estas dragas emplean equipos similares a los utilizados para movimientos de suelos en tierra firme. El material se saca con poca perturbación y mínima dilución con lo que la eficiencia de las dragas mecánicas es alta desde ese punto de vista.

Draga Tipo Retroexcavadora

Está compuesta por una retroexcavadora como las utilizadas en trabajos de tierra firme montada sobre un pontón habitualmente no autopropulsado que se mantiene en la posición mediante pilones. El material se excava del fondo y

se coloca en barcazas.

Draga Tipo Pala

Se colocan dientes en el labio de la pala para hacerlas más eficientes en el dragado de materiales duros. Se eleva el material y se descarga en barcazas. Estas dragas son capaces de dragar rocas duras y materiales muy compactados. Tienen algunas limitaciones en lo que hace a profundidades a dragar.

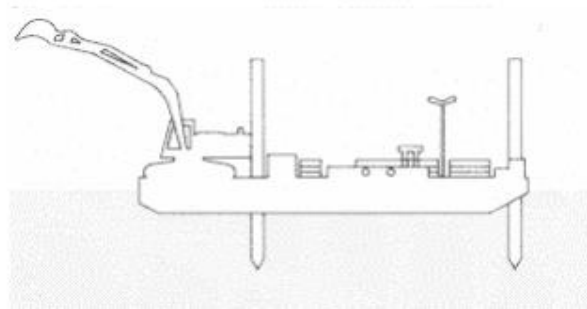


Figura 1. Draga tipo pala, según Escalante, 2008.

Dragas Hidráulicas:

Este tipo de dragas utiliza bombas centrífugas para producir la succión de agua que transporta el material dragado.

Draga de Succión Simple:

Es un barco que presenta un tubo de succión que desciende hasta el fondo y que mediante la succión producida por las bombas centrífugas eleva la mezcla de agua y material hasta la superficie. La profundidad depende de la longitud del tubo de succión. Las dragas pueden tener cántara propia donde descargan el material o pueden descargarlo a barcazas o enviarlo mediante una tubería.

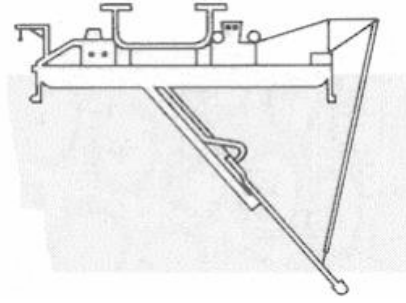


Figura 2. Dragas de Succión Simple, Según Escalante, 2008.

Draga de succión por Arrastre:

Las dragas de succión por arrastre son barcos autopropulsados que tienen cántaras en las que se coloca el material dragado. El dragado se efectúa mediante tubos de succión ubicados a los costados de la draga que se bajan hasta ponerlos en contacto con el fondo. La succión de la mezcla de agua y sedimento se efectúa mediante bombas centrífugas que pueden estar ubicadas en la bodega del buque o en el tubo de succión para aumentar la profundidad de dragado. El cabezal de dragado que está en contacto con el fondo tiene un diseño muy elaborado. A los efectos de aumentar la capacidad de disgregar el material de fondo al cabezal de dragado se le pueden adicionar dientes o chorros de agua de baja o alta presión. Las dragas de succión por arrastre son muy flexibles en lo que hace a los tipos de material que pueden dragar, las posibilidades de disposición del material dragado y la posibilidad de trabajar tanto en aguas protegidas como no protegidas.

1.4 Formulación del problema

¿Mediante la aplicación de un Plan de Mantenimiento se mejorará el funcionamiento de la Draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1. Económico:

Se plantea este estudio de elaborar un plan de mantenimiento en la Draga Marinero Rivas en el Terminal Portuario de Salaverry, para así reducir, o evitar paradas no programadas por falta de un plan de mantenimiento, para optimizar el trabajo de dragado, haciendo que los ingresos económicos que produce ENAPU S.A. por atraque buques, cruceros u otros, no se vean afectados por la inactividad de la Draga Marinero Rivas.

1.5.2. Técnico:

Se desea realizar un plan de mantenimiento a la Draga Marinero Rivas en el terminal Portuario de Salaverry, para disminuir las necesidades de la propia Draga, controlando y mejorando su funcionamiento y así brindar sus servicios de dragado en el canal de entrada para los buques, cruceros u otros.

1.5.3. Medio Ambiental:

Con este estudio de trabajo, se buscará aportar al dragado en las zonas costeras de La Libertad, que son afectadas por la erosión costera.

Además se busca impedir algún imprevisto como el rebalse del fango en la cántara por algún mal funcionamiento.

1.6 Hipótesis:

Con la aplicación del Plan de Mantenimiento si mejorar el funcionamiento de la Draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry.

1.7 Objetivos:

1.7.1 Objetivo General :

Aplicar un Plan de Mantenimiento en la Draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry para mejorar su funcionamiento.

1.7.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar una evaluación del mantenimiento actual de la draga.
- ✓ Análisis de criticidad.
- ✓ Elaboración del plan de mantenimiento basado en la Norma Iso 55000.
- ✓ Elaborar formatos.
- ✓ Realizar una proyección de aplicación del plan de mantenimiento.
- ✓ Elaboración de un programa de monitoreo del cumplimiento del plan de mantenimiento.
- ✓ Comparación de los indicadores finales con los de la evaluación.
- ✓ Determinación de costos y periodo retorno de la inversión.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de Investigación

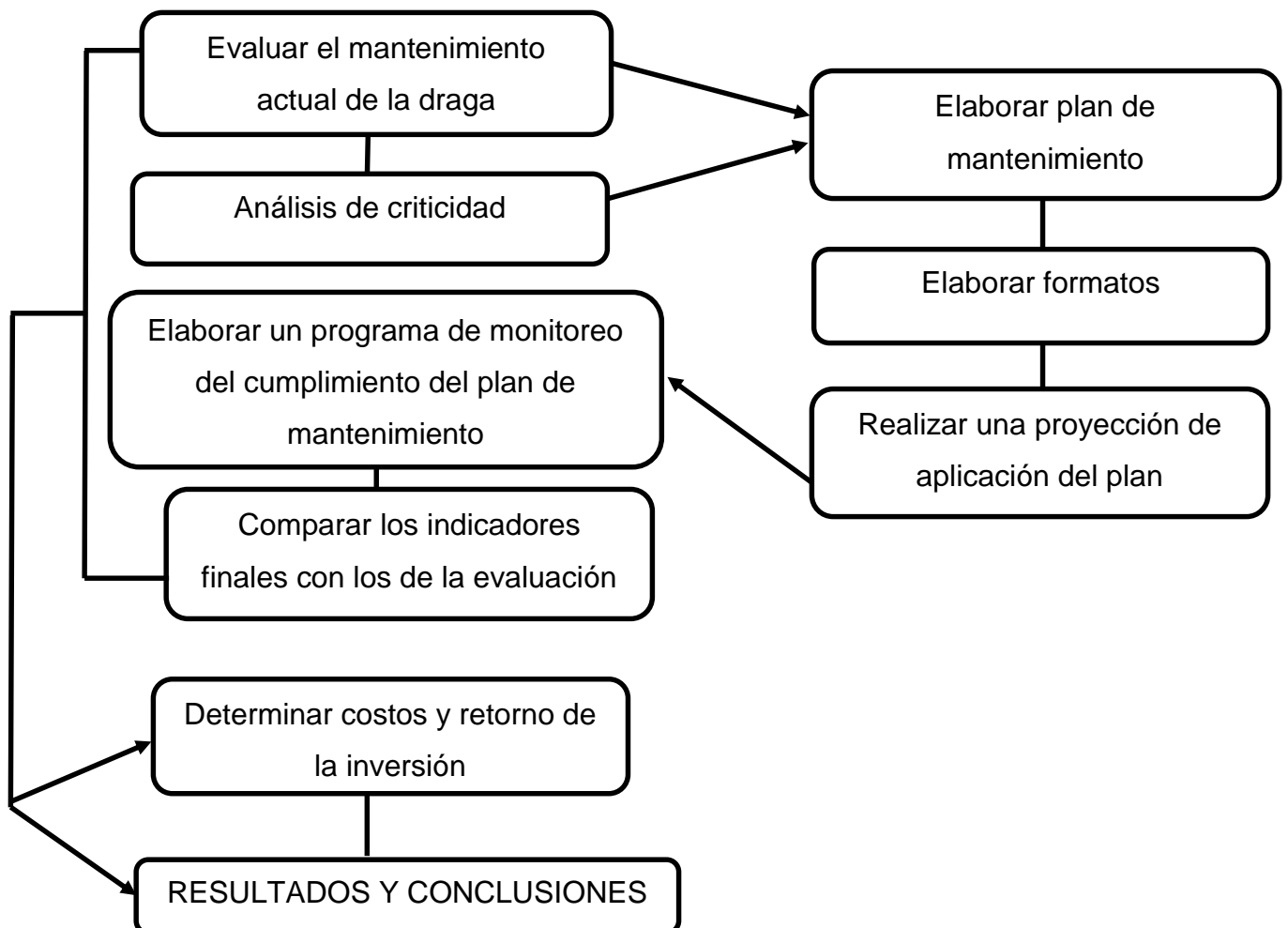


O: ¿Mediante la aplicación de un Plan de Mantenimiento se mejorará el funcionamiento de la Draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry?

A₁: Aplicación de un plan de mantenimiento a la draga Marinero Rivas.

X: Plan de mantenimiento

A₂: Mejoramiento del funcionamiento de la draga Marinero Rivas



2.2 Variables, operacionalización

2.2.1. Variables Independientes:

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

2.2.2. Variables Dependientes:

MEJORAMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO

2.2.3. Variables Intervinientes:

- ✓ Cambios climáticos
- ✓ Oleajes anómalos

Variable	D. Concepto	D. Operacional	Indicadores	Esc. Medición
Plan de mantenimiento	Es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.	Es el proceso en donde se determina, precisa, las actividades que se va a elaborar antes de iniciar una tarea para mantener a la draga Marinero Rivas operando.	Horas de para Horas de trabajo Horas de mantenimiento	Razón
Indicadores	Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo, calidad y plazos.	Son los parámetros numéricos de mantenimiento que se busca mejorar en la draga Marinero Rivas para mejorar su funcionamiento.	Disponibilidad Confiabilidad Mantenibilidad	Razón

2.3 Población y muestra:

Población: Draga de succión por arrastre Marinero Rivas.

Muestra: Draga de succión por arrastre Marinero Rivas.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica	Instrumento	Validación
Análisis Documentales	Ficha de registro (DATA)	Por el especialista
Encuesta	Cuestionario	Por el especialista

2.5 Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos se utilizó para procesar la información obtenida mediante la ficha de registro que serán analizadas a través de tablas y figuras de estadísticas descriptivas, utilizando: Media aritmética, distribución porcentual y desviación estándar. Los cuales nos darán los indicadores de mantenimiento, para determinar todos los objetivos propuestos.

2.6 Aspectos éticos

Para éste proyecto de investigación cuenta con conceptos de otros autores, los cuales serán referenciados en todo momento.

Además, la validación de datos, serán validados por un experto, donde se demuestra que todos los datos obtenidos son reales.

III. RESULTADOS

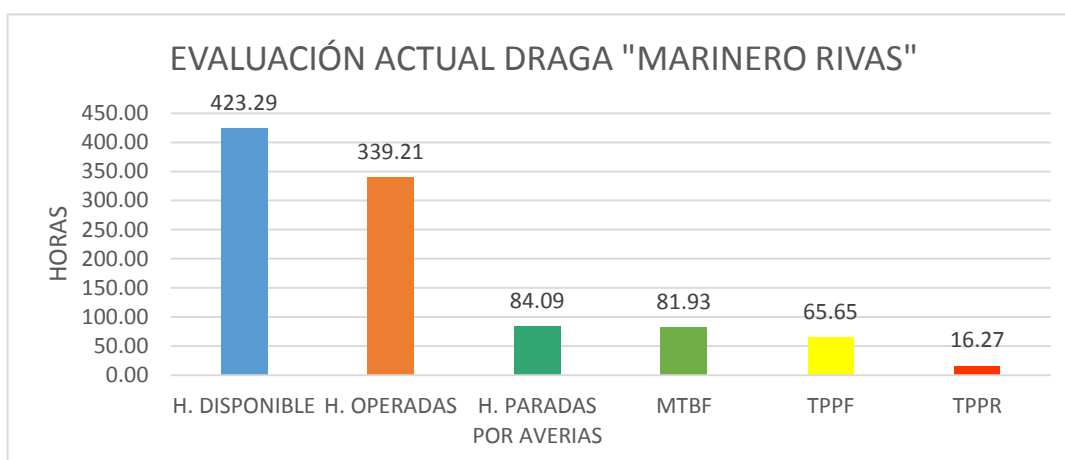
3.1. Evaluación del mantenimiento actual de la Draga “Marinero Rivas”

La recolección de datos del año 2016 brindó la siguiente información. Ver Anexo 2

$$TPPF = \frac{339.21}{5.17} = 65.65 \text{ horas} \dots \text{Ec. 1}$$

$$TPPR = \frac{84.09}{5.17} = 16.27 \text{ horas} \dots \text{Ec. 2}$$

$$MTBF = 65.65 + 16.27 = 81.93 \text{ horas} \dots \text{Ec. 3}$$



Fuente: ENAPU S.A.

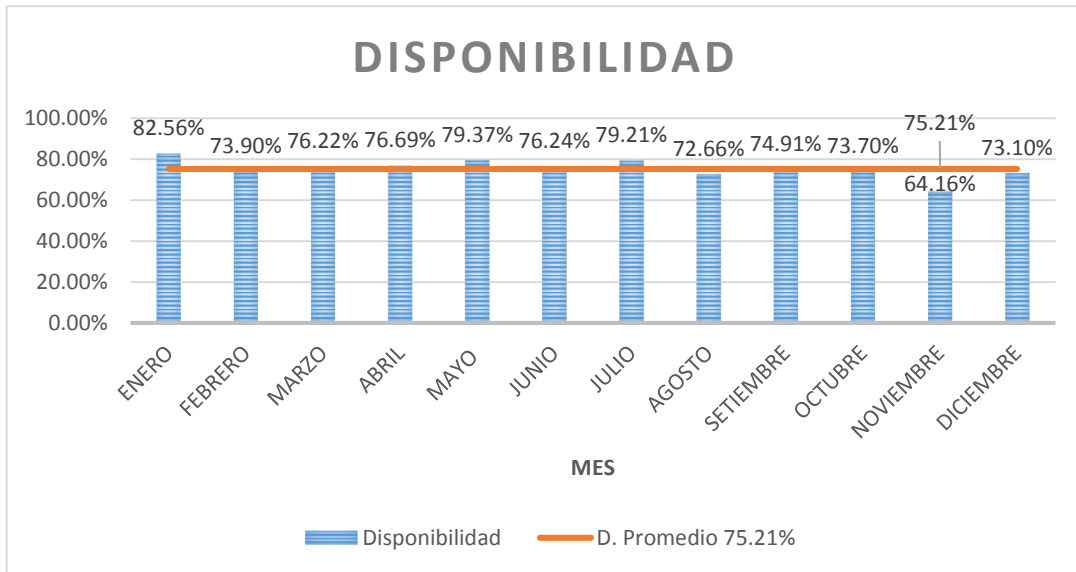
Elaboración: Propia

La draga actualmente presenta un promedio de horas disponibles de 423.29, horas operadas de 339.21, 84.09 horas de para por avería y se identifica los tiempo promedio entre falla de 81.93, promedio para fallar de 65.65 horas, y tiempo promedio para reparar de 16.27.

Además se identifica los siguientes indicadores:

$$D = \frac{65.65 - 16.27}{65.65} \dots \text{Ec. 4}$$

$$D = 75.21\%$$



Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

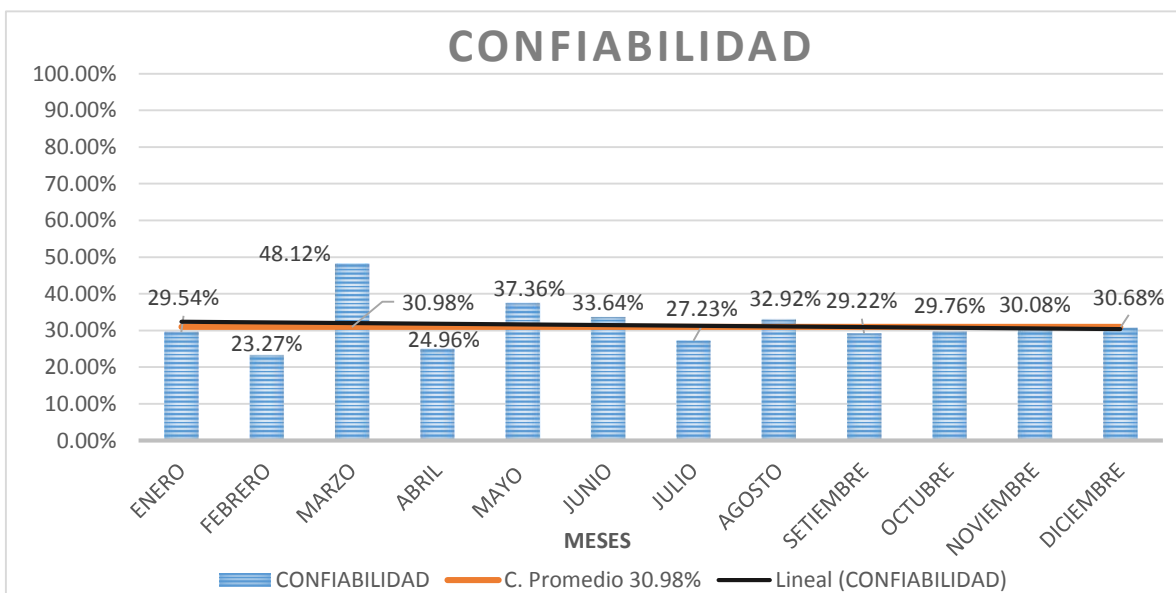
La draga presenta una disponibilidad promedio de 75.21%

Presenta la siguiente confiabilidad:

$$\lambda = 1/TPEF$$

$$\lambda = \frac{1}{81.93} = 0.0122$$

$$C = e^{-0.0122 \cdot 96} = 30.98\% \dots Ec. 4$$



Fuente: ENAPU S.A

Elaboración: Propia

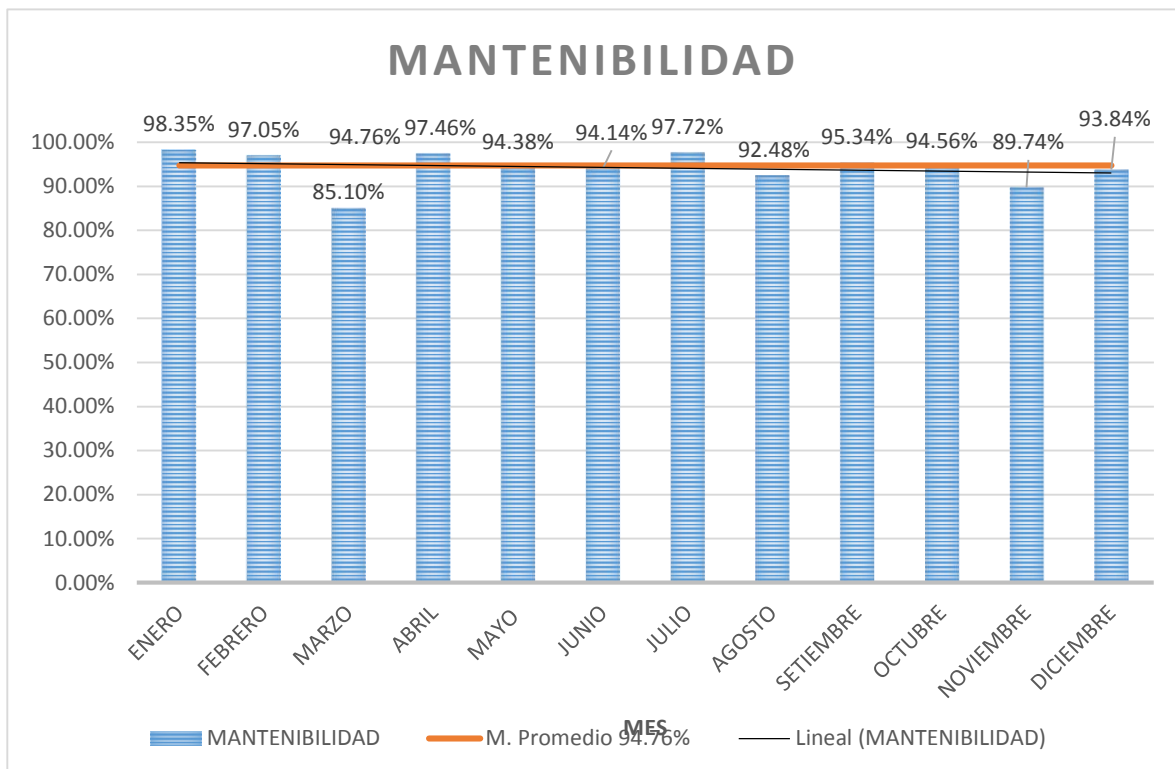
El nivel de confiabilidad promedio que se registra en la Draga
Marinero Rivas es de 30.98%

Para mantenibilidad:

$$\mu = 1/TPPR$$

$$\mu = \frac{1}{16.27} = 0.0614$$

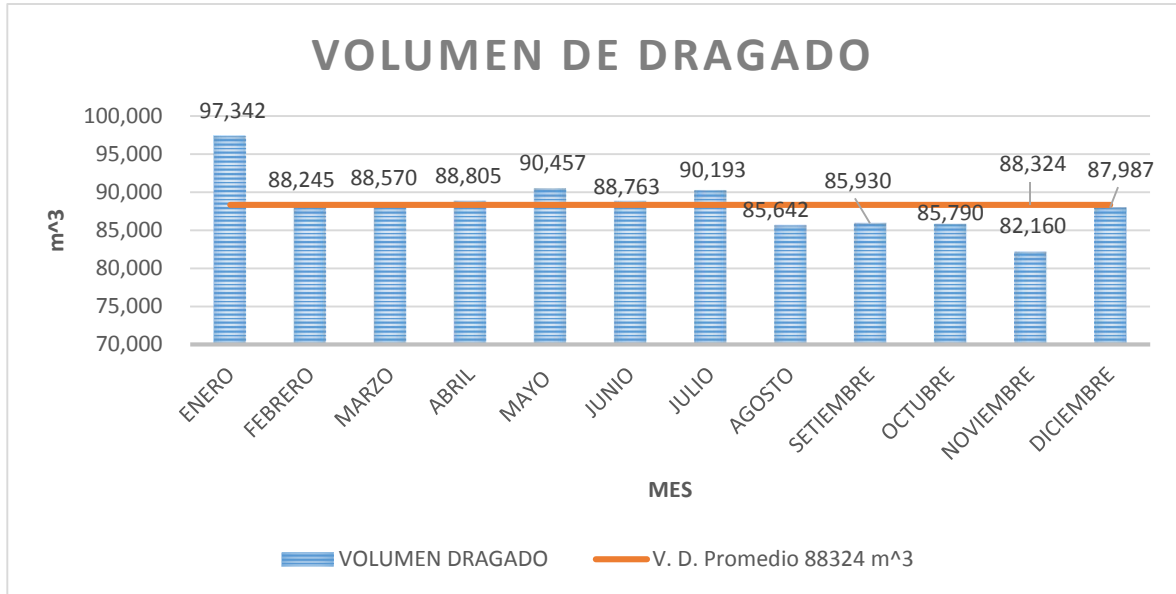
$$M = 1 - e^{-0.0614 \cdot 48} = 94.76\%$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

La mantenibilidad promedio de la Draga “Marinero Rivas” es de
94.76%



Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

El volumen de dragado promedio es de 88324 m³.

3.2. Análisis de Criticidad

En el análisis de criticidad se determinó seleccionar grupos electrógenos, motores, sistema hidráulico, equipos y otros como cántara, para identificar fácilmente en donde ocurren las fallas más frecuentes y que producen los niveles de producción bajo. Para resultado de análisis de criticidad, se ha basado en las ponderaciones de la matriz de criterios de evaluación (Ver anexo 3)


N.	Máquina/Equipo	Puntaje	Porcentaje
1	Motor de Babor	208	18.94%
2	Grupo Electrónico N. 01	152	13.84%
3	Motor de Dragado	124	11.29%
4	Bomba de Dragado	66	6.01%
5	Bomba Hidráulica N. 01	42	3.83%
6	Grupo Electrónico N. 02	24	2.19%
7	Grupo Electrónico N. 03	24	2.19%
8	Generador N. 01	24	2.19%
9	Tubo de Descarga	23	2.09%
10	Motor de Estribor	20	1.82%
11	Turbo Soplante VTR-201	18	1.64%
12	Válvula corredora de succión	18	1.64%
13	Tablero de control-Luces de Navegación	16	1.46%

14	Sistema Eléctrico 24 V	16	1.46%
15	Baterías	16	1.46%
16	Cilindro Hidráulico-Cabezal	15	1.37%
17	Compresora N. 01	14	1.28%
18	Cilindro Hidráulico-Intermedio	14	1.28%
19	Bomba Hidráulica N. 02	14	1.28%
20	Bomba Pegson	14	1.28%
21	Bomba de lavado de sellos	14	1.28%
22	Transformador-alumbrado	14	1.28%
23	Codo de Elinda	14	1.28%
24	Cable de Elinda	14	1.28%
25	Difusor de descarga	14	1.28%
26	Caja de Engranaje	14	1.28%
27	Accidente	11	1.00%
28	Tarjetas Hidráulicas	10	0.91%
29	Pescante	10	0.91%
30	Motor Eléctrico de bomba de lubricación	08	0.73%
31	Compresora N. 02	07	0.64%
32	Motor de Reserva	07	0.64%
33	Turbo Soplante VTR-250	07	0.64%
34	Alternador N. 01	07	0.64%
35	Alternador N. 02	07	0.64%
36	Canaleta de Cántara	07	0.64%
37	Compensador de Olas cabezal	07	0.64%
38	Cocina Eléctrica	07	0.64%
39	Consola de Dragado	07	0.64%
40	Grasera Eléctrica-Timón	06	0.55%
41	Motor Eléctrico de bomba contra incendio	06	0.55%
42	Reboses de Cántara	05	0.46%
43	Desechos de Cántara	05	0.46%
44	Ancla de Popa	04	0.36%
45	Abanico de Cántara	04	0.36%
46	Tubo de Elinda	04	0.36%
47	Cabezal de Elinda	04	0.36%
48	Bomba Elevadora de Combustible	04	0.36%
49	Motor Cabrestante de petróleo	04	0.36%
50	Bomba de sentinas	04	0.36%
C		SM	NC

Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

3.3. Plan de Mantenimiento basado en la Norma Iso 55000

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 1-16

1. Objetivo:

Aplicar un plan de mantenimiento para los componentes críticos, y semi-críticos de la Draga Marinero Rivas del Terminal Portuario de Salaverry que se obtuvieron a través del análisis de criticidad, para así mejorar el funcionamiento de la Draga Marinero Rivas.

2. Alcance:

Se aplica a los componentes críticos y semi-críticos de la Draga Marinero Rivas perteneciente a la ENAPU S.A. - Salaverry


3. Responsabilidades:

Jefe de Operaciones: Persona que coordina el dragado del canal de acceso al Puerto de Salaverry, y concilia con el jefe de mantenimiento la fecha de ejecución del plan de mantenimiento.

Jefe de Mantenimiento: Persona encargada de elaborar y garantizar el cumplimiento del plan de mantenimiento. Coordina con los encargados de realizar el mantenimiento, y verificar el cumplimiento de esta.

Asistente de Mantenimiento: Persona encargada de proveer actualizados registros de mantenimiento y de informar o reportar equipos que necesitan mantenimiento correspondiente.

Técnico Oficial: Persona encargada de realizar el trabajo del plan de mantenimiento, siguiendo lo solicitado en las ordenes de trabajo o servicio.

		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 2-16

Proveedor: Es el encargado de realizar los trabajos, en donde los oficiales técnicos están limitados, se le conoce como servicios de terceros.

4. Documentos Aplicables y/o Anexos:

Procedimiento de Servicio de Mantenimiento. Código: P-PSM-01-01

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-01-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento”. Código: R-OTM-01-02-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-03-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-04-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-05-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-06-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-07-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-08-00


Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-09-00

Formato: “Orden de Trabajo de Mantenimiento” Código: R-OTM-01-10-00

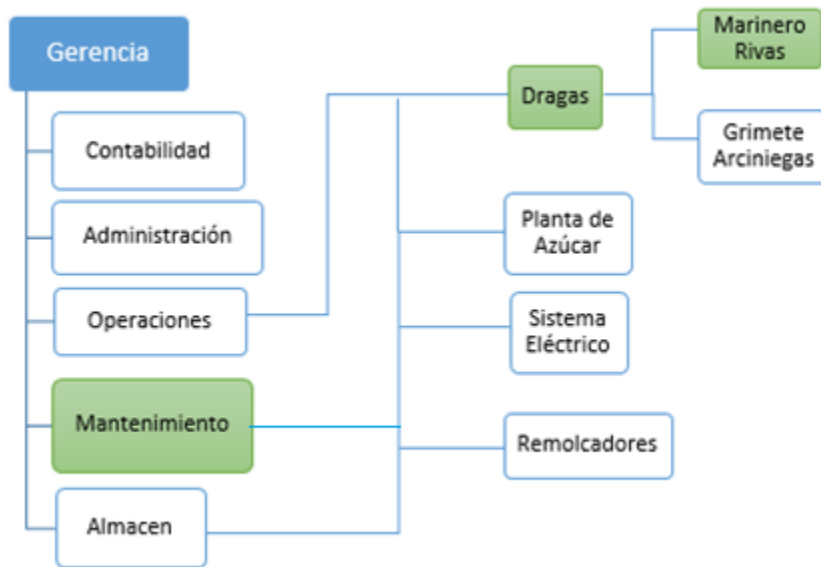
Formato: “Orden de Requerimiento de Aceite”. Código: R-ORA-01-00-00

Formato: “Orden de Requerimiento de Repuesto”. Código: R-ORR-01-00-00

Formato: “Orden de Requerimiento de Combustible”. Código: R-ORC-01-00-00

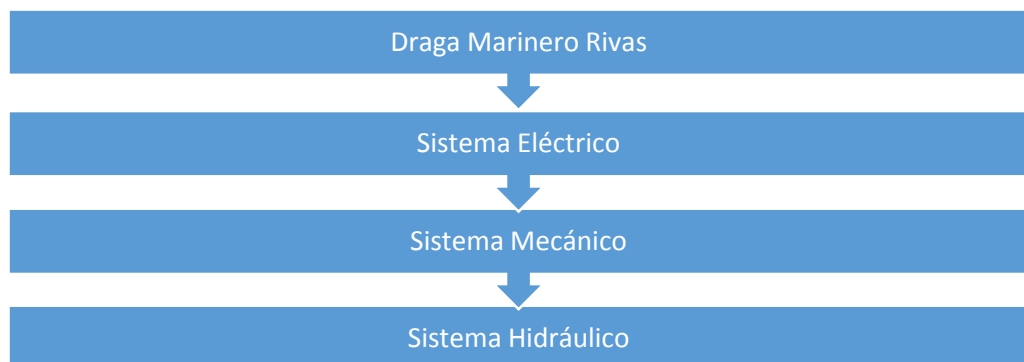
 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 3-16

5. Diagrama de Requerimiento General en Gestión de Activos:




Fuente: Enapu S.A.

6. Diagrama de Identificación de Subsistemas del Sistema:



Fuente: Enapu S.A.

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 4-16

7. Grado de Riesgo de Equipos:

Se determina a través de un análisis de criticidad. (Ver Anexo 4)

N.	Máquina/Equipo	Consecuencia	Grado de Riesgo
1	Motor de Babor	52	I
2	Grupo Electrónico N. 01	38	I
3	Motor de Dragado	31	I
4	Bomba de Dragado	66	I
5	Bomba Hidráulica N. 01	21	II
6	Grupo Electrónico N. 02	8	II
7	Grupo Electrónico N. 03	8	II
8	Generador N. 01	12	II
9	Tubo de Descarga	23	II
10	Motor de Estribor	10	II

Fuente: Enapu S.A.


8. Análisis Económico de la Gestión de Activos

Para determinar el análisis económico, se evaluó entre frecuencia de fallas y costos de mantenimiento. Para éste caso de estudio, durante el año 2016, no varió el costo de mantenimiento.

N.	Máquina/Equipo	Consecuencia	C. Mantenimiento
1	Motor de Babor	52	1
2	Grupo Electrónico N. 01	38	1
3	Motor de Dragado	31	1
4	Bomba de Dragado	66	1
5	Bomba Hidráulica N. 01	21	1
6	Grupo Electrónico N. 02	8	1
7	Grupo Electrónico N. 03	8	1
8	Generador N. 01	12	1
9	Tubo de Descarga	23	1
10	Motor de Estribor	10	1


Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

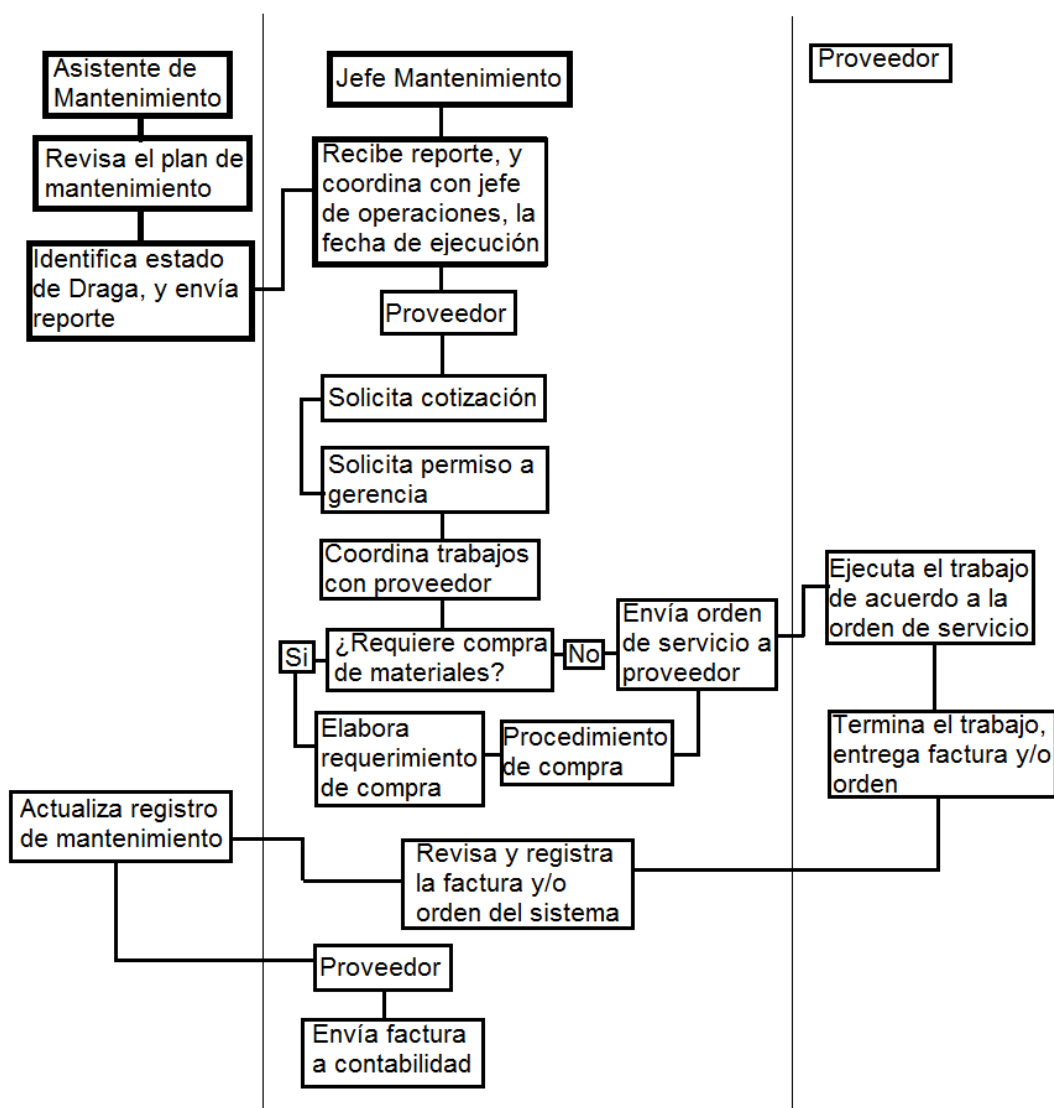
 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01
				Página: 5-16

9. Política:


Atender la demanda de servicios portuarios a través de la administración, operación y mantenimiento de los Terminales Portuarios bajo su ámbito de manera eficaz, eficiente, confiable y oportuna a fin de contribuir a la competitividad del comercio exterior y a la integración territorial. Para ello, depende del sistema de dragas, en este caso, Puerto Salaverry, en donde, el jefe de mantenimiento, está en la obligación de tener operativa a ambas dragas, cumpliendo con un seguimiento programado, apoyado del área de operaciones.

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 6-16

10. Flujograma de Mantenimiento:




Fuente: ENAPU S.A


		Planificación del Mantenimiento en Draga "Marinero Rivas"			Código: P-MDR-01	
Elaborado por: LTOS		Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:		Versión: 01 Página: 7-16

11. Procedimientos de Mantenimiento:


Elemento: 01		MOTOR DE BABOR		INTERVALO						
Sistema	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	1h-50h	Después 50h	Cada 100h	Cada 150h	Cada 250h	Cada 1000h	
Sistema de Combustible	Compruebe el nivel de combustible y reponga si procede	2000	I							
	Vaciar agua y los residuos del depósito de combustible			I/L						
	Vaciar el separador del combustible/agua					I/L			I/L	
	Filtro de combustible								C	
Sistema de Lubricación	Nivel del aceite del motor	1000	I	C				C		
	Motor		I	C					C	
	Inversor reductor marino					C				
	Unidad del radiador marino									
Filtro del aceite	Motor		C					C		
Sistema de Refrigeración	Salida de agua salada	800	I							
	Nivel de refrigerante		I							
	Rotor de la bomba de agua salada								I	C
	Refrigerante									C
Sistema de Escape y Admisión de Aire	Filtro de aire	300						I/L		
	Codo del mezclador de escape/agua								L/C	
	Tubería de respiración								L/C	
S. Eléctrico	Batería	400			I					
	Correa en V			I/C					I/C	C
	Conectores del cableado								I	
Bloque de motor y Tapa de Cilindros	Tornillos y tuercas principales	150	I			I/C			C	
	Válvula de admisión y escape			I			I			
COSTOS			S/. 4650.00							
I: Inspeccionar, ajustar o llenar			C: Cambiar			L: Limpiar				

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”			Código: P-MDR-01	
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01		
				Página: 8-16		


Elemento: 02	Grupo Electrónico N. 01		Intervalo						
Sistema	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	Primera 20h-50h	Cada 200h	Cada 400h	Cada 800h	Anual	
General	Apriete de tornillos, fijación	150		I		I			
	Huelgo de válvulas					I			
	Gas de escape, ruido y vibraciones		I						
Sistema de Lubricación	Aceite del grupo electrógeno	1000	I	C	C			C	
	Filtro de aceite.			C	C				
Sistema de Combustible	Nivel de combustible	2000	I						
	Tanque de combustible							I/L	
	Filtro de combustible					C			
	Filtro separador de agua			E		C			
	Bomba de inyección							I	
	Inyector							I	
Sistema de Refrigeración	Purga del sistema de alimentación							I	
	Refrigerante	800	I					C	
	Circuito de agua salada							I/L	
	Filtro de agua		I	L	L/C				
	Grifo de agua salada		I						
	Impulsor de la bomba de agua salada					I/C	I		
Ánodo de zinc.					I/C				
Sistema de Admisión	Filtro de aire	200		I		C			
Sistema Eléctrico	Motor de arranque y alternador	350				I			
	Correas			I		I	C		
	Nivel de la batería			I	I		C		
	Alternador principal- Aislamiento eléctrico.						I		
I: Inspección		L: Limpiar			C: Cambiar				
Costo					S/. 4500.00				

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”			Código: P-MDR-01	
Elaborado por: LTOS		Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:		Versión: 01
						Página: 9-16


MOTOR DE DRAGADO			INTERVALOS						
Elemento: 03	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	1h- 50h	Cada 200h	Cada 400h	Cada 800h	Anual	Cada 2 años
Cuerpo del Motor	Apriete de tornillos, fijación	100		I		I			
	Huelgo de válvulas					I			
	Gas de escape, ruido y vibraciones		I						
	Presión de compresión.						I		
Sistema de Lubricación	Aceite del motor	1100	I		I	C		C	
	Aceite de inversor		I			C			
	Filtro de aceite.			I		C			
Sistema de Combustible	Nivel de combustible	2000	I						
	Tanque de combustible								I/L
	Filtro de combustible					C			
	Bomba de inyección						I		
	Inyector						I		
Sistema de refrigeración	Purga del sistema de alimentación								I
	Agua de refrigeración	800	I						C
	Filtro de Agua		I						I/L
	Grifo de Fondo		I	L	CL				
Rodete bomba de agua salada					I	L			
Sistema de Admisión	Filtro de aire	100		I		C			
Sistema Eléctrico	Correa alternador y tensión	350		I		I			
	Nivel de la batería			I	I		C		
	Motor de Arranque y alternador					I			
	Bujía incandescente					I			
Costo:			S/.4450.00						
I: Inspeccionar, ajustar o llenar			E: Vaciar						
C: Cambiar			L: Limpiar						

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 10-16


Elemento: 04	BOMBA DE DRAGADO	INTERVALO			
		Diario	200h	2000h	Anual
TAREAS A REALIZAR					
	Lubrique los cojinetes	X			
	Inspeccione los sellos	X			
	Analice la vibración	X			
	Inspeccione la presión de descarga	X			
	Inspeccione la temperatura	X			
	Controle el nivel de aceite	X			
	Inspeccione de la bomba y tuberías tienen fugas	X			
	Inspeccione si la cámara del sello tiene fugas	X			
	Inspeccione que no haya fugas en el sello mecánico	X			
	Controle que la base y los pernos de sujeción estén ajustados			x	
	Controle el sello mecánico si la bomba estuvo sin funcionar y reemplácelo(si es necesario)			x	
	Cambio de aceite			x	
	Control de la capacidad de la bomba				x
	Control de la presión de la bomba				x
	Cojinetes lubricados con aceite		L	L	
L: Limpiar					
Costo: 3500					

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 11-16


Elemento: 05	Bomba Hidráulica N. 01	Intervalo		
		Diario	Trimestral	Anual
Actividades				
Controle los ruidos inusuales, la vibración y las temperaturas de los cojinetes.		X		
Controle si la bomba y las tuberías tienen fugas.		X		
Asegúrese de que no haya fugas en el sello mecánico.		X		
Ajuste o reemplace la empaquetadura en la caja de empaque si observa fugas		X		
Controle que la base y los pernos de sujeción estén ajustados.			X	
Desmante la bomba.				X
Inspecciónela.				X
Reemplace las piezas desgastadas				X
COSTO DE MANTENIMIENTO		S/. 3300.00		

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga "Marinero Rivas"	Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:
			Versión: 01 Página: 12-16


Elemento: 06		Grupo Electrógeno N. 02		Intervalo				
Sistema	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	Primera 20h-50h	Cada 200h	Cada 400h	Cada 800h	Anual
General	Apriete de tornillos, fijación	100		I		I		
	Huelgo de válvulas					I		
	Gas de escape, ruido y vibraciones		I					
Sistema de Lubricación	Aceite del grupo electrógeno	1000	I	C	C			C
	Filtro de aceite.			C	C			
Sistema de Combustible	Nivel de combustible	2000	I					
	Tanque de combustible							I/L
	Filtro de combustible						C	
	Filtro separador de agua				E		C	
	Bomba de inyección							I
	Inyector							I
Sistema de Refrigeración	Purga del sistema de alimentación							I
	Refrigerante	800	I					C
	Circuito de agua salada							I/L
	Filtro de agua		I	L	L/C			
	Grifo de agua salada		I					
	Impulsor de la bomba de agua salada					I/C	I	
Ánodo de zinc.					I/C			
Sistema de Admisión	Filtro de aire	150		I		C		
Sistema Eléctrico	Motor de arranque y alternador	350				I		
	Correas			I		I	C	
	Nivel de la batería			I	I		C	
	Alternador principal- Aislamiento eléctrico.						I	
Costo					S/. 4400.00			

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”			Código: P-MDR-01	
Elaborado por: LTOS		Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 13-16	


Elemento: 07		Grupo Electrónico N. 03	Intervalo					
Sistema	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	Primera 20h-50h	Cada 200h	Cada 400h	Cada 800h	Anual
General	Apriete de tornillos, fijación	100		I		I		
	Huelgo de válvulas					I		
	Gas de escape, ruido y vibraciones		I					
Sistema de Lubricación	Aceite del grupo electrógeno	1000	I	C	C			C
	Filtro de aceite.			C	C			
Sistema de Combustible	Nivel de combustible	2000	I					
	Tanque de combustible							I/L
	Filtro de combustible					C		
	Filtro separador de agua			L		C		
	Bomba de inyección						I	
	Inyector						I	
Sistema de Refrigeración	Purga del sistema de alimentación						I	
	Refrigerante	800	I					C
	Circuito de agua salada							I/L
	Filtro de agua		I	L	L/C			
	Grifo de agua salada		I					
	Impulsor de la bomba de agua salada				I/C	I		
Ánodo de zinc.				I/C				
Sistema de Admisión	Filtro de aire	150		I		C		
Sistema Eléctrico	Motor de arranque y alternador	350				I		
	Correas			I		I	C	
	Nivel de la batería			I	I		C	
	Alternador principal- Aislamiento eléctrico.						I	
COSTOS			S/. 4400.00					
I: Inspección			L: Limpiar		C: Cambiar			

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 14-16

Elemento: 08	Generador N. 01	Intervalo			
		Diario	Semanal	6 meses	Anual
Actividad					
Compruebe visualmente que los alojamientos de cojinetes del generador no muestren filtraciones de aceite.		X			
Verificar montaje y cimientos (grietas, oxidación)		X			
Verificar exterior (fugas)		X			
Inspeccione visualmente que el exterior de los cojinetes no tenga suciedad y limpie si es necesario.			X		
Inspeccione que los filtros de aire del generador no contengan acumulación de contaminantes y limpie cuando sea necesario			X		
Inspeccione visualmente que los cables de salida y el aislamiento del inductor no tengan grietas ni daños.				X	
Limpie el interior de la caja de salida, los filtros de aire, los alojamientos de cojinetes y los deflectores de aire con aire comprimido				X	
Compruebe que la conexión del rectificador de rotación esté bien apretada.					X
Cambie el aceite de cojinetes					X
COSTO DE MANTENIMIENTO			S/. 2000.00		

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga “Marinero Rivas”		Código: P-MDR-01
Elaborado por: LTOS	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:	Versión: 01 Página: 15-16

Elemento: 09	Tubo de descarga	Intervalo		
		Diario	Cada 2 meses	Cada vez que sea necesario
Actividad				
Inspeccionar exterior del tubo		X		
Pintador y/o aplicación de aditivo anticorrosivo			X	X
Inspeccionar interior del tubo		X		X
Limpiar interior del tubo			X	X
COSTOS		S/ 2000.00		

 ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.		Planificación del Mantenimiento en Draga "Marinero Rivas"			Código: P-MDR-01	
Elaborado por: LTOS		Revisado por:	Aprobado por:	Fecha vigencia:		Versión: 01 Página: 16-16

Elemento: 10	MOTOR DE ESTRIBOR		INTERVALO							
	Sistema	ELEMENTO DE INSPECCIÓN	Costo	Diario	1h-50h	Después 50h	Cada 100h	Cada 150h	Cada 250h	Cada 1000h
Sistema de Combustible	Compruebe el nivel de combustible y reponga si procede		1000	I						
	Vaciar agua y los residuos del depósito de combustible			I/L						
	Vaciar el separador del combustible/agua					I/L			I/L	
	Filtro de combustible								C	
Sistema de Lubricación	Nivel del aceite del motor	Motor	2000	I	C			C		
		Inversor reductor marino		I	C				C	
		Unidad del radiador marino					C			
	Filtro del aceite	Motor				C			C	
Sistema de Refrigeración	Salida de agua salada		800	I						
	Nivel de refrigerante			I						
	Rotor de la bomba de agua salada								I	C
	Refrigerante									C
Sistema de Escape y Admisión de Aire	Filtro de aire		250						I/L	
	Codo del mezclador de escape/agua								L/C	
	Tubería de respiración								L/C	
S. Eléctrico	Batería		400			I				
	Correa en V					I/C			I/C	C
	Conectores del cableado								I	
Bloque de motor y Tapa de Cilindros	Tornillos y tuercas principales		100	I			I/C			C
	Válvula de admisión y escape					I			I	
COSTOS				S/. 4550.00						
I: Inspeccionar, ajustar o llenar				C: Cambiar			L: Limpiar			

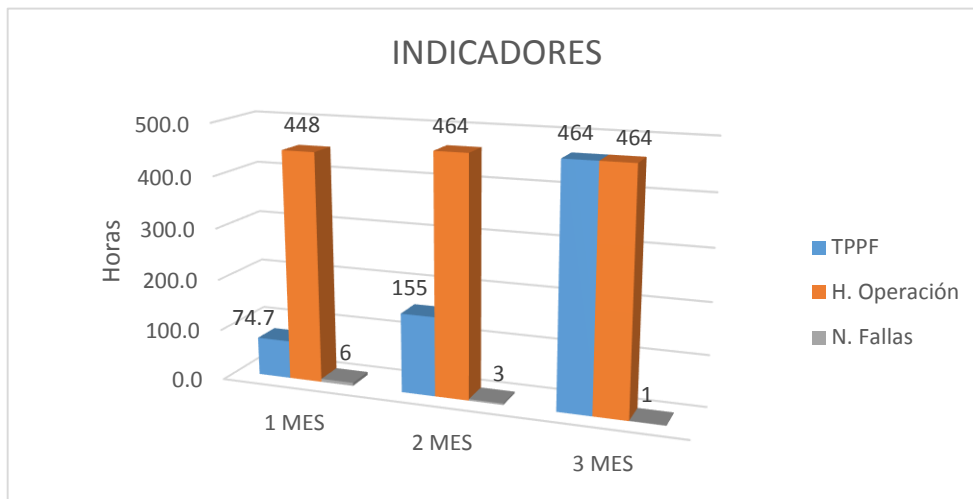
3.4. Proyección de Aplicación del Plan de Mantenimiento

Proyección TPPR, Horas de Operación y número de fallas

$$TPPF = \frac{H. Operación}{N. fallas} \dots Ec. 1$$

Despejando:

$$TPPF = \frac{448}{6} = 74.7 \text{ horas (Primer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

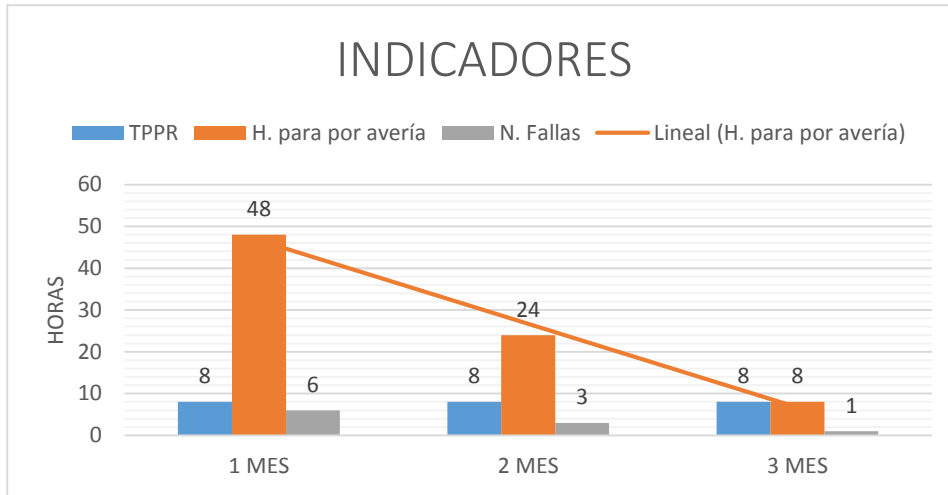
El gráfico muestra la tendencia de crecimiento en el TPPF de 74.7, 155 a 464 horas y el aumento de las horas de operación de 448 a 464 horas reduciendo el número de fallas de 6, 3 y 1 en el trimestre que se evalúa. (Ver Anexo 9)

Proyección de TPPR, Horas de para por Avería, y Número de Fallas

$$TPPR = \frac{H. para por avería}{N. fallas} \dots Ec. 2$$

Despejando:

$$H. para por avería = 8 * 6 = 48 \text{ horas (Primer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A.

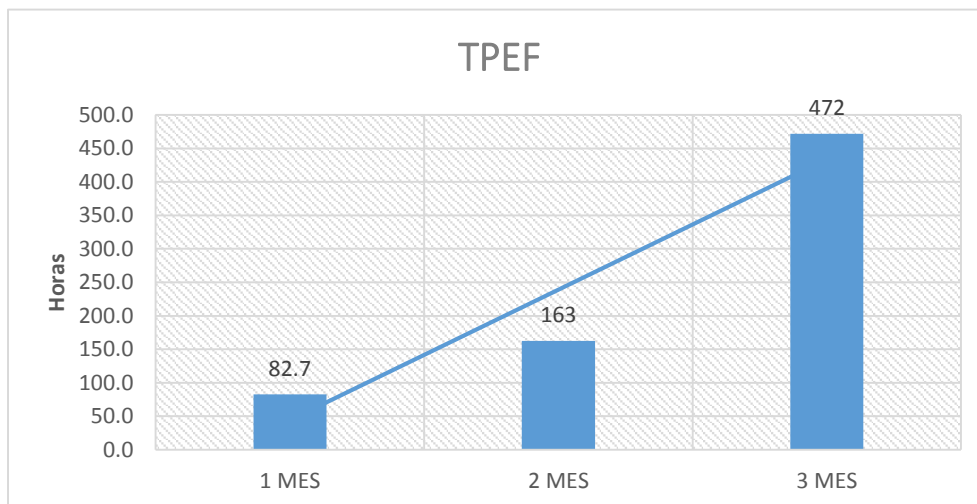
Elaboración: Propia

Se observa una proyección de disminución de horas de para por avería, entre 48, 24 y 8 horas, durante un trimestre, utilizando TPPR de 8 horas, durante los tres meses de proyección, siendo en el caso más crítico. Para ello, se referencia la frecuencia de falla o número de fallas, de 6, 3 y 1 durante el trimestre evaluado. (Ver Anexo 9)

Proyección de TPEF

$$TPEF = TPPF + TPPR... Ec. 3$$

$$TPEF = 74.7 + 8 = 82.7 \text{ horas (Primer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

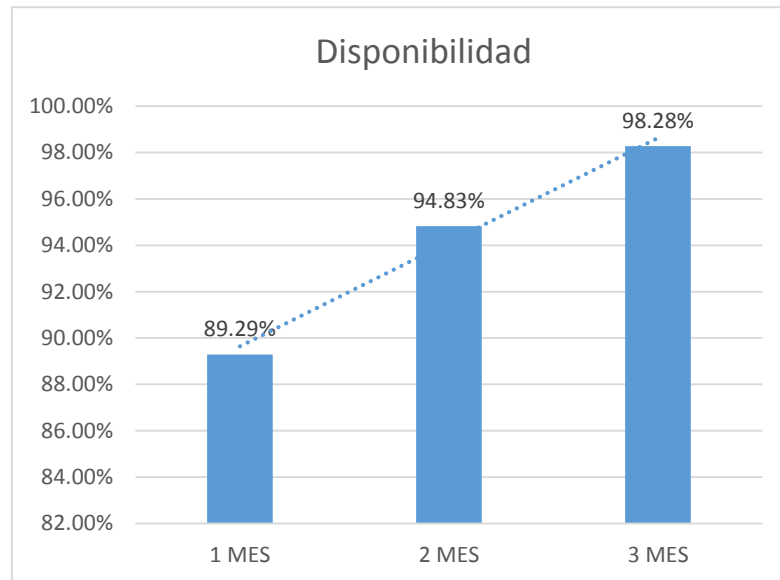
Se determina una tendencia de aumento, de tiempo promedio entre falla, de

82.7 horas, 163 y 472 horas, en el trimestre evaluado. (Ver Anexo 9)

Proyección de Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = (TPPF - TPPR) / TPPF \dots \text{Ec. 4}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{74.7 - 8}{74.7} = 89.29\% \text{ (Primer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A

Elaboración: Propia

Se muestra una tendencia de aumento del 89.29 % el primer mes, 94.83% en el segundo mes, y 98.28% en el tercer mes de disponibilidad de la draga "Marinero Rivas". (Ver Anexo 9)

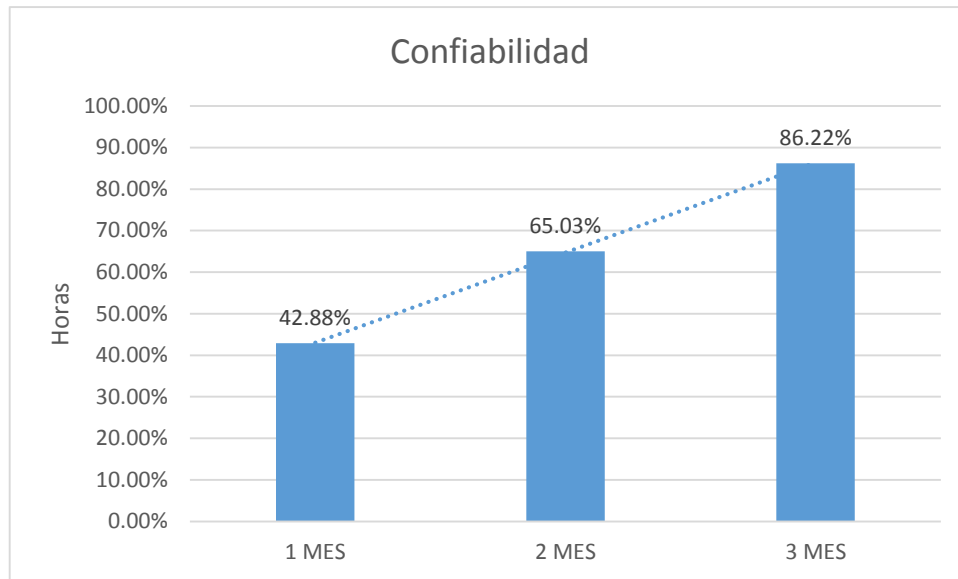
Proyección de confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\lambda t} \dots \text{Ec. 5}$$

$$\lambda = \frac{1}{TPEF} = \frac{1}{472} = 0.0021$$

Reemplazando:

$$\text{Confiabilidad} = e^{-0.0021 \cdot 70} = 86.22\% \text{ (Tercer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

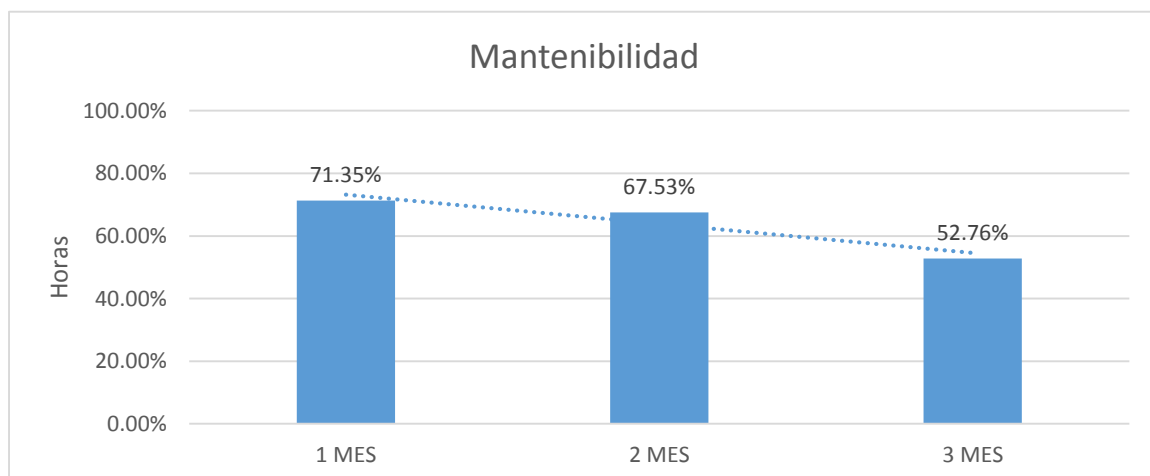
En el gráfico, se observa la tendencia de crecimiento de confiabilidad, desde el 31.31% en el primer mes, 55.42% en el segundo mes, y del 81.60% en el tercer mes. (Ver Anexo 9)

Proyección de Mantenibilidad

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-\mu t} \dots \text{Ec. 6}$$

$$\mu = \frac{1}{TPPR}; \mu = \frac{1}{8} = 0.1250$$

$$\text{Reemplazando: } \text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-0.1250 \cdot 10} = 71.35\% \text{ (Primer mes)}$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

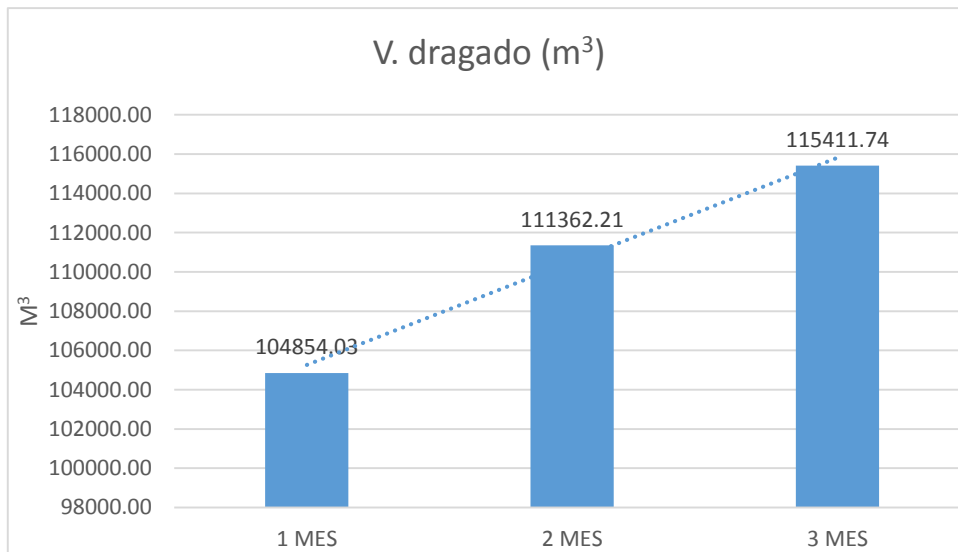
Se observa en la gráfica, una tendencia de disminución de la probabilidad de

recuperación de la draga “Marinero Rivas” cuando se realiza el mantenimiento.
(Ver Anexo 9)

Proyección de Volumen de Dragado

$$VD_{proyectado} = \frac{Disp.* VD_{promedio}}{Disp. promedio}$$

$$VD_{proyectado} = \frac{89.29\% * 88324}{75.21\%} = 104854.03m^3$$



Fuente: ENAPU S.A.

Elaboración: Propia

Se determina una proyección de material dragado en el mes primero de 104854.03 m³, en el mes segundo es 111362.21 m³, y en el tercer mes 115411.74 m³.

3.5. Programa de monitoreo de actividades

Sub Cronograma ()

LastRow = Worksheets ("Planeador").Cells (65536, 1).End (xlUp).Row

For y = 5 **To** 57

For x = 3 **To** LastRow

Worksheets ("Planeador").Cells(x, y).ClearContents

Worksheets ("Planeador").Cells(x, y).Interior.ColorIndex = xlNone

Next x

Next y

End Sub

Programa elaborado en Excel.

En el cual se observa que PARA y, sería columna, 5 a la 57, en donde serán las semanas de operación o de cumplimiento de actividades, se decidió así, por los percances que se genera en la draga, y los problemas de medio ambiente (clima). Pues se toma la frecuencia de alguna actividades, y la fecha de inicio de esta, si varía el horómetro por para debido al mal clima, solo se cambiaría la fecha de inicio de actividades. Si se produce algún cambio de repuesto y en su ficha técnica, se verifica que trabaja con otras frecuencias de mantenimiento, obtariamos por modificar solo frecuencia.

Para x, sería las filas, que empieza desde la fila 3 en adelante, por el número indefinidos de actividades de nuestro mantenimiento. (*Ver anexo 10*)

3.6. Comparación de los indicadores finales e indicadores iniciales de evaluación

Indicadores	Evaluación Inicial	Indicadores Finales		
	Mes Promedio	Primer mes	Segundo	Tercer mes
H. Operación	339.21 horas	448 horas	464 horas	464 horas
H. de para por avería	84.09 horas	48 horas	24 horas	8 horas
N. Fallas	6	6	3	1
TPPF	65.65 horas	74.7 horas	155 horas	464 horas
TPPR	16.27 horas	8 horas	8 horas	8 horas
TPEF	81.93 horas	82.7 horas	163 horas	472 horas
Disponibilidad	75.21%	89.29%	94.83%	98.28%
Confiabilidad	30.98%	42.88%	65.03%	86.22%
Mantenibilidad	94.76%	71.35%	67.53%	52.76%
Volumen de dragado	88324 m ³	104854.03 m ³	111362.21 m ³	115411.74 m ³

Se determina que los indicadores finales, son favorables para la aplicación del plan de mantenimiento en la draga “Marinero Rivas”, con respecto a los indicadores iniciales obtenidos a través de la evaluación.

A continuación se muestra la mejora porcentual de indicadores finales y los indicadores iniciales de la evaluación:

Indicadores	Evaluación Inicial	Indicadores Finales		
	Mes promedio	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes
H. Operación	339.21 horas	32.07%	36.79%	36.79%
H. de para por avería	84.09 horas	42.92% *	71.46%*	90.49%*
N. Fallas	6	0%	50%*	83.33%*
TPPF	65.65 horas	13.79%	136.10%	606.78%
TPPR	16.27 horas	50.08%*	50.08%*	50.08%*
TPEF	81.93 horas	0.94%	15.75%	476.10%
Disponibilidad	75.21%	18.72%	26.09%	30.67%
Confiabilidad	30.98%	38.41%	109.91%	173.31%
Mantenibilidad	94.76%	24.70%*	31.37%*	44.32%*
Volumen de dragado	88324 m ³	18.72%	26.08%	30.67%

(*) Mejora porcentual, en la disminución del tiempo que afecta negativamente al funcionamiento de la draga Marinero Rivas.

3.7. Periodo de Retorno de Inversión

Mano de Obra + Repuestos= 178 746.50 soles

Volumen de dragado = 110 542.66 m³

Insumos= 51 581.22 soles (5102 GLN)*

Mantenimiento = 55 120.35 soles

Gastos = 285 448.07 → Gasto Anual= 285 448.07*12= 3 425 376.84 soles

Costo de dragado = 285 448.07/110 542.66 = S/ 2.58 m³

Tasa de Interés= 14% anual

Periodo = 1 año

$$\text{Pagos} = P \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] = A$$

$$A = 3\,425\,376.84 \left[\frac{0.14(1+0.14)^3}{(1+0.14)^3 - 1} \right] = S/.1,475,417.64$$

Préstamo + interés = A*N = S/.1,475,417.64* 3 = S/. 4, 426,252.92

Ingresos = 6.0 soles/m³ * 110 542.66m³ (12)= S/.7,959,071.52

Periodo de Retorno de Inversión: $PRI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} = \frac{I_0}{\frac{VAN}{n}} \dots \text{Ec. 10}$

Flujo de Caja Financiero						
Periodos	Año					
	0	1	2	3	4	5
Préstamo	3,425,376.84					
ínteres		356,774.11	228,873.07	84,750.97		
Amortización, S./año		1,008,484.22	1,136,385.26	1,280,507.36		
Costo Operación, S./año		3,425,376.84	3,425,376.84	3,425,376.84	3,425,376.84	3,425,376.84
Total egresos, S./año		4,790,635.17	4,790,635.17	4,790,635.17	3,425,376.84	3,425,376.84
Beneficio anual		7,959,071.52	7,959,071.52	7,959,071.52	7,959,071.52	7,959,071.52
FLUJO DE CAJA FINANCIERO						
	0	1	2	3	4	5
	-3,425,376.84	3,168,436.35	3,168,436.35	3,168,436.35	4,533,694.68	4,533,694.68

COK= i = 14%	14.00%
VAN= Ec. 11	S/.8,914,563.90
TIR= Ec. 12	92.48%
Número de años= t= 5	5
PRI (Años) = Ec. 10	1.92
PRI: Periodo de Retorno de la Inversión	
PRI (Años)= ((I ₀)/(VAN)/N) = 3,425, 376.84/(8, 914, 563.90/5)	

Cálculo de VAN:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \dots \text{Ec. 11}$$

$$VAN = \frac{3144757.87}{(1+0.14)} + \frac{3144757.87}{(1+0.14)^2} + \frac{3144757.87}{(1+0.14)^3} + \frac{4533696.68}{(1+0.14)^4} + \frac{4533696.68}{(1+0.14)^5} - (3425376.84)$$

$$VAN = S/. 8,914,563.90$$

Cálculo de TIR:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = 0 \dots \text{Ec. 12}$$

$$VAN = \frac{3144757.87}{(1+TIR)} + \frac{3144757.87}{(1+TIR)^2} + \frac{3144757.87}{(1+TIR)^3} + \frac{4533696.68}{(1+TIR)^4} + \frac{4533696.68}{(1+TIR)^5} - (3425376.84) = 0$$

TIR= 92.48%

Se determina que el proyecto es rentable, confiable y aplicable, que tiene un VAN de S/. 8, 914,563.90, un TIR de 92.48% y el periodo de recuperación de la inversión total se dará después de 1.92 años. (Ver anexo 11)

Nota: El costo de combustible es S/. 10.11 galón apróx.

IV. DISCUSIÓN

- En este estudio, se realizó la evaluación actual de la draga Marinero Rivas en la Empresa Nacional Puertos – ENAPU S.A. del terminal portuario de Salaverry, determinó que no existe plan de mantenimiento alguno, se pudo obtener a base de una data que se registra en bitácoras de la propia draga y del área de operaciones, obteniéndose indicadores de mantenimiento, como los es la disponibilidad de la máquina de 75.21%, confiabilidad de 30.98%, una mantenibilidad de 94.76%.

Esta realidad no es ajena para Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), ya que en la empresa que evaluaron, existía la ausencia de un plan de mantenimiento, y carecía de un registro de actividades.

De otro modo, para Ramírez, Julio (2007), menciona que si hay un plan de mantenimiento, pero se menciona cualitativamente de modo general el nivel de los indicadores encontrados, de bajo nivel de indicadores de mantenimiento, identificando una mantenibilidad del 33.33%.

De otro lado, Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), describen que existe un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, pero que solo se le lleva con un inadecuado control de actividades.

Para De La Sota, Álvaro (2013), la evaluación inicial, determinó que existe un plan de mantenimiento, con disponibilidades de la máquina de perforación de 24.79%, y de la máquina excavadora de 53.17%, además identificó la confiabilidad de dichos equipos, de 38.13% en la máquina de perforación, y de 83.90% en la máquina excavadora.

Concluyendo que los indicadores iniciales obtenidos a través de la evaluación son bajos, el motivo es por la ausencia de un plan de mantenimiento para la draga Marinero Rivas.

- Para realizar el análisis de criticidad Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), se basan en la aplicación de una encuesta para identificar los equipos que más fallas o que presentan mayor frecuencia de fallas, determinando entre motores, bombas, y generadores eléctricos, como equipos de riesgos a sufrir una avería no controlada.

En tanto, para Ramírez, Julio (2007), realiza el cálculo para un análisis de criticidad, a través del nivel de puntaje y porcentaje que estos arrojen, se identifica motores, sistema de lubricación.

Para Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), presenta una encuesta para la identificación de equipos con mayor frecuencia de fallo, en este caso, identifican, motores, bombas.

Para el caso de estudio De La Sota, Álvaro (2013) presenta el nivel de influencia de sus fallas en sus equipos de movimiento de tierra, basado en la necesidad y el impacto en la producción que esta genera.

En mi tesis, se realizó el cálculo de análisis de criticidad, basado en una matriz de ponderaciones, dados por la empresa Enapu S.A., cuyos equipos críticos y semi-críticos, son motores, de dragado y propulsores, bombas de dragado e hidráulica N° 1, grupos electrógenos, tubo de descarga, generador auxiliar.

Concluyendo de esta manera que al realizar un análisis de criticidad, siempre debe de comprobarse que los equipos principales deben figurar entre los críticos o semi-críticos por la importancia que tienen estos en el funcionamiento de la draga Marinero Rivas, ya que de ellos dependen también la producción que esta genera, entre los equipos críticos y semi-críticos tenemos, a los motores de dragado y propulsores, a la bomba de dragado, a los grupos electrógenos, generador auxiliar, bomba auxiliar, y el tubo de succión de material.

- Por consiguiente, Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), basan su plan de mantenimiento, en las fichas técnicas dadas por el proveedor.

De la misma manera, Ramírez, Julio (2007), presenta su plan de mantenimiento con las guías de mantenimiento preventivo, dada por los proveedores.

Para Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), implementan y mejoran el plan de mantenimiento que ya existía, creando un sistema de control del plan de mantenimiento.

Para De La Sota, Álvaro (2013), basa su plan de mantenimiento a la

experiencia de los trabajadores, y a las necesidades de la empresa, ayudado desde un principio a la ficha técnica del proveedor.

En mi trabajo, se elaboró el plan de mantenimiento de acuerdo a la norma Iso 55000, para realizar las actividades de mantenimiento, se consideró las fichas técnicas, guías de mantenimiento, que brindan los proveedores, además, se rectificó, algunas actividades basadas en las necesidades y costos, con ayuda de los jefes de sala de máquinas.

Concluyendo que para realizar un plan de mantenimiento debe de considerarse alguna norma ya sea nacional o internacional, que para elaborar la programación de actividades, se debe considerar lo que el proveedor brinda en las fichas técnicas de los equipos, además de la experiencia de los operarios, jefes de sala de máquinas.

- Para la elaboración de formatos, Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), creó formatos de mantenimiento, para cada trabajo, pedido o compra de repuesto, para las actividades de mejora o mantenimiento en la empresa.

Ramírez, Julio (2007), solo mejoró los formatos de mantenimiento, a través de la guía de mantenimiento planificado, basado en la necesidad de los equipos.

Para Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), al implementar un sistema de control en la gestión de mantenimiento, basado en un programa de mantenimiento, las ordenes de trabajo, se generan en base a la programación y planificación de mantenimiento en la maquinaria.

En tanto, para De La Sota, Álvaro (2013), propuso solo mejorar la orden o requerimiento de repuestos, y seguir trabajando con normalidad con el resto de órdenes de trabajo.

Para nuestra investigación, se determinó los formatos de trabajo, de acuerdo a la necesidad que se presenta en la empresa, y se registrarán de acuerdo a la planificación de mantenimiento.

Se concluye que los formatos de mantenimiento, son elaborados de acuerdo a la necesidad de la empresa, se generan en base a la programación de actividades de mantenimiento.

- Según, Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), menciona que el funcionamiento de sus equipos mejora, reduciendo el número de fallas, en un 30 %, en base a eso, se logra determinar que aumenta el número de horas de funcionamiento en sus equipos.

Sin embargo, Ramírez, Julio (2007), determina que para elaborar un plan de mantenimiento, la disponibilidad de los equipos no deben ser menores que el 80%, y la mantenibilidad en un 31%.

Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), disponen de un programa de gestión de mantenimiento, que brinda los siguientes indicadores de mantenimiento, disponibilidad entre 85% a 90%, una confiabilidad de entre 84% a 90%, y una mantenibilidad del 40%.

Para De La Sota, Álvaro (2013), obtiene nuevos indicadores en sus máquinas, tanto de perforación y la excavadora, la disponibilidad de 82.22% y 89.49%, confiabilidad 54.55% y 84.84%, respectivamente para ambas máquinas.

En nuestra investigación, se obtuvo una disponibilidad proyectada de 89.29%, 94.83%, 98.28%, confiabilidad proyectada de 42.88%, 65.03%, 86.22%; una mantenibilidad proyectada de 71.35%, 67.53%, 52.76%.

Se concluye que la disponibilidad está en el rango adecuado para una buena operatividad de la draga Marinero Rivas, la confiabilidad está en el nivel aceptable de funcionamiento, y la mantenibilidad, está en un rango de aceptación.

- En comparación de resultados, Vera, Luis y Burgos, Robert (2014) determinan haber mejorado el funcionamiento de sus equipos en un 30%.

Ramírez, Julio (2007) determina que si hubo una mejora funcional para sus equipos, mejorando en 2% su mantenibilidad, a través del plan de mantenimiento.

Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), realizaron la comparación de estado inicial y final tras su caso de estudio, obteniendo resultados favorables, en el aumento progresivo de indicadores de mantenimiento en el 25%.

Según De La Sota, Álvaro (2013), tiene una comparación de 57.43%, 36.32% de disponibilidad en perforadora y excavadora respectivamente, en tanto a la confiabilidad es de 16.42% y 0.94% en perforadora y excavadora respectivamente.

Para mi estudio, en la draga Marinero Rivas, se mejoró la disponibilidad proyectada en 18.72%, 26.09%, 30.67%, la confiabilidad proyectada en 38.41%, 109.91%, 173.31%, y la mantenibilidad proyectada en 24.70%*, 31.37%*, 44.32%*.

Concluyendo que se mejora los indicadores de mantenimiento, con un plan de mantenimiento, el rango de aumento es del 25.16% de la disponibilidad, el rango de mejorar de la confiabilidad 107.21% y de la mantenibilidad debe de mejorar en el rango de 33.46%*.

- Según Vera, Luis y Burgos, Robert (2014), cuya inversión del proyecto es de 96 147 dólares, sin embargo, no evalúa la tasa de recuperación de la inversión.

Ramírez, Julio (2007), logra decir que reduce el costo de mantenimiento en un 16.54% en comparación entre el mantenimiento inicial y el mantenimiento propuesto de 105 619.31 dólares.

Gonzaga, Andrea y Terán, Roberto (2013), cuya inversión por el sistema de gestión de mantenimiento es de 1024 745 dólares.

De La Sota, Álvaro (2013), presenta una inversión de 2 204 164 soles, en el cuál se refleja un aumento de productividad, de 116 340.193 a 150 047.055 soles, con una tasa interna de inversión del 77.54%, debido a la implementación del plan de mantenimiento.

Para nuestra investigación, la inversión de mantenimiento es de S/.3, 425, 376.84, con un VAN del S/.8,914,563.90, un TIR de 92.48% y un periodo de retorno de inversión de 1.92 años.

Concluyendo que el periodo de retorno de inversión se encuentra en un rango aceptable, porque es rentable para la ejecución del proyecto.

V. CONCLUSIONES

- Concluyendo que los indicadores iniciales obtenidos a través de la evaluación son bajos, con una disponibilidad de 75.21%, una confiabilidad de 30.98% y una mantenibilidad de 94.76%; el motivo es por la ausencia de un plan de mantenimiento para la draga Marinero Rivas.
- Concluyendo que en el análisis de criticidad, debe de comprobarse que los equipos principales deben figurar entre los críticos o semi-críticos por la importancia que tienen estos en el funcionamiento de la draga Marinero Rivas, ya que de ellos dependen también la producción que esta genera, entre los equipos críticos y semi-críticos tenemos, a los motores de dragado y propulsores, bomba de dragado, grupos electrógenos, generador auxiliar, bomba auxiliar, y tubo de succión de material.
- Concluyendo que para realizar un plan de mantenimiento debe de considerarse alguna norma ya sea nacional o internacional, que para elaborar la programación de actividades, se debe considerar lo que el proveedor brinda en las fichas técnicas de los equipos, además de la experiencia de los operarios, jefes de sala de máquinas.
- Se concluye que los formatos de mantenimiento, son elaborados de acuerdo a la necesidad de la empresa, se generan en base a la programación de actividades de mantenimiento.
- Se concluye que la disponibilidad proyectada promedio es de 94.13%, el cual es un rango adecuado para una buena operatividad de la draga Marinero Rivas, la confiabilidad proyectada promedio es de 64.71%, y está en el nivel aceptable de funcionamiento, y la mantenibilidad proyectada promedio es de 63.88%, y se encuentren un rango de aceptación.
- Concluyendo, la mejora los indicadores de mantenimiento, con el plan de mantenimiento, aumentó el 25.16% de la disponibilidad, aumenta la confiabilidad en un 107.21%, % y de la mantenibilidad aumentó el 33.46%.
- Concluyendo, el periodo de retorno de inversión es 1.92 años, VAN de S/.8,914,563.90 y TIR de 92.48%, determinando la rentabilidad la ejecución del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener registrado toda información acerca del funcionamiento de la draga, creando un formato de registro de actividades o sucesos, lo que viene a hacer una data de trabajo, para facilitar el cálculo de indicadores de mantenimiento y evaluar el funcionamiento de la draga Marinero Rivas.
- Para la compra de repuesto, se recomienda pedir al proveedor la ficha técnica de dicho repuesto que se compre, para facilitar el uso y su mantenimiento, tanto en el área de mantenimiento, como en los operarios de la draga Marinero Rivas.
- Se sugiere, seguir el plan de mantenimiento, en base al diagrama de flujo, que se elaboró, siguiendo cada persona sus funciones, involucrada en el área de mantenimiento, operaciones y en la draga misma, para facilitar el recorrido de los formatos de mantenimiento, y agilizando los trabajos a elaborar o a ejecutar.
- Se recomienda capacitar al personal del buque de dragado Marinero Rivas, para dar a saber el plan de trabajo que se realizará, y como trabajar con los formatos de mantenimiento, y enseñar a utilizar el programa de monitoreo al jefe de sala de máquinas, y al primer oficial de puente.

VII. REFERENCIAS

Anexo 1:

MES	ENERO						
DÍA	H. PARA X AVERÍA		H.OPERADAS		MOTIVO	N. Falla	
1	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. N. 01 (Inoperativo por culata)		
2	03:00	13:00	13	3	GRUP. ELECTR. N. 01 (Inoperativo por culata)		
3	02:20	13:40	13.6667	2.3333	GRUP. ELECTR. N. 01 (Inoperativo por culata)		
4	02:00	14:00	14	2	GRUP. ELECTR. N. 01 (Inoperativo por culata)		
5	00:00	15:00	15	0	S/N		
6	00:00	16:00	16	0	S/N		
7	00:00	16:00	16	0	S/N		
8	02:48	13:12	13.2	2.8	BOMBA HIDRAÚLICA LIMITADA		
9	02:38	13:22	13.3667	2.6333	BOMBA HIDRAÚLICA LIMITADA		
10	02:10	13:50	13.8333	2.1667	BOMBA HIDRAÚLICA LIMITADA		
11	02:00	14:00	14	2	BOMBA HIDRAÚLICA LIMITADA		
12	01:30	14:30	14.5	1.5	BOMBA HIDRAÚLICA LIMITADA		
13	04:40	11:20	11.3333	4.6667	CORTO CIRCUITO FUSIBLE DE LA BOMBA HIDRAULINA N.2 (SOBRECARGA)		
14	00:00	16:00	16	0	S/N		
15	00:00	15:30	15.5	0	S/N		
16	PUERTO CERRADO						
17							
18							
19							
20							
21	00:00	0	15:30	15.5	S/N		
22	PUERTO CERRADO						
23	00:00	0	11:35	11.5833	S/N		
24	03:00	3	13:00	13	Falla motor de dragado		
25	02:00	2	14:00	14	Falla motor de dragado		
26	01:10	1.1667	14:50	14.8333	Falla motor de dragado		
27	08:30	8.5	07:30	7.5	Motor de dragado		
28	07:25	7.4167	08:35	8.5833	Falla en el motor propulsor de babor y estribor		
29	03:00	3	13:00	13	Falla en el motor propulsor de babor y estribor		
30	04:30	4.5	11:30	11.5	Falla en el motor propulsor de babor y estribor		
31	02:15	2.25	13:45	13.75	Falla en el motor propulsor de babor y estribor		
Total		58.4334		335.1499		5	

MES	FEBRERO					N. Falla
DÍA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	
1	06:50	6.8333	09:10	9.1667	Motor de babor	
2	06:48	6.8	09:12	9.2	Motor de babor	
3	04:50	4.8333	11:10	11.1667	Motor de babor	
4	00:00	0	15:00	15	S/n	
5	07:00	7	09:00	9	Motor de dragado	
6	07:30	7.5	08:30	8.5	Motor de dragado	
					Grup. Electr. n. 01 (inoperativo por culata)	
7	07:20	7.3333	08:40	8.6667	Motor de dragado (limitado)	
					Grup. Electr. n. 01 (inoperativo por culata)	
8	03:00	3	13:00	13	Grup. Electr. n. 01 (inoperativo por culata)	
9	06:30	6.5	09:30	9.5	Bomba de dragado	
					Difusor de descarga de cántara	
10	06:25	6.4167	09:35	9.5833	Bomba de dragado	
11	06:33	6.55	09:27	9.45	Bomba de dragado	
12	PUERTO CERRADO					
13						
14						
15						
16	00:00	0	12:00	12	S/N	
17	00:00	0	11:51	11.85	S/N	
18	00:00	0	16:00	16	S/N	
19	00:00	0	16:00	16	S/N	
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	00:00	0	16:00	16	S/N	
22	00:00	0	16:00	16	S/N	
23	07:00	7	09:00	9	Bomba Hidráulica limitada	
24	06:00	6	10:00	10	Bomba Hidráulica limitada	
25	00:00	0	16:00	16	S/N	
26	00:00	6	16:00	16	S/N	
27	00:00	0	16:00	16	S/N	
28	00:00	0	15:00	15	S/N	
29	00:00	0	15:10	15.1667	S/N	
Total		81.7666		313.2501		6

MES	MARZO					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	06:00	6	09:00	9	Motor de babor inoperativo	
2	04:41	4.6833	11:19	11.3167	Motor de babor inoperativo	
3	04:10	4.1667	11:50	11.8333	Motor de babor inoperativo	
4	05:20	5.1333	10:40	10.8667	Motor de babor inoperativo	
5	00:00	0	10:30	10.5	S/N	
6	00:00	0	10:30	10.5	S/N	
7	00:00	0	10:05	10.0833	S/N	
8	00:00	0	10:25	10.4167	S/N	
9	00:00	0	10:05	10.0833	S/N	
10	00:00	0	08:05	8.0833	S/N	
11	05:35	5.5833	10:25	10.4167	Motor de dragado limitado	
12	05:40	5.6667	10:20	10.3333	Motor de dragado limitado	
13	05:40	5.6667	10:20	10.3333	Motor de dragado limitado	
14	08:15	8.25	07:45	7.75	Motor de dragado limitado	
15	09:00	9	07:00	7	Motor de dragado (roptura de grifo de purga unidad 03)	
16	00:00	0	16:00	16	S/N	
17	00:00	0	15:00	15	S/N	
18	00:00	0	15:00	15	S/N	
19	00:00	0	10:00	10	S/N	
20	00:00	0	12:00	12	S/N	
21	00:00	0	10:30	10.5	S/N	
22	00:00	0	11:04	11.0667	S/N	
23	00:00	0	13:00	13	S/N	
24	PUERTO CERRADO					
25						
26	00:00	0	16:00	16	S/N	
27	00:00	0	15:00	15	S/N	
28	00:00	0	09:30	9.5	S/N	
29	08:00	8	08:00	8	Bomba Pegson del motor propulsor de estribor (roptura de tubería de descarga agua mar)	
30	06:30	6.5	09:30	9.5	Bomba Pegson del motor propulsor de estribor (roptura de tubería de descarga agua mar)	
31	07:00	7	09:00	9	Bomba Pegson del motor propulsor de estribor (roptura de tubería de descarga agua mar)	
Total		75.65		318.0833		3

MES	ABRIL					N. Falla
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	
1	PUERTO CERRADO					
2	PUERTO CERRADO					
3	02:00	2	14:00	14	BOMBA DE DRAGADO	
4	04:00	4	12:00	12	BOMBA DE DRAGADO	
5	05:00	5	11:00	11	BOMBA DE DRAGADO	
6	06:00	6	10:00	10	BOMBA DE DRAGADO	
7	05:30	5.5	09:30	9.5	BOMBA DE DRAGADO	
8	00:00	0	16:00	16	S/N	
9	00:00	0	16:00	16	S/N	
10	00:00	0	15:59	15.9833	S/N	
11	03:00	3	13:00	13	Motor propulsor de estribor	
12	05:00	5	11:00	11	Motor propulsor de estribor	
13	03:50	3.8333	12:10	12.1667	Motor propulsor de estribor	
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	PUERTO CERRADO					
16	PUERTO CERRADO					
17	01:30	1.5	14:30	14.5	Motor de dragado (roptura de grifo de purga de la unidad 03)	
18	02:30	2.5	13:30	13.5	Motor de dragado (roptura de grifo de purga de la unidad 03)	
19	02:10	2.1667	13:50	13.8333	Averías en baterías	
20	03:00	3	13:00	13	Averías en baterías	
21	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. N. 01	
22	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. N. 01	
23	02:30	2.5	13:30	13.5	GRUP. ELECTR. N. 01	
24	02:00	2	14:00	14	GRUP. ELECTR. N. 01	
25	00:00	0	16:00	16	S/N	
26	05:30	5.5	10:30	10.5	Difusor de descarga de la cántara	
27	05:20	5.3333	10:40	10.6667	Difusor de descarga de la cántara	
28	05:41	5.85	10:09	10.15	Difusor de descarga de la cántara	
29	04:15	4.25	11:45	11.75	Difusor de descarga de la cántara	
30	02:30	2.5	13:30	13.5	Difusor de descarga de la cántara	
Total		78.4333		336.55		6

MES	MAYO					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	04:30	4.5	11:30	11.5	Válvula de succión de mar de la bomba de lavado de sellos	
2	04:00	4	12:00	12	Máquina de babor inoperativa	
3	02:30	2.5	13:30	13.5	Máquina de babor inoperativa	
4	00:00	0	15:00	15	S/N	
5	00:00	0	16:00	16	S/N	
6	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. N. 03	
7	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. N. 03	
8	00:00	0	09:20	9.3333	S/N	
9	00:00	0	16:00	16	S/N	
10	00:00	0	16:00	16	S/N	
11	08:00	8	08:00	8	Alternadores 2 Delco. 156kw-205amp.	
12	06:00	6	10:00	10	Alternadores 2 Delco. 156kw-205amp.	
13	03:00	3	13:00	13	Alternadores 2 Delco. 156kw-205amp	
14	00:00	0	15:00	15	S/N	
15	0	0	16:00	16	S/N	
16	0	0	16:00	16	S/N	
17	0	0	16:00	16	S/N	
18	0	0	16:00	16	S/N	
19	0	0	16:00	16	S/N	
20	0	0	16:00	16	S/N	
21	0	0	16:00	16	S/N	
22	0	0	16:00	16	S/N	
23	06:00	6	10:00	10	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
24	05:48	5.9667	10:12	10.0333	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
25	06:00	6	10:00	10	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
26	07:00	7	09:00	9	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
27	06:10	6.1667	10:00	10	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
28	05:15	5.25	10:35	10.75	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
29	04:30	4.5	11:30	11.5	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
30	05:00	5	11:00	11	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
31	02:00	2	14:00	14	GRUP. ELECTR. N. 01 Y 03	
Total		83.3834		404.1166		5

MES	JUNIO					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	00:00	0	16:00	16	S/N	
2	03:00	3	13:00	13	Grup. Electr. N. 02	
3	04:00	4	12:00	12	Grup. Electr. N. 02	
4	03:30	3.5	12:30	12.5	Grup. Electr. N. 02	
5	02:50	2.8333	13:10	13.1667	Grup. Electr. N. 02	
6	0	0	16:00	16	S/N	
7	04:30	4.5	11:30	11.5	TUBO DE ELINDA	
8	00:00	0	16:00	16	S/N	
9	03:10	3.1667	12:50	12.8333	Turbo Soplante BROWN BOVERI VTR-201 dragado 30000rpm	
10	00:00	0	16:00	16	S/N	
11	0	0	16:00	16	S/N	
12	00:00	0	16:00	16	S/N	
13	00:00	0	16:00	16	S/N	
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	00:00	0	16:00	16	S/N	
16	04:05	4.0833	11:55	11.9167	GRUP. ELECTR. N. 01, 02 Y 03 (limitados)	
17	05:10	5.1667	10:50	10.8333	GRUP. ELECTR. N. 01, 02 Y 03	
18	04:30	4.5	11:30	11.5	GRUP. ELECTR. N. 01, 03	
19	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. N. 01, 03	
20	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. N. 01, 03	
21	01:50	1.8333	14:10	14.1667	GRUP. ELECTR. N. 02	
22	08:30	8.5	07:30	7.5	Bomba de dragado	
23	08:00	8	08:00	8	Bomba de dragado	
24	07:00	7	09:00	9	Bomba de dragado	
25	09:00	9	07:00	7	Bomba de dragado	
26	07:30	7.5	08:30	8.5	Bomba de dragado	
27	00:00	0	13:00	13:30	S/N	
28	00:00	0	14:00	14	S/N	
29	PUERTO CERRADO					
30	00:00	0	10:00	10	S/N- Mal tiempo	
TOTAL		84.5833		355.9792		5

MES	JULIO					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	00:00	0	16:00	16	S/N	
2	00:00	0	16:00	16	S/N	
3	00:00	0	16:00	16	S/N	
4	00:00	0	16:00	16	S/N	
5	00:00	0	16:00	16	S/N	
6	00:00	0	16:00	16	S/N	
7	PUERTO CERRADO					
8						
9	00:00	0	16:00	16	S/N	
10	05:00	5	11:00	11	Codo de succión de Elinda	
11	00:00	0	16:00	16	S/N	
12	00:00	0	16:00	16	S/N	
13	07:00	7	10:00	10	Tablero de distribución alumbrado	
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	04:30	4.5	11:30	11.5	Motores eléctricos compresoras 01 y 02	
16	05:10	5.1667	10:50	10.8333	MOTOR ELECTRICO 02	
17	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. 3	
18	02:00	2	14:00	14	GRUP. ELECTR. 3	
19	04:00	4	12:00	12	Planta Hidráulica	
20	05:50	5.8333	10:10	10.1667	Planta Hidráulica	
21	03:30	3.5	12:30	12.5	MOTOR ESTRIBOR	
22	08:00	8	08:00	8	MOTOR ESTRIBOR	
23	07:30	7.5	08:30	8.5	MOTOR ESTRIBOR	
24	07:00	7	09:00	9	MOTOR ESTRIBOR	
25	PUERTO CERRADO					
26						
27						
28						
29						
30						
31	00:00	0	16:00	16	S/N	
Total		63.5		305.5		5

MES	AGOSTO					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	03:50	3.8333	12:10	12.1667	GRUP. ELECTR. 02	
2	04:30	4.5	11:30	11.5	GRUP. ELECTR. 02	
3	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. 02	
4	01:00	1	15:00	15	GRUP. ELECTR. 02	
5	01:00	1	15:00	15	GRUP. ELECTR. 02	
6	PUERTO CERRADO					
7						
8						
9						
10	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. 02	
11	03:24	3.4	12:36	12.6	GRUP. ELECTR. 02	
12	04:01	4.0167	11:59	11.9833	GRUP. ELECTR. 02	
13	06:00	6	10:00	10	Motor de babor fuga de aceite	
14	05:00	5	11:00	11	Motor de babor fuga de aceite	
15	04:00	4	12:00	12	Motor de babor fuga de aceite	
16	06:30	6.5	09:30	9.5	Motor de babor fuga de aceite	
17	03:00	3	13:00	13	Motor de babor fuga de aceite	
18	00:00	0	16:00	16	S/N	
19	00:00	0	16:00	16	S/N	
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	01:50	1.8333	14:10	14.1667	GRUP. ELECTR. 02	
22	02:00	2	14:00	14	GRUP. ELECTR. 02	
23	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. 02	
24	03:10	3.1667	12:50	12.8333	GRUP. ELECTR. 02	
25	02:00	2	14:00	14	Difusor de descarga de la cántara	
26	16	16	00:00	0	Difusor de descarga de la cántara	
27	01:30	1.5	14:30	14.5	Difusor de descarga de la cántara	
28	05:30	5.5	10:30	10.5	GRUP. ELECTR. N. 03	
29	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. N. 03	
30	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. N. 03	
31	01:00	1	15:00	15	GRUP. ELECTR. N. 03	
TOTAL		92.75		339.25		5

MES	SEPTIEMBRE					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	03:30	3.5	12:30	12.5	ROTURA DE PLACA DE VISOR DE CABEZAL (PRESENCIA DE TRONCO EN DICHA ZONA)	
2	05:30	5.5	10:30	10.5	VISOR DE CABEZAL	
3	16:00	16	00:00	0	VISOR DE CABEZAL	
4	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. 01 (BATERIA)	
5	00:00	0	16:00	16	S/N	
6	00:00	0	16:00	16	S/N	
7	04:05	4.0833	11:55	11.9167	MOTOR DE DRAGADO	
8	PUERTO CERRADO					
9						
10	04:00	4	12:00	12	BOMBA DE DRAGADO	
11	11:50	11.8333	04:10	4.1667	BOMBA DE DRAGADO	
12	00:00	0	14:47	14.7833		
13	00:00	0	15:00	15		
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	00:00	0	16:00	16	S/N	
16	00:00	0	14:00	14	S/N	
17	00:00	0	15:00	15	S/N	
18	00:00	0	13:30	13.5	S/N	
19	00:00	0	12:50	12.8333	S/N	
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	PUERTO CERRADO					
22						
23	05:30	5.5	10:30	10.5	MAQUINA PRINCIPAL BABOR INOPERATIVO (NO CUENTA CON ACEITE 68 HIDRAULICO)	
24	05:30	5.5	10:30	10.5	MAQUINA PRINCIPAL BABOR INOPERATIVO (NO CUENTA CON ACEITE 68 HIDRAULICO)	
25	06:30	6.5	09:30	9.5	MAQUINA PRINCIPAL BABOR INOPERATIVA (PERNOS PARA DAMPER)	
26	06:50	6.8333	09:10	9.1667	MAQUINA PRINCIPAL BABOR INOPERATIVA (PERNOS PARA DAMPER)	
27	06:00	6	10:00	10	MAQUINA PRINCIPAL BABOR INOPERATIVA (PERNOS PARA DAMPER)	
28	00:00	0	14:00	14	S/N	
29	00:00	0	09:30	9.5	S/N	
30	00:00	0	09:30	9.5	S/N	
31						
Total		78.2499		311.8667		5

MES	OCTUBRE					N. Falla
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	
1	05:30	5.5	10:30	10.5	Máquina principal babor inoperativa (espera de pernos para damper)	
2	06:00	6	10:00	10	Máquina principal babor inoperativa (espera de pernos para damper)	
3	05:00	5	11:00	11	Máquina principal babor inoperativa (espera de pernos para damper)	
4	PUERTO CERRADO					
5						
6						
7	05:25	5.4167	10:35	10.5833	Máquina principal babor inoperativa (espera de pernos para damper)	
8	0	0	00:00	00:00	Aniversario por la batalla de Angamos-marinera de guerra de Perú	
9	06:00	6	10:00	10	Motor de dragado	
10	04:30	4.5	11:30	11.5	Motor de dragado	
11	05:30	5.5	10:30	10.5	Motor de dragado	
12	00:00	0	16:00	16	S/N	
13	00:00	0	15:00	15	S/N	
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	00:00	0	15:00	15		
16	00:00	0	16:00	16		
17	00:00	0	16:00	16		
18	PUERTO CERRADO					
19						
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. 01	
22	06:00	6	10:00	10	GRUP. ELECTR. 02 Y 03	
23	08:00	8	08:00	8	BOMBA DE DRAGADO	
24	04:02	4.0333	11:58	11.9667	BOMBA DE DRAGADO	
25	00:00	0	14:00	14	S/N	
26	06:30	6.5	09:30	9.5	GRUP. ELECTR. 01	
27	04:00	4	12:00	12	GRUP. ELECTR. 01	
28	05:00	5	11:00	11	GRUP. ELECTR. 01 Y GRUP. ELECTR. 02	
29	04:30	4.5	11:30	11.5	GRUP. ELECTR. 01 Y GRUP. ELECTR. 01	
30	03:30	3.5	12:30	12.5	GRUP. ELECTR. 01 Y GRUP. ELECTR. 02	
31	00:00	0	16:00	16	S/N	
TOTAL		82.45		313.55		5

MES	NOVIEMBRE					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	16:00	16	00:00	0	PARA GRUP. ELECTR. 01	
2	16:00	16	00:00	0	FALLA EN EL ABANICO (CANTARA)	
					GRUP. ELECTR. 01 (LIMITADO)	
3	16:00	16	00:00	0	FALLA EN EL ABANICO (CANTARA)	
4	00:00	0	16:00	16	S/N	
5	04:00	4	12:00	12	Falla sistema de propulsión (máquina de propulsión de babor)	
6	16:00	16	00:00	0	BOMBA DE DRAGADO*	
7	16	16	00:00	0	BOMBA DE DRAGADO*	
8	16:00	16	00:00	0	BOMBA DE DRAGADO*	
9	01:00	1	15:00	15	INICIO DE OPERACIONES	
10	00:00	0	16:00	16	S/N	
11	00:00	0	16:00	16	S/N	
12	00:00	0	16:00	16	S/N	
13	00:00	0	15:30	15.5	S/N	
14	00:00	0	16:00	16	S/N	
15	00:00	0	16:00	16	S/N	
16	00:00	0	16:00	16	S/N	
17	00:00	0	16:00	16	S/N	
18	00:00	00:00	16:00	16	S/N	
19	00:00	0	16:00	16	S/N	
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	00:00	0	16:00	16	S/N	
22	00:00	0	16:00	16	S/N	
23	00:00	0	16:00	16	S/N	
24	05:00	5	11:00	11	MOTOR DE DRAGADO	
25	06:00	6	10:00	10	MOTOR DE DRAGADO	
26	05:00	5	11:00	11	GRUP. ELECTR. 01	
27	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. 01	
28	03:00	3	13:00	13	GRUP. ELECTR. 01	
29	02:00	2	14:00	14	GRUP. ELECTR. 01	
30	01:30	1.5	14:30	14.5	GRUP. ELECTR. 01	
31						
TOTAL		126.5		353		6

MES	DICIEMBRE					
DIA	H. PARA X AVERIA		H. OPERADAS		MOTIVO	N. Falla
1	03:00	3	13:00	13	TURBOS DE MOTOR PROPULSOR Y DE DRAGADO	
2	06:30	6.5	09:30	9.5	TURBOS DE MOTOR PROPULSOR Y DE DRAGADO	
					TURBOS DE MOTOR PROPULSOR Y DE DRAGADO	
3	16:00	16	00:00	0	ROADRUNNER BULKER NOS ABORDÓ, DAÑANDO BARANDA DE ALETA DE BABOR	
4	00:00	0	16:00	16	S/N	
5	00:00	0	16:00	16	S/N	
6	00:00	0	16:00	16	S/N	
7	00:00	0	16:00	16	S/N	
8	00:00	0	15:00	15	S/N	
9	08:00	8	08:00	8	MOTOR DE BABOR INOPERATIVO (ESPERA DE PERNOS DAMPER)	
10	10:00	10	06:00	6	MOTOR DE BABOR INOPERATIVO (ESPERA DE PERNOS DAMPER)	
11	10:00	10	06:00	6	MOTOR DE BABOR INOPERATIVO (ESPERA DE PERNOS DAMPER)	
12	00:00	0	16:00	16		
13	00:00	0	16:00	16		
14	07:00	7	09:00	9	GRUP. ELECTR. N1 Y N2	
15	07:50	7.8333	08:10	8.1667	GRUP. ELECTR. N1 Y N3	
16	0	0	16:00	16	S/N	
17	00:00	0	16:00	16	S/N	
18	09:00	9	07:00	7	AVERIA EN TRANSFORMADOR	
19	08:00	8	08:00	8	AVERIA EN TRANSFORMADOR	
20	00:00	0	16:00	16	S/N	
21	00:00	0	14:30	14.5	S/N	
22	00:00	0	14:00	14	S/N	
23	00:00	0	14:00	14	S/N	
24	00:00	0	15:00	15	S/N	
25	00:00	0	16:00	16	S/N	
26	00:00	0	16:00	16	S/N	
27	00:00	0	15:00	15	S/N	
28	00:00	0	16:00	16	S/N	
29	10:00	10	06:00	6	Desechos de basura en cántara	
30	08:00	8	08:00	8	Desechos de basura en cántara	
31	00:00	0	16:00	16	S/N	
TOTAL		103.3333		384.1667		6

Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

Anexo 2:

MES	H. DISPONIBLE	H. OPERADAS	H. PARADAS POR AVERIAS	N. FALLAS	MTBF (Ec. 3)	TPPF (Ec. 1)	TPPR (Ec. 2)	DISPONIBILIDAD (Ec. 4)	VOLUMEN DRAGADO
ENERO	393.58	335.15	58.43	5.00	78.72	67.03	11.69	82.56%	97,342
FEBRERO	395.02	313.25	81.77	6.00	65.84	52.21	13.63	73.90%	88,245
MARZO	393.73	318.08	75.65	3.00	131.24	106.03	25.22	76.22%	88,570
ABRIL	414.98	336.55	78.43	6.00	69.16	56.09	13.07	76.69%	88,805
MAYO	487.50	404.12	83.38	5.00	97.50	80.82	16.68	79.37%	90,457
JUNIO	440.56	355.98	84.58	5.00	88.11	71.20	16.92	76.24%	88,763
JULIO	369.00	305.50	63.50	5.00	73.80	61.10	12.70	79.21%	90,193
AGOSTO	432.00	339.25	92.75	5.00	86.40	67.85	18.55	72.66%	85,642
SETIEMBRE	390.12	311.87	78.25	5.00	78.02	62.37	15.65	74.91%	85,930
OCTUBRE	396.00	313.55	82.45	5.00	79.20	62.71	16.49	73.70%	85,790
NOVIEMBRE	479.50	353.00	126.50	6.00	79.92	58.83	21.08	64.16%	82,160
DICIEMBRE	487.50	384.17	103.33	6.00	81.25	64.03	17.22	73.10%	87,987
<u>PROMEDIO POR MES</u>	<u>423.29</u>	<u>339.21</u>	<u>84.09</u>	<u>5.17</u>	<u>81.93</u>	<u>65.65</u>	<u>16.27</u>	75.21%	88,324

MES	TASA FALLAS (λ) – (1/MTBF)	T_c	$-\lambda T_c$	CONFIABILIDAD ($e^{-\lambda T_c}$) - (Ec. 5)	TASA REPARACIÓN μ - (1/TPPR)	T_m	MANTENIBILIDAD ($e^{-\mu T_c}$) - (Ec. 6)
ENERO	-0.012703791	96	-1.21956394	29.54%	0.085567501	48	98.35%
FEBRERO	-0.015189231	96	-1.458166199	23.27%	0.073379595	48	97.05%
MARZO	-0.007619371	96	-0.731459595	48.12%	0.039656312	48	85.10%
ABRIL	-0.014458413	96	-1.388007662	24.96%	0.07649812	48	97.46%
MAYO	-0.01025641	96	-0.984615385	37.36%	0.059963974	48	94.38%
JUNIO	-0.011349128	96	-1.089516243	33.64%	0.059113324	48	94.14%
JULIO	-0.013550136	96	-1.300813008	27.23%	0.078740157	48	97.72%
AGOSTO	-0.011574074	96	-1.111111111	32.92%	0.053908356	48	92.48%
SETIEMBRE	-0.012816681	96	-1.230401372	29.22%	0.063897845	48	95.34%
OCTUBRE	-0.012626263	96	-1.212121212	29.76%	0.060642814	48	94.56%
NOVIEMBRE	-0.012513034	96	-1.201251303	30.08%	0.04743083	48	89.74%
DICIEMBRE	-0.012307692	96	-1.181538462	30.68%	0.058064535	48	93.84%
<u>PROMEDIO POR MES</u>	<u>0.012205936</u>	96	<u>-1.171769867</u>	<u>30.98%</u>	<u>0.061444955</u>	48	<u>94.76%</u>

Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia

Anexo 3

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del informante	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
CUBAS YBÁÑEZ, EDGARDO	JEFE DE MANTENIMIENTO – ENAPU S.A.	FICHA DE REGISTRO	LÓPEZ TRUJILLO, ORLANDO
Título del estudio: APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA DRAGA MARINERO RIVAS DEL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY PARA MEJORAR SU FUNCIONAMIENTO			

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Coloque el porcentaje, según intervalo.

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 00-20%				REGULAR 21-40%				BUENA 41-60%				MUY BUENA 61-80%				EXCELENTE 81-100%			
		0 5	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.																				X
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas actividades, observables en una organización.																			X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado el avance de la ciencia y la tecnología.																		X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica coherente.																		X		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos (indicadores, sub escalas, dimensiones) en cantidad y calidad.																		X		
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar la influencia de la V.I. en la V.D. o la relación entre ambas, con determinados sujetos y contexto.																		X		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico-científicos.																X				
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.																				X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																				X
10. PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación																				X
PROMEDIO																					

OPINION DE APLICABILIDAD: Procede su aplicación
 Procede su aplicación previo levantamiento de las observaciones que se adjuntan
 No procede su aplicación

SALAVERRY – 17/07/17	17910892		945979450
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma del experto	Teléfono

OBSERVACIONES

1. *La matriz de prioridades debe evaluar y modificar
anualmente; de acuerdo a la oportunidad y necesidad.*

2.

3.

4.

FECHA: 17/11/17.


Edgardo Cabas Yáñez
SEER DE MANEJO
C.O.B. 14.435A

Firma del experto

Salaverry, 18 de mayo del 2017

VALIDACIÓN DE DATOS


El que suscribe:

Jefe del Área de Mantenimiento afirma que:

Los datos referenciales de la Draga "Marinero Rivas" del Terminal Portuario de Salaverry son veraces y confiables.

Atentamente

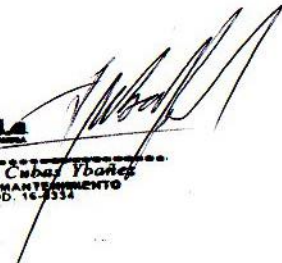


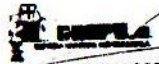
 CUSPE S.A.
Edgardo Cubas Ybañez
JEFE DE MANTENIMIENTO
COD. 16-8334

.....
Sr. Edgardo Cubas Ybañez

FICHA DE REGISTRO

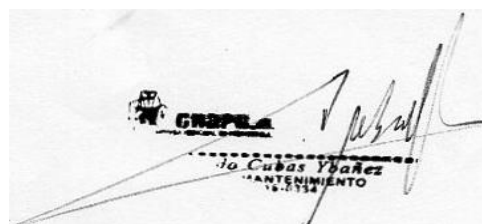
MES	H. Operadas	H. Para Por Avería	N. Fallas	MOTIVO




Edgardo Cuba Ybañez
JEFE DE MANTENIMIENTO
COD. 16-3334

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD

CRITERIOS	PUNTAJE
FRECUENCIA DE FALLAS	
MENORES DE 1 FALLA POR AÑO	1
ENTRE 1 Y 6 FALLAS POR AÑO	2
ENTRE 6 Y 12 FALLAS POR AÑO	3
ENTRE 12 Y 52 FALLAS POR AÑO	4
MAYOR A 52 FALLAS POR AÑO	5
IMPACTO OPERACIONAL	
PARADA TOTAL DEL EQUIPO	4
PARADA DEL SUBSISTEMA Y TIENE REPERCUSIÓN SOBRE OTROS	3
IMPACTA EN NIVELES DE CALIDAD	2
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO	1
FLEXIBILIDAD	
NO EXISTE OPCIÓN DE PRODUCCIÓN Y NO HAY FUNCIÓN DE REPUESTO	3
HAY OPCIÓN DE REPUESTO ALMACÉN	2
EXISTE OPCIÓN DE PRODUCCIÓN	1
TPPR	
MENOS DE 3 HORAS	1
ENTRE 3 Y 8 HORAS	2
ENTRE 8 Y 24 HORAS	3
MÁS DE 24 HORAS	4
COSTO DE MANTENIMIENTO	
MENOS DE 10 MIL SOLES	1
ENTRE 10 MIL Y 20 MIL SOLES	2
MÁS DE 20 MIL SOLES	3
IMPACTO SEGURIDAD	
AFECTA SEGURIDAD HUMANA	4
AFECTA INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	3
PROVOCA DAÑOS MENORES	2
NO PROVOCA DAÑOS A PERSONAS O INSTALACIONES	1
IMPACTO AMBIENTE	
SI	2
NO	1



Anexo 4:

N.	EQUIPOS	Fallas promedio	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad	TPPR	Costo de Mantenimiento	I. seguridad	I. ambiente	Consecuencia- (Ec. 7)	Puntaje – (Ec. 8)	Porcentaje
1	Grup. Electrógeno N. 1	14	4	3	3	4	1	0	1	38	152	13.84%
2	Grup. Electrógeno N. 2	8	3	2	1	3	1	0	1	8	24	2.19%
3	Grup. Electrógeno N. 3	9	3	2	1	3	1	0	1	8	24	2.19%
4	motores eléctricos compresoras 1	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
5	motores eléctricos compresoras 2	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
6	motor trifásico de reserva	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
7	motor electrico de bomba de lubricación	1	1	2	1	2	1	1	2	8	8	0.73%
8	motor electrico de bomba contra incendios	1	1	1	1	2	1	2	1	6	6	0.55%
9	motor dragado BLACKSTONE EZSL6	15	4	3	3	3	1	2	1	31	124	11.29%
10	motor babor BLACKSTONE EZSL8	15	4	4	3	4	1	2	1	52	208	18.94%
11	motor de estribor BLACKSTONE EZSL8	4	2	2	1	3	1	2	1	10	20	1.82%
12	Turbo Soplante BROWN BOVERI vtr-250 motor estribor	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
13	turbo Soplante BROWN BOVERI VTR-201 motor dragado	2	2	2	1	3	1	1	1	9	18	1.64%
14	cilindro hidráulico-intermedio	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%

15	cilindro hidráulico-cabezal	9	3	1	1	2	1	1	1	5	15	1.37%
16	bomba hidráulica N 01 STAFFA b-200 Winche del cabezal	5	2	2	3	3	1	1	1	21	42	3.83%
17	tarjetas hidráulicas	2	2	1	1	2	1	1	1	5	10	0.91%
18	bomba hidráulica N 02 staffab-200winche intermedio	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
19	bomba de dragado	11	3	2	3	3	1	2	1	22	66	6.01%
20	bomba PEGSON	4	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
21	bomba de sentinas	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
22	Válvula corredera succión	5	2	2	1	3	1	1	1	9	18	1.64%
23	tubo de descarga	1	1	3	3	2	1	2	2	23	23	2.09%
24	motor cabrestante petróleo	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
25	bomba elevadora de combustible	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
26	bomba de lavado de sellos	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%


27	Baterías	3	2	2	1	2	1	2	1	8	16	1.46%
28	Alternador 1 delco. 156kw-205amp.	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
29	alternador 02 LEROY SOMER 179kw	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
30	transformador alumbrado	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
31	Grasera eléctrica timón	1	1	1	1	2	1	2	1	6	6	0.55%
32	Tablero de control luces de navegación	3	2	2	1	2	1	2	1	8	16	1.46%
33	Generador 1	2	2	3	1	3	1	1	1	12	24	2.19%
34	Sistema electrico de 24v	2	2	2	1	2	1	2	1	8	16	1.46%
35	Codo de elinda	5	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
36	Cabezal de Elinda	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
37	Cable de Elinda	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
38	Tubo de Elinda	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
39	Canaleta de cantara	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
40	Difusor de descarga	4	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
41	Reboses de cantara	1	1	2	1	1	1	1	1	5	5	0.46%
42	Abanico de cantara	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%

43	Desechos en cantara	1	1	2	1	1	1	1	1	5	5	0.46%
44	Pescante	3	2	1	1	2	1	1	1	5	10	0.91%
45	Ancla de popa	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	0.36%
46	Compensador de olas cabezal	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%
47	Caja de engranaje	2	2	2	1	2	1	1	1	7	14	1.28%
48	ROADRUNNER BULKER NOS ABORDÓ, DAÑANDO BARANDA DE ALETA DE BABOR	1	1	2	1	2	1	4	2	11	11	1.00%
49	COCINA ELECTRICA	1	1	1	1	2	1	2	2	7	7	0.64%
50	CONSOLA DE DRAGADO	1	1	2	1	2	1	1	1	7	7	0.64%


Fuente: Enapu S.A.

Elaboración: Propia


Anexo 5

 <p>ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.</p>	<p>Orden de Trabajo de Mantenimiento</p>	<p>Código: R-OTM- 01-00-00</p>
<p>MOTIVO:</p>	<p>Fecha:</p>	
<p style="text-align: center;">Actividades</p>	<p>Realizado:</p>	
	<p>Si</p>	<p>No</p>
<p>OBSERVACIÓN:</p>		
<p>Fecha de inicio:</p>	<p>Fecha de finalización:</p>	
<p>Realizado por:</p>		
<p>Autorizado por:</p>		


Anexo 6

 <p>ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.</p>	<p>Orden de Requerimiento de Aceite</p>	<p>Código: R-ORA-01-00-00</p>
<p>Motivo:</p>	<p>Fecha:</p>	
<p>Requerimiento</p>	<p>Cantidad</p>	
<p>OBSERVACIÓN:</p>		
<p>Proveedor:</p>		
<p>Recibido por:</p>		

Anexo 7

 <p>ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.</p>	<p>Orden de Requerimiento de Repuesto</p>	<p>Código: R-ORR- 01-00-00</p>
<p>Motivo:</p>	<p>Fecha:</p>	
<p>Requerimiento</p>	<p>Cantidad</p>	
<p>Recibido por:</p>		

Anexo 8

 <p>ENAPU S.A. EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.</p>	<p>Orden de Requerimiento de Combustible</p>	<p>Código: R-ORC-01-00-00</p>
<p>Motivo:</p>	<p>Fecha:</p>	
<p style="text-align: center;">Requerimiento</p>	<p>Realizado:</p>	
	<p style="text-align: center;">Cantidad</p>	
<p>OBSERVACIÓN:</p>		
<p>Proveedor:</p>		
<p>Recibido por:</p>		

Anexo 9

Frecuencia Falla	TPPR	H. Para por Avería	H. Operación	TPPF	TPEF	Disponibilidad (TPPF- TPPR)/TPPF	Tasa de falla λ 1/TPEF	Confiabilidad $e^{(-\lambda t)}$	Tasa de recuperación $\mu = 1/TPPR$	Mantenibilidad $1-e^{(-\mu t)}$
6	4	24	480	80.0	84	95.00%	0.0119	43.46%	0.2500	91.79%
	5	30	464	77	82.3	93.53%	0.0121	42.73%	0.2000	86.47%
	6	36	464	77.3	83.3	92.24%	0.0120	43.17%	0.1667	81.11%
	7	42	448	74.7	81.7	90.63%	0.0122	42.44%	0.1429	76.03%
	8	48	448	74.7	82.7	89.29%	0.0121	42.88%	0.1250	71.35%
5	4	20	480	96	100	95.83%	0.0100	49.66%	0.2500	91.79%
	5	25	480	96	101	94.79%	0.0099	50.00%	0.2000	86.47%
	6	30	480	96	102	93.75%	0.0098	50.34%	0.1667	81.11%
	7	35	464	92.8	99.8	92.46%	0.0100	49.59%	0.1429	76.03%
	8	40	464	92.8	101	91.38%	0.0099	49.94%	0.1250	71.35%
4	4	16	480	120	124	96.67%	0.0081	56.86%	0.2500	89.46%
	5	20	480	120	125	95.83%	0.0080	57.12%	0.2000	83.47%
	6	24	480	120	126	95.00%	0.0079	57.38%	0.1667	77.69%
	7	28	464	116	123	93.97%	0.0081	56.60%	0.1429	72.35%
	8	32	464	116	124	93.10%	0.0081	56.86%	0.1250	67.53%
3	4	12	480	160	164	97.50%	0.0061	65.26%	0.2500	89.46%
	5	15	480	160	165	96.88%	0.0061	65.43%	0.2000	83.47%
	6	18	480	160	166	96.25%	0.0060	65.59%	0.1667	77.69%
	7	21	464	154.67	162	95.47%	0.0062	64.86%	0.1429	72.35%
	8	24	464	154.67	163	94.83%	0.0061	65.03%	0.1250	67.53%
2	4	8	480	240	244	98.33%	0.0041	75.06%	0.2500	86.47%
	5	10	480	240	245	97.92%	0.0041	75.15%	0.2000	79.81%
	6	12	480	240	246	97.50%	0.0041	75.24%	0.1667	73.64%
	7	14	464	232	239	96.98%	0.0042	74.61%	0.1429	68.11%
	8	16	464	232	240	96.55%	0.0042	74.70%	0.1250	63.21%
1	4	4	480	480	484	99.17%	0.0021	86.53%	0.2500	77.69%
	5	5	480	480	485	98.96%	0.0021	86.56%	0.2000	69.88%
	6	6	480	480	486	98.75%	0.0021	86.59%	0.1667	63.21%
	7	7	464	464	471	98.49%	0.0021	86.19%	0.1429	57.56%
	8	8	464	464	472	98.28%	0.0021	86.22%	0.1250	52.76%

Actividad	Sistema	frec.	sem ini	Semana																																																				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
Inspeccionar salida de agua salada	MPE-S. refrigerante	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Verificar nivel de refrigerante	MPE-S. refrigerante	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Inspeccionar y/o cambiar rotor de bomba de agua salada	MPE-S. refrigerante	8	1	x						x																																														
Inspeccionar y/o cambiar refrigerante	MPE-S. refrigerante	8	1	x																																																				
Inspeccionar y/o cambiar filtro de aire	MPE-S. escape y admisión	4	3		x																																																			
Limpiar y/o cambiar codo de mezclador escape/agua	MPE-S. escape y admisión	4	3		x																																																			
Limpiar y/o cambiar tubo de respiración	MPE-S. escape y admisión	4	3		x																																																			
Inspeccionar batería	MPE-S. eléctrico	2	2		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x			
Inspeccionar y/o cambiar correas V	MPE-S. eléctrico	8	4																																																					
Inspeccionar conectores de cableado	MPE-S. eléctrico	8	4																																																					

Elaboración: Propia

Anexo 11

INVERSION	
Descripción	Monto (S/.)
Costo de Mano de Obra y repuesto	178,746.50
Insumos	51,581.22
Mantenimiento	55,120.35
Gasto Mensual	285,448.07
Gasto Anual (12)	3,425,376.84
Condiciones del Financiamiento	
Descripción	Monto (S/.)
Préstamo	3,425,376.84
Tasa efectiva anual	14.00%
Tasa efectiva mensual	1.10%
Plazo, anual o mensual	36
cuota mensual, Soles/mes	S/. 115,744.73

Plan de Pagos Mensuales					
Mes	Préstamo	Interés	Amortización	Cuota	Saldo
1	S/.3,425,376.84	S/.37,679.15	S/.78,065.59	S/.115,744.73	S/.3,347,311.25
2	S/.3,347,311.25	S/.36,820.42	S/.78,924.31	S/.115,744.73	S/.3,268,386.94
3	S/.3,268,386.94	S/.35,952.26	S/.79,792.48	S/.115,744.73	S/.3,188,594.46
4	S/.3,188,594.46	S/.35,074.54	S/.80,670.20	S/.115,744.73	S/.3,107,924.27
5	S/.3,107,924.27	S/.34,187.17	S/.81,557.57	S/.115,744.73	S/.3,026,366.70
6	S/.3,026,366.70	S/.33,290.03	S/.82,454.70	S/.115,744.73	S/.2,943,912.00
7	S/.2,943,912.00	S/.32,383.03	S/.83,361.70	S/.115,744.73	S/.2,860,550.30
8	S/.2,860,550.30	S/.31,466.05	S/.84,278.68	S/.115,744.73	S/.2,776,271.62
9	S/.2,776,271.62	S/.30,538.99	S/.85,205.75	S/.115,744.73	S/.2,691,065.87
10	S/.2,691,065.87	S/.29,601.72	S/.86,143.01	S/.115,744.73	S/.2,604,922.86
11	S/.2,604,922.86	S/.28,654.15	S/.87,090.58	S/.115,744.73	S/.2,517,832.28
12	S/.2,517,832.28	S/.27,696.16	S/.88,048.58	S/.115,744.73	S/.2,429,783.70
13	S/.2,429,783.70	S/.26,727.62	S/.89,017.11	S/.115,744.73	S/.2,340,766.58
14	S/.2,340,766.58	S/.25,748.43	S/.89,996.30	S/.115,744.73	S/.2,250,770.28
15	S/.2,250,770.28	S/.24,758.47	S/.90,986.26	S/.115,744.73	S/.2,159,784.02
16	S/.2,159,784.02	S/.23,757.62	S/.91,987.11	S/.115,744.73	S/.2,067,796.91
17	S/.2,067,796.91	S/.22,745.77	S/.92,998.97	S/.115,744.73	S/.1,974,797.94
18	S/.1,974,797.94	S/.21,722.78	S/.94,021.96	S/.115,744.73	S/.1,880,775.99
19	S/.1,880,775.99	S/.20,688.54	S/.95,056.20	S/.115,744.73	S/.1,785,719.79
20	S/.1,785,719.79	S/.19,642.92	S/.96,101.82	S/.115,744.73	S/.1,689,617.97
21	S/.1,689,617.97	S/.18,585.80	S/.97,158.94	S/.115,744.73	S/.1,592,459.03
22	S/.1,592,459.03	S/.17,517.05	S/.98,227.68	S/.115,744.73	S/.1,494,231.35
23	S/.1,494,231.35	S/.16,436.54	S/.99,308.19	S/.115,744.73	S/.1,394,923.16
24	S/.1,394,923.16	S/.15,344.15	S/.100,400.58	S/.115,744.73	S/.1,294,522.58
25	S/.1,294,522.58	S/.14,239.75	S/.101,504.99	S/.115,744.73	S/.1,193,017.60
26	S/.1,193,017.60	S/.13,123.19	S/.102,621.54	S/.115,744.73	S/.1,090,396.05
27	S/.1,090,396.05	S/.11,994.36	S/.103,750.38	S/.115,744.73	S/.986,645.68
28	S/.986,645.68	S/.10,853.10	S/.104,891.63	S/.115,744.73	S/.881,754.05
29	S/.881,754.05	S/.9,699.29	S/.106,045.44	S/.115,744.73	S/.775,708.61
30	S/.775,708.61	S/.8,532.79	S/.107,211.94	S/.115,744.73	S/.668,496.67
31	S/.668,496.67	S/.7,353.46	S/.108,391.27	S/.115,744.73	S/.560,105.39
32	S/.560,105.39	S/.6,161.16	S/.109,583.57	S/.115,744.73	S/.450,521.82
33	S/.450,521.82	S/.4,955.74	S/.110,788.99	S/.115,744.73	S/.339,732.83
34	S/.339,732.83	S/.3,737.06	S/.112,007.67	S/.115,744.73	S/.227,725.15
35	S/.227,725.15	S/.2,504.98	S/.113,239.76	S/.115,744.73	S/.114,485.39
36	S/.114,485.39	S/.1,259.34	S/.114,485.39	S/.115,744.73	S/.0.00

Anexo



"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de nuestra Diversidad"

CARGO

Lima, 27 de enero del 2012

OFICIO N° 105-2011-2012/RAN-CR

Señor,
Juan Gómez de la Torre
Gerente General Empresa Nacional de Puertos S.A - ENAPU
Avenida Manco Cápac 255 Callao – Lima.

De mi mayor consideración:



Me dirijo a usted para solicitarle que de conformidad con lo establecido en los artículos 96° de la Constitución Política del Perú y 87° del Reglamento del Congreso, se sirva informarme sobre la situación y operatividad de las dragas "Marinero Rivas y Grimete Arciniega", asimismo, las acciones que su despacho ha tomado en relación a que ambas dragas continúen operando en el puerto sin poner en riesgo las operaciones portuarias del Puerto de Salaverry.

Con esta oportunidad, reitero a usted la expresión de mi distinguida consideración.

Atentamente,



Richard Acuña Núñez
Congresista de la República

Despacho Congreso: Jr. Huallaga N° 364 Cercado de Lima. Of. 308. Teléf.: (01)311-7612 Fax: (01)311-7673
Oficina Descentralizada de Coordinación: Jr. San Martín N° 690 - Trujillo. Teléfono: (044) 252121
www.richardacuana.com racuna@congreso.gob.pe



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU"
"AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

N° 068-2012-ENAPU S.A./GG

30081

Callao, 15 FEB. 2012

Señor
RICHARD ACUÑA NUÑEZ
Congresista de la República
Despacho Congresal
Jirón Huallaga N° 354 Cercado de Lima Of. 308
Lima, Perú

Ref: Oficio N° 105-2011-2012/RAN-CR

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en relación al documento de la referencia, en el cual su Despacho, de conformidad con lo establecido en los artículos 96° de la Constitución Política del Perú y 87° del Reglamento del Congreso, solicita que se informe sobre la situación y operatividad de las dragas MARINERO RIVAS y GRUMETE ARCINIEGA y sobre las acciones que se han tomado para que estas dragas continúen operando sin poner en riesgo las operaciones portuarias del Terminal Portuario de Salaverry.

Sobre el particular, señor Congresista, se le adjunta el Informe Técnico N° 001-2012 ENAPU S.A./GTTPP sobre las citadas dragas, para los fines que estime conveniente.

Aprovecho la oportunidad para expresar la más alta estima y consideración hacia su persona.

Atentamente,

JUAN ARRIBLERO GÓMEZ DE LA TORRE
Gerente General(e)

5. Referencia Bibliográfica

VERA Luis y BURGOS Robert. Análisis del proceso de mantenimiento de la sala de máquina y el impacto en los niveles de producción en el reparto servicio de dragas. Proyecto de grado previo a la obtención del título de ingeniería industrial, MILAGRO-ECUADOR: Universidad Estatal de Milagro, facultad ciencias de ingeniería, 2014. 102p.

RAMÍREZ Hernández, Julio Francisco. Plan de lubricación para el mantenimiento mecánico para la maquinaria pesada utilizada en movimiento de tierra, en la industria de la construcción, Por TOPSA Construcciones S.A. Al conferírsele el título de maestro en artes en ingeniería de mantenimiento. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2007. 70p.

GONZAGA Acuña, Andrea Carolina y TERÁN Marín Roberto Ernesto. Estudio e implementación de un sistema de control y gestión de los procesos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo en las flotas y maquinarias para el servicio de dragas en la armada del Ecuador. Trabajo de investigación previa a la obtención del título de ingeniero en sistemas mención en telemática. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Facultad de ingeniería, 2013. 287p.

OVIDO Rueda, Carlos, GALVIS Casanova Juan. Metodología para la implementación de un sistema de información integrado para el mantenimiento de redes de distribución de agua potable del amb S.A. ESP. Trabajo de investigación previa a la obtención de título de especialización en gerencia de mantenimiento. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander-UIS, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2011. 170p.

CRUZ Jasso, Adrián. Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND. Proyecto de titulación de Ingeniero de Mantenimiento Industrial. Tula, México: Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, Escuela de Ingeniería Industrial, 2011. 87p.

DUFFUAA, Salih O, CAMPBELL, John y RAOUF A. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. 1era ed. México: Limusa, 2000. 419p. ISBN: 968-18-5918-9.

JARAMILLO García, Orlando, Propuesta del mantenimiento preventivo por medio del SIM al parque vehicular del Municipio de Querétaro. Proyecto para la titulación de ingeniero en mantenimiento industrial. Santiago de Querétaro, México: Universidad Tecnológica de Querétaro, Facultad de ingeniería, 2013. 103p.

Sistema de Cálculo de Indicadores para el Mantenimiento. Hernández Cruz, Eugenio, Navarrete Pérez, Enrique. Disponible en: <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/download/322/662> Fecha de consulta: 16 de octubre del 2016

Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. Amendola, Luis. Disponible en: www.Klaron.net. Fecha de consulta: 16 de octubre del 2016.

Indicadores en mantenimiento. García Garrido, Santiago. Disponible en: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>. Fecha de consulta 17 de octubre del 2016.

ÁLVAREZ Miranda, Silvana del Pilar. La seguridad industrial y su incidencia en las pérdidas de la empresa Cavimar. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniería de empresas. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ciencias administrativas. 2013. 206p.

RICALDI Arzapalo, Melissa Carla. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento. Proyecto profesional para optar por el título de ingeniero industrial. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de ingeniería, 2013. 123p.

Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad. INGECON. Disponible en: <http://www.confiabilidadoperacional.com/> . Fecha de consulta 15 de octubre de 2016.

Trabajos y proyectos fin de estudios de la E.T.S.I. e-REDING. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311> . Fecha de consulta: 16 de octubre del 2016.

Manual de control Administrativo. INEGI. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/manualdecontroladmvo.pdf>. Fecha de consulta: 16 de octubre del 2016.

Universidad Nacional de Misiones. FACULTAD DE INGENIERÍA. Disponible en: <http://www.fio.unam.edu.ar/Secretarias/Administrativa/conc/bibli/mantenimiento/conceptos-basicos-mantenimiento.pdf> . Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2016.

FOMBELLA Cuesta, Armando. Desarrollo e implantación de plan de mantenimiento en un edificio de oficinas. Proyecto de fin de carrera para obtener el título de ingeniero. Madrid, España: Universidad Carlos III Madrid, 2010-2011. 157p.

Manual de Mantenimiento. SENA. Disponible en: http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/# . Fecha de consulta: 10 setiembre de 2016.

ROI y e-learning: más allá de beneficios y costes. Disponible en: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/duart0902/duart0902.pdf>. Fecha de Consulta: 10 de setiembre de 2016.

Maquinaria pesada. Fichas maquinarias CIV 247.doc. Disponible en: <http://maquinariadeexcavacion1.bligoo.cl/media/users/25/1290029/files/396196/manual-maquinaria-pesada-equipo-liviano-construccion.pdf>. Fecha de Consulta: 10 de setiembre de 2016.

ESCALANTE, Raúl S. Elección de tipo de dragado. Cátedra Ingeniería de dragado. Escuela de graduados portuarios. Disponible en: http://www.graduadosportuaria.com.ar/IngDragado/DRA_Tema%205_Eleccion%20del%20equipo%20de%20dragado.pdf . Fecha de consulta: 11 de setiembre de 2016.

Congreso de la República de Perú. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/RelatAgenda/PlenoComiPerm20112016.nsf/Agl%20informativa/94DA37BE4A4B3C6B052579CE005B61BF/\\$FILE/8INFORMATIVADEL20DEMARZODE2012.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/RelatAgenda/PlenoComiPerm20112016.nsf/Agl%20informativa/94DA37BE4A4B3C6B052579CE005B61BF/$FILE/8INFORMATIVADEL20DEMARZODE2012.pdf)

Iso 55000: 2014 Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología. Ginebra: Suiza, 201

