

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y DE ENERGÍA**



**“MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO EL
ENFOQUE PDCA Y SU INFLUENCIA EN LA EFICIENCIA
GENERAL DE MÁQUINAS EN LOS BUQUES DE LA
ARMADA PERUANA, CALLAO 2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

AUTOR: BACH. WALTER RIVERA YANASUPO

Callao, 2019

PERU

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

JURADO EXAMINADOR Y ASESOR DE TESIS

Presidente: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

Secretario: Mg. Vladimiro Contreras Tito

Vocal: Mg. Juan Francisco Ochoa Arrasco

Vocal: Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro

Nº DE LIBRO DE SUTENTACIÓN:

Nº DE ACTA DE SUSTENTACIÓN:

FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS: 08 de Setiembre del 2019

DEDICATORIA

A mis padres, por su sacrificio en iniciarme en el camino de la educación, por haber estado conmigo incluso en los momentos más difíciles, les estaré agradecido infinitamente.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a dios por permitirme disfrutar la vida como parte de su creación, a la Universidad Nacional del Callao y los catedráticos por ser el eje central de mi formación profesional, fueron de ayuda fundamental en el desarrollo de la presente investigación.

INDICE

RESUMEN

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1.	Descripción de la realidad problemática	9
1.2.	Formulación del problema	12
1.3.1.	Problema general	12
1.3.2.	Problema específico	13
1.3.	Objetivos	12
1.3.1.	Objetivo general	12
1.3.2.	Objetivos específicos	13
1.4.	Limitaciones de la investigación	13
II.	MARCO TEÓRICO	15
2.1.	Antecedentes	15
2.1.1.	Antecedentes internacionales	15
2.1.2.	Antecedentes nacionales	18
2.2.	Bases teóricas	21
2.2.1.	Gestión de mantenimiento	21
2.2.2.	Objetivos del mantenimiento	22
2.2.3.	Mantenimiento preventivo	26
2.2.4.	Mantenimiento programado	29
2.2.5.	Mantenimiento predictivo	30
2.2.6.	Ciclo PDCA	31
2.2.7.	Identificación de riesgos laborales	33
2.2.8.	Eficiencia general de equipos OEE	35
2.2.9.	Cálculo de las OEE	38
2.3.	Conceptual	41
2.3.1.	Gestión de mantenimiento	41
2.3.2.	Mantenimiento preventivo	42
2.3.3.	Mantenimiento de calidad	43
2.3.4.	Estructura organizativa del mantenimiento	43

2.3.5.	Procesos	44
2.3.6.	Elementos de proceso	45
2.3.7.	Ciclo PDCA	47
2.3.8.	Gestión de procesos	47
2.3.9.	Indicadores de eficacia del mantenimiento	48
2.4.	Definición de términos básicos	49
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	54
3.1.	Hipótesis	54
3.1.1.	Hipótesis general	54
3.1.2.	Hipótesis específicos	54
3.2.	Definición conceptual de variables	54
3.2.1.	Modelo de gestión de mantenimiento bajo el PDCA	55
3.2.2.	Eficiencia general de máquinas	56
3.2.3.	Operacionalización de variables	57
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	58
4.1.	Tipo y diseño de investigación	58
4.1.1.	Diseño de la investigación	58
4.2.	Método de investigación	60
4.3.	Población y muestra	61
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado	62
4.5.	Técnicas para la recolección de la información	63
4.5.1.	Instrumentos de recolección de datos	64
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	66
V.	RESULTADOS	68
5.1.	Resultados descriptivos	68
5.1.1.	Resultados descriptivos variable1	68
5.1.2.	Resultados descriptivos variable 2	76
5.1.3.	Modelo de gestión de mantenimiento bajo el PDCA	82
5.1.4.	Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA	82
5.1.5.	Ciclo PDCA, en el mantenimiento preventivo	82
5.1.6.	Criticidad de máquinas	97

5.1.7.	Nivel de riesgo de actividades	97
5.1.8.	Cálculo de la eficiencia general de máquinas OEE	104
5.1.9.	Prueba de normalidad de datos	110
5.2.	Resultados inferenciales	111
5.2.1.	Correlación hipótesis general	113
5.2.2.	Correlación hipótesis específicas	114
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	118
6.1.	Contrastación de la hipótesis con los resultados	118
6.2.	Contrastación de la hipótesis con otros estudios similares	129
6.3.	Responsabilidad ética	131
VII.	CONCLUSIONES	133
VIII.	RECOMENDACIONES	135
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
	ANEXOS	137
A.1	Matriz de consistencia	140
A.2	Instrumentos validados	141
A.3	Base de datos	148
A.4	Reporte software antiplagio URKUND	154

TABLAS DE CONTENIDO

Tabla 1.1	Indicadores de eficacia del mantenimiento	26
Tabla 2.1	Posibilidad de accidente	35
Tabla 2.2	Severidad de las consecuencias	35
Tabla 2.3	Grado de peligrosidad	36
Tabla 3.3	Operacionalización de variables	57
Tabla 5.1	Modelo nivel correlacional	59
Tabla 5.2	Resultado descriptivo de la variable 1	68
Tabla 5.2	Resultado descriptivo de la variable 2	76
Tabla 5.3	Inventario de máquinas	96
Tabla 5.4	Importancia crítica de los equipos	98
Tabla 5.5	Criticidad de equipos	99
Tabla 5.6	Nivel de riesgo de las actividades	101
Tabla 5.7.	Prueba de normalidad de datos	109
Tabla 5.8	Correlación hipótesis general	112
Tabla 5.9	Correlación hipótesis específica a	114
Tabla 5.10	Correlación hipótesis específica b	115
Tabla 5.11	Correlación hipótesis específica c	116
Tabla 6.1	Cálculo de influencia gestión de mantenimiento PDA	119
Tabla 6.2	Cálculo de influencia análisis de procesos	123
Tabla 6.3	Cálculo de influencia de programación y ejecución	125
Tabla 6.4	Cálculo de influencia de estandarización y control.	128

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Diagrama causa efecto	11
Gráfico 2.1	Dinámica gestión de mantenimiento	22
Gráfico 2.2	Entradas y salidas máquinas en producción	23
Gráfico 2.3	Mantenimiento preventivo	27
Gráfico 2.4	Ciclo mantenimiento preventivo	28
Gráfico 2.5	Ciclo PDCA	33
Gráfico 2.4	Eficiencia general de equipos OEE	37
Gráfico 5.1.	Cantidad de actividades del proceso	70
Gráfico 5.2	Criticidad de máquinas	71
Gráfico 5.3	Histograma cantidad de revisiones por año	72
Gráfico 5.4	Nivel de riesgo laboral	73
Gráfico 5.5	Histograma tiempo medio entre fallas	74
Gráfico 5.6	Histograma tiempo medio para reparar	75
Gráfico 5.7	Histograma Eficiencia General de máquinas	78
Gráfico 5.8	Histograma disponibilidad de máquinas	79
Gráfico 5.9	Histograma performance de máquinas	80
Gráfico 5.10	Histograma calidad de máquinas	81
Gráfico 5.11	Gestión de mantenimiento bajo en enfoque PDCA	84
Gráfico 5.12	Diagrama de pareto	85
Gráfico 5.13	Proceso de potabilización de agua	87
Gráfico 5.14	Proceso de tratamiento de aguas servidas	88
Gráfico 5.15	Proceso de tratamiento de aguas oleosas	89
Gráfico 5.16	Proceso de generación de vapor	90
Gráfico 5.17	Proceso de separación centrífugo	91
Gráfico 5.18	Proceso de transferencia de fluidos	92
Gráfico 5.19	Proceso de propulsión	93
Gráfico 5.20	Flujograma operación de máquinas	94
Gráfico 5.21	Disponibilidad de máquinas y equipos	105
Gráfico 5.22	Performance de máquinas y equipos	106

Gráfico 5.23	Calidad de máquinas y equipos	108
Gráfico 5.24	Eficiencia general de máquinas OEE	109
Gráfico 5.25	Escala de valores correlación rho de Spearman	112
Gráfico 6.1	Diagrama dispersión gestión de mantenimiento	120
Gráfico 6.2	Eficiencia pre y post método PDCA	121
Gráfico 6.3	Diagrama dispersión análisis de procesos y eficiencia	123
Gráfico 6.4	Diagrama dispersión programación y ejecución	125
Gráfico 6.5	Diagrama estandarización, control y eficiencia	127

RESUMEN

La elaboración de la presente investigación, está orientado en determinar la influencia que ejerce el modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, las variable independiente estudiada fue gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, efectuado mediante el análisis de procesos, programación, ejecución, estandarización y control, mientras la variable dependiente Eficiencia General de máquinas mediante, la disponibilidad, performance y calidad. El presente estudio cuenta con cualidades de una investigación no experimental transversal de nivel correlacional, tipo cuantitativo analítica, la población y muestra representativa estuvo conformado por 46 máquinas de un buque de la Armada Peruana, la técnica de recolección de datos se efectuó mediante la observación y análisis documental, los instrumentos de recolección de datos que fueron utilizados fueron las listas de cotejo y fichas de registro de seguridad, el procesamiento de datos se ha realizado mediante el SPSS V22. Los resultados obtenidos mediante el procedimiento estadístico inferencial de correlación Rho de Spearman, obteniendo un coeficiente de correlación ($r = 0,595$) definido como una correlación positiva media, también el P_valor igual a (0,000) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia, ello permite rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general, también un 25,8% de predicción ($r^2 = 0,258$), quiere decir que a mayor gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA mayor será la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, PDCA, eficiencia, disponibilidad, performance, calidad.

ABSTRACT

The elaboration of the present investigation, is oriented to the influence exercised by the maintenance management model under the PDCA approach, in the general efficiency of the machines of the Peruvian Navy, the independent variable studied was maintenance management under the PDCA Approach. , carried out through the analysis of the processes, programming, execution, standardization and control, while the General dependent variable of machines using, availability, performance and quality. The present study has the qualities of a non-experimental cross-sectional investigation of correlative level, analytical quantitative type, the population and the representative sample consisted of 46 machines of a Peruvian Navy ship, the data collection technique was performed through the Observation and data processing has been done using SPSS V22. The results were obtained by the Spearman inferential Rho correlation statistical procedure, obtaining a correlation coefficient ($r = 0.595$) defined as a mean positive correlation, also the P_value equal to (0.000) since the value of p is less than 5 % The general significance is also a 25.8% prediction ($r^2 = 0.258$), which means that it is a maintenance management under the PDCA approach. On the ships of the Peruvian Navy, Callao 2019.

Keywords: Maintenance management, PDCA, efficiency, availability, performance, quality.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Según el Decreto Legislativo N° 1138, Título II de competencias y funciones, capítulo I competencias, Artículo 3º Ámbito de competencia, describe que la Marina de Guerra del Perú controla, vigila y defiende el dominio marítimo, el ámbito fluvial y lacustre de conformidad con la ley y con los tratados ratificados por el Estado, con el propósito de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la república. Interviene y participa en el control del orden interno, de acuerdo con lo establecido en la Constitución Política del Perú y leyes vigentes. Participa en el desarrollo económico social del país, en la ejecución de acciones cívicas y de apoyo social en coordinación con las entidades públicas cuando corresponda, así como en las acciones relacionadas con la Defensa Civil, de acuerdo a la ley, para lograr las facultades enmendadas en el ámbito marítimo, las unidades navales deben estar en las óptimas condiciones de operatividad por ende contar con una adecuada gestión de mantenimiento.

A nivel global el mantenimiento industrial ha seguido el curso de la evolución desde el siglo XX, en cuanto a sus últimas tendencias y deficiencias a partir de los años 80, donde surgen diversos movimientos que dan al auge durante la segunda guerra mundial, es así que se llega a sistematizar los trabajos de mantenimiento, ya en el año 1970 se afianza como filosofía basada en la aplicación del coste del ciclo de vida en Estados Unidos de América, estrictamente aplicados en sus buques de guerra. El diseño de los buques ha evolucionado desde entonces con relación directa al crecimiento del comercio internacional y la tecnología en la construcción naval, con sistemas de propulsión más sofisticados que ameritan un mantenimiento más especializado, cabe resaltar que también en Japón surge el método organizativo denominado el TPM (mantenimiento productivo total).

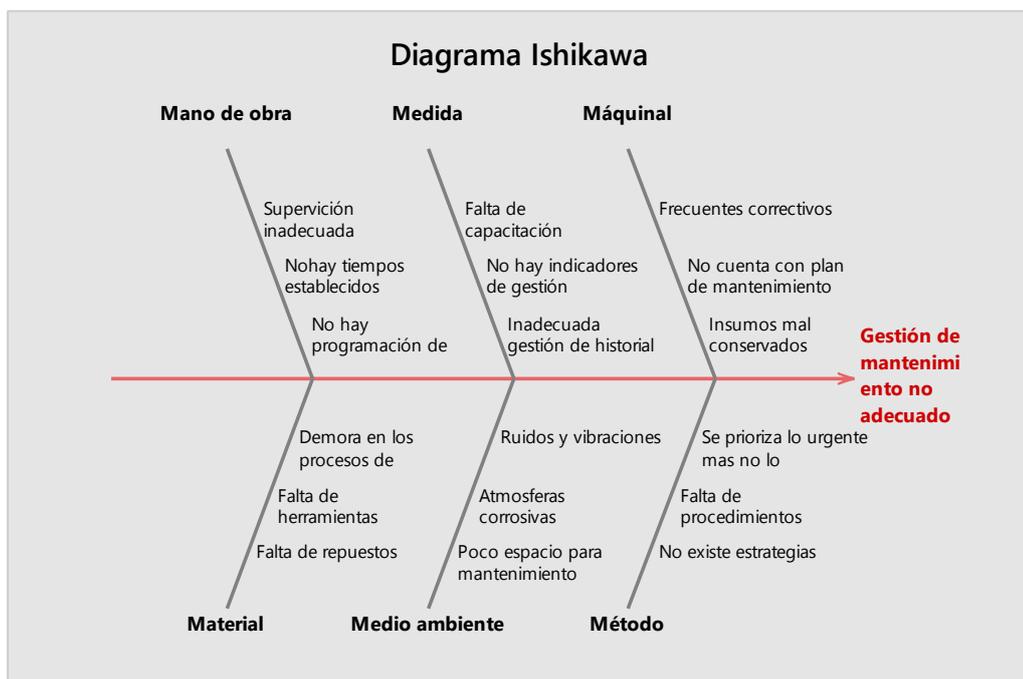
En el Perú los Servicios Industriales de la Marina es una empresa que remonta al año 1845 cuando se establece en el Callao como factoría naval, en el año 1950 es reconocida como Servicios Industriales de Marina, es así que enfatiza el surgimiento del mantenimiento como organización, en el año 1990 a nivel nacional se crea la asociación Peruana de mantenimiento APEMAN. Posteriormente en el año 1999 se promulga la ley n° 27073 que orienta al SIMA S.A, a ser parte del desarrollo de la industria naval e impulsa el mantenimiento de buques.

Para efectos de esta investigación solo se ha tomado en cuenta como población las 46 máquinas de un buque de la Armada Peruana. Con Propulsión diésel dichos buques según su organización cuentan con un departamento de ingeniería donde su principal objetivo, es la operación y gestión de mantenimiento de la planta de propulsión, estos buques cuentan con espacios optimizados dando a lugar procesos complejos, una línea de proceso está conformado por diferentes máquinas que están sincronizados entre sistemas, un mantenimiento de una máquina no enfocado en el proceso no garantiza un producto final eficiente, porque la operatividad del buque depende de un óptimo resultado de sus procesos, no se efectúa un análisis e identificación de los procesos, los buques durante su vida útil experimentan fallas y deficiencias debido a esto, la gestión de mantenimiento de dichas naves son más exigentes por las condiciones en la que están expuestos como la humedad, corrosión y la acción galvánica del mar, los problemas detectados en la gestión de mantenimiento en general se reflejan en el bajo rendimiento y disminución de la vida útil en las máquinas navales, originando una inadecuada gestión de mantenimiento, la falta de sistematización y estandarización de procedimientos, falta de identificación de procesos en el área de mantenimiento, también se efectúa un mantenimiento desorganizado priorizando los trabajos urgentes dejando de lado los programados concernientes al mantenimiento preventivo.

La falta de coordinación entre áreas ocasiona desorientación en la programación y ejecución del mantenimiento, el personal de operarios y de mantenimiento no efectúa los informes técnicos como medio de sustento, la máquinas presentan bajo rendimiento y desgaste prematuro a comparación de su vida nominal, esto genera una ineficacia en la gestión de repuestos ocasionando demoras en el suministro, no se cuenta con herramientas de precisión acorde a la tecnología de los equipos, hay una designación inadecuada de actividades sumado a la falta de capacitación del personal, dando lugar a una desmotivación en lograr un desempeño eficiente en sus funciones.

Gráfico N° 1.1

DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO



Fuente: Elaboración propia

Por lo descrito anteriormente se realizó la presente investigación mediante un modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA y su influencia en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo influye el modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo el análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019?
- b) ¿En qué medida la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019?
- c) ¿De qué manera la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia que ejerce el modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar la influencia que ejerce el análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

- b) Determinar la influencia que ejerce la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

- c) Determinar la influencia que ejerce la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

1.4. Limitaciones de la investigación

1.4.1. Teórico

El desarrollo de este informe final de investigación, tiene como límite el hecho de que la literatura científica respecto a este tema, gestión de mantenimiento bajo el enfoque del PDCA es un poco escasa, sin embargo, este obstáculo pudo sortearse, al analizar las investigaciones sobre la gestión de mantenimiento aplicado en procesos, libros y publicaciones relacionados al método PDCA y gestión de mantenimiento.

1.4.2. Temporal

Los datos que fueron considerados para la realización del presente informe final de investigación, estuvieron enmarcados del año 2019, donde se obtuvieron a través de fuentes primarias y secundarias por única vez, considerando únicamente la temática de influencia de gestión de

mantenimiento bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana.

1.4.3. Espacial

El presente informe final de investigación se ha realizado en la provincia constitucional del Callao departamento de Lima, en un buque de la Armada Peruana posicionado en el puerto del Callao, los datos recolectados son producto de los registros de funcionamiento de las máquinas en la planta de propulsión del buque, según la naturaleza y objetivo del presente trabajo de investigación. Para determinar la influencia que ejerce el modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas, los datos fueron recolectados de 46 máquinas y procesos del buque tipo LPD o desembarco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

La gestión de mantenimiento y la eficiencia general de máquinas, son conceptos que varios autores han debatido y del cual han aportado sus opiniones personales utilizando las investigaciones en las áreas que abarcan en estos temas, esta investigación cuenta con los siguientes antecedentes internacionales y nacionales.

“En este subtema se señalan los trabajos de investigación, tesis universitarias, de nivel profesional, de maestría o doctoral, sustentadas sobre el objeto del problema de la investigación. Debe mencionarse el título de la tesis o trabajo de investigación, autor o autores, universidad y el grado académico que se opta así como las conclusiones” (Ñaupas et al. 2013, p.118).

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Alave (2016) “Desarrollo e Implementación de una Metodología de Gestión de Mantenimiento Basado en el riesgo para Micro centrales Hidroeléctricas” para la optar el grado de Maestría en Gestión de Mantenimiento en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Tecnología de la Universidad de San Andrés de la Paz, esta investigación es del tipo correlacional documental, la población y muestra consta de personas y equipos de la planta. El siguiente trabajo fue realizado con la finalidad de implementar un programa de mantenimiento basado en el riesgo, enfocado en la fiabilidad de operación de las micro centrales, a fin de disminuir las horas de parada no programadas, elevar la disponibilidad del sistema y minimizar los costos asociados al mantenimiento, este análisis sirvió de base para seleccionar las fallas de mayor riesgo e identificar los riesgos más críticos para reducirlos y mantenerlos dentro de un nivel aceptable, también esta metodología resulta muy eficaz para reducir costes en las actividades de mantenimiento y enfocar las actividades de mantenimiento en los

elementos verdaderamente críticos, y se observa que aproximadamente el 80% de los riesgos en una planta están asociados únicamente al 20% de las actividades y elementos. Una vez detectados los riesgos críticos, se diseñó el programa de mantenimiento y se planteó la ejecución de la metodología.

Gestionar adecuadamente el mantenimiento es muy importante en la producción de una empresa, dando un claro panorama en cuanto a la optimización de los procesos para mejorar la productividad, esta investigación ha tenido un aporte en la elaboración de la presente tesis por la relación de las variables y dimensiones.

Viera (2016) “Diseño y aplicación del modelo de gestión de mantenimiento, en el área de mantenimiento automotriz de la compañía Conexpet, en base a los requisitos de la norma ISO9001:2008” sustentado en el Instituto de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de Rio Bamba Ecuador para la optar el grado de Magister en Gestión de Mantenimiento, esta investigación es del tipo exploratorio descriptivo, la población y muestra consta de 135 personas, la información fue obtenida de las tres bases de mantenimiento de la empresa que están ubicadas en Quito, Coca y Lago Agrio, dicha información fue recolectada por medio de encuestas realizadas al personal involucrado en el mantenimiento directamente, y por medio de la técnica de observación directa, instrumentos que permitieron obtener el diagnóstico de la empresa, que radica específicamente en la carencia de un sistema de gestión de mantenimiento definido, ya que no se utiliza ningún tipo de registros o documentación para llevar el monitoreo adecuado de las unidades y se evidenció además la deficiencia en instalaciones y personal capacitado con que cuenta la empresa. En base al diagnóstico se ha planteado un plan de mantenimiento integral para la empresa, el cual posterior a su aplicación representa un incremento en la utilidad de la empresa del 11%, ya que el plan integra la creación de

registros y manuales con que la empresa debe poner énfasis en el mantenimiento preventivo antes que el correctivo, y de esa forma optimiza sus recursos y ello representa un ahorro sustancial. Es importante que la empresa adopte una cultura organizacional de prevención, y así evitar gastos de mantenimiento correctivo.

Esta tesis fue aplicable para el desarrollo de la presente investigación, debido a que utiliza la variable independiente gestión de mantenimiento.

Guillen (2015) "Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento" sustentado en la Universidad de Carabobo de Venezuela, para optar el título de magister ingeniería del industrial, pertenece al tipo de investigación de campo, bajo un diseño deductivo de nivel descriptivo, la población y muestra en estudio fue de 21 equipos de la empresa Negroven, S.A. que fabrica un tipo de carbón industrial a partir de la descomposición térmica del alquitrán aromático, el cual aumenta la resistencia en neumáticos automotrices, su dirección ha decidido implantar la medición de la efectividad global de equipos (OEE). El objetivo fue proponer mejoras que conduzcan a optimizar la efectividad global de los equipos (OEE), maximizando la confiabilidad del proceso productivo de la unidad II por ser la de mayor exigencia de calidad. Para lo cual requirió la revisión de antecedentes y conceptos como criticidad, confiabilidad y efectividad. Se hizo un diagnóstico mediante el análisis jerárquico de criticidad (AHP) de todos los equipos, siendo el Reactor U2 el más crítico, al cual se le identificó un estado inicial de 49,25% de OEE durante el año fiscal 2014, equivalente a una condición "Inaceptable". Luego, con un análisis de modos y efectos de falla (FMEA) se establecieron los números de prioridad de riesgo (NPR) y tiempo medio entre fallas (MTBF). También se diseñaron estrategias de gestión de mantenimiento y se elaboró un formato para establecer el indicador OEE en el sistema de gestión del departamento de mantenimiento. Con todo

esto, se logró una propuesta basada en un conjunto de estrategias de mejora de gestión de mantenimiento, orientadas a las necesidades de cada uno de los componentes del Reactor U2 que comprenden planes preventivos.

La optimización de gestión de mantenimiento en una instalación industrial busca como resultado eficiencia en las maquinarias utilizadas en dicho proceso, esta tesis sirvió de aporte en el desarrollo de la presente investigación debido a que utiliza la variable dependiente eficiencia general de máquinas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Miranda (2013) “Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en el hospital san José del Callao” sustentado en la sección posgrado de la facultad de Ingeniería mecánica y energía de la Universidad Nacional del Callao para optar el grado académico de maestro en gerencia del mantenimiento, la parte metodológica tiene una población y muestra que están conformados por los equipos biomédicos y equipos electromecánicos, los instrumentos de recolección de datos utilizados son cuestionarios y las guías de análisis, en concreto esta investigación tiene como objetivo fundamental desarrollar un procedimiento de mantenimiento preventivo orientado a disminuir o eliminar el riesgo en el uso de los equipos médicos y contribuir al mejoramiento de la gestión de mantenimiento en el hospital San José del Callao, de tal manera que permita garantizar la disponibilidad de los equipos médicos del área de servicios en condiciones operativas, el problema se refleja en cuyos equipos médicos que no cuentan con un procedimiento gerencial, que facilite medir y controlar la gestión de mantenimiento. El estudio se desarrolló como una investigación no experimental de tipo evaluativa y aplicada, ya que se plantea una alternativa de solución al problema que presenta el Hospital, Para esto se abarcaron las siguientes acciones: Se realizó un análisis temático de

trabajos referentes al mejoramiento de gestión de mantenimiento en organizaciones de servicio, se efectuó un análisis de la información referente a la Norma ECRI, ISO-9001-2008 y su aplicación, se ha realizado un diagnóstico de la situación actual de la gestión, se revisaron los objetivos, lineamientos y políticas de gestión de mantenimiento hospitalario.

La tesis descrita como antecedente, fue aplicable para el desarrollo de la presente investigación porque muestra contenidos referentes a la gestión de mantenimiento.

Becerra y Paulino (2012) “El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero” sustentado en la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería para la optar el grado académico de maestro en ingeniería con mención en gerencia de mantenimiento, el objetivo en la presente investigación es evaluar y analizar la relación causa- efecto de las variables: “El Análisis de Confiabilidad” y “Optimizar la Gestión del Mantenimiento de los Equipos de la Línea de Flotación de la Planta Concentradora Berna II” en el Centro Minero Casa Palca, el problema se relaciona a una deficiente gestión del mantenimiento de los equipos críticos de la línea de flotación, como consecuencia de la falta de conocimiento del personal de mantenimiento de la planta, referente a las técnicas cualitativas y cuantitativas o estadísticas del mantenimiento, que involucran el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos y sistemas, entre otros conceptos, también se ha encontrado que prácticamente el mantenimiento predictivo no es tomado en cuenta. En tal contexto, no se conocen cuáles son los equipos críticos de las diferentes líneas de producción de la planta ni en qué etapa de su ciclo de vida se encuentran; tampoco, se efectúan análisis de modos y efectos de fallos de dichos equipos; asimismo, no se manejan datos históricos o estadísticos

del tiempo entre fallos de los equipos para evaluar su confiabilidad y determinar el ciclo óptimo de mantenimiento preventivo de cada equipo crítico basado en el análisis de confiabilidad, entre otros aspectos, Todas estas deficiencias, ha conllevado a poner en práctica inadecuadas frecuencias o ciclos de mantenimiento de los equipos de la línea de flotación de la planta (cada treinta días), ocasionando pérdidas económicas para la empresa.

El antecedente citado tuvo un aporte para el desarrollo de la presente investigación debido a que utiliza la variable independiente gestión de mantenimiento.

Chau (2010) "Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras" sustentado en la sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería para la optar el grado académico de maestro en ingeniería con mención en gestión y administración de la construcción, la presente investigación tiene como objetivo, describir una metodología de planeamiento y control que permita tomar mejores decisiones, relacionando los conceptos operativos, determinando los lineamientos básicos del planeamiento de equipos e identificando la potencialidad de la automatización de la herramienta, el estudio analiza la problemática de las empresas que desarrollan el movimiento de tierras y las dificultades de la gestión del mantenimiento de los equipos tales como: relación entre operación y mantenimiento de los equipos, generación de inventarios de repuestos, relación con proveedores, capacitación de recursos humanos y la capacidad de herramientas informáticas, dentro del negocio de movimiento de tierras, la maquinaria pesada interviene aproximadamente entre un 20% a 50% del costo total de operación, por ello las empresas que se encuentran en la competencia de este mercado, debe asegurar reducir los costos operativos y financieros que le permitan mantenerse en carrera, la metodología de

planeamiento y control propuesta, permite integrar variables operativas y financieras, mejorando los canales de comunicación entre las áreas y por consecuencia los resultados de la empresa

Esta tesis se relaciona con la investigación en curso debido a que utiliza la variable independiente gestión de mantenimiento.

2.2. Bases teóricas

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p.60) sostienen que es un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos presentados que describen el estado pasado actual del conocimiento sobre el problema del estudio, también fortalece la documentación y agrega valor a la literatura existente.

2.2.1. Gestión de mantenimiento

Señala como una interrogante porque debemos gestionar el mantenimiento, es recomendable y fácil reparar una falla o avería y obviar el plan de mantenimiento, estudio de fallas y sistemas de organización, que incrementan considerablemente la mano de obra directa. Seguidamente se describe porque es factible la gestión de mantenimiento (García, 2010, p.3).

- Porque la competencia obliga a rebajar costes. Por tanto es necesario optimizar el consumo de materiales y empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de la organización que mejor se adapta a cada planta, es necesario también la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa.
- Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar, para estudiar si su implantación supondría una mejora en los resultados de la empresa, y para estudiar también como desarrollarlas en el caso de que pudieran ser de aplicación.

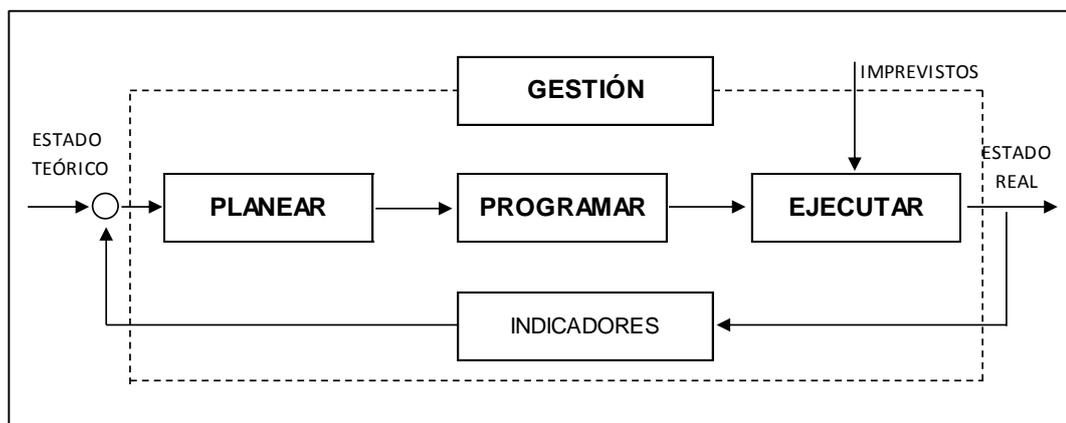
- Porque lo departamentos necesitan estrategias, directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección.
- Porque la calidad, seguridad, las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial, es necesario gestionar estos aspectos para incluirlos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

2.2.2. Objetivo del mantenimiento

- Minimizar las fallas funcionales, de los equipos, y los costos asociados a ellos
- Asegurar uno costos operativos razonables de los equipos
- Maximizar la inversión en planta y equipos, asegurando el cumplimiento de mínimo su vida útil esperada
- Asegurar que los equipos operen de manera segura para los usuarios y para el medio ambiente.

Gráfico N° 2.1

DINÁMICA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

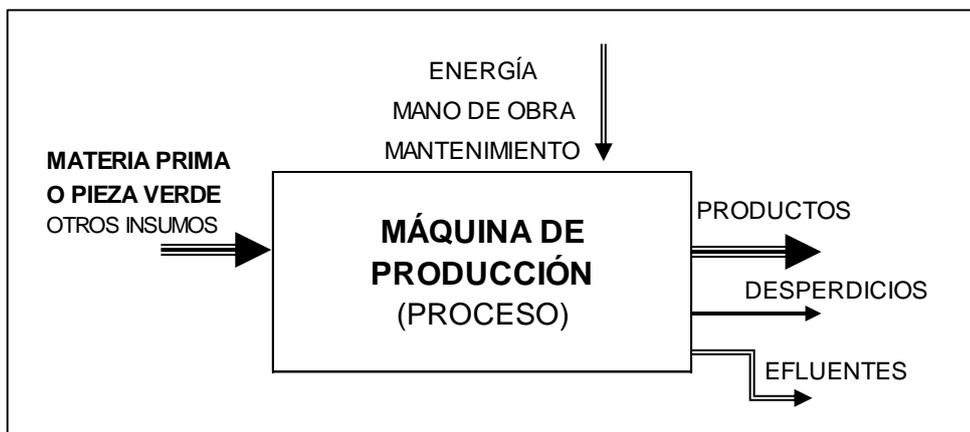


Fuente: Carlos, Montilla (2016)

“Se entiende por programación de mantenimiento al conjunto de acciones tendientes a organizar la ejecución de un conjunto de tareas de un periodo de tiempo generalmente preestablecido, distribuyéndolas, con el fin de relacionar los recursos humanos, repuesto, herramientas. Para efectuar la programación de mantenimiento es necesario tener en cuenta tres variables: tiempo programable para mantenimiento TPPM, la carga de trabajo de mantenimiento CTM y los recursos capacidad del departamento de mantenimiento”. (Carlos, Montilla 2016.p.85).

Gráfico N° 2.2

ENTRADAS Y SALIDAS DE MÁQUINAS EN PRODUCCIÓN



Fuente: Carlos, Montilla (2016).

“El mantenimiento es inherente a la producción, mediante de energía, mano de obra, repuestos, mantenimiento y otros insumos, la materia prima se transforma en productos y regularmente quedan unos desperdicios, generalmente se constituyen en contaminantes, como humos de combustión, gases, vapores, aguas calientes o con químicos, ruido etc. Con base a estos planteamientos debe haber claridad en que mantenimiento es una disciplina que debe entrar apoyar el

cumplimiento de los logros de una empresa mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos” (Montilla 2016.p.23).

Según García (2016), las fallas funcionales de los equipo y los costos asociados a ella, están comprendidos en razón de que la máquinas y equipos, pues estos de acuerdo a su diseño tiene un ratio de producción ya sea en metros cúbicos por hora, toneladas por día, piezas etc. La producción es discreta por que el producto final es una pieza o parte, en cambio la producción continua se refleja en el flujo volumétrico como producto final como por ejemplo metros cúbicos por día (p.24).

Algunos de los efectos y consecuencias que acarrea una falla funcional

- Detención de la producción
- Perdidas de materia prima y producto
- Defectos de calidad
- Riesgos de accidente laboral
- Riesgos de daño al medio ambiente
- Incremento de gastos en mantenimiento correctivo
- Incumplimiento a los clientes
- Lucro cesante
- Pérdida de productividad
- Incremento consumo de energía

“Asegurar unos costos operativos razonables de los equipos y procurar mejora de ellos, los costos de operación (CO) se incurren cuando se hace uso de la maquina o equipo para producir un bien o servicio.” (García. 2016, p.25).

$$CO = C_{co} + C_{lu} + CM + C_{rm} + C_{pd}$$

Ecuación N° 1

CO: Es el costo de operación de una máquina.

C_{co}: Es el costo de combustible necesario para la operación de la máquina (electricidad, gas gasolina, etc.).

C_{lu}: Es el costo asociado a la lubricación (aceite, grasa y filtros).

CM: Costo de mano de obra, repuesto, herramientas de mantenimiento.

C_{rm}: Costo de las reparaciones mayores no rutinarias (overhaul).

C_{pd}: Es el costo de las partes de desgaste, todo lo que tenga contacto con la materia prima, como cuerpos moledores, cuchillas llantas, etc.

“Maximizar la inversión en planta y equipos, asegurando el cumplimiento de mínimo su vida útil esperada. Para comprender este punto es necesario hablar del costo de posesión (CP), es decir el costo en que incurre con el solo hecho de adquirir una maquina así opere o no.” (García. 2016, p.26).

$$CP = VRN + DP + SI \quad \text{Ecuación N° 2}$$

CP: Es el costo de posesión de una maquina o equipo.

VRN: Es el valor de reposición o nuevo. Es el costo del equipo nuevo o reponer el equipo cuando llegó al final de su vida útil.

DP: Es la depreciación o reducción paulatina del valor una máquina debido al deterioro normal que sufre durante su operación.

SI: Es el valor de las pólizas de seguros de toda índole e impuestos que se deben pagar por la posesión del equipo.

A partir de los costos de operación y posesión se extrae los costos.

$$COP = CO + CPI \quad \text{Ecuación N° 3}$$

En la tabla N° 2.1 se aprecia los indicadores de eficacia del mantenimiento con sus respectivas fórmulas, disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Tabla N° 2.1

INDICADORES DE EFICACIA DEL MANTENIMIENTO

$\text{Disponibilidad : } D = 100 \times \frac{TPP - TPNP}{TPP}$	
TPP	Tiempo planeado para la producción.
TPNP	Tiempo de paradas no programadas.
$\text{Confiabilidad o tiempo medio entre fallas : } TPEF = \frac{T_{op}}{N_{arr}}$	
T _{op}	Tiempo real de operación de planta.
N _{arr}	Número de arranques de planta.
$\text{Mantenibilidad (Tiempo medio para reparar) : } TPPR = \frac{T_{nop}}{N_{arr}}$	
T _{nop}	Tiempo que duraron las intervenciones de mantenimiento.
N _{arr}	Número de arranques de planta.

Fuente: (Montilla, 2010, p.97).

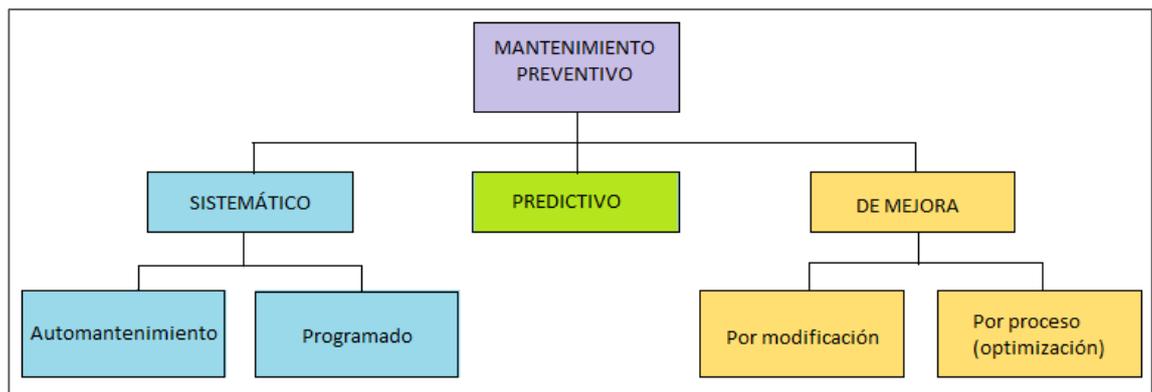
2.2.3. Mantenimiento preventivo

Rey, Francisco. (2001) sostiene que el plan de mantenimiento preventivo conduce a tener una visión global y concreta de las acciones de preventivo suministradas para una instalación determinada. Asimismo nos permite hacer lo enlaces esenciales entre los diferentes órganos o componentes de una máquina que deben cumplir con la misma función técnica estos se clasifican en tres tipos de mantenimiento (p.44).

“El mantenimiento preventivo implica realizar inspecciones y servicios rutinarios, así como mantener las instalaciones en buen estado. Estas actividades buscan construir un sistema que permita localizar las fallas posibles y realizar los cambios o reparaciones apropiadas para prevenirlas, el mantenimiento preventivo es mucho más que mantener las máquinas y el equipo funcionando, también implica el diseño de sistemas humanos y técnicos para mantener el proceso productivo trabajando dentro de las tolerancias”. (Heizer y Render 2009. p.674).

Gráfico N° 2.3

MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: Rey, F (2001)

Cualidades del mantenimiento preventivo:

- Se realiza en una situación en que no se está produciendo, por lo que se beneficia con las horas no productivas de la planta.
- Se aplica siguiendo un programa anticipadamente elaborado donde se detalla el procedimiento a realizar, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios disponibles.
- Tiene una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de culminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

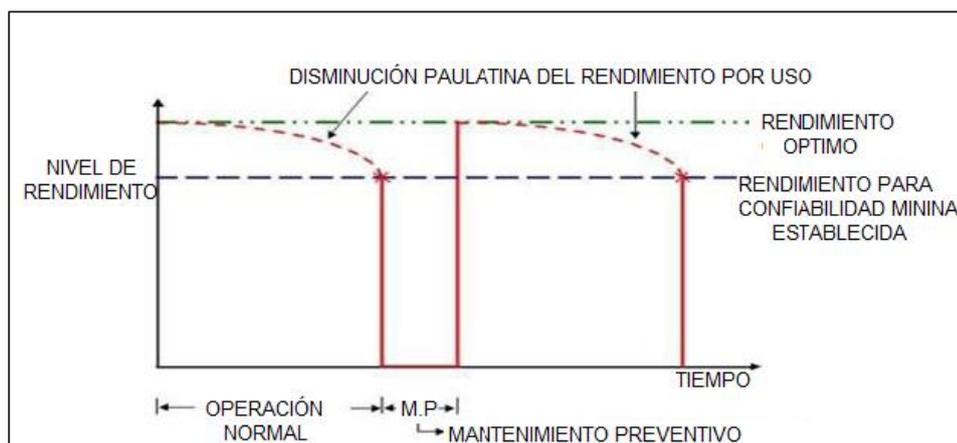
- Está dirigido a un área en particular y a ciertos equipos específicamente.
- Permite a la empresa contar con un historial de los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Las maquinarias de plantas industriales están sujetos al mantenimiento preventivo funcionan en mejores condiciones de seguridad.
- Logra una mayor vida útil de los equipos mayor al tipo de mantenimiento
- Se logra reducir los costos de reparación e inventario evitando la necesidad de almacenamiento de repuestos.
- La carga de trabajo para los operarios mientras más complejas sean las instalaciones industriales requerirá del mantenimiento preventivo.

Gráfico N° 2.4

CICLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: Rey, F (2001)

- Objetivos del Mantenimiento preventivo

Según Rey (2001) para analizar el objetivo vamos a ver como varían sus componentes, en función de las variables

fundamentales de las que depende la productividad con el propósito de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas. El mantenimiento preventivo admite detectar fallos reiterativos, reducir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación industrial (p.100).

El alcance y la clasificación del Mantenimiento preventivo clásico prevén fallas a través de sus cuatro áreas:

- Limpieza: las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.
- Inspección: se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. El personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.
- lubricación un lubricante es toda sustancia que al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas. La lubricación es la acción realizada por el lubricante.
- Ajuste Es una consecuencia directa de la inspección ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose las posibles fallas.

2.2.4 Mantenimiento sistemático o programado:

Según Montilla (2016) consiste en un conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinarias y equipos de producción

antes de que se haya producido un fallo, y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo o avería en pleno funcionamiento de la producción o servicio que presta. Incluye operaciones de inspección y de control programadas de forma sistemática (p.32).

2.2.5. Mantenimiento predictivo:

Según Montilla (2016) es una metodología que tiene como objetivo final, el asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas críticas a través de la inspección del estado por vigilancia continua, con los parámetros e indicadores de su condición lo cual realiza sin necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas, tiene por finalidad conocer con gran precisión en qué momento se producirá la avería (p.34).

- Mantenimiento de mejora u oportunidad:

Según Prando (1996) se realiza por modificación y por optimización de proceso realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos, aprovechando los periodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso (p.21).

- Mantenimiento productivo total TPM.

Según Montilla (2016) es un tipo mantenimiento considerado una filosofía inmerso en toda organización y sus recursos humanos, cuyo propósito es lograr incrementar la productividad en todo los procesos, esto mediante la eliminación de seis grandes pérdidas como: daños de las máquinas, tiempos de alistamiento largos, productos de mala calidad, maquinas funcionando con bajo rendimiento, accidentes en la planta, y contaminación ambiental (p.36).

- **Metodología 5s**

Según Montilla (2016) Metodología de las 5s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que todos persiguen un objetivo en común que es conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo. Corresponde a la etapa inicial de la metodología, cuyo propósito significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que son necesarios para el desarrollo óptimo de las tareas asignadas a cada puesto de trabajo. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, trasferir o eliminar. (p.37).

- **Performance de equipos**

“Es la relación del tiempo total de operación de los equipos observados y la suma de este tiempo total con el total de tiempos empleados por las intervenciones del mantenimiento para reparación o revisión.” (Pontelli, 2005, p.46).

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

“Es uno de los indicadores más importantes la determinación de la performance del mantenimiento. Se define el tiempo medio entre fallas o MTBF (Mean time Between Failures) a la relación entre la suma de todos los tiempos de operación de los equipos analizados en el periodo T y la cantidad de fallas que estos tienen en idéntico periodo.” (Pontelli, 2005, p.142).

- **Tiempo medio para reparación (MTTR)**

“Es otro indicador de relevancia en mantenimiento y es la relación entre la suma de todos los tiempos empleados para las intervenciones por rotura en los equipos o sistema observado y la cantidad de fallas en ese periodo. Se lo conoce por sus siglas MTTR (Mean Time To Repair) e indica el promedio del tiempo de las reparaciones.” (Pontelli, 2005, p.142).

2.2.6. Ciclo PDCA

Según Roure, Moñino y Rodríguez (1997). El método PDCA, es un factor prioritario en la gestión de las organizaciones transformadoras. Aquella metodología aporta estrategias en la resolución de problemas o en la optimización de procesos, ya que fija la toma de acción a causa de raíz, proporcionando, en definitiva el rumbo más corto y más seguro para la resolución del problema o la consecución de la mejora esperada. Este método proporciona un camino eficaz para minimizar los costes de no calidad, o costes evitables, como una de las áreas que ayudan a mantener la eficacia y eficiencia de las empresas, reduciendo costos y logrando obtener los beneficios requeridos por el accionista (p.59).

Paso 1. Plan (Planificar) Primero se debe estudiar y analizar el proceso definiendo qué cambios pueden mejorarlos y en qué forma se deben llevar a cabo. Se pueden seguir cinco sub-fases:

- Definir los objetivos. Se deben fijar y clarificar los límites del proyecto.
- Recopilar los datos. Se debe investigar todo el proceso que se quiere mejorar, factores que afectan y elementos que lo componen.
- Elaborar el diagnóstico. Se deben ordenar y analizar los datos obteniendo con ello un plan de acción para seguir el proceso de mejora.
- Elaborar los pronósticos. Se deben predecir resultados frente a posibles acciones o resultados.
- Planificar los cambios. Se deben decidir, explicitar y planificar las acciones y los cambios a instrumentar.

Paso 2. Do (Hacer) En este paso se ejecutan los planes, se efectúan las acciones previstas para el cambio según las decisiones y planificaciones

del paso anterior. Es aconsejable realizarlo primero poco a poco y en pequeña escala, es decir, modificando aspectos sencillos y que no sean críticos. De esta forma, tenemos la posibilidad de revisar las acciones y modificar aquellos puntos que así lo requieran. Una vez comprobada la validez del modelo, se puede proceder a su implantación general, llevando las acciones planificadas a todo el proceso. Acciones genéricas que incluye este paso:

- Formación del personal que deba aplicar las soluciones propuestas.
- Verificación de las acciones correctivas definidas en el plan.
- Introducción de modificaciones si no ha sido positivo el resultado de las medidas correctivas.
- Anotación del trabajo desarrollado y de los resultados obtenidos.

Paso 3. Check (Comprobar) Una vez llevados a cabo todos aquellos cambios planificados en el proceso, se debe realizar una verificación de los mismos y comprobar los resultados obtenidos comparándolos con los previstos. Esta comprobación sirve también para verificar la validez del proceso de mejora. Lo primero que se debe fijar es:

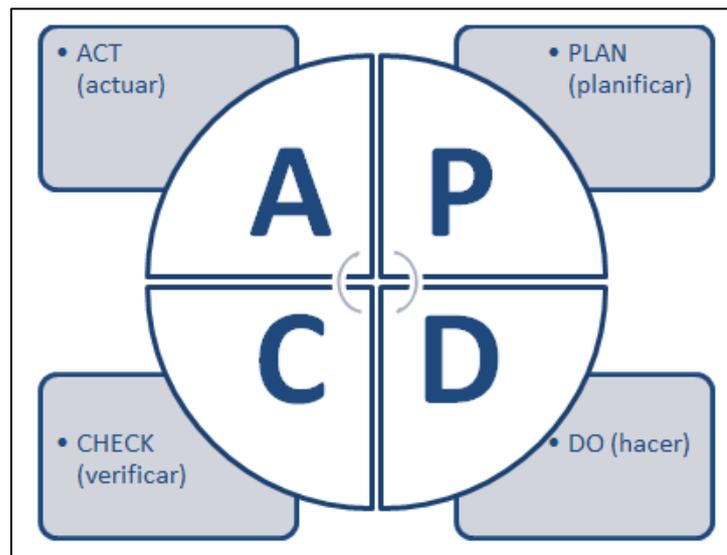
- Qué se va a controlar.
- Cuándo se va a hacer.
- Dónde se piensa controlar o estandarizar.

Paso 4. Act (Actuar) Actuar para eliminar las causas de rendimiento insatisfactorio e institucionalizar los rendimientos óptimos, así como volver a planificar acciones sobre resultados indeseables todavía existentes, todas aquellas modificaciones que se tengan que realizar se efectuarán en esta etapa. Mientras se cambien todos los aspectos necesarios, se irán comprobando y comparando con el objetivo final del proceso, de modo que al final del mismo, se tengan ejecutados todos los cambios previstos. Es importante destacar que una vez conseguido el objetivo establecido y realizado el ciclo PDCA, para un proceso determinado se debe comenzar

otro ciclo PDCA, con el resto de actividades de la empresa, así como con las actividades ya revisadas, con el propósito de seguir la mejora continua de todas las áreas.

Gráfico N° 2.5

CICLO PDCA



Fuente: Roure, Moñino y Rodríguez- Badal 1997

- Metodología 5s

La metodología de las 5s es un proceso de mejora continua para mantener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro, y agradable que facilite el trabajo diario ya sea en una empresa industrial o de servicios. El proceso de la implementación de las 5s es fácilmente aplicable y mantener la disciplina necesaria para realizar un buen trabajo y así evitar descomposturas, horas de búsqueda, errores, tiempo perdido y un mal uso de espacios de trabajo. El proceso de la metodología tiene las siguientes fases:

SEIRI: Seleccionar Eliminar todo aquello objeto que no necesitamos o no pertenece al área de que se trate.

SEITON: Orden Tener un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, tener un nombre codificado para cosa.

SEISO: Limpieza Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurar un ambiente digno de trabajo.

SEITKESU: Estandarizar

2.2.7. Identificación de riesgos laborales

Es común que las empresas se relacionen con la seguridad y la salud laboral por la consecuencia de problemas, es por eso que los riesgos de seguridad son el foco de atención para profesionales y empresas, sin embargo el cambio continuo que generan las condiciones de trabajo a origen de la utilización de nuevos productos tecnológicos y los aspectos legales, genera que los riesgos clásicos de seguridad se perfeccionen por lo cual es útil contar con elementos de referencia en este tema (Manual de identificación de riesgos laborales, 2006, p.21).

En la tabla N° 2.2 seguidamente se detalla la valoración del grado de peligrosidad de los riesgos no evitables.

Tabla N° 2.2

POBABILIDAD DE ACCIDENTE

Probabilidad que se produzca toda la secuencia del accidente (P)	Valor
Muy alta - Es muy probable que se produzca inmediatamente	5
Alta - Es probable que se produzca en un corto período de tiempo	4
Moderada - Es probable que se produzca a medio plazo	3
Baja - Es posible que se llegue a producir	2
Muy baja - Es improbable que se llegue a producir	1

Fuente: Manual de Identificación de Riesgos Laborales. 2006, P.39.

En la tabla N° 2.3 se aprecia la severidad de las consecuencias, la posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado del trabajo. Para calificar el riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se tendrá que valorar conjuntamente la probabilidad de que se produzca éste daño.

Tabla N° 2.3

SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS

Severidad de las consecuencias (C)	Valor
Muy alta - Puede causar la muerte o gran invalidez	5
Alta - Puede causar lesiones importantes invalidantes	4
Moderada - Puede causar lesiones no invalidantes	3
Baja - Puede causar pequeñas lesiones con baja	2
Muy baja - Puede causar pequeñas lesiones sin baja	1

Fuente: Manual de Identificación de Riesgos Laborales. 2006, P.39.

En la tabla N° 2.4 se aprecia el nivel de riesgo de exposición de cualquier agente viene definido mediante el grado de peligrosidad resultado del producto de la probabilidad y severidad de las consecuencias, los grados corresponde a muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto.

Tabla N° 2.4

GRADO DE PELIGROSIDAD

Valor (PXC)	Grado de peligrosidad	Prioridad en la actuación
$GP \leq 5$	Muy bajo	Es preciso corregirlo
$5 < GP \leq 10$	Bajo	Es preciso corregirlo cuanto antes (< 1 mes)
$10 < GP \leq 15$	Moderado	Es preciso corregirlo rápidamente (< 1 semana)
$15 < GP \leq 20$	Alto	Es preciso corregirlo inmediatamente (< 1 día)
$20 < GP$	Muy alto	Es preciso paralizar la actividad y los trabajo

Fuente: Manual de Identificación de Riesgos Laborales. 2006, P.39.

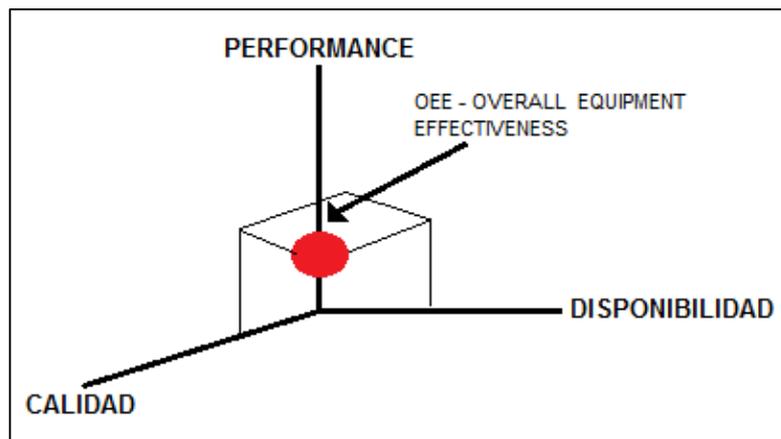
2.2.8. Eficiencia general de los equipos

La eficiencia general de equipos es un indicador muy importante tal como lo define Belohlavek, P. (2006) indica que fue desarrollado por Seiichi Nakajima, el fundador del TPM (Total Productive Maintenance), como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento, esto para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficiencia Global de los Equipos OEE, el cálculo se integra mediante tres factores, la disponibilidad, el performance y la calidad Belohlavek, 2010, p.23).

En el gráfico N° 2.6 se aprecia la relación de los indicadores de eficiencia general de equipos, disponibilidad, performance y calidad.

Gráfico N° 2.6

EFICIENCIA GENERAL DE EQUIPOS OEE



Fuente: Belohlavek, P. (2006, p25)

- **Disponibilidad**, es el factor más observable se mide restando el tiempo operativo por el tiempo de parada, relacionado con el tiempo total operativo disponible.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación disponible}}{\text{Tiempo de operación total}}$$

Ecuación N° 4

- **Performance**, significa como el mantenimiento tiene la propiedad de acercarse lo más posible a la conservación de la capacidad productiva, se mide como una desviación entre la producción real y la potencial.

$$\text{Performance} = (\text{Output total} / \text{Output potencial})$$

Ecuación N° 5

- **Calidad**, es el factor que influye más en el mantenimiento debido a que las pérdidas de calidad reflejan pérdidas económicas, resulta de la cantidad de bienes producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos con la calidad total de bienes.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}}$$

Ecuación N° 6

“El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento

y la calidad. Tener un OEE de por ejemplo el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40. Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas” (Cruelles Ruíz, 2010, p.101).

Información recogida por parte de la OEE

- Tiempo de presencia
- Producción realizada
- Identificación de operario u operarios afectado por este parte
- Identificación del supervisor de dichos parte
- Tiempo dedicado a mantenimiento
- Tiempo perdido por falta de disponibilidad
- Tiempo ocioso
- Tiempo trabajando a velocidad inferior a la nominal
- Tiempo produciendo piezas no conformes
- Tiempo perdido a otras causas.

Objetivos que pretende el OEE

- De acuerdo al análisis del OEE se puede detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta
- Se pretende reducir los costos relacionados con las pérdidas de mantenimiento y calidad
- Se desea establecer un costo efectivo de mantenimiento.

2.2.9. Cálculo de las OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad. Donde:

- Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.
- Rendimiento: durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- Calidad: es el indicador más conocido de todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Bueno + Malo)

“El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de su producción, a toda una planta, con respecto a la mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia” (Cruelles Ruíz, 2010, p.102).

- Disponibilidad

Según Cruelles, Ruíz (2010) La Disponibilidad es el resultado de la división entre el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (Tiempo Planificado de Producción: TPO) es el tiempo total menos los períodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas (p.103).

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

Ecuación N° 7

Donde:

TPO = Tiempo total de trabajo – Tiempo de paradas planificadas

TO = TPO – Paradas y / o averías

La disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

- **Rendimiento**

Según Cruelles, Ruiz (2010) El rendimiento es el resultado de la división de cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido durante el tiempo de disponibilidad de la máquina. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina (p.104).

- Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas
- Pérdidas de velocidad por reducción de velocidad

La Capacidad Nominal, es lo primero que debe ser establecido. En general, esta Capacidad es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las condiciones en que se opera la máquina o línea. Es mejor realizar ensayos para determinar el verdadero valor. La capacidad nominal deberá ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación). El valor será siempre el referido al producto final que sale de la línea. Rendimiento tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad (Cruelles Ruíz, 2010, p.104).

- Capacidad Nominal: la capacidad (máquina / línea) declarada en la especificación (normativa DIN 8743), se denomina también Velocidad Máxima u óptima equivalente a: Rendimiento Ideal que se mide en: Número de Unidades/Hora.

$$\text{Rendimiento} = \text{N}^{\text{a}} \text{ Total de unidades} / (\text{PPP})$$

Ecuación N° 8

Dónde: La cantidad de piezas que se podrían haber producido (PPP) = tiempo de Operación x Capacidad nominal.

- **Calidad**

Contiene:

- Pérdidas por Calidad El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes. Por lo tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:
 - Pérdida de Calidad, igual al número de unidades malas fabricadas.
 - Pérdida de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas. Adicionalmente, en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, en general todo el tiempo de reproceso.
- Tiempo de reprocesado.
- Costo de tirar, reciclar, etc., las unidades malas. Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ unidades conformes}}{\text{N}^{\circ} \text{ unidades totales}}$$

Ecuación N° 9

Según Cruelles, Ruíz (2010) La OEE sólo considera buenas las piezas que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por lo tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas retrabajadas o desechadas (p.105).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Mantenimiento

Existen muchas definiciones respecto al mantenimiento en si para el desarrollo de esta investigación se ha optado en utilizar los siguientes conceptos.

“El Mantenimiento ha convocado a una de las actividades humanas que garantizan la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada, confines de proporcionar un servicio que garantice la calidad, en el funcionamiento de equipos en producción motivo ha esto es propuesto el Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.” (Ticona, 2008, p.7).

2.3.2. Mantenimiento Preventivo

“Este en uno de los mantenimientos más usados en la industrias la mayorías de empresas ha visto necesario y obligatorio porque de ello depende el correcto funcionamiento de los equipos, con el fin de garantizar la calidad de Servicio que éstos proporcionan de continuar un trabajo riguroso de las maquinas (24 horas al día de funcionamiento), continúe dentro de los límites establecidos. Este tipo de Mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo al cabo.” (Ticona, 2008, p.10).

- Predictivo

“Este procedimiento es considerado muy normal dentro de los pasos mínimos que se pueden hacer, con fines de detectar el problema o la falla como consecuencia se permite detectar con anticipación, la posibles pérdida de una máquina o equipo, esto nos da la oportunidad de hacer con la previsión necesaria cualquier clase de mantenimiento preventivo y si lo atendemos

adecuadamente, nunca perderemos la calidad del servicio esperado. Es el más fiable de todo los procedimientos de Mantenimiento.” (Ticona, 2008, p.11).

- Periódico

“Este es la atención periódica bajo rutinas a fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo; se le hacen pruebas y se cambian partes por término de vida útil o fuera de especificación. Le sigue en fiabilidad al Predictivo.” (Ticona, 2008, p.11).

- Analítico

“Se consigue un análisis profundo con la información proporcionada por sensores dispuestos; esto proporciona una precisión de encontrar la falla.” (Ticona, 2008, p.11).

- Progresivo

“Se considera importante en el sector industrial porque la información detallada a causa de esto se basa en resultados que proporcionan un progreso a través de las diferentes partes del equipo bajo un programa que se aplica sin fechas previstas, sólo por oportunidad de poder disponer del equipo pero es el menos fiable de los sistemas, por lo que nos es más usado.” (Ticona, 2008, p.11).

- Técnico

“Es el mantenimiento Periódico para atender al equipo después de ciertas horas trabajadas aunque su fiabilidad es un poco mejor que la que se obtiene.” (Ticona, 2008, p.11).

2.3.3. Mantenimiento de calidad

“La calidad siempre se ha creado a través de procesos. Sin embargo. Se ha acelerado el ritmo de desarrollo de nuevos productos, y la mayor diversidad de materias primas y productos, requieren ahora de reparaciones y cambios de utillaje cada vez más frecuentes.” (Pontelli, 2005, p.241).

2.3.4. Estructura organizativa del mantenimiento

La gestión administrativa del mantenimiento resulta crucial a la hora de lograr la efectividad del servicio. Para referirse a la estructura administrativa es necesario tener en cuenta los siguientes elementos:

- Administración

“Dentro de las actividades de mantenimiento se requiere de un buen sistema administrativo, debido al carácter intermitente de la actividad y el gran volumen de datos que se involucra en esta tarea, esto se convierte en indispensable para un manejo adecuado, al tratarse de semejante atomización de información.” (Pontelli, 2005, p.31).

- Archivos

“Existe una serie de base de datos que deben ser actualizados, para lograr una adecuada gestión de mantenimiento, dentro de ellos se ubican; los elementos involucrados en el mantenimiento como maquinarias, instrumentos, herramientas, todos ellos identificados por códigos, cada uno también deben estar identificado por tipo, frecuencia, actividad, método de trabajo.” (Pontelli, 2005, p.31).

- Documentos

“Para los trabajos de mantenimiento existen dos tipos de documentos fundamentales, las ordenes de trabajo, que se utilizan para registrar pedido de reparaciones y ordenes de recorrido comprendida de secuencia de tareas, con estos se realiza el monitoreo general.” (Pontelli, 2005, p.31).

- Aplicaciones de sistemas informáticos

“En consonancia con lo dicho anteriormente, y por tratarse de una actividad con un nivel de atomización e intermitencia, requiere de una gestión administrativa eficiente a través de un sistema computarizado, su actividad principal se encuentra vinculado con el planeamiento, programación, control y costeo.” (Pontelli, 2005, p.31).

2.3.5. Proceso

“Una definición sencilla de proceso, y que responde al significado y que se ha dado como significado es como una secuencia ordenada de actividades cuyo producto tiene valor intrínseco para su usuario o un cliente.” (Fernández, 2012, p.49).

- **Límites de un proceso**

“No existe una interpretación homogénea sobre los límites de los proceso, ya que varían mucho con el tamaño de la empresa. Lo realmente es adoptar un determinado criterio y mantenerlo a lo largo del tiempo, los límites del proceso determina una unidad adecuad para gestionarlo.” (Fernández, 2012, p.49).

2.3.6. Elementos de un proceso

- **Input**

“Entrada principal, producto con unas características objetivas que responda al estándar o criterio de aceptación definido, es un producto que proviene del suministrador, la existencia del input es lo que justifica la ejecución sistemática del proceso.” (Fernández, 2012, p.49).

- **Secuencia de actividades**

“Precisan de medios y recursos con determinados requisitos para ejecutarlo siempre bien a la primera; una persona con la competencia y autoridad necesaria para asentar el compromiso, hardware, software, un impreso e

información sobre que procesar como y cuando entregar el output al siguiente eslabón del proceso administrativo.” (Fernández, 2012, p.56).

- **Output**

“Es la salida de un producto que va destinado a un usuario o un cliente, sea externo o interno, el producto de un proceso ha de tener un valor intrínseco, medible o evaluable, para su cliente o usuario.” (Fernández, 2012, p.56).

- **Sistema de control**

“Conocido con indicadores de funcionamiento del proceso y mediadas de resultados del producto del proceso y de nivel de satisfacción del usuario a veces muchas veces internamente.” (Fernández, 2012, p.56).

2.3.7. Ciclo PDCA

“Para que algo se pueda gestionar es necesario contestar con presión a cada uno de los aspectos del ciclo, vamos en la actualidad se antepone el término gestión en un sinfín de cosas, el concepto de gestión lleva asociada a la idea de acción para que los objetivos fijados se cumplan mediante las siguientes acciones.” (Fernández, 2012, p.56).

Planificación (procedimientos, recursos, sistemas de control)

Ejecución (implantación)

Medición / seguimiento (control, auditoria, autoevaluación, cuadro de mando)

Actuar (acciones correctoras, mejora continua, industrializar)

2.3.8. Gestión de un proceso

“La tradicional gestión y estructura por departamentos ha contribuido, en algún caso pudiera seguir contribuyendo, al desarrollo de las organizaciones. Para mitigar sus inconvenientes, esencialmente l reducida flexibilidad, orientación al cliente y adaptación al escenario competitivo, aparece la

gestión por procesos, además este nuevo enfoque ha de mejorar, como siempre, la eficacia de la empresa.” (Fernández, 2012, p.240).

Sistema integrado de gestión de procesos

- Gestión de integración de proveedores, En la gestión excelente se ve a los proveedores como aliados que proporcionan recursos, no como un proceso más de la cadena lineal de valor.
- “El I+D+I, Como un proceso que proporciona recursos para el diseño de productos y de proceso de fabricación más innovadores, eficaces y competitivos. Gestión integral del proceso incluyendo a los proveedores.” (Fernández, 2012, p.240).
- “Gestión de la información del conocimiento, para proporcionar recursos de información al resto de procesos sobre nuevo conocimiento a desarrollar en función de la evolución del entorno externo. Capturar y difundir internamente la información relevante sobre tendencias del mercado, evolución de la legislación y novedades tecnológicas tanto de producto como de proceso.” (Fernández, 2012, p.240).
- “Gestión de responsabilidad social. Proporciona información al resto de proceso sobre la inclusión en su operativa de criterio con ella relacionados.” (Fernández, 2012, p.240).

2.3.9. Indicadores de eficacia del mantenimiento

Para medir la eficacia de mantenimiento es fundamental establecer los siguientes indicadores de control que a continuación se detallan.

“Son aquellos destinados a mostrarle, principalmente, al gerente de mantenimiento como anda su gestión, desde el punto de vista de efectividad en la ejecución, es decir, disponibilidad de planta, numero de varadas, tiempo perdido por varadas.” (Pontelli, 2005, p.46).

- **Disponibilidad de equipos**

“Capacidad de una máquina o equipo de llevar cabo con éxito la función requerida, durante un tiempo determinado, en unas condiciones específicas. Se construye en función del tiempo programado para la producción y del tiempo de paradas no programadas.” (Pontelli, 2005, p.45).

- **Confiabilidad**

“Probabilidad de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa a través del tiempo promedio entre fallas (TPEF).” (Pontelli, 2005, p.45).

- **Mantenibilidad**

“Propiedad de un equipo o sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. Se dirá que un sistema es altamente mantenible cuando el esfuerzo asociado a la restitución se abaja.” (Pontelli, 2005, p.46).

2.4.0. Eficiencia global de planta

Para cuantificar la eficiencia en una planta primordial establecer los siguientes indicadores que a continuación se detallan.

“Para aclarar el impacto que estas pérdidas tienen a lo largo de un ejercicio productivo es necesario calcular la eficiencia global de planta partiendo de la disponibilidad total del ejercicio, que generalmente es un año aunque el análisis puede ser hecho en periodos menores como mes.” (Pontelli, 2005, p.139).

2.4. Definición de términos básicos

A bordo Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 19)

Es una expresión que significa estar en el interior de una nave no es necesario que nos estemos refiriendo a un barco, también puede ser un avión o un tren.

Buque Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 24)

Barco de grandes dimensiones y de porte superior a quinientas toneladas, con más de una cubierta y acondicionada para largos trayectos, que se utiliza con fines militares o comerciales.

CODAD (Combined Diesel And Diesel)

Es un sistema de propulsión naval que utiliza dos motores diésel para suministrar potencia a un único árbol de hélice. Un sistema de transmisión y embragues permiten acoplar los motores.

Cuaderna Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 19)

Estructura o miembro transversal que forma parte sustancialmente de la estructura del buque.

Cubierta Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 24)

Estructura horizontal formada por tracas o hiladas de planchas, que se extienden en general de proa a popa y de estribor a babor.

DAP Según (Roure, 2010, pp.29)

Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida.

Eficiencia Según (Montilla, 2016, pp.24)

La eficiencia es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

Efectividad Según (Montilla, 2016, pp.24)

La efectividad, se refiere a la ejecución completa del proceso que nos da el resultado, la eficiencia es cuando los recursos son aprovechados al máximo, reduciendo su coste o su uso y generando los mismos efectos.

Eficacia Según (Montilla, 2016, pp.24)

La eficacia significa el logro de los resultados deseados o programados, objetivos o metas, estos reflejados en una cantidad, calidad percibida o ambos como la obtención de resultados.

Falla funcional Según (Montilla, 2016, pp.24)

Condición que afecta el funcionamiento normal de una maquina o equipo y deje en estado inoperativo, debido a una avería mayor.

Falla potencial Según (Montilla, 2016, pp.24)

Tipo de falla que no inhabilita a la máquina o equipo para que opere, pero en determinado momento propicia las condiciones para que ocurra una varada. En otras palabras una falla potencial es una falla funcional en gestación.

Flujo grama Según (Montilla, 2016, pp.24)

Un flujo grama, también denominado diagrama de flujo, es una muestra visual de una línea de pasos de acciones que implican un proceso determinado. Es decir, consiste en representar gráficamente, situaciones, hechos, movimientos y relaciones de todo tipo a partir de símbolos.

JIS Según (Atehortúa, 2005, pp.16)

Especifica las normas utilizadas para las actividades industriales en Japón, el proceso de normalización es coordinado por el Comité de Normas Industriales de Japón y publicado a través de la Asociación Japonesa de Estándares. El Comité de Normas Industriales Japonesas está compuesto

de muchos comités nacionales y desempeña un papel vital en la normalización de las actividades en Japón.

LPD Según (Crespo, Miranda y Vásquez, 2011. pp. 45)

Corresponde a las siglas en inglés de Landing Platform Dock, y califican a un buque de asalto anfibio, que embarca los medios necesarios de personal y transporte para realizar un desembarco anfibio.

Lastre Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 107)

Agua embarcada en el buque, en los tanques adecuados, para que adquiera un calado y estabilidad determinada para navegar, cuyos tanques utilizados se denominan tanques de lastre.

Norma ECRI, ISO-9001-2008 Según (Roure, 2010, pp.88)

Elaborada por la Organización Internacional para la Normalización (ISO), determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad, que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privadas, cualquiera que sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales y actuales.

PDCA Según (Roure, 2010, pp.24)

El ciclo de Edwards Deming. También conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart.

Proa Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 19)

Parte delantera en que se unen las amuras de un barco formando el canto o roda que al avanzar va cortando las aguas en que navega.

Popa Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 24)

Parte trasera de una embarcación donde se encuentran todos los controles de un barco.

Proceso Según (Roure, 2010, pp.24)

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.

Sentina Según (Rodríguez y Collins, 2002. pp. 39)

Espacios en el fondo del buque, a los que van líquidos residuales, procedentes de distintos lugares, en especial de la sala de máquinas.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

El modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

3.1.2. Hipótesis Específicos

- a) El análisis de los procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

- b) La programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

- c) La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

3.2. Definición conceptual de variables

La presente investigación cuenta con dos variables uno y dos, estos se caracterizan por la relación directa entre ambas y por la función que cumplen en la hipótesis.

Ñaupas (2013) sostiene que viene a ser constructos, conceptos abstractos que formula el investigador para con ellos estudiar situaciones o eventos de la realidad, abarcan un extenso juicio que ayuda al investigador de conceptos teóricos. (p.3)

La presente investigación cuenta con dos variables que se caracterizan por la función que cumplen en la hipótesis como:

3.2.1. Variable 1: Modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA

Esta variable actúa como un factor condicionante de la variable dependiente, denominado también como variable causal, el modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA. Es una variable tal como se explica en el marco teórico está basado en la mejora continua e identificación de procesos, el cual ha influido en la eficiencia general de máquinas.

García (2010) Señala como una interrogante porque debemos gestionar el mantenimiento, es recomendable y fácil reparar una falla o avería y obviar el plan de mantenimiento, también el estudio de fallas y sistemas de organización, que incrementan considerablemente la mano de obra directa. (p.3).

“Es aquella que produce ciertas modificaciones en otra variable con la cual está relacionada. Es aquella propiedad, características o circunstancia que se supone será la causa directa de la modificación en el comportamiento del fenómeno en estudio. En una investigación experimental, es la variable que el investigador puede manipular” (Muñoz. 2011, p149).

3.2.2. Variable 2: Eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana

Esta variable también se utiliza para describir o medir el problema estudiado, eficiencia general de los equipos OEE. Es un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso, también se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado.

“Es aquella que sufre las modificaciones, Siempre que la variable independiente cambia, provocará una repercusión en la variable dependiente. También se puede definir como la propiedad o característica que se modifica mediante la manipulación de la variable independiente” (Muñoz, 2011, p.149).

3.2.3. Operacionalización de variables

En el proceso de Operacionalización de variables, se ha medido la variable dependiente gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y la variable independiente eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, cuenta con una definición operacional y conceptual, también los indicadores de acuerdo a su valor final y escala correspondiente.

Ñaupas [et al] (2013), sostiene que para exponerse a los fenómenos estudiados el investigador confecciona variables. Desde el nivel concreto y asciende al nivel abstracto, elaborar variables es sustraer conceptos precisos, pero también dispone de conceptos abstractos, donde es dificultoso manipularlos, donde requiere de conceptos concretos, pasar de lo abstracto a lo concreto, es decir se efectúa la Operacionalización de una variable. (p.156).

**Tabla Nº 3.1
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	VALOR FINAL	ESCALA
Variable 1 Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA.	García (2010) es definir las políticas, formas de actuación, objetivos e oportunidades de mejora valorando su cumplimiento (p.1).	Análisis de procesos	✓ Cantidad de actividades por proceso ✓ Nivel de criticidad de máquinas	Número de actividades por proceso 1.Crítica (16-20) 2.Importante (11-15) 3.Regular (06-10) 4.Opcional (00-05)	Razón Ordinal
		Programación y ejecución	✓ Cantidad de revisiones ✓ Nivel de riesgo laboral	Número de revisiones por año 1.Muy bajo ($GP \leq 5$) 2.Bajo ($5 < GP \leq 10$) 3.Moderado ($10 < GP \leq 15$) 4.Alto ($15 < GP \leq 20$) 5.Muy alto ($20 < GP$)	Razón Ordinal
		Estandarización y control	✓ Tiempo promedio entre fallas MTBF ✓ Tiempo promedio para reparar MTTR	MTBF= $\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$ MTTR= $\frac{\text{Número de horas de paro por avería}}{\text{Número de fallas}}$	Razón Razón
		Disponibilidad	✓ Índice de disponibilidad	Disponibilidad= $\frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Tiempo de operación total}} \times 100$	Razón
Variable 2 Eficiencia general de máquinas	Belohlavek, P. (2006) define como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. (p.23).	Performance	✓ Índice de performance	Performance = $\frac{\text{Output Total}}{\text{Output potencial}} \times 100$	Razón
		Calidad	✓ Índice de calidad	Calidad= $\frac{\text{Producción de calidad producida}}{\text{Producción total}} \times 100$	Razón

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Conforme al propósito de investigación, la condición de los problemas y objetivos formulados esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, analítica o bivariadas, según las siguientes afirmaciones.

“Utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente, además confía en la medición de variables e instrumentos de investigación, con el usos de la estadística descriptiva e inferencial, en tratamiento estadístico y prueba de hipótesis, la formulación de hipótesis estadísticas, el diseño formalizado de los tipos de investigación y muestreo.”
(Ñaupas, [et al]. 2013, p.73)

“Trabajan con dos variables, independiente y dependiente, son investigaciones de causa efecto o de relación entre una variable u otra. En el primer caso estamos ante investigaciones explicativas y en el segundo ante investigaciones correlacionales.” (Ñaupas, [et al]. 2013, p.77).

4.1.1. Diseño de investigación

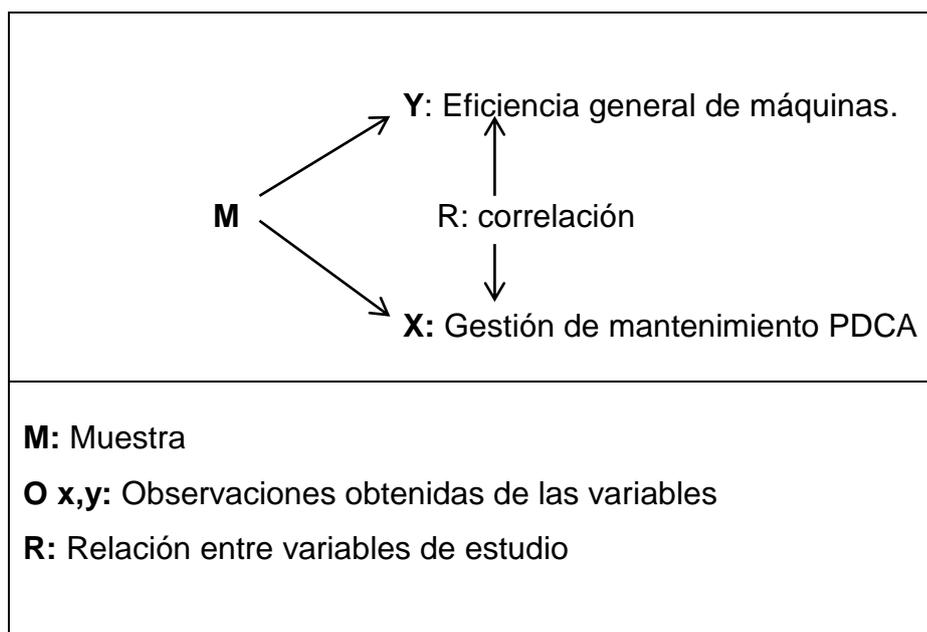
La presente investigación con las cualidades descritas, presenta un diseño no experimental, transversal, porque no se manipula deliberadamente las variables y se ha analizado los datos de las variables en un periodo determinado o una sola vez, respecto al caso se manifiesta lo siguiente.

“Investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en ambiente natural para analizarlos” (Hernández, [et al]. 2014, p.154).

El presente informe final de investigación corresponde al nivel correlacional, conforme sigue la finalidad de la misma tal como se muestra el modelo en la siguiente tabla N° 4.1.

“Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías conceptos o variables de un momento determinado. A veces únicamente en términos correlacionales otras en función de la relación causa efecto (causales)” (Hernández, [et al]. 2014, p.154).

Tabla N° 4.1
NIVEL CORRELACIONAL



Fuente: Ñaupas [et al]. 2013, P.286

4.2. Método de investigación

El método utilizado para el presente informe final de investigación fue el hipotético – deductivo, debido a que en las ciencias que han alcanzado determinado desarrollo teórico metodológico, las hipótesis cumplen una función primordial en la evolución del conocimiento, al convertirse en punto de partida de nuevas deducciones, este método es la vía primera de

inferencias lógicas deductivas, para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis que después se pueden comprobar experimentalmente.

También este método cumple un rol fundamental en el proceso de verificación de la hipótesis. Tiene un gran significado heurístico, ya que posibilita adelantar y verificar nuevas hipótesis del entorno, así como inferir conclusiones y plantear predicciones a partir del sistema de conocimientos que cuentan.

“Dentro del enfoque deductivo-cuantitativo, las hipótesis se contrastan con la realidad para aceptarse o rechazarse en un contexto determinado, Debido a que analizan las relaciones entre una o más variables independientes y una o más dependientes, así como los efectos causales de las primeras sobre las segundas, son estudios explicativos que obviamente determinan correlaciones. Se trata de diseños que se fundamentan en el enfoque cuantitativo y en el paradigma deductivo” (Hernández, [et al] 2014, p.150)

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Hernández, [et al], (2014) sostiene que es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación, estos concuerdan con una serie de especificaciones. (p 174)

Para realizar la presente investigación, la población corresponde a las 46 máquinas de un buque de la Armada Peruana.

4.3.2. Muestra

La muestra fue no probabilística, muestreo a juicio y corresponde a la misma que la población por las 46 máquinas de un buque clase tipo CODAD.

Se seleccionó una muestra del área de ingeniería de dicho buque, que está conformado por 46 máquinas utilizadas en los diferentes procesos existentes en la planta de propulsión del buque de la Armada Peruana, al igual que en otras instituciones del estado, el mantenimiento es fundamental por el alto impacto que pueden ocasionar fallas en la seguridad, operación y cumplimiento de las misiones para una alta rentabilidad social.

De acuerdo con el diseño de investigación que se sigue no experimental transversal, los datos obtenidos de dichas máquinas fueron pertinentes y se corresponde con el propósito y objetivos que se persiguen en el estudio. El cual se fundamenta en determinar la influencia del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana.

“Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra logren generalizarse o extrapolarse a la población. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa” (Hernández, [et al], 2014, p.173).

4.3.3. Método de muestreo

En esta investigación se ha aplicado el método no probabilístico, por la naturaleza de la investigación no aleatoria, en cuanto a la elección de muestra.

Hernández, [et al], (2014, p.190) “este método de muestreo no aplica el cálculo de probabilidades, por consiguiente el resultado de las muestras son sesgadas y carecen de veracidad en el nivel de confiabilidad, la ventaja de utilizar este muestreo es su uso para un determinado diseño de investigación que no requiere una representatividad del elemento de una población”.

- **Muestreo por juicio**

Se ha tomado por optar un muestreo a juicio de las 46 máquinas y equipos que están inmersos en los procesos del área de ingeniería.

Ñaupas [et al]. (2013) define que este muestreo actúa con rapidez y eficacia en la resolución de un asunto sin detenerse ante los inconvenientes, pero también poco representativo, consiste en definir la representación de la muestra a criterio del investigador, donde no existe aleatoriedad, (p.212).

- **Unidad elemental**

Está conformado por una máquina o equipo del área de ingeniería de un buque de la Armada Peruana.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El estudio fue realizado en un buque de la Armada Peruana, posicionado en el puerto del Callao en la provincia constitucional del Callao departamento de Lima, para el desarrollo de este informe final de investigación se tomó en cuenta 46 máquinas del área de ingeniería de dicho buque.

El presente informe final de investigación se ha desarrollado en el año 2019, donde se ha realizado la recolección de datos dentro del tiempo especificado por única vez por la misma naturaleza o diseño transversal.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

En la presente investigación se usó como técnica la observación y el análisis documental, con la primera técnica se ha analizado y recolectado datos procedentes de la gestión de mantenimiento de máquinas y equipos, se ha observado los procesos del área de ingeniería del buque, el análisis de documentos se usó para obtener datos del historial de mantenimiento, registro de máquinas como horas de funcionamiento, registro de fallas, también planos y manuales de fabricante.

- Observación.

Es una técnica que se ha utilizado para plasmar el análisis de los procesos del área de ingeniería.

Hernández, [et al], (2014), define esta técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan. Son usados como instrumento de medición en variadas circunstancias. Es una observación del contenido de comunicaciones verbales y no verbales. Se enfoca en información que pueda ser evaluada por medio de sentidos (p. 125).

La observación científica es el más antiguo y al mismo tiempo la más moderna técnica de investigación. La observación se puede definir también como la percepción intencionada e ilustrada de un caso o un conjunto de hechos o fenómenos.

Los elementos de la observación son los siguientes:

- Objeto de observación.- que es portador de las características que son objeto de estudio (variables).
- Observador.- que es el investigador
- Circunstancias en que ocurre la observación.- Influenciado por el medio ambiente del objeto y del observador.

- Medios de observación.- Formado por los sentidos, instrumentos de medición y procedimientos.
- Conocimientos observados.
- **Análisis documental**

Ñaupas [et al]. (2013) sostiene que toda persona que desarrolla una investigación se desenvuelve con la información existente en el entorno o con los antecedentes del problema a estudiar. En esta fase exploratoria se enriquece la información básica, donde el investigador va desarrollando un conocimiento más formal sobre el problema estudiado, el documento es un fuente escrita que testimonia la sucesión de un hecho por tanto es un factor de conocimiento siendo útil para la investigación científica. (p.326).

4.5.1. Instrumento de recolección de datos:

Los instrumentos de recolección de datos de acuerdo a las variables, dimensiones e indicadores, están comprendidos por los siguientes.

- Variable 1: “Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA”
- Variable 2: “Eficiencia general de máquinas”

Lista de cotejo: este instrumento fue de gran soporte a la observación porque permitió controlar, verificar e inventariar las máquinas en los procesos, para tal efecto se ha adecuado en la medición de las variables del presente informe final de investigación.

“Es un instrumento o herramienta de investigación que sirve a la observación. Llamada también hoja de chequeo o check list, consiste en una cedula u hoja de control, de verificación de presencia o ausencia de conductas, secuencia de acciones, destrezas, competencias. También sirve para inventariar métodos, técnicas, estrategias, equipos, materiales en general, bibliotecas, departamento o divisiones administrativas de todo orden etc.” (Ñaupas [et al]. 2013, p. 175)

Fichas de observación: instrumento que sirvió para registrar los resultados obtenidos en el proceso de mantenimiento, como su identificación y análisis pertinente conforme obtenido del contacto directo entre el observador y el proceso de mantenimiento observado.

Registros. Fue necesario recopilar los informes, libros de control, planos de construcción para realizar el diagnóstico en el área de investigación estos se clasifican como sigue:

- Libros de control y registro de máquinas principales.
- Reportes de mantenimiento
- Manuales de fabricante.
- Planos de instalación

Diagrama de flujo de proceso

“consiste en el flujo de proceso sirven para registrar operaciones e inspecciones, muestran todos los atrasos de movimiento y almacenamiento, esta herramienta facilita la eliminación o reducción de los costos”. (Kanawaty, 2011).

4.5.2. Validez del Instrumento

La validez de los instrumentos está dada por juicio de expertos y se corrobora con la validación de siguientes instrumentos (lista de cotejo, fichas de seguridad, fichas de criticidad y registros de observación) estos se encuentran en el anexo N° 2 y presentan resultados favorables emitidos por el juicio de expertos.

4.5.3. Confiabilidad de instrumento

Los instrumentos utilizados en la recolección de datos de la presente investigación tiene la confiabilidad pertinente, esto debido a que se usaron registros y formatos validados formalmente, según los autores de las teorías mencionados en la ejecución de la presente investigación.

“Existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición. Todos utilizan procedimientos y fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad. La mayoría de estos pueden oscilar entre cero y uno, donde un coeficiente cero indica nula confiabilidad uno representa máximo de confiabilidad” (Hernández, [et al], 2011, p.204).

“un instrumento es confiable cuando las mediciones hechas no varían significativamente ni en el tiempo ni por las aplicación de diferentes personas” (Ñaupas [et al]. 2013, p.181)

4.6. Análisis y procesamiento de datos

En el presente informe final de investigación se ha desarrollado un análisis y procesamiento de datos mediante la estadística descriptiva e inferencial

Muñoz (2011, p.121), manifiesta que una vez recolectados los datos proporcionados por los instrumentos, se realizará al análisis estadístico respectivo, también sostiene que es un conjunto de datos agrupados en rangos significativos resultado de una selección correcta con el fin de dar un resultado al investigador.

“El análisis de datos se realiza con el concurso de la ciencia estadística descriptiva, cuyo objeto fundamental determinar un conjunto de medidas estadísticas o estadígrafos como las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión” (Ñaupas [et al], 2013 p.215).

- Estadística descriptiva:

Se ha desarrollado con el programa SPSS V22 mediante la descripción de tablas y figuras estadísticas, como histogramas y dispersión de los resultados obtenidos de la base de datos. También se utilizará el Microsoft Excel para clasificar y organizar la base de datos.

- Estadística inferencial:

Se ha aplicado con el programa SPSS V22 mediante el análisis coeficiente de correlación de Rho de Spearman, porque es una técnica estadística para investigar la relación funcional entre dos o más variables ajustado a un modelo matemático.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Resultados descriptivos variable 1

Tabla N° 5.1
ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO VARIABLE 1

		Estadísticos					
		Cantidad de actividades por proceso	Nivel de criticidad de máquinas	Cantidad de revisiones	Nivel de riesgo laboral	MTBF	MTTR
N	Válido	46	46	46	46	46	46
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		9,98	13,98	96,74	14,24	217,8	1,86
Moda		10	16	15	12	60 ^a	1,0 ^a
Desviación estándar		,977	2,993	79,365	4,66	165,51	1,184
Varianza		,955	8,995	6298,77	2,1742	27402,420	1,405
Rango		3	14	296	17	570	4,4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 5.1 se aprecia los siguientes resultados

Columna N° 2: Cantidad de actividades por proceso

Media: El promedio de la cantidad de actividades por proceso es 10 actividades.

Moda: El valor con una mayor frecuencia de 10 actividades.

Desviación Estándar: Las actividades por proceso, tiene una dispersión de 0.97.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 3 actividades.

Columna N° 3: Nivel de criticidad de máquinas

Media: El promedio del nivel de criticidad de máquinas es 13.

Moda: La criticidad con más frecuencia es el nivel crítico.

Desviación Estándar: El nivel de criticidad de máquinas, tiene una dispersión de 2.993.

Rango: Con respecto a la longitud el valor mínimo a máximo es de 14.

Columna N° 4: Cantidad de revisiones.

Media: El promedio de revisiones es 96.74.

Moda: Las revisiones con mayor frecuencia son 15.

Desviación Estándar: La cantidad de revisiones, tiene una dispersión de 79.36.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 296 revisiones.

Columna Nº 5: Nivel de riesgo laboral

Media: El promedio del nivel de riesgo laboral es 14.24, o nivel moderado.

Moda: El nivel de riesgo con más frecuencia es el nivel moderado.

Desviación Estándar: El nivel de riesgo laboral, tiene una dispersión de 4.663.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 17 o nivel alto.

Columna Nº 6: Tiempo medio entre fallas MTBF

Media: El promedio de datos de MTBF es 218 horas.

Moda: El tiempo con más frecuencia es de 60 horas.

Desviación Estándar: El MTBF, tiene una dispersión de 165.5 horas.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 570 horas.

Columna Nº 7: Tiempo medio para reparar MTTR

Media: El promedio de datos del MTTR es 1.86 horas.

Moda: El tiempo con una mayor frecuencia es 1 hora.

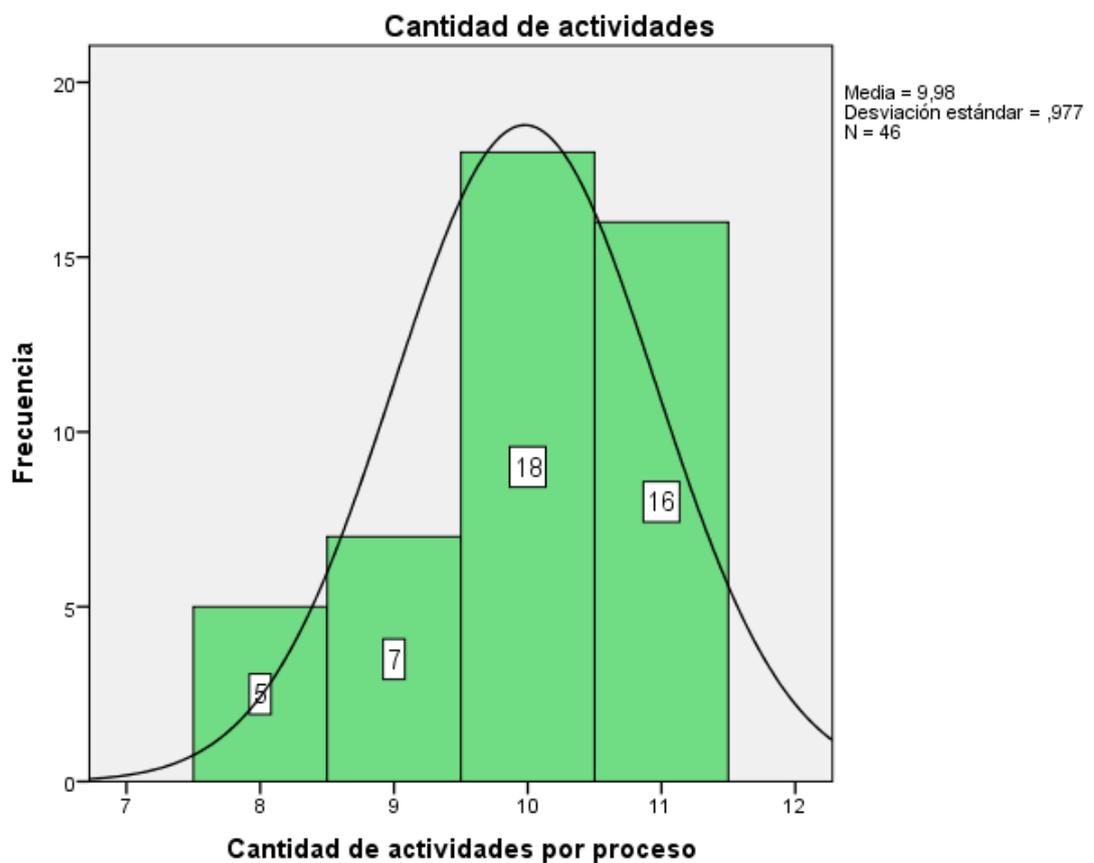
Desviación Estándar: el MTTR, tienen una dispersión de una hora.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 4.4 horas.

En el gráfico N° 5.1 se muestra el histograma de cantidad de actividades por proceso, en el eje horizontal están registrados la cantidad de actividades y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis leptocúrtica, la cantidad promedio de actividades fue el 10.

Gráfico N° 5.1

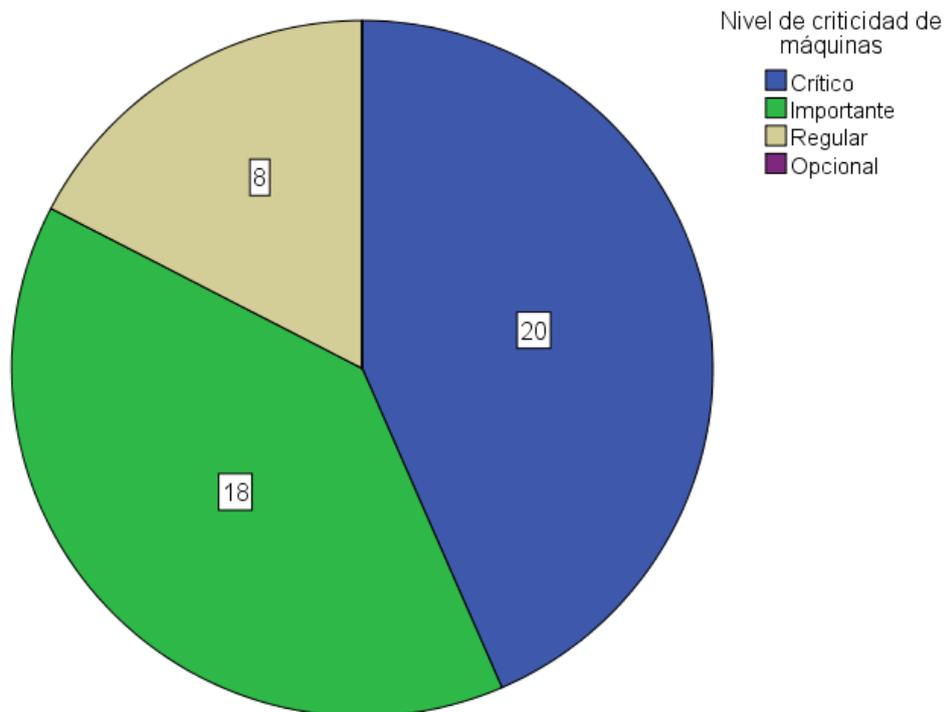
HISTOGRAMA DE CANTIDAD DE ACTIVIDADES POR PROCESO



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.2 se muestra que la mayoría de las máquinas son críticas (20), otro gran grupo son los importantes (18), el tercer grupo plenamente identificados son regulares (8) y el cuarto representa el nivel opcional con ninguna máquina (0).

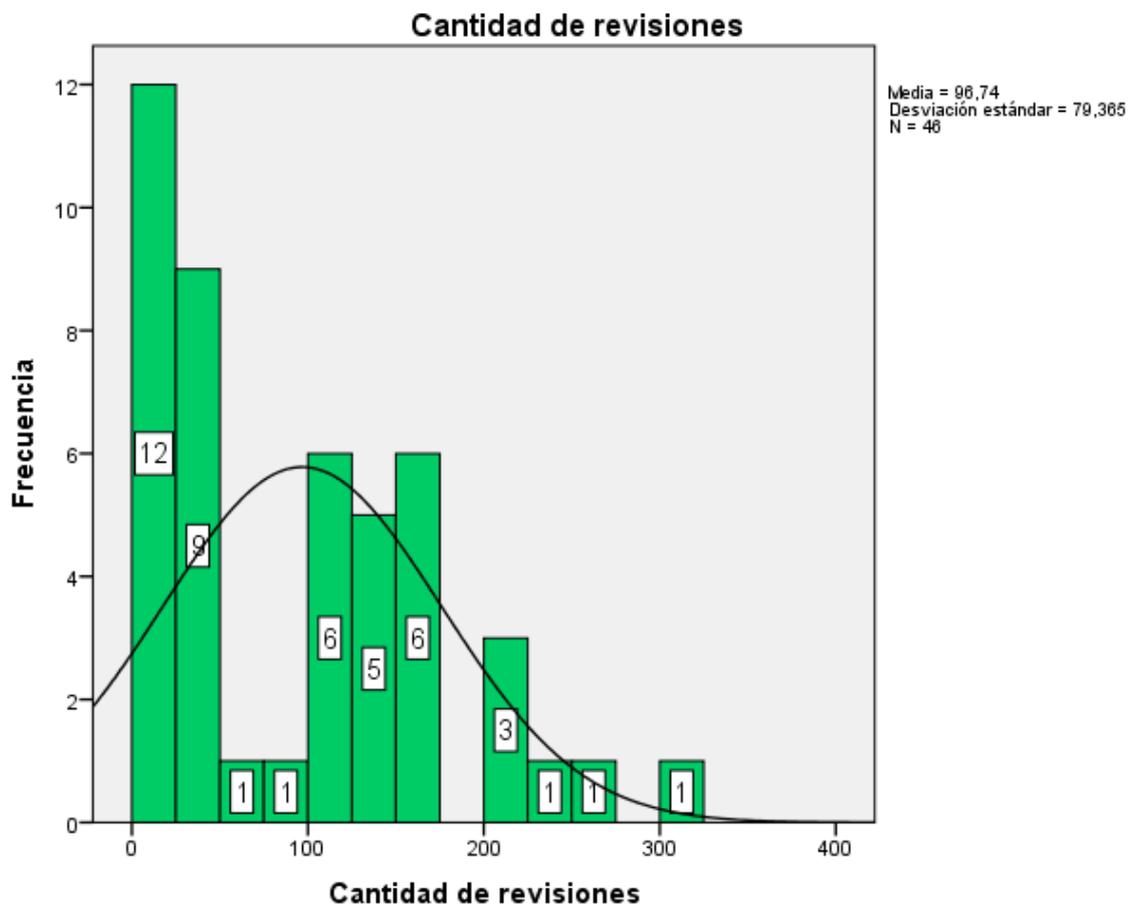
Gráfico N° 5.2
NIVEL DE CRITICIDAD DE MÁQUINAS



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.3 se muestra el histograma cantidad de revisiones de las máquinas, en el eje horizontal están registrados las cantidades y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis mesocúrtica, la cantidad promedio de revisiones de las máquinas fue de 96.

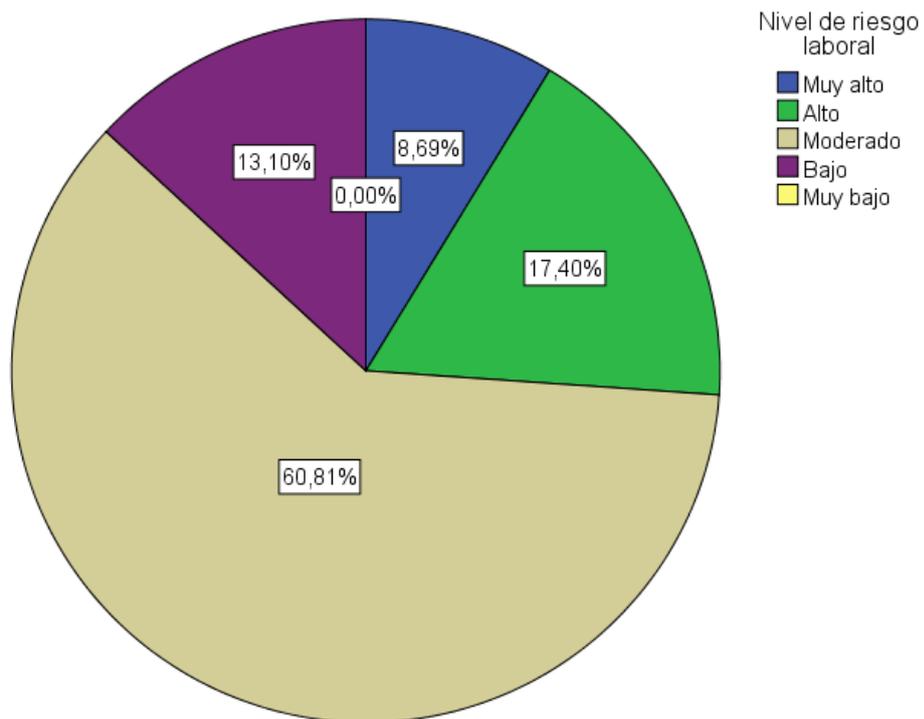
Gráfico N° 5.3
HISTOGRAMA CANTIDAD DE REVISIONES.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 5.4 se muestra que la mayoría de las actividades cuentan con un nivel de riesgo laboral moderado (60.81%), otro gran grupo son los que tienen un nivel de riesgo laboral alto (17.40%), el tercer grupo plenamente identificados son de nivel riesgo laboral bajo (13.1%), el cuarto representa el nivel de riesgo laboral muy alto (9.69%), por último el nivel de riesgo laboral muy bajo no existe en dicho proceso.

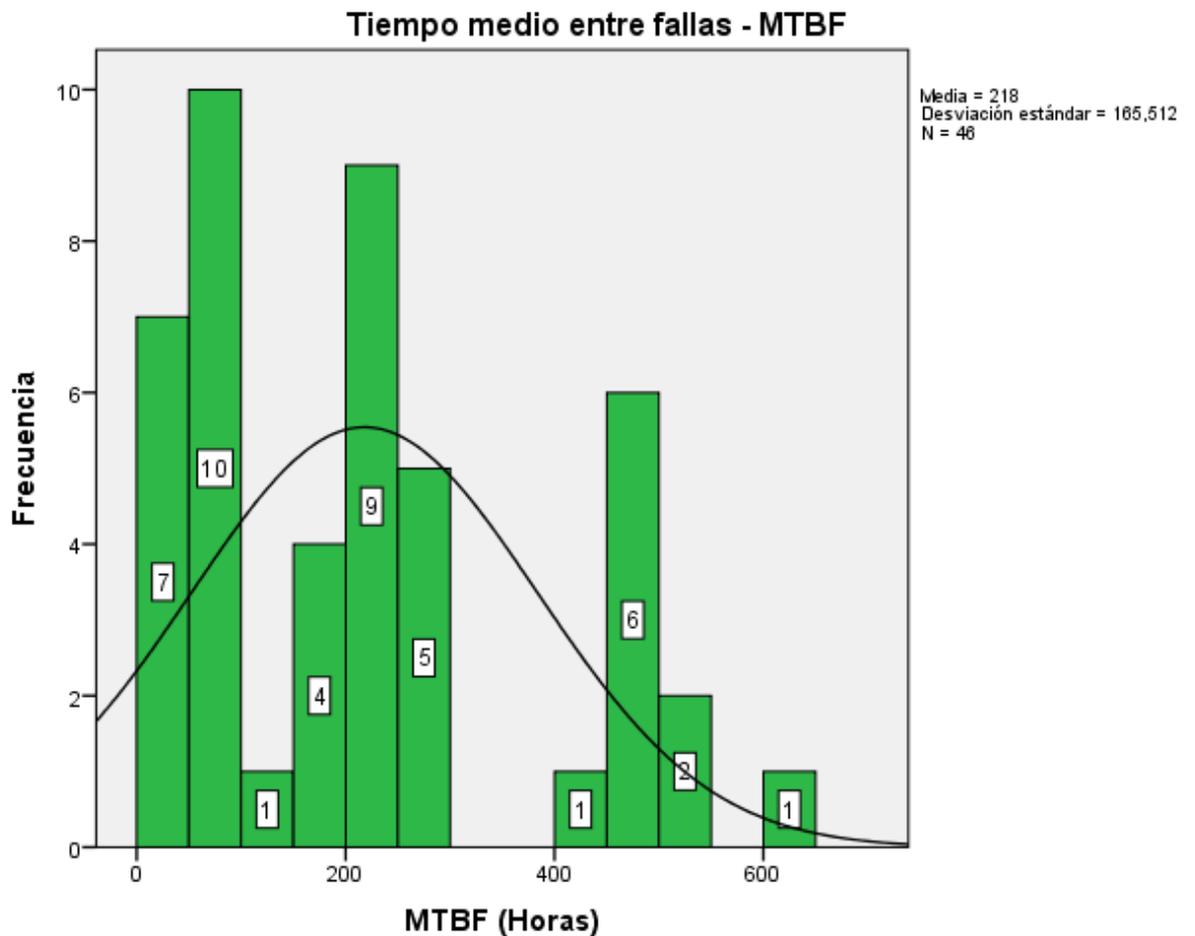
Gráfico N° 5.4
NIVEL DE RIESGO LABORAL



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.5 se muestra el histograma del tiempo medio entre fallas, en el eje horizontal están registrados los tiempos en horas y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis mesocúrtica, el tiempo promedio entre fallas fue en el 218 horas.

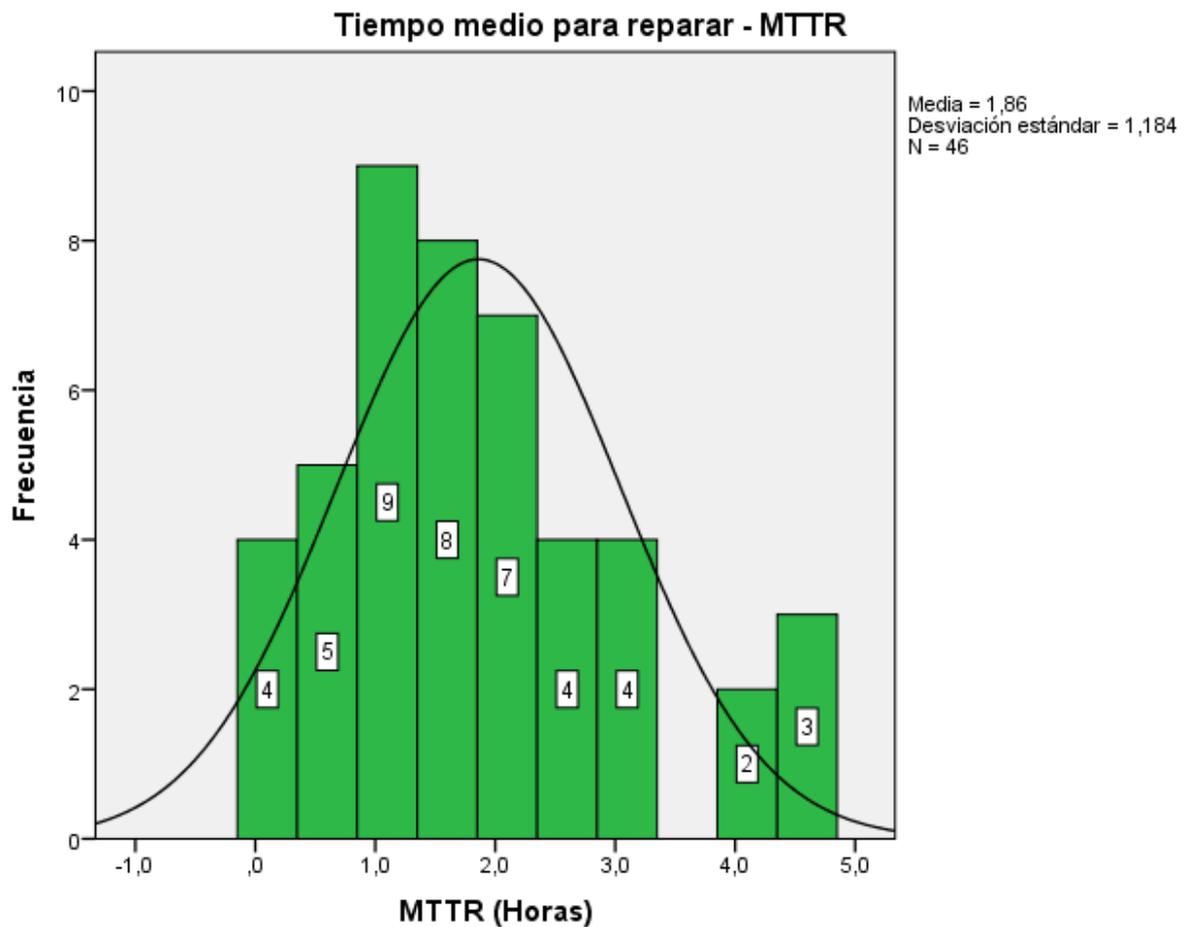
Gráfico N° 5.5
HISTOGRAMA DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.6 se muestra el histograma del tiempo medio de reparación, en el eje horizontal están registrados los tiempos en horas y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis leptocúrtica, el tiempo promedio de reparación fue en el 1.86 horas.

Gráfico N° 5.6
HISTOGRAMA DE TIEMPO MEDIO PARA REPARAR



Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Resultados descriptivos variable 2

En la siguiente tabla N° 5.2 se puede apreciar el resultado del estadístico descriptivo de la variable N°1 Eficiencia general de máquinas, con sus respectivos indicadores porcentaje de disponibilidad, porcentaje de performance y en la última columna porcentaje de calidad, dichos resultados provienen del procesamiento estadístico SPSS V22 en una muestra de 46 máquinas y equipos.

Tabla N° 5.2
ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO VARIABLE 2

		Estadísticos			
		Eficiencia general de máquinas	% Disponibilidad	% Performance	%Calidad
N	Válido	46	46	46	46
	Perdidos	0	0	0	0
Media		87,150	96,45	94,09	96,037
4Moda		76,0 ^a	98,7	95,0	98,0
Desviación estándar		4,746	4,014	1,872	3,028
Varianza		22,495	16,029	3,503	9,169
Rango		17,8	13,4	8,0	14,2

Fuente: Elaboración propia

Columna N° 2 Variable 2: Eficiencia General de Máquinas

Media: El promedio de eficiencia general de las máquinas y equipos es 87.15%.

Moda: El valor de eficiencia de las máquinas y equipos cuenta con una mayor frecuencia de 76%.

Desviación Estándar: La eficiencia general de máquinas y equipos, tiene una dispersión de 4.746%.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 17.8%.

Columna Nº 3 Disponibilidad

Media: El promedio de disponibilidad de máquinas es 96.45%.

Moda: El valor de disponibilidad con una mayor frecuencia es 98.7%.

Desviación Estándar: La disponibilidad de máquinas, tiene una dispersión de 4.014%.

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 13.4%.

Columna Nº 4 Performance

Media: El porcentaje promedio de performance de las máquinas y equipos es 94.09%.

Moda: El valor de performance con una mayor frecuencia es 95%

Desviación Estándar: El performance de las máquinas, tiene una dispersión de 1.872%

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 8%.

Columna Nº 5 Calidad

Media: El promedio de porcentaje de calidad de las máquinas y equipos es 96%.

Moda: El valor de calidad con una mayor frecuencia es 98%

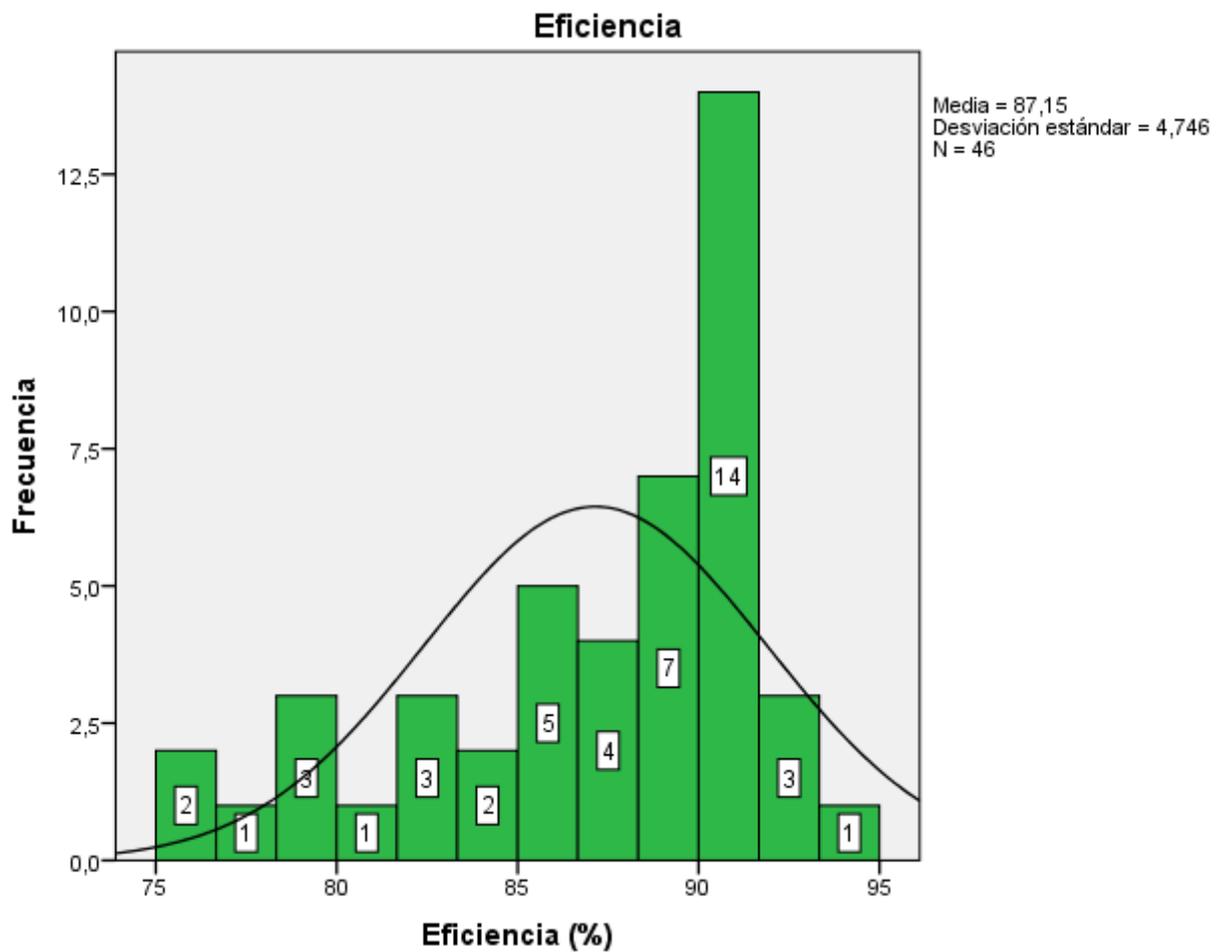
Desviación Estándar: Los porcentajes de calidad, tiene una dispersión de 3.02%.

Varianza: Los porcentajes de calidad, tiene una desviación estándar de 3%

Rango: Con respecto a la longitud de alcance del valor mínimo a máximo es de 14.2%.

En el gráfico N° 5.7 se muestra el histograma eficiencia general de máquinas, en el eje horizontal están registrados los porcentajes de eficiencia y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis mesocúrtica, el porcentaje promedio de eficiencia general de máquinas fue de 87.15%.

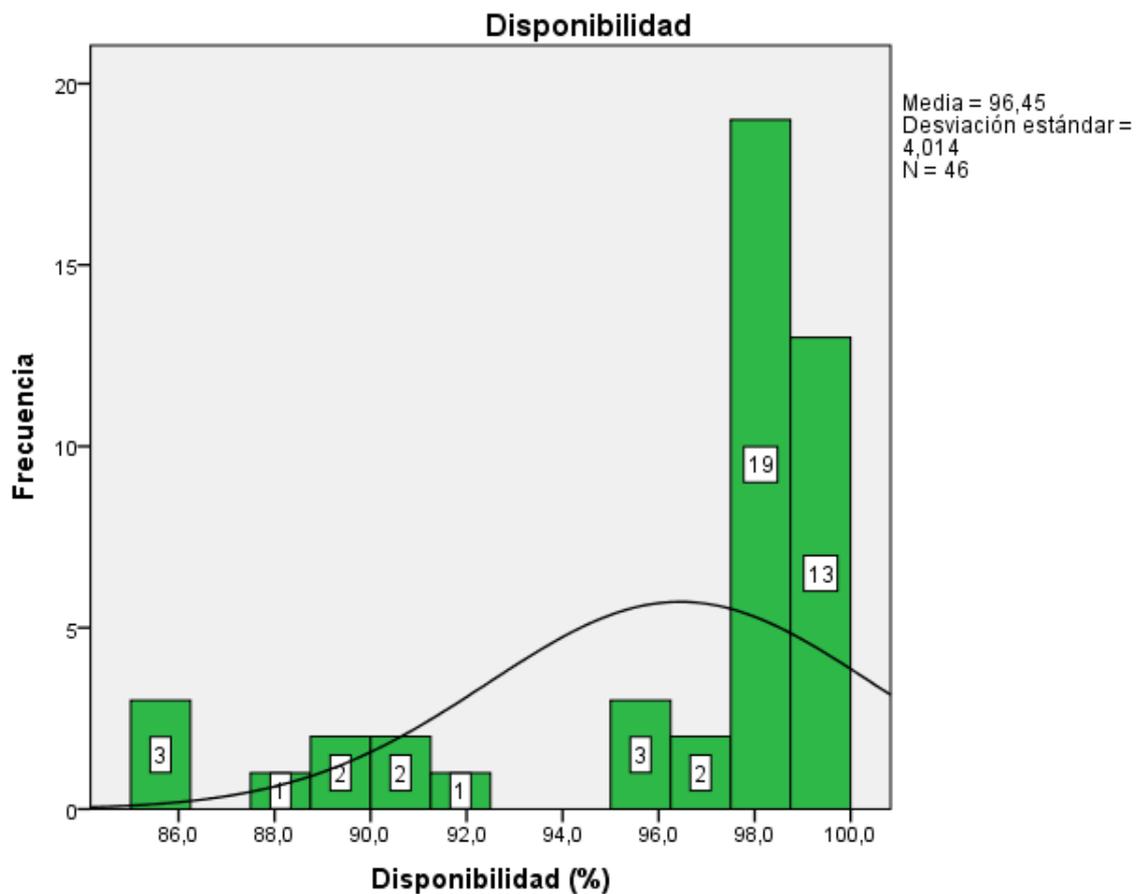
Gráfico N° 5.7
EFICIENCIA GENERAL DE MÁQUINAS VARIABLE 2



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.8 se aprecia el histograma disponibilidad de máquinas, en el eje horizontal están registrados los porcentajes de disponibilidad y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis platicúrtica, el porcentaje promedio de disponibilidad de máquinas fue de 96.45%.

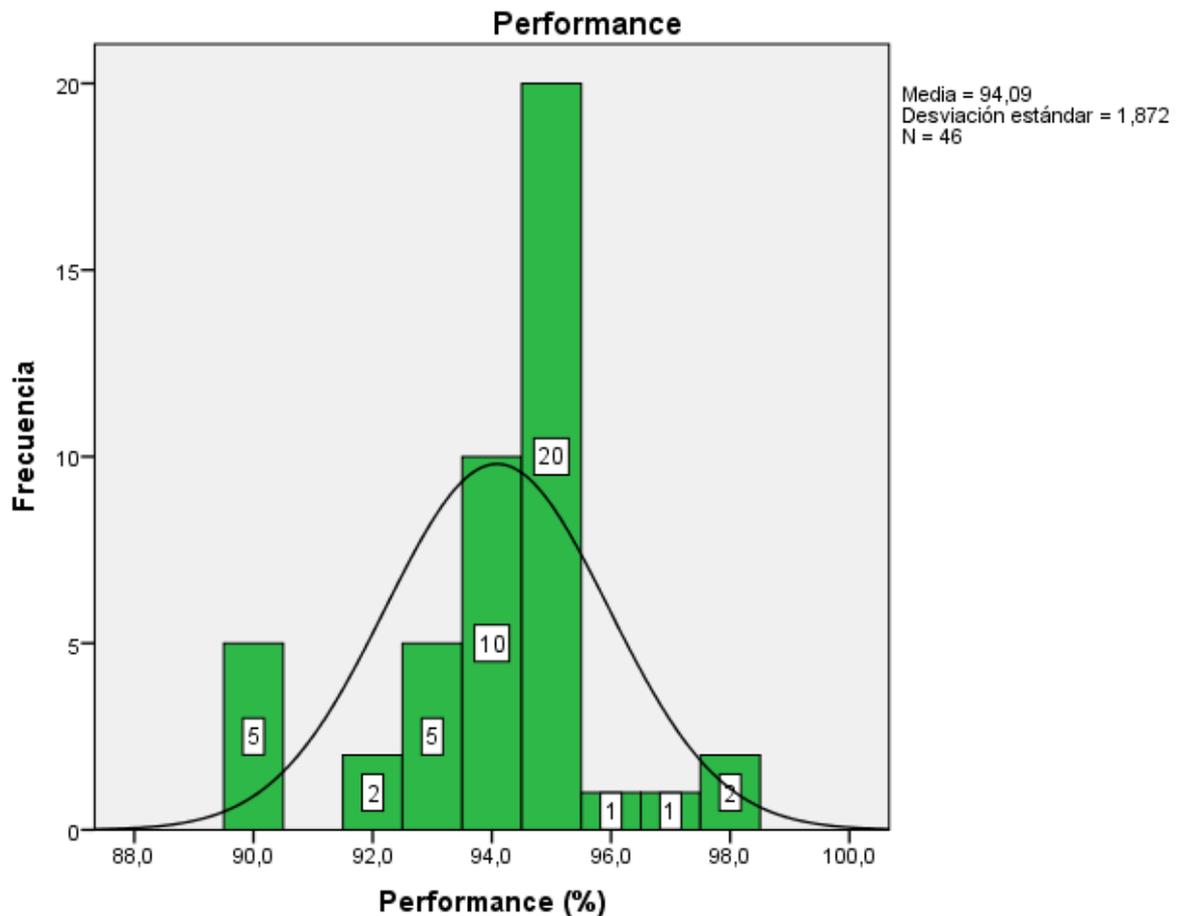
Gráfico N° 5.8
HISTOGRAMA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.9 se puede visualizar el histograma performance de máquinas, en el eje horizontal están registrados los porcentajes de performance y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis mesocúrtica, el porcentaje promedio de performance de máquinas fue de 94.09%.

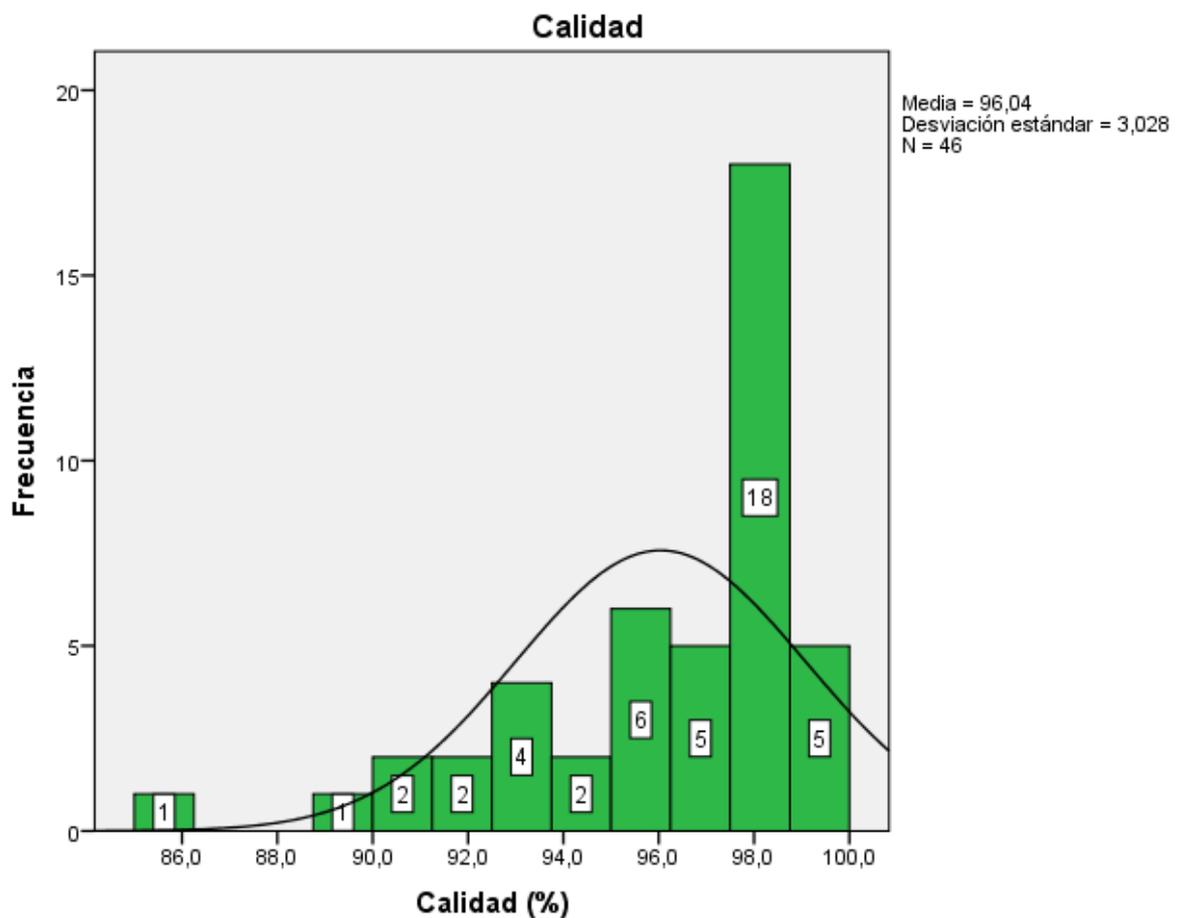
Gráfico N° 5.9
HISTOGRAMA PERFORMANCE DE MÁQUINAS



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 5.10 se muestra el histograma de calidad de máquinas, en el eje horizontal están registrados los porcentajes de calidad y en el eje vertical se muestra la frecuencia en una muestra de 46 máquinas, también presenta una Curtosis mesocúrtica, el porcentaje promedio de calidad de máquinas fue de 87.15%.

Gráfico N° 5.10
HISTOGRAMA CALIDAD DE MÁQUINAS



Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA.

5.1.4 Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA.

El método actual de gestión de mantenimiento, está enfocado en el análisis de los procesos a través de la gestión de máquinas, repuestos, recursos humanos, el mantenimiento adecuado basado en procesos garantiza la eficacia del producto final en óptimas condiciones de calidad

5.1.5. El ciclo PDCA, en la gestión sistemática del plan de mantenimiento preventivo

Es la ejecución y gestión sistemática del plan de mantenimiento preventivo, se puede aplicar mediante la calidad total ciclo PDCA o rueda Deming enfocado al mantenimiento global como se detalla en lo siguiente (Rey, 2001, p.117).

Planificar:

- determinar lo que hay que hacer es decir construir el plan de mantenimiento preventivo
- Determinar la forma de hacerlo, es decir elaborar las gamas y las fichas de auto mantenimiento y mantenimiento programado.

Hacer:

- Realizar las tareas de fichas de auto mantenimiento y mantenimiento programado de acuerdo a los estándares fijados sobre las gamas especificadas.
- Medir los indicadores de las máquinas como rendimiento operacional, porcentaje de realización actividad de mantenimiento, porcentaje de realización del mantenimiento planificado
- Costes de mantenimiento preventivo, correctivo total.

Verificar:

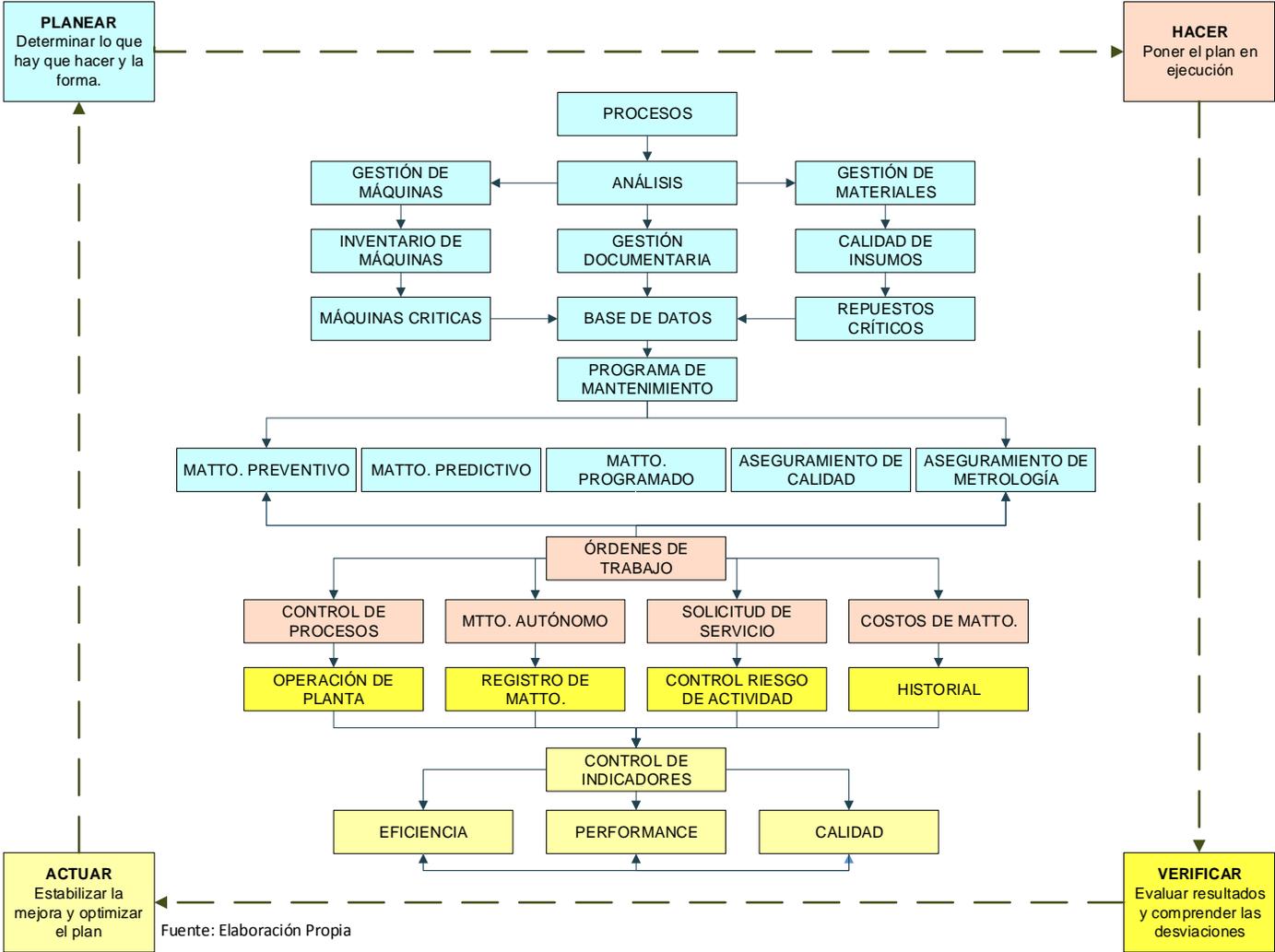
- Seguir la evolución de los indicadores antes señalados
- Analizar la adecuación y coherencia entre mantenimiento preventivo y dicha evolución
- Estudiar mejoras y optimizar planes.

Acción:

- Asentar y capitalizar lo que marcha bien, capitalizando experiencias para incorporar en nuevos equipos y máquinas
- Hacer evolucionar lo que no marcha bien y optimizar poniendo al día el mantenimiento preventivo para actualizar nuevos estándares con un control adecuado en el proceso.

En el gráfico N° 5.11 se aprecia el modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la mejora continua y análisis de los procesos existentes en el buque de la Armada Peruana, este enfoque del PDCA en la gestión del mantenimiento optimizó las técnicas y programas ejecutados en el área de ingeniería.

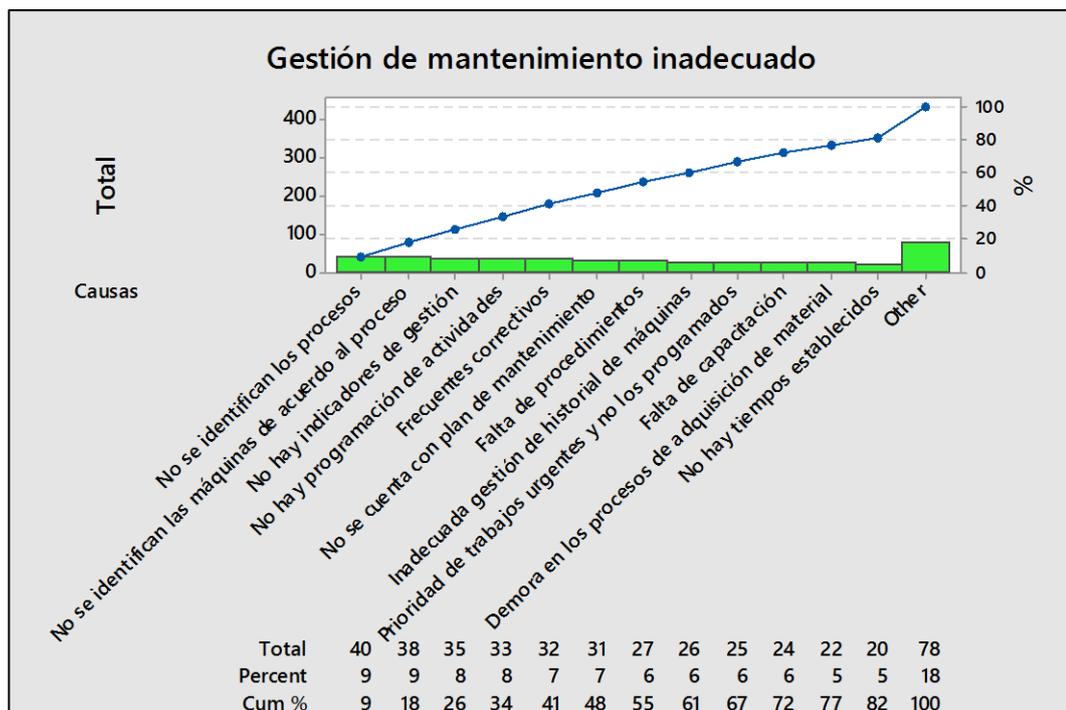
GRÁFICO Nº 5.11 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO EL ENFOQUE PDCA



En el gráfico N° 5.12 se muestra el diagrama de Pareto, donde las puntuaciones elevadas de algunas sub-causas nos indican con anticipación cuales son las más fundamentales, igualmente se efectuó a obtener los problemas que suman el 80% generado por el 20% de las sub-causas principales.

Claramente nos muestra las principales Sub-causas del problema fueron la falta de identificación de los procesos y las máquinas involucradas para dicho fin, la falta de planes de mantenimiento, programación de actividades, indicadores de control, donde la causa principal fue inadecuada gestión de mantenimiento en el área de Ingeniería de los buques de la Armada.

Gráfico N° 5.12
DIAGRAMA DE PARETO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración propia

- **Gestión de materiales**

La gestión de materiales trata de controlar el desabastecimiento de los repuestos, mantener el stock de acuerdo al consumo y tiempo adecuado. El objetivo en concreto es suministrar el repuesto necesario a cada máquina o equipo con tal de efectuar el mantenimiento y evitar los sobrecostos en los procesos.

En cuanto al control de insumos el stock de los combustibles y lubricantes amerita un almacenamiento en las condiciones adecuadas a fin de no dañar las sus cualidades físicas y químicas.

- **Gestión de documentos**

Está enfocado para recopilar, administrar y tener el control de toda la información, guiar el flujo de documentos en el área de ingeniería del buque sin las demoras, los procedimientos de requerimientos de materiales, insumos, servicios de mantenimiento y adquisiciones de activos de forma práctica y sin tiempos muertos.

- **Análisis de procesos**

Los procesos analizados en el área de ingeniería de los buques de la Armada Peruana, está enfocado en llevar a cabo un revisión exhaustiva y comprensión completa, esto mediante la identificación de las máquinas o equipos que forman parte de una línea de proceso, la navegación del buque depende de la calidad del producto final de dichos procesos.

El diagrama de operaciones de proceso, claramente identifica las máquinas o equipos relacionados entre sí, el tiempo también de operación que se realiza para poner en funcionamiento la planta de propulsión naval.

El diagrama de análisis de proceso, identifica los procedimientos realizados por el operador de máquinas, de esa manera destina aquellas máquinas para su mantenimiento según los programas adecuados, así como también el requerimiento de los insumos a utilizar.

En el gráfico N° 5.13 se aprecia el diagrama de operaciones del proceso de potabilización de agua, donde se ha identificado las máquinas y equipos concernientes para lograr el producto final con calidad y eficiencia.

Gráfico N° 5.13
PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA (DOP)

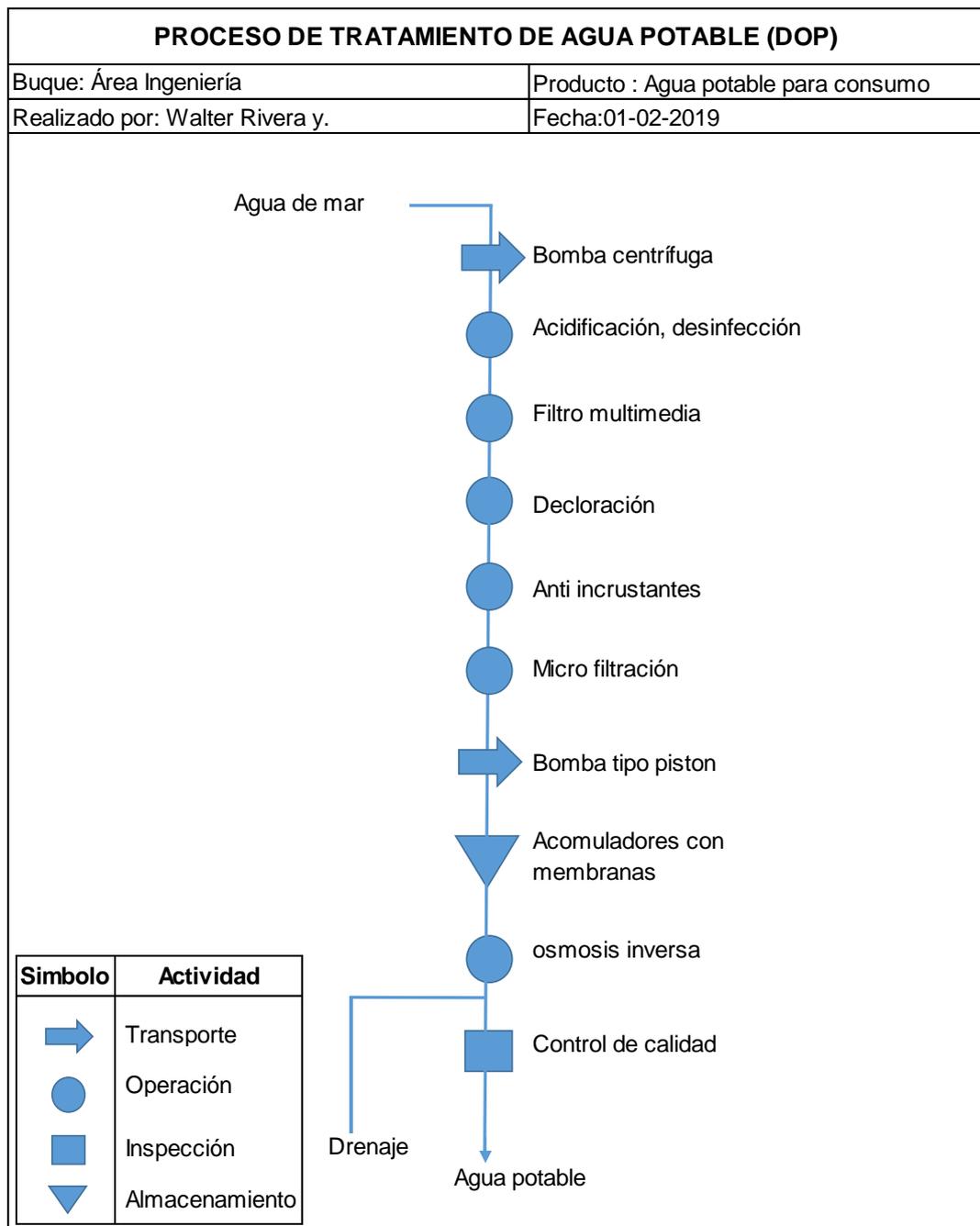
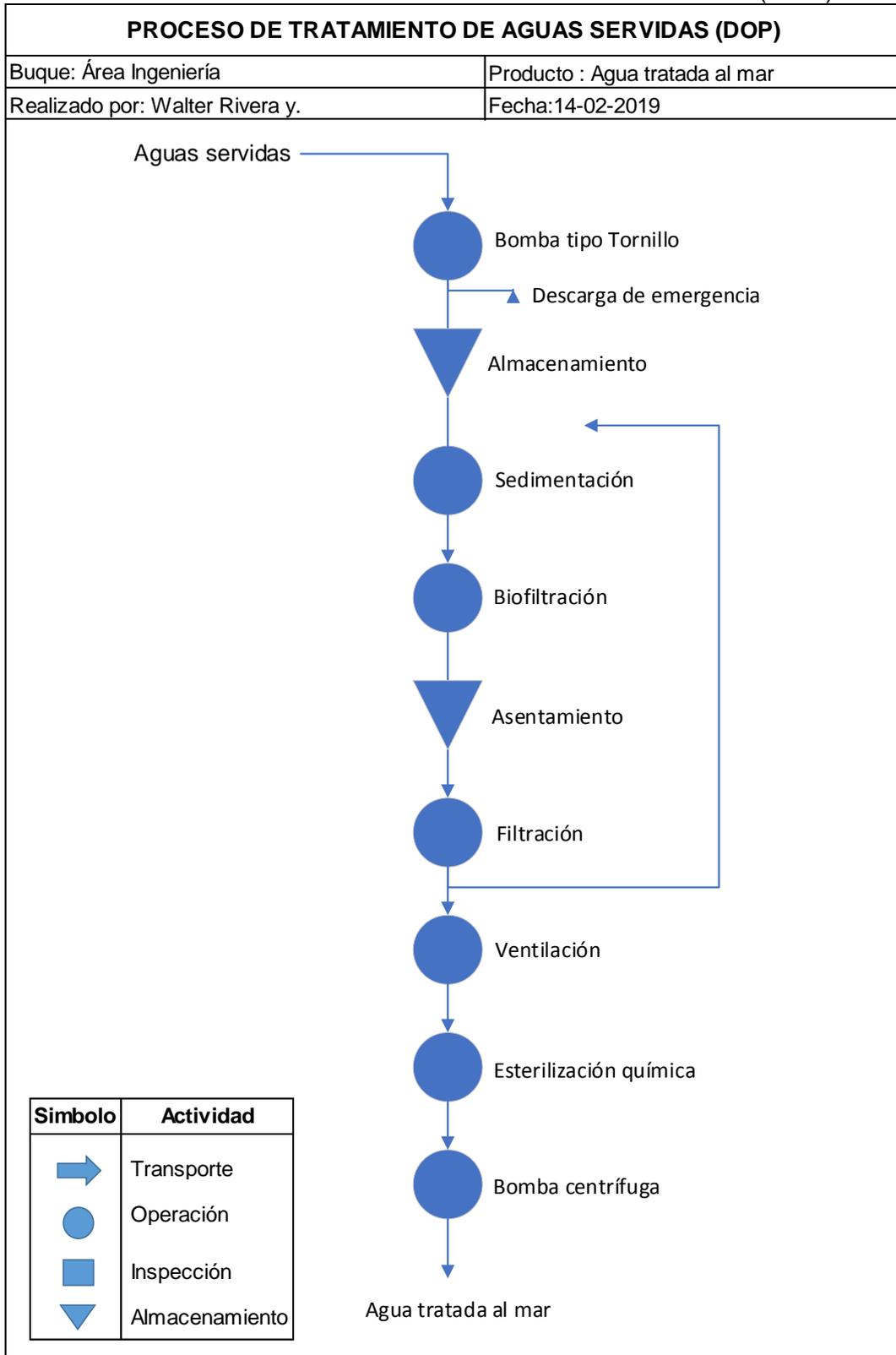
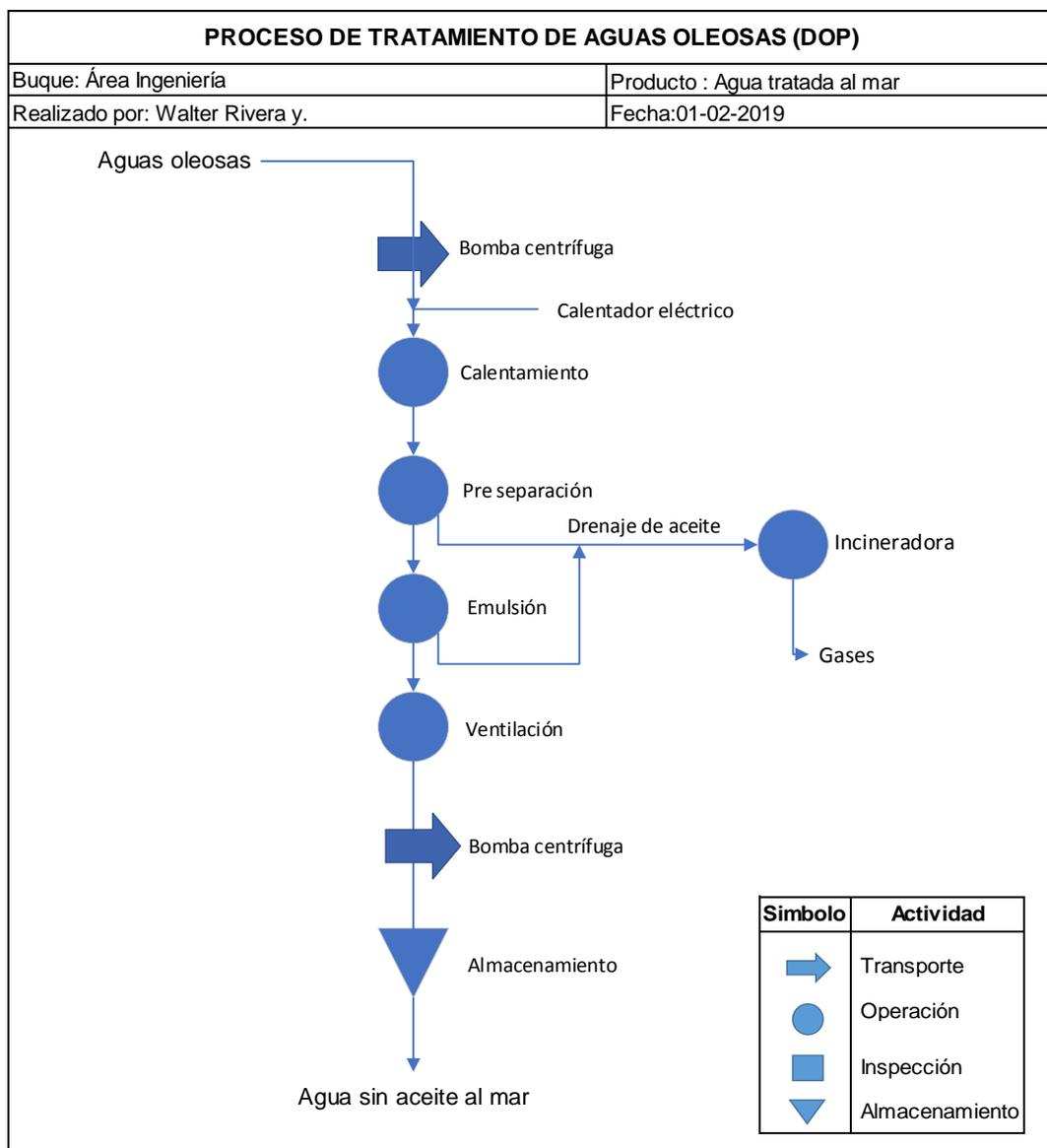


Gráfico N° 5.14
 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (DOP)



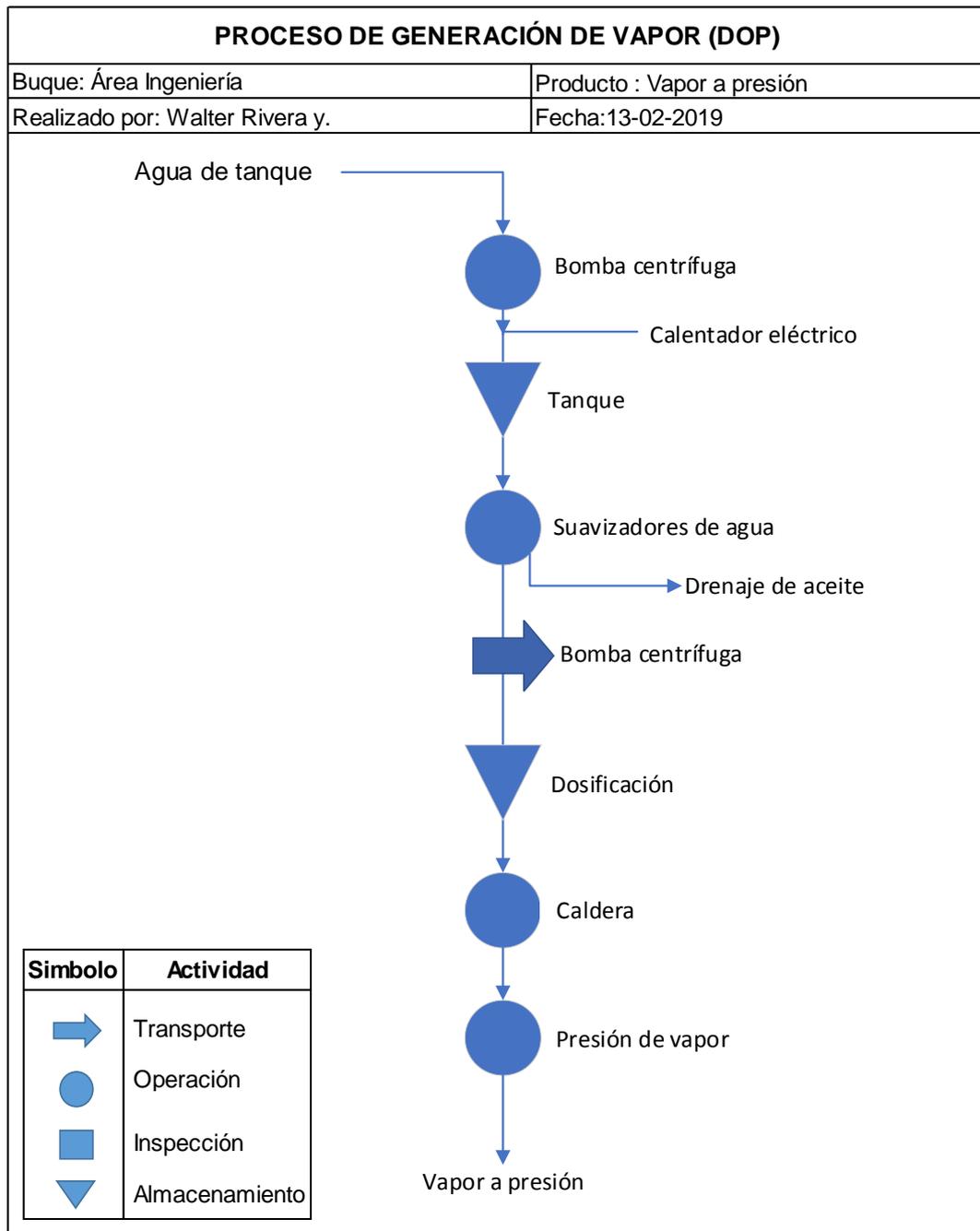
En el gráfico N° 5.15 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de tratamiento de aguas oleosas, donde se ha identificado las máquinas y equipos involucrados en lograr dicho producto final en óptimas condiciones de calidad y eficiencia, en la planificación del mantenimiento preventivo se ha tomado en cuenta la criticidad de cada equipo y máquina en cada proceso identificado.

Gráfico N° 5.15
PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS OLEOSAS (DOP)



En el gráfico N° 5.16 se aprecia el diagrama de operaciones del proceso de generación de vapor, según el análisis efectuado las máquinas y equipos identificados en dicho proceso tienen un rol importante en el producto final.

Gráfico N° 5.16
PROCESO DE GENERACIÓN DE VAPOR (DOP)



En el gráfico N° 5.17 se puede apreciar el diagrama de operaciones del proceso de separación centrífuga, de acuerdo al análisis de estos procesos se ha identificado dos bombas y un purificador involucrados en lograr dicho producto final, esto con el fin de lograr la planificación del mantenimiento preventivo basado en la mejora continua y procesos.

Gráfico N° 5.17
PROCESO DE SEPARACIÓN CENTRÍFUGO (DOP)

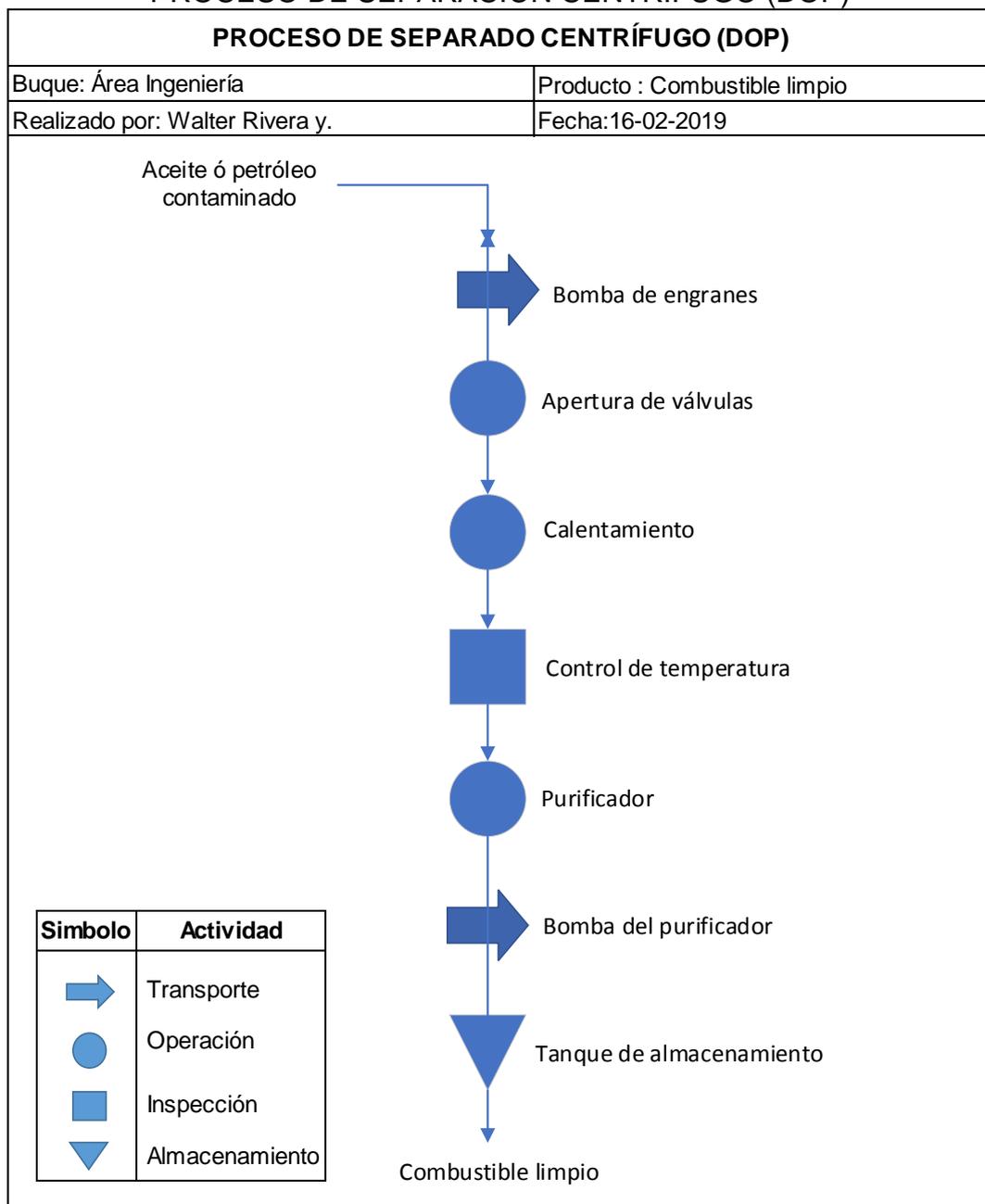
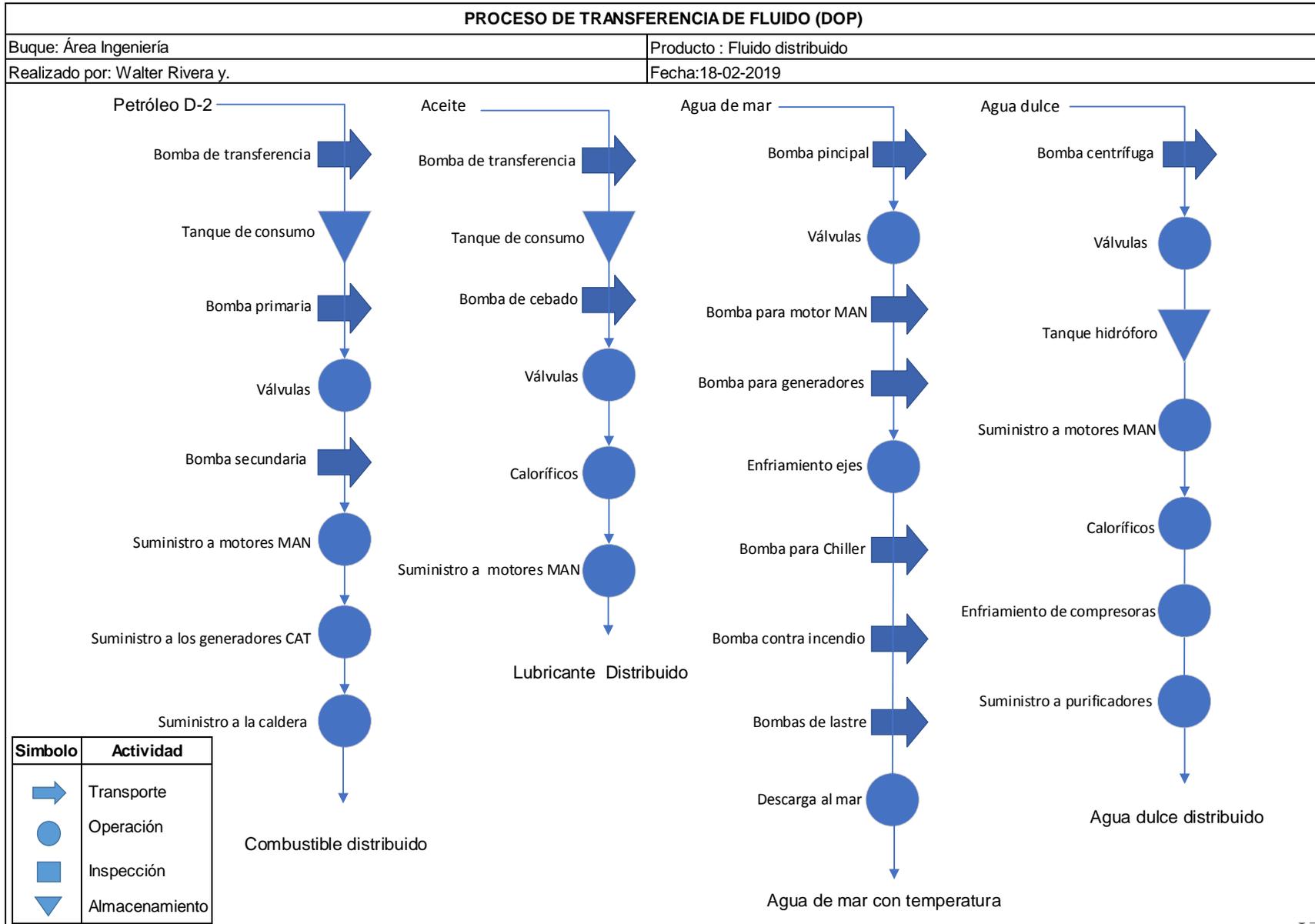
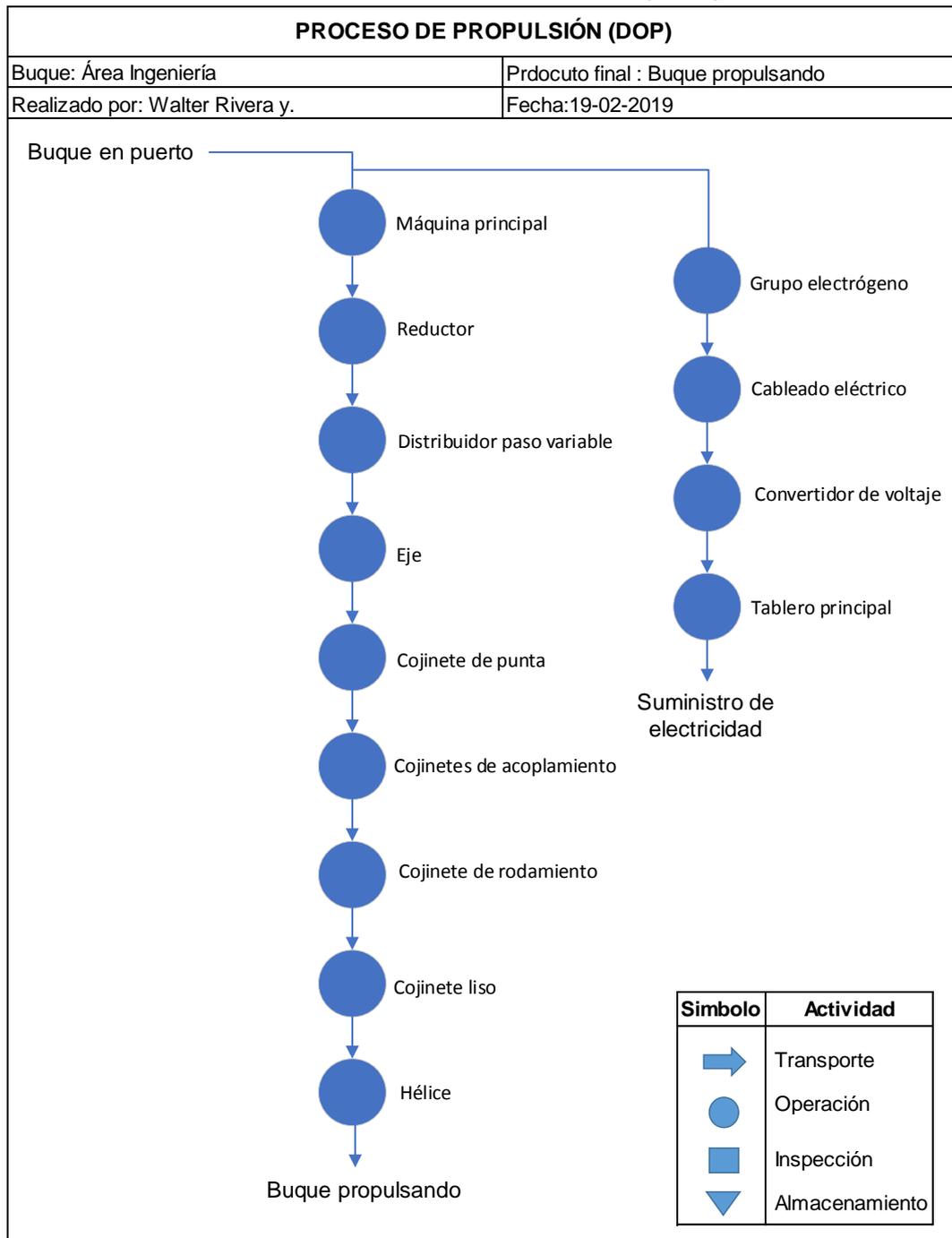


Grafico Nº 5.18



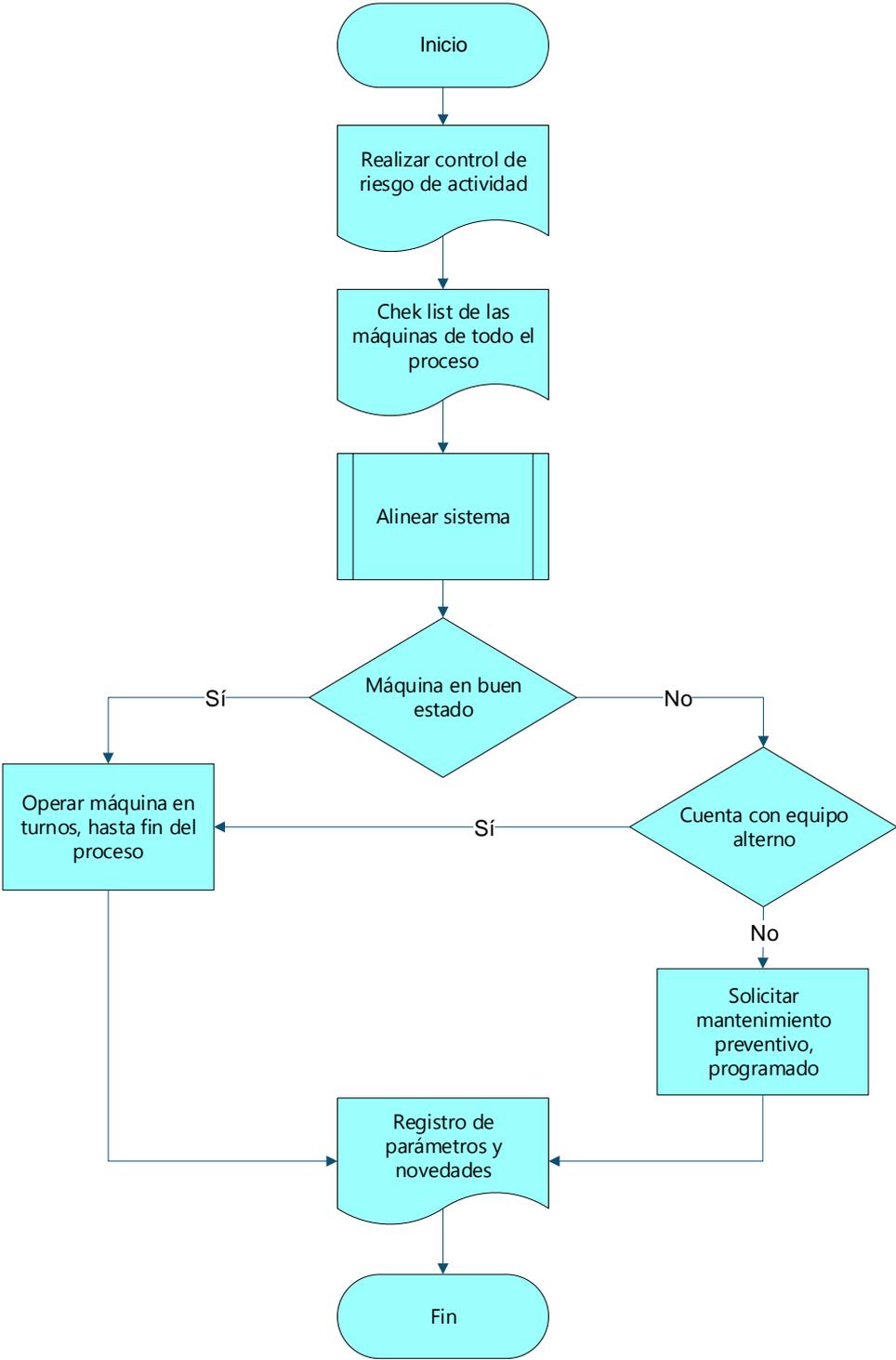
En el gráfico N° 5.19 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de separación centrífuga, de acuerdo a los objetivos que sigue la investigación donde se ha identificado las máquinas involucradas en la propulsión del buque, así como también los grupos electrógenos.

Gráfico N° 5.19
PROCESO DE PROPULSIÓN (DOP)



En la figura N° 5.20 se puede apreciar el flujo grama de operación de máquina, como el operador sigue los pasos de las actividades.

Gráfico N° 5.20
FLUJOGRAMA DE OPERACIÓN DE MÁQUINAS



Gestión de máquinas

Cada máquina cuenta con sus respectivas tarjetas de historial en físico, donde se registran los mantenimientos y fallas ocurridas durante el periodo de operación, los cuadernos de novedades y registro de máquinas también son antecedentes para realizar un análisis ante cualquier parada de planta de propulsión.

Inventario de máquinas

Está enfocado en el padrón general de las máquinas y equipos, estos están comprendidos por un listado de activos correspondientes al área de ingeniería de los buques de la Armada Peruana. Dichos equipos se han agrupado con un criterio de clasificación por familias, plantas, instalaciones, etc.

La designación correcta del responsable del mantenimiento de las distintas máquinas así como de sus deberes, al momento de aplicarlos optimiza la eficacia y la eficiencia teniendo como resultado final un incremento la productividad.

- Informaciones a recoger para asegurar el seguimiento de las máquinas: Clasificación según la condición de navegación, muelle y horas de trabajo.
- Resultados de auditorías internas
- Histórico de fallos registrados
- Ficha de análisis de fallos.
- Historial de consumo de insumos
- Línea de proceso y sistemas

En la siguiente tabla N° 5.3 se muestra el inventario general de las máquinas, estos representan la muestra del informe final de investigación, cada uno cuenta con su respectivas cualidades técnicas y parámetros, este inventario se ha realizado de las máquinas más representativas de cada proceso del área de ingeniería de los buques de la Armada Peruana.

Tabla N° 5.3
INVENTARIO DE MÁQUINAS

FICHA DE REGISTRO N°		AREA: INGENIERÍA		FECHA : 02/01/2019		
Nro	MÁQUINAS	MARCA		AÑO DE FABRICACIÓN	MODELO	POTENCIA
1	Máquina Diésel principal Br	MAN STX	M.E 1	2014	9L28 32A	2205 kw
2	Máquina Diésel principal Er	MAN STX	M.E 2	2014	9L28 32A	2205 kw
3	Reductor Br	REINJETS	R.G 1	2014	LAF 2346	173 rpm
4	Reductor Er	REINJETS	R.G 2	2014	LAF 2347	173 rpm
5	Eje principal Br	CAT	S.P	2013	BCP 760-S3	173 rpm
6	Eje principal Er	CAT	CPP 2	2013	BCP 760-S4	173 rpm
7	Hélice Br	CAT	C.P.P 1	2015	BCP WITH	173 rpm
8	Hélice Er	BERG	C.P.P 2	2015	BCP WITH	173 rpm
9	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	BERG	O.B 1	2014	HDX 400	50 bar
10	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	BERG	O.B 2	2014	HDX 400	50 bar
11	Hélice de proa	BERG	B.T.T	2014	BTT 216	735 kw
12	Grupo electrógeno 1	CAT	G.E 1	2014	C18	550 kw
13	Grupo electrógeno 2	CAT	G.E 2	2014	C18	550 kw
14	Grupo electrógeno 3	CAT	G.E 3	2014	C18	550 kw
15	Grupo electrógeno de emergencia	CAT	G.E 4	2015	C18	400 kw
16	Compresora 1	BUM HAN	COMP. 1	2014	LT-2105	45 m3/h
17	Compresora 2	BUM HAN	COMP. 2	2014	LT-2105	45 m3/h
18	Compresora 3	BUM HAN	COMP. 3	2014	LT-2105	45 m3/h
19	Motocompresora	BUM HAN	M. COMP. 1	2014	LT - 94E	10 m3/h
20	Caldera	KANGRIM	B.L.R	2014	PAW14DS1301	1500 kg/h
21	Purificador petróleo	WESTFALIA	D.O	2012	DO	1800 l/h
22	Purificador aceite	WESTFALIA	L.O A.E	2012	LO AE	1800 l/h
23	Separador de sentina	GEORIM	O.B.S	2015	GRS - 10EB	700 l/h
24	Incinerador de aceite	HYUNDAI	F.I	2014	MAXI NG50SL	320 000 kcal / h
25	Calorífico eléctrico de agua	KANGRIM	E.H	2015	GRS - 0205EB	1000 l/h
26	Generador de agua dulce	KROSYS	F.W.G	2014	KRO - 025	25 m3/día
27	Equipo de tratamiento aguas residuales Br	IL SEUNG	S.T.P 1	2014	ISS - 60N	4200 l/día
28	Equipo de tratamiento aguas residuales Er	IL SEUNG	S.T.P 2	2014	ISS - 60N	4200 l/día
29	Electrobomba contra incendio	AZCUE	P/P F.	2014	LN-VP-65-200	80 m3/h
30	Electrobomba de lastre	AZCUE	P/P B.	2014	VM-VP-150-26	600 m3/h
31	Electro bomba de aceite	AZCUE	P/P O.L	2014	BT-MB32D-F	1 m3/h
32	Electro bomba de diésel	AZCUE	P/P F.	2014	BT-HM38D4	3 m3/h
33	Electro bomba de agua de mar	AZCUE	P/P S.	2014	MN-50-125	300 m3/h
34	Electro bomba de agua dulce	AZCUE	P/P F.	2014	C3/7	1.5 m3/h
35	Electro bomba de achique	AZCUE	P/P ES.	2014	LN-100-250	60 m3/h
36	Electro bomba de lodos	AZCUE	P/P	2014	BT-HM38D4-F	3 m3/h
37	Electro bomba de pre lubricación	AZCUE	P/P O.L	2014	BT-MB32D-F	2.5 m3/h
38	Electro bomba de transferencia de D-2	AZCUE	P/P F.	2014	BT-HM38D4	10 m3/h
39	Electro bomba de transferencia de aceite	AZCUE	P/P O.L	2014	BT-MB32D-F	3 m3/h
40	Unidad de condensación para cámara fría	HI AIR KOREA	A.C	2014	HKA-08	17775 m3/h
41	Grúa de cubierta	BADA	D.C.R.B	2014	BDTC0207	2 ton
42	Ventilador de flujo axial 1	HI AIR KOREA	A.V 1	2015	AKA - 1120	1720 rpm
43	Ventilador de flujo axial 2	HI AIR KOREA	A.V 2	2015	AKA - 1120	1720 rpm
44	Plataforma giratoria	SMS MARINE	T.T	2014	SHP-14/56A	40 ton
45	Equipo de gobierno	ROLLS ROYS	S.G	2014	SR642	110 kNm
46	Elevador de vehículos	SMS MARINE	V.L	2014	SHP-14/56A	24 ton

5.1.6. Criticidad de máquinas

Se aplicó este método en las 46 máquinas que representan como muestra del presente informe final de investigación, porque permitió establecer la jerarquía entre los procesos, sistemas, equipos y elementos. De tal manera que se logró cuantificar las consecuencias de acuerdo al impacto que genera en toda la planta de propulsión del buque, dicha criticidad es el resultado del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, además, fue un aporte fundamental en la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento e implementación de la mejora continua.

Como se aprecia en la tabla N° 5.24, son veinte las máquinas que presentan un mayor grado según la escala de referencia en la tabla N° 5.23. Considerados como críticos en relación a las demás, el equipo de gobierno, electrobomba de aceite, electrobomba de petróleo, planta de tratamiento de aguas residuales, generador de agua dulce, las compresoras, grupo electrógeno, hélice de alabeo, hélice principal, eje, reductor y la máquina principal.

5.1.7. Nivel de riesgo de actividad

Se ha evaluado el riesgo de una actividad representativa de las 46 máquinas, el mantenimiento de las máquinas y equipos tiene una secuencia de actividades que podrían provocar accidentes al momento de realizarlos.

Como se observa en la tabla N° 5.6 son cuatro las actividades que presentan un alto grado de riesgo. Considerados en relación a las demás actividades, siendo el trabajo de limpieza de carbón en los ductos de escape, el mantenimiento del cableado eléctrico, engrase de los engranajes y el cambio de cable de acero como actividades de riesgo muy alto.

En la tabla N° 5.4 se aprecia la escala de referencia para identificar la criticidad de las máquinas y equipos, las variables y la ponderación correspondiente se adecuan a los objetivos de la investigación.

Tabla N° 5.4
IMPORTANCIA CRITICA DE LOS EQUIPOS

ÍTEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el Servicio que proporciona:			
		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Técnico - Económico:			
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de U\$ 20 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de U\$ 1000
3	La falla Afecta:			
	a. Al Equipo en si	Si	1	Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al Servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador:	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?
		Sin Riesgo	0	
	d. A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas ù otros equipos cercanos.
		No	0	
4	Probabilidad de Falla (Confiabilidad):			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		baja	0	
5	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:			
		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia Logística:			
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Local/Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7	Dependencia de la Mano de Obra:			
		Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros.
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
8	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):			
		Baja	1	Mantenimiento difícil.
		Alta	0	Mantenimiento fácil.

ESCALA DE REFERENCIA		
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Fuente: Fuente: Fundamentos de mantenimiento Industrial. A. Montilla, 2016, p.161

TABLA Nº 5.5
CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS DEL BUQUE

ÍTEM	COD.	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION												TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8			
01	M.E 1	Máquina principal Br	4	3	1	1	1	1	0	1	2	2	1	17	CRÍTICO	
02	M.E 2	Máquina principal Er	4	3	1	1	1	1	0	1	2	2	1	17	CRÍTICO	
03	R.G 1	Reductor Br	4	3	1	1	1	1	0	1	1	2	1	16	CRÍTICO	
04	R.G 2	Reductor Er	4	3	1	1	1	1	0	1	1	2	1	16	CRÍTICO	
05	S.P	Eje principal Br	4	3	1	1	0	1	0	1	2	2	1	16	CRÍTICO	
06	CPP 2	Eje principal Er	4	3	1	1	0	1	0	1	2	2	1	16	CRÍTICO	
07	C.P.P 1	Hélice Br	4	3	1	1	0	0	0	2	2	2	1	16	CRÍTICO	
08	C.P.P 2	Hélice Er	4	3	1	1	0	0	0	2	2	2	1	16	CRÍTICO	
09	O.B 1	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	2	2	1	1	0	0	0	2	2	2	1	13	IMPORTANTE	
10	O.B 2	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	2	2	1	1	0	0	0	2	2	2	1	13	IMPORTANTE	
11	B.T.T	Hélice de proa	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	17	CRÍTICO	
12	G.E 1	Grupo electrógeno 1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	CRÍTICO	
13	G.E 2	Grupo electrógeno 2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	CRÍTICO	
14	G.E 3	Grupo electrógeno 3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	15	IMPORTANTE	
15	G.E 4	Grupo electrógeno de emergencia	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	15	IMPORTANTE	
16	COMP. 1	Compresora 1	4	3	1	1	0	1	2	1	2	1	0	16	CRÍTICO	
17	COMP. 2	Compresora 2	4	3	1	1	0	1	2	1	2	1	0	16	CRÍTICO	
18	COMP. 3	Compresora 3	4	3	1	1	0	1	2	1	2	1	0	16	CRÍTICO	
19	M. COMP	Motocompresora	4	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	10	REGULAR	
20	B.L.R	Caldera auxiliar	0	3	1	1	1	1	0	1	1	2	1	12	IMPORTANTE	
21	D.O	Purificador petróleo	2	2	1	0	0	0	2	1	0	2	0	10	REGULAR	
22	L.O A.E	Purificador aceite	0	2	1	0	0	0	2	1	0	2	0	8	REGULAR	
23	O.B.S	Separador de sentina	0	3	1	1	0	1	2	1	2	2	0	13	IMPORTANTE	
24	F.I	Incinerador de aceite	0	3	1	0	1	1	2	1	2	2	0	13	IMPORTANTE	

25	E.H	Calorífico eléctrico de agua	2	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	8	REGULAR
26	F.W.G	Generador de agua dulce	4	3	1	0	1	1	2	2	1	0	1	16	CRÍTICO
27	S.T.P 1	Planta de tratamiento aguas residuales Er	4	3	1	0	1	1	2	0	2	2	1	17	CRÍTICO
28	S.T.P 2	Planta de tratamiento aguas residuales Br	4	3	1	0	1	1	2	0	2	2	1	17	CRÍTICO
29	P/P F.	Electrobomba contraincendios	0	2	1	0	1	1	2	1	1	2	0	11	IMPORTANTE
30	P/P B.	Electrobomba de lastre	2	3	1	0	1	1	2	1	1	2	0	14	IMPORTANTE
31	P/P O.L	Electro bomba de aceite	4	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	17	CRÍTICO
32	P/P F.	Electro bomba de diésel	4	2	1	1	1	1	2	0	1	2	1	16	CRÍTICO
33	P/P S.	Electro bomba de agua de mar	4	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	15	IMPORTANTE
34	P/P F.	Electro bomba de agua dulce	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	10	REGULAR
35	P/P ES.	Electro bomba de achique	2	2	1	1	0	1	2	1	0	2	1	13	IMPORTANTE
36	P/P	Electro bomba de lodos	2	2	1	1	1	1	2	1	0	2	1	14	IMPORTANTE
37	P/P O.L	Electro bomba de pre lubricación	4	2	1	1	1	1	0	1	1	2	1	15	IMPORTANTE
38	P/P F.	Electro bomba de transferencia de combustil	0	2	1	0	0	0	2	1	0	2	1	9	REGULAR
39	P/P O.L	Electro bomba de transferencia de aceite	0	2	1	0	0	0	2	1	1	2	0	9	REGULAR
40	A.C	Unidad de condensación para cámara fría	0	3	1	0	1	1	2	1	0	2	1	12	IMPORTANTE
41	D.C.R.B	Grúa de cubierta	0	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	6	REGULAR
42	A.V 1	Ventilador de flujo axial 1	2	3	1	1	0	1	2	1	1	2	1	15	IMPORTANTE
43	A.V 2	Ventilador de flujo axial 2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	0	15	IMPORTANTE
44	T.T	Plataforma giratoria	2	3	1	0	1	1	2	2	0	2	0	14	IMPORTANTE
45	S.G	Equipo de gobierno	4	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	20	CRÍTICO
46	V.L	Elevador de vehículos	2	2	1	0	1	1	2	2	1	0	0	12	IMPORTANTE

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumentos de Fundamentos de mantenimiento Industrial. A. Montilla, 2016, p.161

**TABLA Nº 5.6
IDENTIFICACION DE RIESGO LABORAL**

Departamento / Area : Ingeniería		Realizado por: <u>Walter Rivera y.</u> Fecha : 02/01/2019						
Nº	LISTA DE TRABAJO / TAREAS IDENTIFICADAS	EXPOSICIONES A PERDIDAS ¿Cuál es la consecuencia máxima razonable que podría ocurrir si se ejecuta la tarea en forma incorrecta?	CONSECUENCIA			PROBABILIDAD 1 - 5	NIVEL DE RIESGO LABORAL Producto del valor más alto identificado de Consecuencia vs Probabilidad.	
			Lesión Enfermedad	Propiedad	M. Ambiente			
			1 - 5					
1	Cambio de los inyectores	Invalidez, lesiones leves, contaminación	Moderado (3)	Moderado (3)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
2	Cambio de los Filtros de combustible	Invalidez, lesiones graves, contaminación	Moderado (3)	Menor (2)	Mayor (4)	Poco Probable (3)	12	Moderado
3	Limpieza de los enfriadores de aceite	Invalidez, golpes, contaminación	Menor (2)	Moderado (3)	Menor (2)	Poco Probable (3)	9	Bajo
4	Limpieza de los enfriadores de agua dulce	Golpes, lesiones, contusiones, contaminación	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	9	Bajo
5	Cambio de aceite de los descansos	Contusiones con herramientas, contaminación	Mayor (4)	Menor (2)	Moderado (3)	Muy Probable (5)	20	Alto
6	Verificar el nivel de los descansos	Atrapamiento, caída, contusiones	Crítico (5)	Moderado (3)	Menor (2)	Probable (4)	20	Alto
7	Ajuste de las mangueras hidráulicas	Golpes, lesiones, contusiones, contaminación	Mayor (4)	Menor (2)	Moderado (3)	Probable (4)	16	Alto
8	Cambio de las mangueras hidráulicas	Golpes, lesiones, contusiones, contaminación	Mayor (4)	Moderado (3)	Menor (2)	Probable (4)	16	Alto
9	Llenado de aceite hidráulico	Lesiones leves, daños a las herramientas	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	9	Bajo
10	Cambio de aceite y filtros	Lesiones leves, daños a las herramientas	Mayor (4)	Menor (2)	Moderado (3)	Ocasional (2)	8	Bajo
11	Limpieza de las válvulas de fondo	Invalidez, caídas, lesiones, intoxicación	Moderado (3)	Moderado (3)	Menor (2)	Poco Probable (3)	16	Alto
12	Limpieza de los enfriadores de agua salada	Atrapamiento, electrocución, quemadura	Moderado (3)	Menor (2)	Moderado (3)	Probable (4)	12	Moderado
13	Cambio de aceite y filtros	Atrapamiento, electrocución, quemadura	Menor (2)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	10	Moderado
14	Diagnóstico de fallas con escáner	Atrapamiento, electrocución, quemadura	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
15	Abastecimiento de combustible	Lesiones leves, daños a las herramientas	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Moderado

16	Cambio de presos tato	Lesiones leves, daños a las herramientas	Menor (2)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	10	Moderado
17	Limpieza de las válvulas de fondo	Atrapamiento, electrocución	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Moderado
18	Cambio de las fajas	Atrapamiento, electrocución	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Ocasional (2)	10	Moderado
19	Cambio de válvulas y filtros de aire	Atrapamiento, electrocución	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Ocasional (2)	10	Moderado
20	Des carbonizado de los ductos de escape	Quemaduras, golpes y daños de los equipos	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	25	Muy Alto
21	Sellos mecánicos en mal estado	Golpes y lesiones	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
22	Cambio de reten y sellos mecánicos	Atrapamiento, electrocución	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
23	Cambio de filtros y retenes	Contusiones, daño al equipo de medición	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	25	Moderado
24	Mantenimiento del cableado eléctrico	Electrocución, corte	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	20	Muy Alto
25	Cambio de termómetros	Quemaduras, golpes y daños de los equipos	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Alto
26	Limpieza de filtros tipo membrana	Quemaduras, golpes y daños de los equipos	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
27	Cambio de filtros y retenes	Contusiones con herramientas, contaminación	Moderado (3)	Menor (2)	Crítico (5)	Poco Probable (3)	15	Moderado
28	Limpieza del sistema eléctrico	Contusiones con herramientas, contaminación	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Moderado
29	Cambio de reten y manómetro	Contusiones, daño al equipo	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
30	Cambio de presos tato	Electrocución, caída, corte	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
31	Megado del motor eléctrico	Electrocución, caída, corte	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
32	Cambio de reten y empaquetadura	Electrocución, caída, corte	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
33	Alineado del motor eléctrico	Electrocución, caída, corte	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
34	Cambio de válvulas de seguridad	Golpe, caída, electrocución	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado
35	Cambio de manómetros y presos tato	Contusiones, daño con herramientas	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Moderado
36	Limpieza de las válvulas de descarga	Lesiones leves, daños a las herramientas	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	12	Moderado
37	Medida de aislamiento	Quemaduras, golpes y daños de los equipos	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
38	Cambio de sellos	Electrocución, corte	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
39	Cambio de empaquetaduras	Caídas y lesiones	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	12	Moderado

40	Cambio de agente químico, Freón	Muerte, invalidez, intoxicación	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Ocasional (2)	8	Bajo
41	Lijado y engrase de cables de acero	Caídas y lesiones	Moderado (3)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	9	Bajo
42	Limpieza del sistema eléctrico	Electrocución, corte	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Probable (4)	20	Alto
43	Mediada de aislamiento	Caídas y lesiones	Mayor (4)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	20	Alto
44	Ajuste y engrase de los engranajes	Invalidez, golpes, contaminación	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	25	Muy Alto
45	Calibración del equipo	Golpe, caída, electrocución	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Poco Probable (3)	15	Moderado
46	Cambio de cable de acero y eléctrico	Daño caídas lesiones, aplastamiento	Crítico (5)	Menor (2)	Menor (2)	Muy Probable (5)	25	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumentos del Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales, Barcelona 2006, p.42.

Consecuencia	
Bajo (1)	1
Menor (2)	2
Moderado (3)	3
Mayor (4)	4
Crítico (5)	5

Probabilidad	
Rara Vez (1)	1
Ocasional (2)	2
Poco Probable (3)	3
Probable (4)	4
Muy Probable (5)	5

Fuente: Fuente: Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales, Barcelona 2006, p.42.

5.1.8. Cálculo de la eficiencia general de máquinas (OEE)

Para tener el control adecuado de la eficiencia general de máquinas, se ha realizado un cálculo de la eficiencia en las máquinas y equipos de la planta de propulsión del buque, la planta está considerado de 46 máquinas según la muestra del presente informe final de investigación, maximizar la eficiencia general de máquinas se refiere, a la disciplina de medición del comportamiento de la efectividad de la planta, el resultado supera el 85%. Donde se puede suponer razonablemente que la planta está siendo operada en todos los equipos de manera efectiva y eficientemente.

El cálculo de la disponibilidad, rendimiento y calidad de planta de puede apreciar en la tabla N° 18 situado en el anexo del presente informe final de investigación.

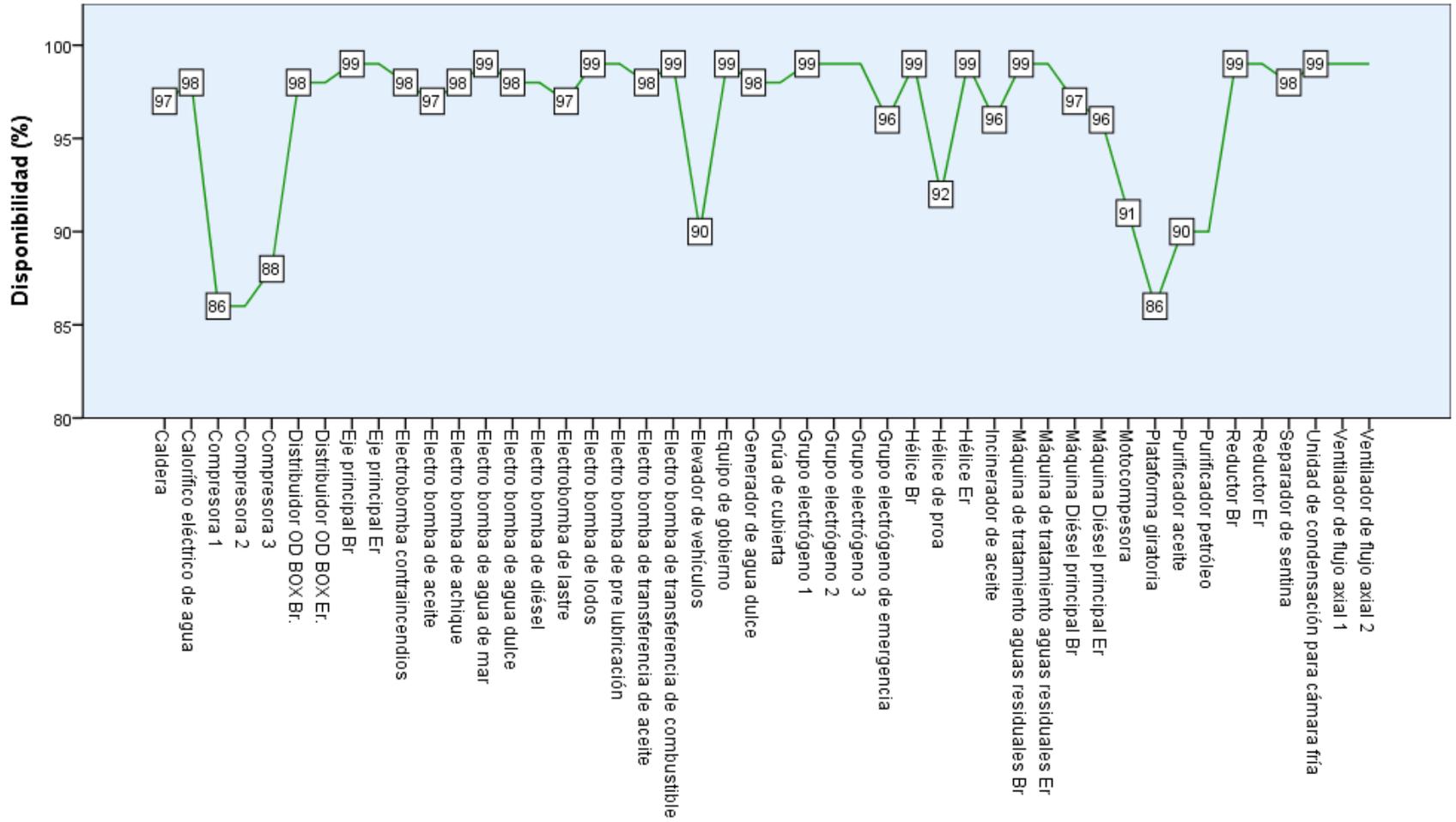
- Disponibilidad de planta = 96.4%
- Rendimiento de planta = 94.1%
- Calidad de planta = 96%

Eficiencia general de máquinas= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad
--

Eficiencia general de máquinas navales = 96.4% x 94.1% x 96% = 87.1%

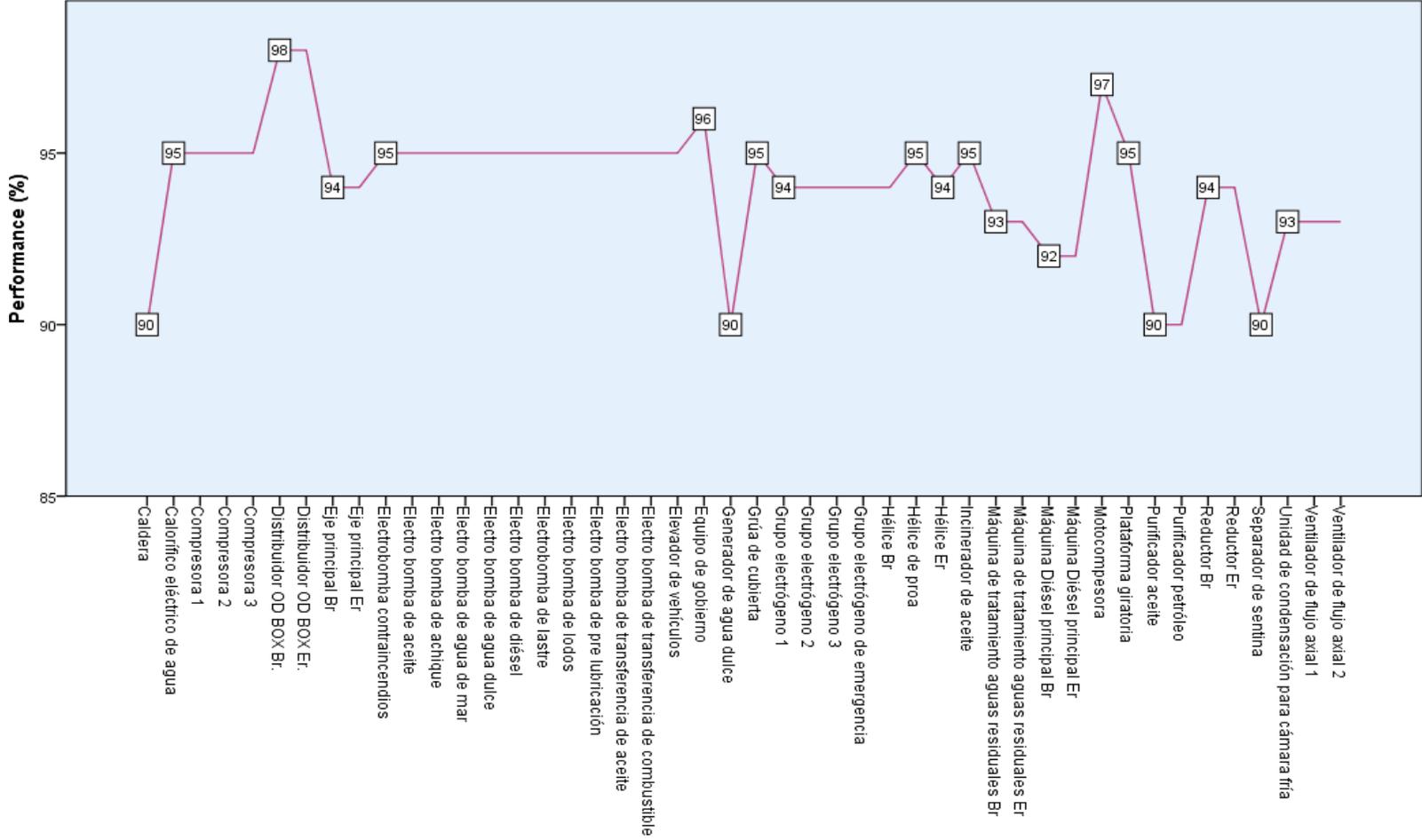
En la figura N° 5.21 se puede apreciar el diagrama de disponibilidad, performance y calidad de las 46 máquinas y equipos del área de ingeniería del buque, también en la figura N° 5.24 se muestra el diagrama de la eficiencia de general de máquinas y equipos, siendo el equipo de gobierno hidráulico con la mayor eficiencia de 94% y la compresora N° 1 cuenta con la menor eficiencia de 76%.

Gráfico N° 5.21
DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS



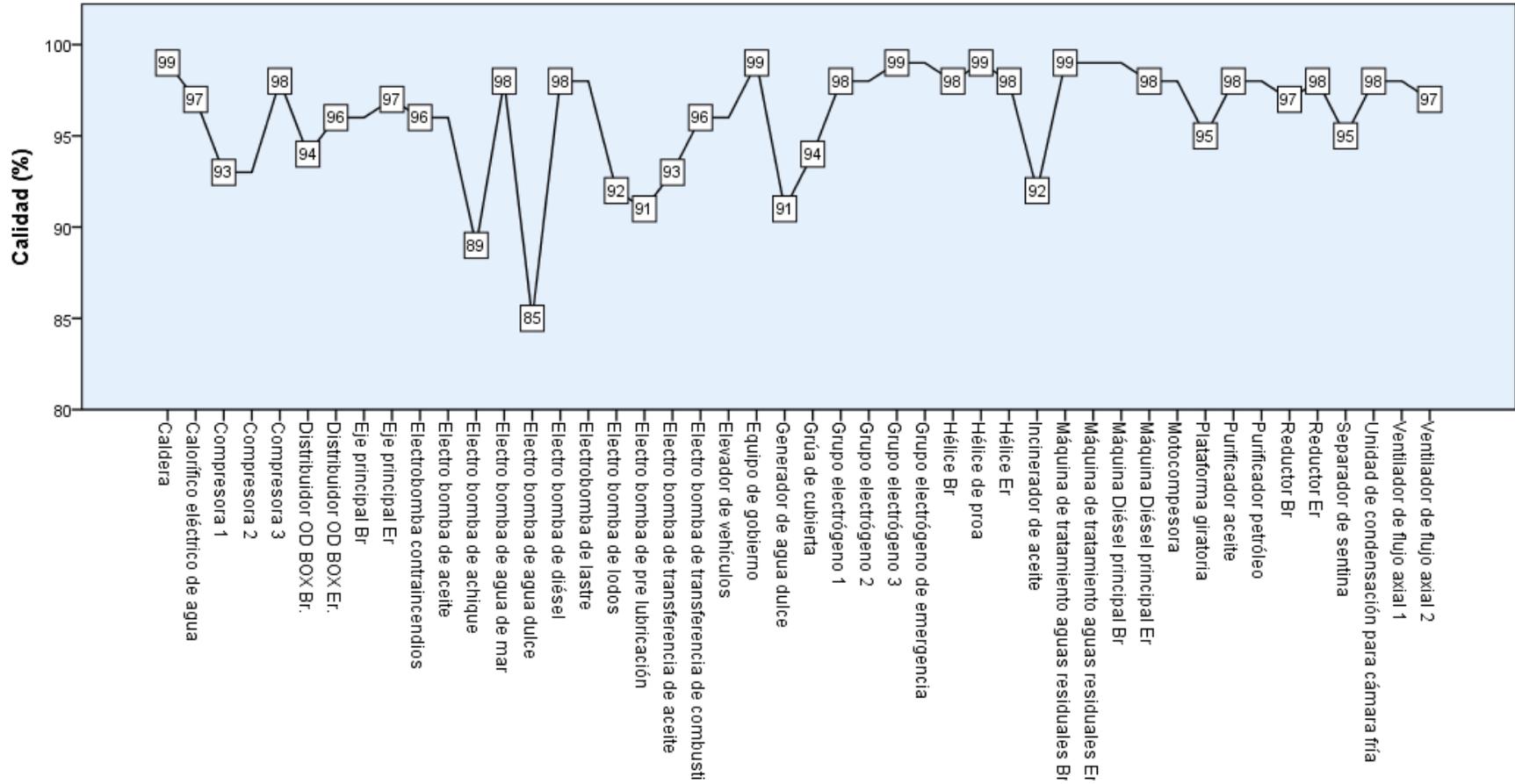
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.22
PERFORMANCE DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS



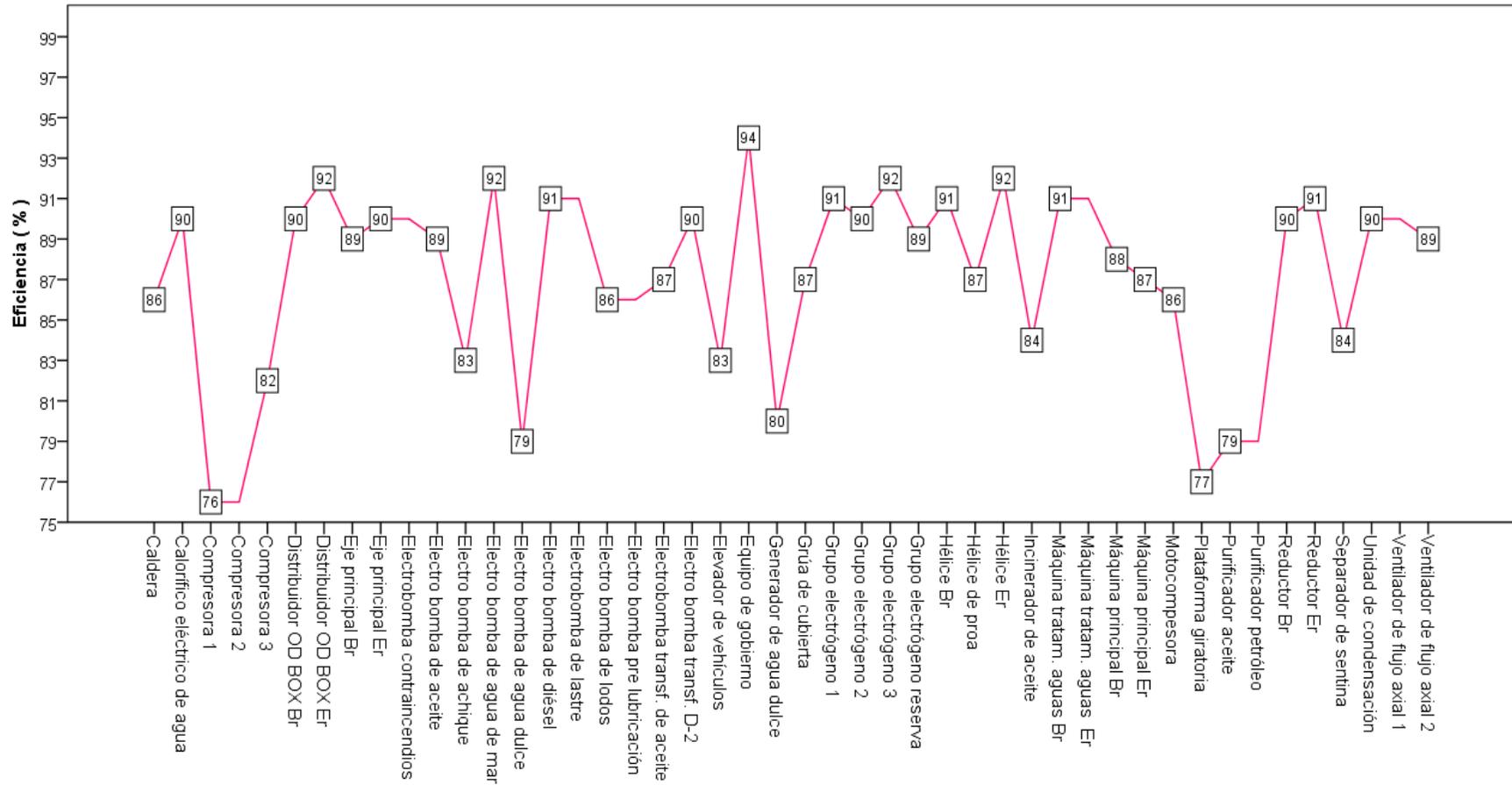
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.23
CALIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.24
EFICIENCIA GENERAL DE MÁQUINAS Y EQUIPOS (OEE)



Fuente: Elaboración propia

5.1.9. Prueba de normalidad de los datos.

Se ha efectuado esta prueba debido a que es importante examinar si los datos siguen o no una distribución normal. En la prueba de hipótesis, si hay una distribución normal entonces se utiliza una prueba paramétrica en caso contrario una prueba no paramétrica.

Para realizar la prueba de normalidad se ha usado el test de Shapiro - Wilk, que es aplicable cuando se cuenta con una muestra menores a 50. La prueba de normalidad fue realizada a un nivel de confianza del 95%, con las siguientes hipótesis:

H1: El conjunto de datos no provienen de una distribución normal.

H0: El conjunto de datos si provienen de una distribución normal.

Si el valor de significancia resulta menor que 0,05 entonces debe rechazarse H0, es decir el conjunto de datos no siguen una distribución normal. Según los resultados obtenidos en la tabla N° 5.7, se observa que las dimensiones de la variable gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, el valor de significancia (Sig.) son menores que 0,05, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (H1), es decir que el conjunto de datos no siguen una distribución normal.

Tabla N° 5.7

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Sig.	Estadístico	Grados de libertad	Sig.
Actividades	,248	46	,000	,832	46	,000
Criticidad	,199	46	,000	,906	46	,001
Revisiones	,211	46	,000	,882	46	,000
Riesgo	,228	46	,000	,873	46	,000
MTBF	,152	46	,010	,881	46	,000
MTTR	,127	46	,060	,935	46	,013

a. Corrección de significación de Lilliefors

5.2 Resultados inferenciales

Según los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, para la prueba de hipótesis del presente informe final de investigación se ha usado la prueba no paramétrica de Rho de Spearman.

Los datos del presente informe final de investigación tal como se aprecia en la tabla 5.7 no tiene una distribución normal, por tal motivo se ha utilizado la prueba de correlación de rangos (o prueba de correlación de rangos de Spearman) es una prueba no paramétrica que utiliza rangos de datos muestrales consistentes en datos apareados. Se utiliza para probar una correlación entre dos variables.

El coeficiente de correlación de ρ (rho) de Spearman es una prueba no paramétrica que se usa cuando los datos no tienen distribución normal. Es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias continuas. Para calcular ρ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden. Hernández, 2006, (p.453), propone la escala que se muestra en la Tabla 5.25.

El cálculo del coeficiente viene dado por:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde D es la diferencia entre los correspondientes estadísticos de orden de

x - y. N es el número de pares de datos.

La interpretación de coeficiente de Spearman oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 cero, significa no correlación.

A. Hipótesis Estadísticas

H1: $\rho > 0,291$ (Hipótesis estadística alterna)

H0: $\rho < 0,291$ (Hipótesis estadística nula)

B. Prueba Estadística

Coefficiente de correlación ρ (rho) de Spearman.

C. Determinación de la zona de rechazo de la hipótesis nula

Nivel de confianza: 95%

Valor de significancia: $\alpha=0,05$

Pares de datos: $n=46$

Valor crítico: $\rho_{crít} (0.05)n=46=0,291$

Si el valor calculado ρ_{cal} es mayor que el valor crítico $\rho_{crít}$ se rechaza la H0.

Gráfico N° 5.25

ESCALA DE VALORES CORRELACIÓN (rho) DE SPEARMAN

Magnitud de la Correlación	Significado
-1,00	Correlación negativa perfecta
-0,90	Correlación negativa fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,50	Correlación negativa media
-0,10	Correlación negativa débil
0,00	Correlación nula
+0,10	Correlación positiva débil
+0,50	Correlación positiva media
+0,75	Correlación positiva considerable
+0,90	Correlación positiva muy fuerte
+1,00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández, et al. 2014, p.532

5.2.1 Correlación hipótesis general

Variable 1: Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA.

Variable 2: Eficiencia general de máquinas.

A. Hipótesis Estadísticas

H1: $\rho > 0,291$ (Existe correlación entre variable 1 y la variable 2)

H0: $\rho < 0,291$ (No existe correlación entre variable 1 y la variable 2)

B. Prueba Estadística

Coeficiente de correlación ρ (rho) de Spearman.

C. Determinación de la zona de rechazo de la hipótesis nula

Tabla N° 5.8
CORRELACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL
Correlaciones

		Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA	Eficiencia general de máquinas
Rho de Spearman	Gestión De mantenimiento bajo el enfoque PDCA	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,000
		N	46
	Eficiencia general de máquinas	Coeficiente de correlación	,595**
Sig. (bilateral)		,000	
N		46	46

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlaciones

En la tabla N° 5.8 según los resultados de la Prueba de correlación de ρ Rho de Spearman entre Gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y eficiencia general de máquinas, se tiene el coeficiente de correlación ($r = 0,595$) según la escala de Correlación, indica que existe una correlación positiva media, frente al valor de significancia bilateral (valor de $p = 0,000$).

5.2.2. Correlación hipótesis específicas

D1V1: Análisis de procesos.

Indicadores: Cantidad de actividades por proceso.

Nivel de criticidad de máquinas.

Variable 2: Eficiencia general de máquinas.

A. Hipótesis Estadísticas

H1: $\rho > 0,291$ (Existe correlación entre D1V1 y la variable 2)

H0: $\rho < 0,291$ (No existe correlación entre D1V1 y la variable2)

B. Prueba Estadística

Coficiente de correlación ρ (rho) de Spearman.

C. Determinación de la zona de rechazo de la hipótesis nula

Tabla N° 5.9

CORRELACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA (a)

Correlaciones

		Eficiencia	Análisis de procesos	
Rho de Spearman	Eficiencia	Coficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,307*	
		N	46	
	Análisis de procesos	Coficiente de correlación	,307*	1,000
		Sig. (bilateral)	,038	
		N	46	46

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Correlaciones

En la tabla N° 5.9 según los resultados de la Prueba de correlación de ρ Rho de Spearman entre análisis de procesos y eficiencia general de máquinas, se aprecia el grado de coeficiente de correlación ($r = 0,307$) según la escala de Correlación, indica que existe una correlación positiva débil, frente al valor de significancia bilateral (valor de $p = 0,038$).

Correlación de la hipótesis específica (b)

D2V1: Programación y ejecución.

Indicadores: Cantidad de revisiones anuales.

Nivel de riesgo laboral.

Variable 2: Eficiencia general de máquinas.

A. Hipótesis Estadísticas

H1: $\rho > 0,291$ (Existe correlación D2V1 y la variable2)

H0: $\rho < 0,291$ (No existe correlación entre D1V1 y la variable2)

B. Prueba Estadística :

Coefficiente de correlación ρ (rho) de Spearman.

Tabla N° 5.10

CORRELACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA (b)

Correlaciones

			Eficiencia	Programación y ejecución
Rho de Spearman	Eficiencia	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 46	,475** ,001 46
	Programación y ejecución	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,475** ,001 46	1,000 46

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlaciones

En la tabla N° 5.10 según los resultados obtenidos de la prueba de correlación de ρ Rho de Spearman entre la dimensión programación y ejecución con la eficiencia general de máquinas, se tiene el grado de

coeficiente de correlación ($r = 0,475$) según la escala de Correlación, indica que existe una correlación positiva débil, frente al valor de significancia bilateral (valor de $p = 0,01$).

Correlación de la hipótesis específica (c)

D3V1: Estandarización y control.

Indicadores: Tiempo promedio entre fallas MTBF.

 Tiempo promedio para reparar MTTR.

Variable 2: Eficiencia general de máquinas.

A. Hipótesis Estadísticas

H1: $p > 0,291$ (Existe correlación entre D3V1 y la variable2)

H0: $p < 0,291$ (No existe correlación entre D3V1 y la variable2)

B. Prueba Estadística

Coeficiente de correlación ρ (rho) de Spearman.

C. Determinación de la zona de rechazo de la hipótesis nula

Tabla Nº 5.11

CORRELACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA (c)

Correlaciones

			Eficiencia	Estandarización y control
Rho de Spearman	Eficiencia	Coeficiente de correlación	1,000	,603**
		Sig. (bilateral)		,000
	N		46	46
	Estandarización y control	Coeficiente de correlación	,603**	1,000
Sig. (bilateral)		,000		
N		46	46	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlaciones

En la tabla N° 5.11 según los resultados de la prueba de correlación de ρ Rho de Spearman entre estandarización y control con la eficiencia general de máquinas, se tiene el grado de coeficiente de correlación ($r = 0,603$) según la escala de Correlación, indica que existe una correlación positiva media, frente al valor de significancia bilateral (valor de $p = 0,00$).

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Hipótesis General

El modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: El modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, no influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: El modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Nivel de confianza: 95%

Valor de significancia: $\alpha=0,05$

Pares de datos: $n=46$

Valor crítico: $\rho_{\text{crít}}(0.05)_{n=46}=0,291$

$$r_s = \frac{\pm Z}{\sqrt{n-1}} = \frac{\pm 1.96}{\sqrt{46-1}} = 0.291$$

Si el valor calculado ρ_{cal} es mayor que el valor crítico $\rho_{\text{crít}}$ se rechaza la H0

Conclusión: De acuerdo al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.8 Existe influencia estadísticamente significativa del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019. A

consecuencia de que el valor de $r = 0,595$ este resultado según la escala de valores de correlación indica que existe una correlación positiva media, y puesto que el estadístico de prueba excede el valor crítico 0.291, estos resultados permiten concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general.

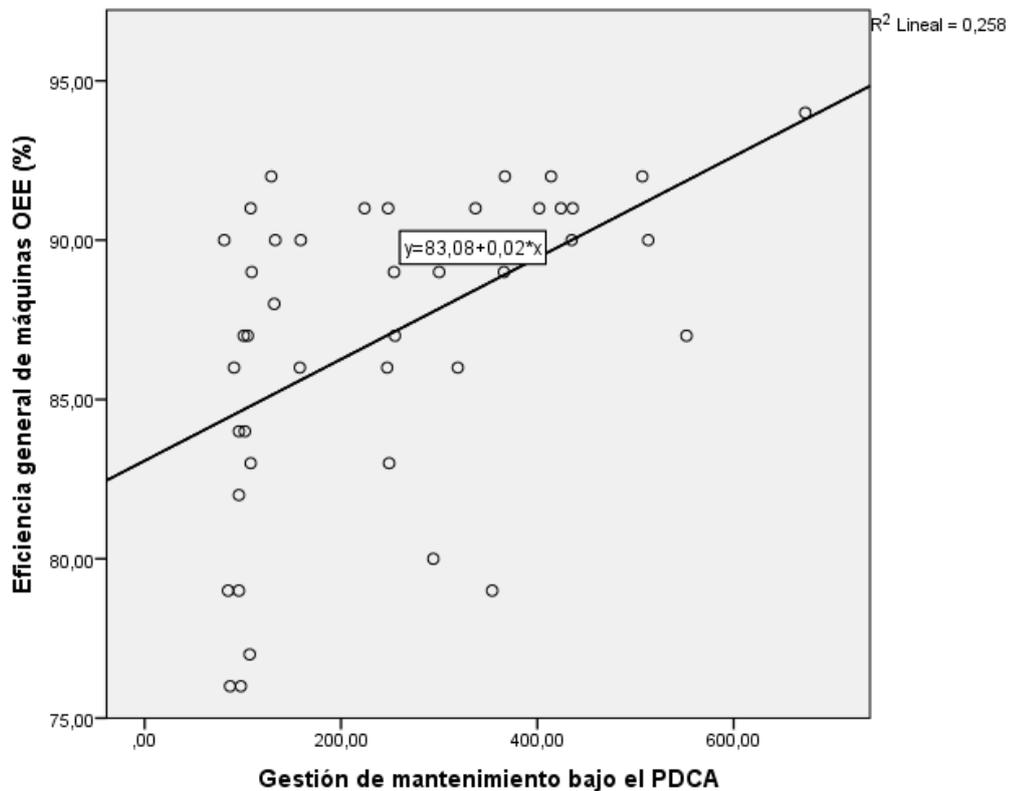
Tabla N° 6.1

CÁLCULO DE INFLUENCIA GESTION DE MANTENIMIENTO PDCA

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,537 ^a	,258	,272	4,06318
a. Predictores: (Constante), Gestión de mantenimiento bajo el PDCA				

Gráfico N° 6.1

GRÁFICO DISPERSIÓN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y EFICIENCIA



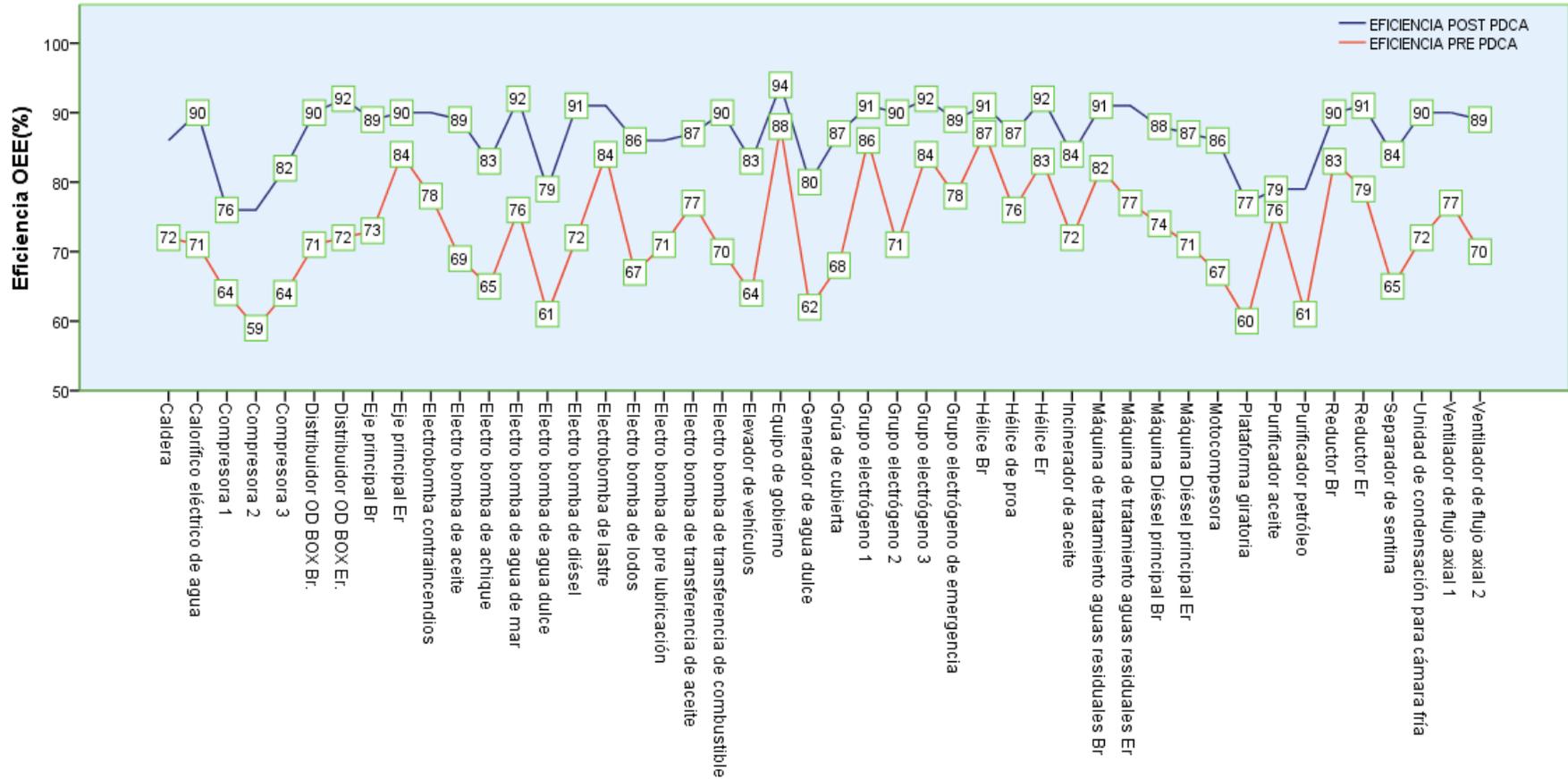
Fuente: Elaboración propia

Calculo de r^2 : Según la tabla N° 6.1 se aprecia el cálculo de r cuadrado y el Gráfico N° 6.1 la dispersión de datos del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y la eficiencia general de máquinas, según se observa están en presenta el 25,8% de predicción ($r^2= 0,258$). Esto significa que a mayor gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA mayor será la eficiencia general de máquinas.

En el gráfico N° 6.2 se aprecia de acuerdo a la línea azul los datos de la eficiencia general de máquinas OEE de las 46 máquinas y equipos del buque, datos recolectados post implementación del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en comparación con la línea color rojo datos recolectados del historial de mantenimiento y operación de máquinas pre implementación del método PDCA, el propósito del presente gráfico fue demostrar la influencia del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas.

Gráfico N° 6.2

INFLUENCIA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO EL ENFOQUE PDCA, EN LA EFICIENCIA GENERAL DE MÁQUINAS DEL BUQUE DE LA ARMADA PERUANA.



Fuente: Elaboración propia

6.1.2. Hipótesis específica (a)

El análisis de los procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: El análisis de los procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, no influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: El análisis de los procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Nivel de confianza: 95%

Valor de significancia: $\alpha=0,05$

Pares de datos: $n=46$

Valor crítico: $\rho_{crít} (0.05)_{n=46}=0,291$

$$r_s = \frac{\pm Z}{\sqrt{n-1}} = \frac{\pm 1.96}{\sqrt{46-1}} = 0.291$$

Si el valor calculado ρ_{cal} es mayor que el valor crítico $\rho_{crít}$ se rechaza la H0

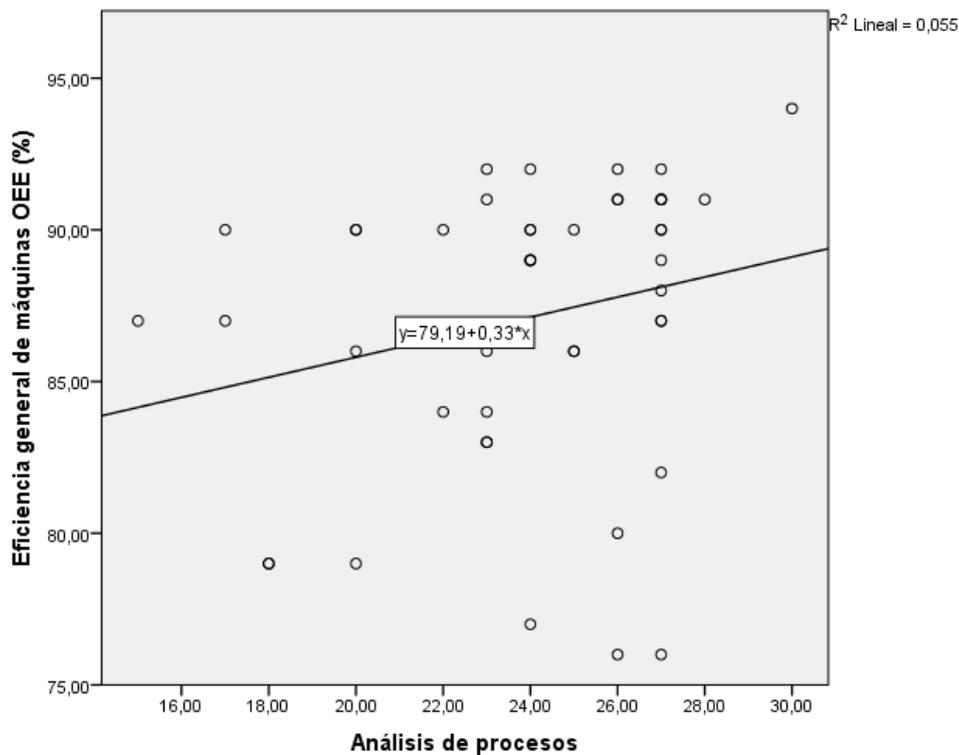
Conclusión: Conforme al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.9 existe influencia estadísticamente significativa del análisis de procesos en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019. A consecuencia de que el valor de $r = 0,307$ este resultado según la escala de valores de correlación define como una

correlación positiva débil, y puesto que el estadístico de prueba excede el valor crítico 0.291, ello permite concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general.

Tabla N° 6.2
CÁLCULO DE INFLUENCIA ANÁLISIS DE PROCESOS

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,234 ^a	,055	,033	4,68198
a. Predictores: (Constante), Análisis de procesos				

Gráfico N° 6.3
GRÁFICO DISPERSIÓN ANÁLISIS DE PROCESOS Y EFICIENCIA



Fuente: Elaboración propia

Calculo de r²: Según la tabla 6.2 se aprecia el cálculo de r cuadrado y el Gráfico 6,2 la dispersión de datos del análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y la eficiencia general de máquinas, según se observa tiene el 5,5% de predicción ($r^2= 0,055$). Esto significa que a mayor análisis de procesos mayor será la eficiencia general de máquinas.

6.1.3. Hipótesis específica (b)

La programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: La programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, no influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: La programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Nivel de confianza: 95%

Valor de significancia: $\alpha=0,05$

Pares de datos: $n=46$

Valor crítico: $p_{crít} (0.05)_{n=46}=0,291$

$$r_s = \frac{\pm Z}{\sqrt{n-1}} = \frac{\pm 1.96}{\sqrt{46-1}} = 0.291$$

Si el valor calculado ρ cal es mayor que el valor crítico ρ crít se rechaza la H_0

Concorde al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.10 existe influencia estadísticamente significativa de la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019. A consecuencia de que el valor de $r = 0,475$ este resultado según la escala de valores de correlación sostiene que existe una correlación positiva débil y puesto que el estadístico de prueba excede el valor crítico 0.291,, dichos resultados han permitido concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general.

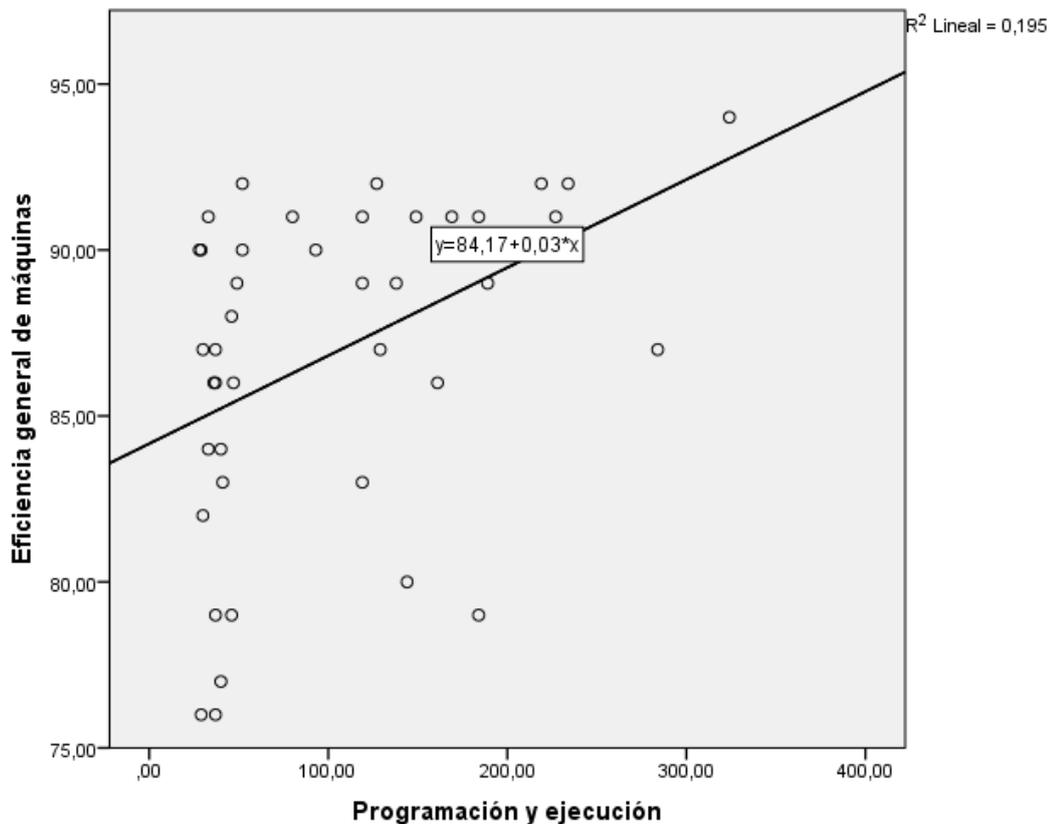
Tabla N° 6.3

CÁLCULO DE INFLUENCIA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,442 ^a	,195	,177	4,32031
a. Predictores: (Constante), Programación y ejecución				

Calculo de r^2 : Según la tabla 6.3 se aprecia el cálculo de r cuadrado y el Gráfico 6.4 se tiene la dispersión datos de la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA y la eficiencia general de máquinas, según se observa demuestra el 19,5% de predicción ($r^2= 0,195$). Esto significa que a mayor programación y ejecución mayor será la eficiencia general de máquinas.

Gráfico N° 6.4
GRÁFICO DE DISPERSIÓN PROGRAMACIÓN Y EFICIENCIA



Fuente: Elaboración propia

6.1.4. Hipótesis específica (c)

La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Nula (H 0)

H0: La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, no influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Hipótesis Alternativa (H 1)

H1: La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Nivel de confianza: 95%

Valor de significancia: $\alpha=0,05$

Pares de datos: $n=46$

Valor crítico: $\rho_{crít} (0.05)_{n=46}=0,291$

$$r_s = \frac{\pm Z}{\sqrt{n-1}} = \frac{\pm 1.96}{\sqrt{46-1}} = 0.291$$

Si el valor calculado ρ_{cal} es mayor que el valor crítico $\rho_{crít}$ se rechaza la hipótesis nula H_0 .

De acuerdo al análisis de los resultados mostrados en la tabla N° 5.11 del presente informe final de investigación, existe influencia estadísticamente significativa de la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019. A consecuencia de que el valor de $r = 0,603$ esto según la escala de valores de correlación sostiene que existe una correlación positiva media y puesto que el estadístico de prueba excede el valor crítico 0.291, ello permite concluir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general.

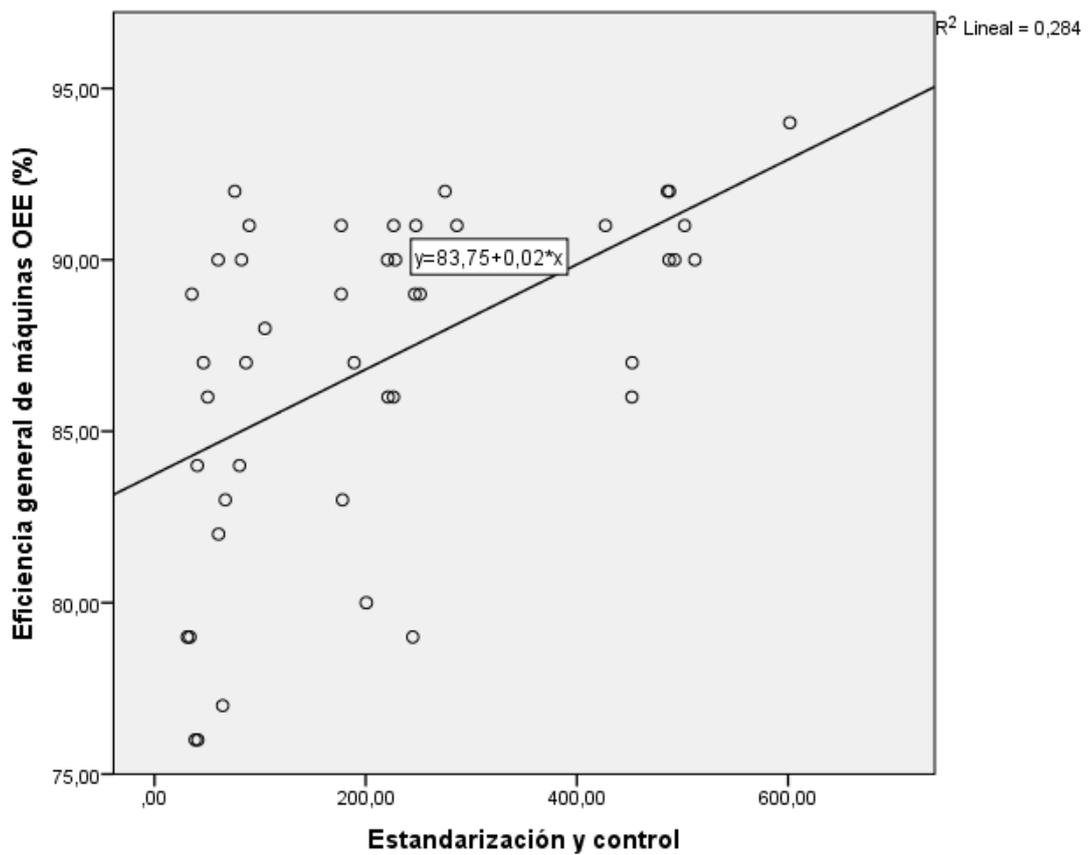
Tabla N° 6.4
 CÁLCULO DE INFLUENCIA ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,533 ^a	,284	,267	4,07581

a. Predictores: (Constante), Estandarización y control

Gráfico N° 6.5
 GRÁFICO DE DISPERSIÓN ESTANDARIZACIÓN Y EFICIENCIA



Fuente: Elaboración propia

Calculo de r^2 : Según la tabla 6.4 se aprecia el cálculo de r cuadrado y el Gráfico 6.5 se tiene la dispersión de datos de la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA influye en la eficiencia general de máquinas, según se aprecia demuestran un 28,4% de predicción ($r^2= 0,284$). Esto significa que a mayor estandarización y control mayor será la eficiencia general de máquinas.

6.2. Contratación de resultados con otros estudios similares

Conforme a los resultados (véase tabla N° 5.8, en la página 112) el valor de $r = 0,595$ este resultado según la escala de valores de correlación define como una correlación positiva media, también el P_valor igual a (0,000) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia ello permite se rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa general, también (véase figura N° 6.1, en la página 119) donde se observa una correlación directa, con 25,8% de predicción ($r^2= 0,258$) con todo esto, se establece que el modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Guillen (2015) que llegó a la misma conclusión en una investigación sobre la gestión del mantenimiento y la implementación del indicador de Eficiencia Global de Máquinas, en una empresa de la industria química para la fabricación de neumáticos en Venezuela quien señala que una adecuada gestión de mantenimiento establece un control eficiente en las máquinas.

También coincide con la conclusión de Viera (2016) en su tesis titulada “Diseño y aplicación del modelo de gestión de mantenimiento, en el área de mantenimiento automotriz de la compañía Conexpet, en base a los requisitos de la norma ISO9001:2008” donde logró el incremento de la eficiencia con un 11% de utilidades mediante la aplicación de un modelo de

gestión de mantenimiento. Todo esto indica que existen similares conclusiones referentes a la gestión de mantenimiento.

A partir de los hallazgos encontrados (véase tabla N° 5.9, en la página 114) el valor de $r = 0,307$ este resultado según la escala de valores de correlación define como una correlación positiva débil, también el P_valor igual a (0,05) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia ello permite se rechazar la hipótesis nula y se acepta la primera hipótesis alternativa específica, así mismo (véase figura N° 6.3, en la página 122) donde se aprecia una correlación directa, con 5,5% de predicción ($r^2 = 0,055$) con todo esto se establece que el análisis de los procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Becerra y Paulino (2013) que lograron una similar conclusión en una investigación sobre la gestión del mantenimiento enfocado en el análisis de procesos mediante la criticidad de equipos e identificación de actividades en una empresa minera, logrando una optimización en la gestión de mantenimiento.

A partir de los resultados (véase tabla N° 5.10, en la página 115) el valor de $r = 0,475$ este resultado según la escala de valores de correlación sostiene que existe una correlación positiva débil, también el P_valor igual a (0,001) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia ello permite se rechazar la hipótesis nula y se acepta la segunda hipótesis alternativa, también (véase figura N° 6.4, en la página 124) donde se observa una correlación directa, con 19,5% de predicción ($r^2 = 0,195$) con todo esto queda establecido que la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.

Estos resultados concuerdan con los de Alave (2016) que llegaron a una similar conclusión en una investigación sobre gestión de mantenimiento

enfocado en la programación y ejecución de actividades basados en el análisis de riesgo en una empresa hidroeléctrica, en Bolivia.

También coincide la conclusión de Miranda (2013) en su investigación titulada “Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en el hospital san José del Callao” una entidad del sector público de servicios médicos, donde demostró una relación mediante el incremento de la eficiencia en el uso de los equipos médicos mediante la programación y ejecución de análisis de riesgos laborales. Todo esto indica que existen similares conclusiones referentes a la gestión de mantenimiento.

Concorde a los resultados estadísticos (véase tabla N° 5.11, en la página 116) el valor de $r = 0,603$ esto según la escala de valores de correlación sostiene que existe una correlación positiva media también el P_valor igual a (0,000) puesto que el valor de p es inferior al 5% de significancia ello permite se rechazar la hipótesis nula y se acepta la tercera hipótesis alternativa, también (véase figura N° 6.5, en la página 126) donde se observa una correlación directa, con 28,4% de predicción ($r^2 = 0,284$) con todo esto se establece La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.

Estos resultados se relacionan con lo que sostiene Chau (2010) que llegaron a una similar conclusión en una investigación denominada “Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras” enfocado en la gestión de mantenimiento mediante la implementación de una metodología de estandarización y control para una flota pesada de servicios mineros, en Perú. Todo esto indica que existen similares conclusiones referentes a la gestión de mantenimiento.

6.3. Responsabilidad ética.

Quien suscribe Walter Rivera Yanasupo con DNI 43316806, declaro que el presente informe final de investigación, gestión de mantenimiento bajo el

enfoque PDCA y su influencia en la eficiencia general de máquinas de los buques de la Armada Peruana, ha sido realizada por mi persona con fines de aporte científico, con el uso y aplicación de la literatura científica referente al tema de investigación, en consecuencia los datos utilizados y el contenido, para los efectos legales y académicos que se desprenden del presente informe final de investigación son y serán de mi entera responsabilidad.

VII. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se ha demostrado que el análisis de procesos realizados mediante el modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, influye en la eficiencia general de las máquinas, afirmación sustentada en los resultados estadísticos inferenciales (véase tabla N° 5.9, en la página 114) mediante el coeficiente de correlación de Spearman ($r= 0,307$) y una significancia (valor de $p = 0,038$), inferior al 5%, amismo (véase figura N° 6.3, en la página 122) donde se aprecia una correlación directa, con 5,5% de predicción ($r^2= 0,055$). Los buques cuentan con sistemas y procesos complicados, también se ha identificado cada uno de ellos plenamente gestionar el mantenimiento ordenado como modelo de gestión.
2. Se concluye también que la programación y ejecución de la gestión de mantenimiento bajo el enfoque PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas, afirmación basada en los resultados estadísticos inferenciales (véase tabla N° 5.10, en la página 115), mediante el coeficiente de correlación de Spearman ($r= 0,475$) y una significancia (valor de $p = 0,001$), inferior al 5%. también (véase figura N° 6.4, en la página 124) donde se observa una correlación directa, con 19,5% de predicción ($r^2= 0,195$). También se ha cuantificado los riesgos potenciales de todos los procesos inmersos en el mantenimiento y operación de las maquinarias en un buque.
3. La estandarización y control de los indicadores de la gestión de mantenimiento bajo en enfoque PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas, Conclusión defendida de acuerdo a los resultados estadísticos inferenciales (véase tabla N° 5.11, en la página 116), mediante el coeficiente de correlación de Spearman ($r=$

0,603) y una significancia (valor de $p = 0,00$), inferior al 5%, también (véase figura N° 6.5, en la página 126) donde se observa una correlación directa, con 28,4% de predicción ($r^2 = 0,284$).

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se considere la metodología referente al análisis de procesos de esta investigación a través del enfoque del PDCA, para ser aplicados a los diferentes procesos y áreas de los buques o donde se requiera una gestión sistemática que involucre metodologías y herramientas, con el propósito de mejorar la calidad y competitividad.
2. Se ejecute y no solo se programe las capacitaciones de riesgos laborales en todos los procesos de mantenimiento y operación de la planta de propulsión del área de ingeniería en los buques, esto para entender las debilidades y realización de estrategias para luego lograr su minimización.
3. Se establezca firmemente la continuidad de los indicadores de eficiencia general de máquinas OEE, tiempo medio entre fallos MTBF y tiempo medio parar reparar MTTR en otras área del buque, esto con el fin de tener una solidez en los resultados obtenidos en la eficiencia general de máquinas de los buques de la armada peruana..

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAVE, Edwin. Desarrollo e implementación de una metodología de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para micros centrales. Tesis (Magister en Gerencia de Mantenimiento). La Paz Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, 2016. 130pp.

ASDRÚVAL, Guillen. Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). Valencia Venezuela. Universidad de Carabobo, 2015. 193pp.

BECERRA, Gilberto y Paulino, Jony. El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero. Tesis (Magister en Gerencia de Mantenimiento). Lima. Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 288pp.

BELOHLAVEK, Peter. OEE Overall Equipment Effectiveness. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006. 230 pp.
ISBN: 9789871223411

CHAU, Joanna. Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras. Tesis (Magister en Gestión de la Administración de la construcción) para maestría. Lima Perú. Universidad de Nacional de Ingeniería, 2010.137pp.

CRUELLES José, Teoría de la medición del despilfarro. 2ª ed. España: Artef S.L, 2010. 238 pp.
ISBN: 9788461357161

GARCÍA Santiago, Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 303 pp.

ISBN: 9788479785772

HEYZER, Jay y RENDER, Barry. Administración de operaciones. 7ª. ed. México: Pearson Education, 2009. 752 pp.

ISBN: 9786074420999

HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la Investigación. 6ª ed. México: Mc. Graw Hill, 2014.600 pp.

ISBN: 9781456223960

DIRECCION GENERAL DE RELACIONES LABORALES. Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales. Barcelona. España: Generalitat de Catalunya, 2006. 207 pp.

ISBN: 8439373112

MIRANDA, Lucas. Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en el hospital san José del Callao. Tesis (Magister en Gerencia del Mantenimiento). Perú. Universidad Nacional del Callao, 2013. 226 pp.

MONTILLA, Carlos. Fundamentos de mantenimiento industrial. Colombia: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira. 2016. 205 pp.

ISBN: 9789587222388

MUÑOZ, Carlos. Como elaborar y asesorar una investigación de tesis. México: Pearson Educación, 2011. 291 pp.

ISBN: 9786073204569

ÑAUPAS Humberto, [et al]. Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis. Perú: Universidad Mayor de San Marcos, 2013. 454 pp.

ISBN: 9786120012208

PRANDO Raúl, Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Montevideo, Uruguay: Pierda Santa S.A. 1996. 99 pp.

ISBN: 8441306001

ROURE Juan, [et al]. La gestión por procesos. Barcelona, España: Editorial Folio S.A. 1997. 132 pp.

ISBN: 8483773996

VIERA, Mario. Diseño y aplicación del modelo de gestión de mantenimiento, en el área de mantenimiento automotriz de la compañía Conexpet, en base a los requisitos de la norma ISO9001:2008. Tesis (Magister en Gestión de Mantenimiento). Rio Bamba Ecuador. Escuela Politécnica de Chimborazo, 2016. 154pp.

ANEXOS

ANEXO1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO EL ENFOQUE PDCA Y SU INFLUENCIA EN LA EFICIENCIA GENERAL DE MÁQUINAS EN LOS BUQUES DE LA ARMADA PERUANA, CALLAO 2019"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
GENERAL			VARIABLE 1 Gestión de Mantenimiento bajo el enfoque del PDCA.	Análisis de procesos Programación y ejecución Estandarización y control	Cantidad de actividades por proceso. Nivel de criticidad de máquinas. Cantidad de revisiones. Nivel de riesgo laboral Tiempo promedio entre fallas MTBF. Tiempo promedio para reparar MTTR.	TIPO : Cuantitativo Analítica DISEÑO: No experimental transversal NIVEL: Correlacional POBLACION: 46 Máquinas de un buque tipo CODAD. MUESTRA: 46 Máquinas de un buque tipo CODAD. TECNICAS: Observación Análisis documental INSTRUMENTOS: Lista de cotejo Fichas de riesgo ESTADÍSTICA SPSS V22: Descriptiva: Histograma, correlación Inferencial: Rho de Spearman
¿Cómo influye el modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019?	Determinar la influencia que ejerce el modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.	El modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye significativamente en la eficiencia general de máquinas en los buques de la Armada Peruana, Callao 2019.				
ESPECIFICOS						
¿Cómo el análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales?	Determinar la influencia que ejerce el análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas navales.	El análisis de procesos del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.				
¿En qué medida la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales?	Determinar la influencia que ejerce la programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas navales.	La programación y ejecución del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.	VARIABLE 2 Eficiencia general de máquinas.	Disponibilidad Performance	Índice de disponibilidad. Índice de performance.	
¿De qué manera la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales?	Determinar la influencia que ejerce la estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, en la eficiencia general de máquinas navales.	La estandarización y control del modelo de gestión de mantenimiento, bajo el enfoque del PDCA, influye en la eficiencia general de máquinas navales.				
				Calidad	Índice de calidad.	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Fecha: 16/ 03 / 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombre: *Jose Javier Ganoza Pina*
Especialidad: *Gestión del Mantenimiento*
Fecha: *21 abril 2019*

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

.....
.....
.....
.....

2. CONTENIDO:

.....
.....
.....

3. ESTRUCTURA:

.....
.....
.....

III. APORTES Y/O SUGERENCIAS:

..... *Resaltar, hacer mas notorio el impacto*
..... *positivo del estudio en la eficiencia de*
..... *las máquinas:*

Luego, de revisado el documento procede a su aprobación.

SI

J. Baños
Nombre y Firma

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Ganoza Pita Jose Javier
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Pasgrado
 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: Registro de observación y medición
 1.4 Autor del Instrumento: Walter Rivera Yanasuyo

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy bueno 61-80 %	Excelente 81-100 %
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado				✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado el alcance de ciencia y tecnología				✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivas				✓	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos científicos de la Tecnología Educativa				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				✓	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico.				✓	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80%



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombre: *OSCAR JUAN RODRIGUEZ TARANCO*
Especialidad: *GESTIÓN DE LA CALIDAD*
Fecha: *14/03/19*

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

.....
.....
.....
.....

2. CONTENIDO:

.....
.....
.....

3. ESTRUCTURA:

.....
.....
.....

III. APORTES Y/O SUGERENCIAS:

.....
.....
.....

Luego, de revisado el documento procede a su aprobación.

SI

[Handwritten Signature]
Nombre y Firma

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: RODRIGUEZ TABARNO, OSCAR JUAN
 1.2 Cargo e Institución donde labora: UNAC
 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: Registro de observación y medición
 1.4 Autor del Instrumento: WALTER RIVERA YANASUPO

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy bueno 61-80 %	Excelente 81-100 %
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado				✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado el alcance de ciencia y tecnología				✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivas				✓	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos - científicos de la Tecnología Educativa				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				✓	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico.				✓	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

FAVORABLE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 06 de Marzo del 2016

ITEMS	PREGUNTA	APRECIACIÓN		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento responde al planteamiento del problema?	✓		
2	¿El instrumento responde a los objetivos del problema?	✓		
3	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?	✓		
4	¿El instrumento responde a la Operacionalización de las variables?	✓		
5	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?	✓		
6	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?	✓		
7	¿El número de ítems es el adecuado?	✓		
8	¿Los ítems del instrumento son válidos?	✓		
9	¿Se debe incrementar el número de ítems?	✓		
10	¿Se debe eliminar algunos ítems?	✓		

Aportes y/o sugerencias:

.....
.....
.....
.....


Nombre y Firma
DR. OSCAR RODRIGUEZ TARANCO
Fecha: 06/03/2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombre: GERARDO EDUARDO HUARCAYA MERINO
Especialidad: INGENIERO ELECTRICISTA
Fecha: 17 DE ABRIL 2019

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

.....
.....
.....
.....

2. CONTENIDO:

.....
.....
.....

3. ESTRUCTURA:

.....
.....
.....

III. APORTES Y/O SUGERENCIAS:

.....
.....
.....

Luego, de revisado el documento procede a su aprobación.

SI

Gerardo
GERARDO EDUARDO
HUARCAYA MERINO
INGENIERO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 78730

Nombre y Firma

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: HUARCAYA MERINO GERARDO EDUARDO
 1.2 Cargo e Institución donde labora: JEFE DE PROYECTOS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLO
 1.3 Nombre del instrumento motivo de Evaluación: Registro de observación y medición
 1.4 Autor del Instrumento:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 -20 %	Regular 21- 40 %	Bueno 41-60 %	Muy bueno 61-80 %	Excelente 81-100 %
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado					✓
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado el alcance de ciencia y tecnología					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas					✓
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos - científicos de la Tecnología Educativa					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					✓
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico.					✓

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

FAVORABLE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Huarcaya
 GERARDO EDUARDO
 HUARCAYA MERINO
 INGENIERO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. 78730

Lima, 16 de Marzo del 2016

ANEXO 3: BASE DE DATOS

FICHA DE REGISTRO Nº 26		DEPARTAMENTO: INGENIERÍA				FECHA:	
Nro.	MÁQUINA / EQUIPO	MARCA	CÓDIGO	MODELO	HORAS DE OPERACIÓN	Nº DE PARADAS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MTBF
1	Máquina Diésel principal Br	MAN STX	M.E 1	9L28 32A	612	6	102
2	Máquina Diésel principal Er	MAN STX	M.E 2	9L28 32A	500	6	83
3	Reductor Br	REINJETS	R.G 1	LAF 2346	1530	3	510
4	Reductor Er	REINJETS	R.G 2	LAF 2347	1500	3	500
5	Eje principal Br	CAT	S.P	BCP 760-S3	980	4	245
6	Eje principal Er	CAT	CPP 2	BCP 760-S4	1455	3	485
7	Hélice Br	CAT	C.P.P 1	BCP WITH	490	2	245
8	Hélice Er	BERG	C.P.P 2	BCP WITH	1940	4	485
9	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	BERG	O.B 1	HDX 400	1470	3	490
10	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	BERG	O.B 2	HDX 400	1455	3	485
11	Hélice de proa	BERG	B.T.T	BTT 216	135	3	45
12	Grupo electrógeno 1	CAT	G.E 1	C18	620	7	89
13	Grupo electrógeno 2	CAT	G.E 2	C18	650	8	81
14	Grupo electrógeno 3	CAT	G.E 3	C18	450	6	75
15	Grupo electrógeno de emergencia	CAT	G.E 4	C18	105	3	35
16	Compresora 1	BUM HAN	COMP. 1	LT-2105	150	4	38
17	Compresora 2	BUM HAN	COMP. 2	LT-2105	160	4	40
18	Compresora 3	BUM HAN	COMP. 3	LT-2105	180	3	60
19	Motocompresora	BUM HAN	M. COMP. 1	LT - 94E	150	3	50
20	Caldera	KANGRIM	B.L.R	PAW14DS1301	867	4	217
21	Purificador petróleo	WESTFALIA	D.O	DO	120	4	30
22	Purificador aceite	WESTFALIA	L.O A.E	LO AE	130	4	33
23	Separador de sentina	GEORIM	O.B.S	GRS - 10EB	80	2	40
24	Incinerador de aceite	HYUNDAI	F.I	MAXING50SL	160	2	80
25	Calorífico eléctrico de agua	KANGRIM	E.H	GRS - 0205EB	240	4	60
26	Generador de agua dulce	KROSYS	F.W.G	KRO - 025	1400	7	200
27	Equipo de tratamiento aguas residuales Br	IL SEUNG	S.T.P 1	ISS - 60N	1700	4	425
28	Equipo de tratamiento aguas residuales Er	IL SEUNG	S.T.P 2	ISS - 60N	850	3	283
29	Electrobomba contra incendio	AZCUE	P/P F.	LN-VP-65-200	650	3	217
30	Electrobomba de lastre	AZCUE	P/P B.	VM-VP-150-26	875	5	175
31	Electro bomba de aceite	AZCUE	P/P O.L	BT-MB32D-F	875	5	175
32	Electro bomba de diésel	AZCUE	P/P F.	BT-HM38D4	1125	5	225
33	Electro bomba de agua de mar	AZCUE	P/P S.	MN-50-125	1925	7	275
34	Electro bomba de agua dulce	AZCUE	P/P F.	C3/7	480	2	240
35	Electro bomba de achique	AZCUE	P/P ES.	LN-100-250	350	2	175
36	Electro bomba de lodos	AZCUE	P/P	BT-HM38D4-F	1350	3	450
37	Electro bomba de pre lubricación	AZCUE	P/P O.L	BT-MB32D-F	900	4	225
38	Electro bomba de transferencia de D-2	AZCUE	P/P F.	BT-HM38D4	450	2	225
39	Electro bomba de transferencia de aceite	AZCUE	P/P O.L	BT-MB32D-F	1350	3	450
40	Unidad de condensación para cámara fría	HI AIR KOREA	A.C	HKA-08	1100	4	275
41	Grúa de cubierta	BADA	D.C.R.B	BDTC0207	370	2	185
42	Ventilador de flujo axial 1	HI AIR KOREA	A.V 1	AKA - 1120	750	3	250
43	Ventilador de flujo axial 2	HI AIR KOREA	A.V 2	AKA - 1120	1000	4	250
44	Plataforma giratoria	SMS MARINE	T.T	SHP-14/56A	120	2	60
45	Equipo de gobierno	ROLLS ROYS	S.G	SR642	1800	3	600
46	Elevador de vehículos	SMS MARINE	V.L	SHP-14/56A	260	4	65

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumentos de Ñaupas [et al]. 2013, p.175

ANEXO 4: BASE DE DATOS

FICHA DE REGISTRO Nº 27		DEPARTAMENTO: INGENIERÍA				FECHA:	
Nro	MÁQUINA / EQUIPO	CÓDIGO	PROCESO	CANTIDAD DE ACTIVIDADES DE PROCESO	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Nº DE PARADAS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MTTR
1	Máquina Diésel principal Br	M.E 1	Propulsión	10	15	6	2,5
2	Máquina Diésel principal Er	M.E 2	Propulsión	10	20	6	3,3
3	Reductor Br	R.G 1	Propulsión	8	5	3	1,7
4	Reductor Er	R.G 2	Propulsión	11	6	3	2,0
5	Eje principal Br	S.P	Propulsión	8	6	4	1,5
6	Eje principal Er	CPP 2	Propulsión	11	7	3	2,3
7	Hélice Br	C.P.P 1	Propulsión	10	5	2	2,5
8	Hélice Er	C.P.P 2	Propulsión	11	3	4	0,8
9	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	O.B 1	Propulsión	11	8	3	2,7
10	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	O.B 2	Propulsión	11	8	3	2,7
11	Hélice de proa	B.T.T	Propulsión	11	4	3	1,3
12	Grupo electrógeno 1	G.E 1	Generación eléctrica	10	8	7	1,1
13	Grupo electrógeno 2	G.E 2	Generación eléctrica	11	9	8	1,1
14	Grupo electrógeno 3	G.E 3	Generación eléctrica	11	6	6	1,0
15	Grupo electrógeno de emergencia	G.E 4	Generación eléctrica	9	1	3	0,3
16	Compresora 1	COMP. 1	Propulsión	11	4	4	1,0
17	Compresora 2	COMP. 2	Propulsión	10	4	4	1,0
18	Compresora 3	COMP. 3	Propulsión	11	2	3	0,7
19	Motocompresora	M. COMP.	Propulsión	10	1	3	0,3
20	Caldera	B.L.R	Generación de vapor	11	18	4	4,5
21	Purificador petróleo	D.O	Separado centrífugo	8	4	4	1,0
22	Purificador aceite	L.O.A.E	Separado centrífugo	10	4	4	1,0
23	Separador de sentina	O.B.S	Tratamiento aguas oleosas	9	1	2	0,5
24	Incinerador de aceite	F.I	Tratamiento aguas oleosas	10	1	2	0,5
25	Calorífico eléctrico de agua	E.H	Propulsión	9	1	4	0,3
26	Generador de agua dulce	F.W.G	Potabilización de agua	10	4	7	0,6
27	Equipo de tratamiento aguas residuales Br	S.T.P 1	Tratamiento de aguas	10	8	4	2,0
28	Equipo de tratamiento aguas residuales Er	S.T.P 2	Tratamiento de aguas	11	9	3	3,0
29	Electrobomba contra incendio	P/P F.	Transferencia de fluido	9	12	3	4,0
30	Electrobomba de lastre	P/P B.	Transferencia de fluido	9	9	5	1,8
31	Electro bomba de aceite	P/P O.L	Transferencia de fluido	10	9	5	1,8
32	Electro bomba de diésel	P/P F.	Transferencia de fluido	11	7	5	1,4
33	Electro bomba de agua de mar	P/P S.	Transferencia de fluido	8	1	7	0,1
34	Electro bomba de agua dulce	P/P F.	Transferencia de fluido	10	9	2	4,5
35	Electro bomba de achique	P/P ES.	Transferencia de fluido	10	6	2	3,0
36	Electro bomba de lodos	P/P	Transferencia de fluido	11	6	3	2,0
37	Electro bomba de pre lubricación	P/P O.L	Transferencia de fluido	10	5	4	1,3
38	Electro bomba de transferencia de D-2	P/P F.	Transferencia de fluido	11	6	2	3,0
39	Electro bomba de transferencia de aceite	P/P O.L	Transferencia de fluido	8	7	3	2,3
40	Unidad de condensación para cámara fría	A.C	Tratamiento de aire	10	6	4	1,5
41	Grúa de cubierta	D.C.R.B	Carga	9	8	2	4,0
42	Ventilador de flujo axial 1	A.V 1	Tratamiento de aire	10	6	3	2,0
43	Ventilador de flujo axial 2	A.V 2	Tratamiento de aire	9	6	4	1,5
44	Plataforma giratoria	T.T	Carga	10	9	2	4,5
45	Equipo de gobierno	S.G	Propulsión	10	5	3	1,7
46	Elevador de vehículos	V.L	Carga	11	8	4	2,0

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumento de Ñaupas [et al]. 2013, p.434

ANEXO 5: BASE DE DATOS

FICHA DE REGISTRO N° 28		FECHA:					
Nro	MÁQUINA / EQUIPO	TIEMPO DE OPERACIÓN DE MÁQUINA	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO	OUTPUT REAL	OUTPUT POTENCIAL	PERFORMANCE %	DISPONIBILIDAD %
1	Máquina Diésel principal Br	612	18	2028 kw	2205 kw	0.92	0.97
2	Máquina Diésel principal Er	500	20	2028 kw	2205 kw	0.92	0.96
3	Reductor Br	1530	15	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
4	Reductor Er	1500	20	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
5	Eje principal Br	980	14	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
6	Eje principal Er	1455	21	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
7	Hélice Br	490	10	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
8	Hélice Er	1940	12	164 rpm	173 rpm	0.94	0.99
9	Distribuidor hidráulico OD BOX	1470	24	48 bar	50 bar	0.98	0.98
10	Distribuidor hidráulico OD BOX	1455	24	48 bar	50 bar	0.98	0.98
11	Hélice de proa	135	12	698 kw	735 kw	0.95	0.92
12	Grupo electrógeno 1	620	10	517 kw	550 kw	0.94	0.99
13	Grupo electrógeno 2	650	12	517 kw	550 kw	0.94	0.99
14	Grupo electrógeno 3	450	8	517 kw	550 kw	0.94	0.99
15	Grupo electrógeno de emergencia	105	3	376 kw	400 kw	0.94	0.96
16	Compresora 1	150	24	42 m3/h	45 m3/h	0.95	0.86
17	Compresora 2	160	25	42 m3/h	45 m3/h	0.95	0.86
18	Compresora 3	180	24	42 m3/h	45 m3/h	0.95	0.88
19	Motocompresora	150	15	9.7 m3/h	10 m3/h	0.97	0.91
20	Caldera	867	26	1350 kg/h	1500 kg/h	0.90	0.97
21	Purificador petróleo	120	14	1620 l/h	1800 l/h	0.90	0.90
22	Purificador aceite	130	15	1620 l/h	1800 l/h	0.90	0.90
23	Separador de sentina	80	2	630 l/h	700 l/h	0.90	0.98
24	Incinerador de aceite	160	6	04 000 kcal /	20 000 kcal /	0.95	0.96
25	Calorífico eléctrico de agua	240	4	950 l/h	1000 l/h	0.95	0.98
26	Generador de agua dulce	1400	28	23.2 m3/día	25 m3/día	0.90	0.98
27	Equipo de tratamiento aguas Br	1700	16	3906 l/día	4200 l/día	0.93	0.99
28	Equipo de tratamiento aguas Er	850	11	3906 l/día	4200 l/día	0.93	0.99
29	Electrobomba contra incendio	650	13	76 m3/h	80 m3/h	0.95	0.98
30	Electrobomba de lastre	875	24	570 m3/h	600 m3/h	0.95	0.97
31	Electro bomba de aceite	875	22	0.95 m3/h	1 m3/h	0.95	0.97
32	Electro bomba de diésel	1125	18	2.85 m3/h	3 m3/h	0.95	0.98
33	Electro bomba de agua de mar	1925	29	285 m3/h	300 m3/h	0.95	0.99
34	Electro bomba de agua dulce	480	18	1.4 m3/h	1.5 m3/h	0.95	0.98
35	Electro bomba de achique	350	12	57 m3/h	60 m3/h	0.95	0.98
36	Electro bomba de lodos	1350	18	2.8 m3/h	3 m3/h	0.95	0.99
37	Electro bomba de pre lubricación	900	13	2.3 m3/h	2.5 m3/h	0.95	0.99
38	Electro bomba de transferencia de D-	450	6	9.5 m3/h	10 m3/h	0.95	0.99
39	Electro bomba de transferencia de ac	1350	21	2.8 m3/h	3 m3/h	0.95	0.98
40	Unidad de condensación para cámara	1100	19	16530 m3/h	17775 m3/h	0.93	0.99
41	Grúa de cubierta	370	8	1.9 ton	2 ton	0.95	0.98
42	Ventilador de flujo axial 1	750	7	1599 rpm	1720 rpm	0.93	0.99
43	Ventilador de flujo axial 2	1000	9	1599 rpm	1720 rpm	0.93	0.99
44	Plataforma giratoria	120	18	38 ton	40 ton	0.95	0.86
45	Equipo de gobierno	1800	16	105.5 kNm	110 kNm	0.96	0.99
46	Elevador de vehiculos	260	26	23.7 ton	25 ton	0.95	0.90

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumento de Ñaupás [et al]. 2013, p.175

ANEXO 6: BASE DE DATOS

FICHA DE REGISTRO N° 29		FECHA:				
Nro	MÁQUINA / EQUIPO	CÓDIGO	TIPOS DE FALLA	NAVEGACIÓN SEMANAL SIN FALLAS (Horas)	NAVEGACIÓN SEMANAL (Horas)	CALIDAD %
1	Máquina Diésel principal Br	M.E 1	Obstrucción de los inyectores	13,8	14	0,99
2	Máquina Diésel principal Er	M.E 2	Filtro de combustible sucio	11,7	12	0,98
3	Reductor Br	R.G 1	Recalentamiento de aceite	12,6	13	0,97
4	Reductor Er	R.G 2	Recalentamiento de aceite	12,8	13	0,98
5	Eje principal Br	S.P	Falta de lubricación de los descansos	14,4	15	0,96
6	Eje principal Er	CPP 2	Falta de lubricación de los descansos	14,5	15	0,97
7	Hélice Br	C.P.P 1	Mal operación del equipo	10,8	11	0,98
8	Hélice Er	C.P.P 2	Inadecuada configuración	9,8	10	0,98
9	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	O.B 1	Falta de lubricación	14,1	15	0,94
10	Distribuidor de aceite hidráulico OD BOX	O.B 2	Aceite emulsionado	15,3	16	0,96
11	Hélice de proa	B.T.T	Obstrucción externa	23	23,3	0,99
12	Grupo electrógeno 1	G.E 1	Falta de refrigeración	24,6	25	0,98
13	Grupo electrógeno 2	G.E 2	Sobre velocidad por excesiva carga	22	22,5	0,98
14	Grupo electrógeno 3	G.E 3	Sobre velocidad por excesiva carga	12,9	13	0,99
15	Grupo electrógeno de emergencia	G.E 4	Falta de combustible en el Tanque	4	4,1	0,98
16	Compresora 1	COMP. 1	Presos tato no funciona	6,4	6,9	0,93
17	Compresora 2	COMP. 2	Falta de Enfriamiento	6,4	6,9	0,93
18	Compresora 3	COMP. 3	Fajas en mal estado	5,8	5,9	0,98
19	Motocompresora	M. COMP.	Fajas en mal estado	1,66	1,7	0,98
20	Caldera	B.L.R	Tubo de gases de escape obstruido	12,8	13	0,98
21	Purificador petróleo	D.O	Sellos mecánicos en mal estado	6,88	7	0,98
22	Purificador aceite	L.O A.E	Falta de presión de aire	6,88	7	0,98
23	Separador de sentina	O.B.S	Emulsión de aceite	4,75	5	0,95
24	Incinerador de aceite	F.I	Sensor de temperatura no funciona	3,7	4	0,93
25	Calorífico eléctrico de agua	E.H	Termómetro no funciona	9	9,3	0,97
26	Generador de agua dulce	F.W.G	Filtro membranas sucias	2,33	2,55	0,91
27	Equipo de tratamiento aguas Br	S.T.P 1	Insumos de baja calidad	2,78	2,8	0,99
28	Equipo de tratamiento aguas Er	S.T.P 2	Operación inadecuada	2,78	2,8	0,99
29	Electrobomba contra incendio	P/P F.	Manómetro no funciona	6,7	7	0,96
30	Electrobomba de lastre	P/P B.	Manómetro descalibrado	7,8	8	0,98
31	Electro bomba de aceite	P/P O.L	Ruido excesivo	3,85	4	0,96
32	Electro bomba de diésel	P/P F.	Recalentamiento	5,86	6	0,98
33	Electro bomba de agua de mar	P/P S.	Baja presión de fluido	5,4	5,5	0,98
34	Electro bomba de agua dulce	P/P F.	Ruido extraño	5,4	6,3	0,86
35	Electro bomba de achique	P/P ES.	Manómetro descalibrado	6,2	7	0,89
36	Electro bomba de lodos	P/P	Recalentamiento de eje	4,6	5	0,92
37	Electro bomba de pre lubricación	P/P O.L	Bomba descebado de bomba	6,4	7	0,91
38	Electro bomba de transferencia de D-2	P/P F.	Baja presión de fluido	4,8	5	0,96
39	Electro bomba de transferencia de aceite	P/P O.L	Recalentamiento de eje	4,6	5	0,92
40	Unidad de condensación para cámara fría	A.C	Fuga de agente químico, Freón	14	14,5	0,97
41	Grúa de cubierta	D.C.R.B	Cable de acero oxidados	3,7	4	0,93
42	Ventilador de flujo axial 1	A.V 1	Ruido extraño	14,7	15	0,98
43	Ventilador de flujo axial 2	A.V 2	Ruido extraño	13,6	14	0,97
44	Plataforma giratoria	T.T	Falta de lubricación en los rodajes	3,8	4	0,95
45	Equipo de gobierno	S.G	Descalibración de manómetros	17,9	18	0,99
46	Elevador de vehículos	V.L	Recalentamiento del Motor eléctrico	3,85	4	0,96

Fuente: Elaboración propia de datos con instrumento de Ñaupas [et al]. 2013, p.434

VARIABLE 1: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BAJO EL ENFOQUE PDCA.										
n	Cantidad de actividades por proceso	Nivel de Criticidad de Equipos	Cantidad de revisiones	Nivel de riesgo de actividad	MTBF	MTTR	D1V1	D2V1	D3V1	V1 Promedio
1	10	17	34	12	102	2,5	27	46	104,5	59,2
2	10	17	18	12	83	3,3	27	30	86,7	47,9
3	8	16	165	9	510	1,7	24	174	511,7	236,6
4	11	16	140	9	500	2,0	27	149	502,0	226,0
5	8	16	169	20	245	1,5	24	189	246,5	153,2
6	11	16	216	20	485	2,3	27	236	487,3	250,1
7	10	16	64	16	245	2,5	26	80	247,5	117,8
8	11	16	111	16	485	0,8	27	127	485,8	213,3
9	11	13	84	9	490	2,7	24	93	492,7	203,2
10	11	13	226	8	485	2,7	24	234	487,7	248,6
11	11	16	21	16	45	1,3	27	37	46,3	36,8
12	10	16	21	12	89	1,1	26	33	89,7	49,4
13	11	16	42	10	81	1,1	27	52	82,4	53,8
14	11	15	40	12	75	1,0	26	52	76,0	51,3
15	9	15	37	12	35	0,3	24	49	35,3	36,1
16	11	16	27	10	38	1,0	27	37	38,5	34,2
17	10	16	17	12	40	1,0	26	29	41,0	32,0
18	11	16	20	10	60	0,7	27	30	60,7	39,2
19	10	10	26	10	50	0,3	20	36	50,3	35,4
20	11	12	136	25	217	4,5	23	161	221,2	134,9
21	8	10	31	15	30	1,0	18	46	31,0	31,7
22	10	8	25	12	33	1,0	18	37	33,5	29,5
23	9	13	15	25	40	0,5	22	40	40,5	34,2
24	10	13	13	20	80	0,5	23	33	80,5	45,5
25	9	8	17	12	60	0,3	17	29	60,3	35,4
26	10	16	129	15	200	0,6	26	144	200,6	123,5
27	10	17	169	15	425	2,0	27	184	427,0	212,7
28	11	17	215	12	283	3,0	28	227	286,3	180,6
29	9	11	149	12	217	4,0	20	161	220,7	133,8
30	9	14	104	15	175	1,8	23	119	176,8	106,3
31	10	17	104	15	175	1,8	27	119	176,8	107,6
32	11	16	157	12	225	1,4	27	169	226,4	140,8
33	8	15	204	15	275	0,1	23	219	275,1	172,4
34	10	10	172	12	240	4,5	20	184	244,5	149,5
35	10	13	107	12	175	3,0	23	119	178,0	106,7
36	11	14	35	12	450	2,0	25	47	452,0	174,7
37	10	15	22	15	225	1,3	25	37	226,3	96,1
38	11	9	154	15	225	3,0	20	169	228,0	139,0
39	8	9	272	12	450	2,3	17	284	452,3	251,1
40	10	12	20	8	275	1,5	22	28	276,5	108,8
41	9	6	120	9	185	4,0	15	129	189,0	111,0
42	10	15	144	20	250	2,0	25	164	252,0	147,0
43	9	15	118	20	250	1,5	24	138	251,5	137,8
44	10	14	15	25	60	4,5	24	40	64,5	42,8
45	10	20	309	15	600	1,7	30	324	601,7	318,6
46	11	12	16	25	65	2,0	23	41	67,0	43,7

VARIABLE 2: EFICIENCIA GENERAL DE MÁQUINAS					
n	Máquina / equipo	Disponibilidad %	Performance %	Calidad %	V2
1	Máquina principal Br	97	92	99	88
2	Máquina principal Er	96	92	98	87
3	Reductor Br	99	94	97	90
4	Reductor Er	99	94	98	91
5	Eje principal Br	99	94	96	89
6	Eje principal Er	99	94	97	90
7	Hélice Br	99	94	98	91
8	Hélice Er	99	94	98	92
9	Distribuidor OD BOX Br	98	98	94	90
10	Distribuidor OD BOX Er	98	98	96	92
11	Hélice de proa	92	95	99	87
12	Grupo electrógeno 1	99	94	98	91
13	Grupo electrógeno 2	99	94	98	90
14	Grupo electrógeno 3	99	94	99	92
15	Grupo electrógeno de emergencia	96	94	99	89
16	Compresora 1	86	95	93	76
17	Compresora 2	86	95	93	76
18	Compresora 3	88	95	98	82
19	Motocompesora	91	97	98	86
20	Caldera	97	90	99	86
21	Purificador petróleo	90	90	98	79
22	Purificador aceite	90	90	98	79
23	Separador de sentina	98	90	95	84
24	Incinerador de aceite	96	95	92	84
25	Calorífico eléctrico de agua	98	95	97	90
26	Generador de agua dulce	98	90	91	80
27	Máquina de tratamiento aguas Er	99	93	99	91
28	Máquina de tratamiento aguas Br	99	93	99	91
29	Electrobomba contraincendios	98	95	96	90
30	Electrobomba de lastre	97	95	98	91
31	Electro bomba de aceite	97	95	96	89
32	Electro bomba de diésel	98	95	98	91
33	Electro bomba de agua de mar	99	95	98	92
34	Electro bomba de agua dulce	98	95	85	79
35	Electro bomba de achique	98	95	89	83
36	Electro bomba de lodos	99	95	92	86
37	Electro bomba de pre lubricación	99	95	91	86
38	Electro bomba de transferencia D-2	99	95	96	90
39	Electro bomba transferencia de aceite	98	95	93	87
40	Unidad de condensación	99	93	98	90
41	Grúa de cubierta	98	95	94	87
42	Ventilador de flujo axial 1	99	93	98	90
43	Ventilador de flujo axial 2	99	93	97	89
44	Plataforma giratoria	86	95	95	77
45	Equipo de gobierno	99	96	99	94
46	Elevador de vehículos	90	95	96	83

ANEXO 4. REPORTE SOFTWARE ANTIPLAGIO URKUND

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN (Revisión N° 2) - copia.docx (D53167229)

Submitted: 5/30/2019 6:07:00 AM

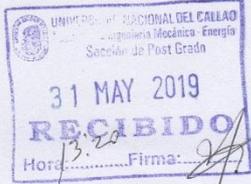
Submitted By: posgrado.fime@unac.pe

Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

A blue rectangular receipt stamp from the University of Callao. The text on the stamp includes: 'UNIVERSIDAD REGIONAL DEL CALLAO', 'Ingeniería Mecánica - Energía', 'Sección de Post Grado', the date '31 MAY 2019', and the word 'RECIBIDO'. There are handwritten initials 'B. 20' and a signature over the 'Firma:' field.

ANEXO 5. TABLA DE VALORES CRÍTICOS RHO DE SPEARMAN

Tabla de valores críticos de rho de Spearman					
		A. (1): hipótesis de una cola		B. (2): hipótesis de dos colas	
$\alpha(2)$	$\alpha(1)$	0.50	0.20	0.10	0.05
		0.25	0.10	0.05	0.025
4		0.6000	1.0000	1.0000	1.0000
5		0.5000	0.8000	0.9000	1.0000
6		0.3711	0.6571	0.8229	0.8886
7		0.3211	0.5711	0.7144	0.7886
8		0.3110	0.5244	0.6443	0.7388
9		0.2677	0.4833	0.6000	0.7000
10		0.2448	0.4555	0.5644	0.6448
11		0.2336	0.4277	0.5336	0.6188
12		0.2177	0.4066	0.5033	0.5887
13		0.2099	0.3855	0.4844	0.5600
14		0.2000	0.3677	0.4644	0.5338
15		0.1899	0.3544	0.4446	0.5211
16		0.1822	0.3441	0.4299	0.5033
17		0.1766	0.3288	0.4144	0.4855
18		0.1700	0.3177	0.4011	0.4722
19		0.1655	0.3099	0.3911	0.4600
20		0.1611	0.2999	0.3800	0.4447
21		0.1566	0.2922	0.3700	0.4355
22		0.1522	0.2844	0.3611	0.4255
23		0.1488	0.2788	0.3533	0.4155
24		0.1444	0.2711	0.3444	0.4066
25		0.1422	0.2655	0.3357	0.3998
26		0.1388	0.2599	0.3311	0.3900
27		0.1366	0.2555	0.3244	0.3822
28		0.1333	0.2500	0.3177	0.3755
29		0.1300	0.2455	0.3122	0.3688
30		0.1288	0.2400	0.3066	0.3622
31		0.1266	0.2366	0.3011	0.3556
32		0.1244	0.2322	0.2966	0.3500
33		0.1221	0.2299	0.2911	0.3455
34		0.1200	0.2255	0.2877	0.3400
35		0.1188	0.2222	0.2833	0.3355
36		0.1166	0.2199	0.2799	0.3300
37		0.1144	0.2166	0.2755	0.3255
38		0.1133	0.2122	0.2711	0.3211
39		0.1111	0.2100	0.2677	0.3177
40		0.1110	0.2077	0.2644	0.3133
41		0.1088	0.2044	0.2611	0.3099
42		0.1077	0.2022	0.2577	0.3055
43		0.1055	0.1999	0.2544	0.3011
44		0.1044	0.1977	0.2511	0.2988
45		0.1033	0.1944	0.2488	0.2944
46		0.1022	0.1922	0.2466	0.2911
47		0.1011	0.1900	0.2433	0.2888
48		0.1000	0.1888	0.2400	0.2855
49		0.0988	0.1866	0.2388	0.2822
50		0.0977	0.1844	0.2355	0.2799