



VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENGRASE
CENTRALIZADO PARA INCREMENTAR LA
DISPONIBILIDAD OPERATIVA DEL EQUIPO JUMBO
RB282 – JRC INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C. -
2018”**

Presentado por:

Bach. Maolin SOLIS CABELLO

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

PASCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi familia, quienes han estado a mi lado todo este tiempo, brindándome su apoyo incondicional y poder culminarlo.

A todas las partes involucradas en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los docentes de la Universidad Alas Peruanas, gracia a su perseverancia y las ganas de transmitirme sus conocimientos, además se esforzaron por ayudarme a concluir mi formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Implementación del sistema de engrase centralizado para incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. – 2018”; siendo las variables consideradas en la investigación: sistema de engrase y disponibilidad operativa. El sistema de engrase, definido como la variable independiente, presentaba consecuentes problemas, ya que el proceso de engrase de la flota de equipos jumbo RB-282, se realizaba de forma manual, demandando mayor tiempo y mano de obra, por lo que se propuso el diseño de un sistema de engrase centralizado, siendo el objetivo principal hacer que este sea más efectivo y preciso, logrando el ahorro de tiempo, mano de obra y sobre todo reducir el desgaste prematuro de los componentes móviles que definitivamente afectan a la disponibilidad operativa por paradas prolongadas.

El resultado final obtenido, mediante la implementación del sistema de engrase centralizado fue el incremento de la disponibilidad operativa en un 11.02%, también se logró la reducción de parada por mantenimiento de 129.81 horas/mes y por último, se logró el incremento en horas de operación de 69.9 horas/mes, de tal forma que queda demostrado que la disponibilidad operativa actual en promedio es de 90%, valor óptimo para la operación y la compañía contratante.

Palabras Claves: Desgaste. Disponibilidad. Confiabilidad. Costos.

ABSTRACT

This research paper entitled “Implementation of the centralized greasing system to increase the operational availability of the Jumbo RB-282 equipment - JRC Ingenerate y Construction S.A.C. - 2018”; the variables considered in the investigation: greasing system and operational availability. The lubrication system, defined as the independent variable, presented consequent problems, since the lubrication process of the jumbo equipment fleet RB-282 was carried out manually, requiring more time and labor, so it was proposed the design of a centralized greasing system, the main objective being to make it more effective and precise, saving time, labor and, above all, reducing premature wear of mobile components that definitely affect the operational availability by prolonged stops

The final result obtained, through the implementation of the centralized greasing system was the increase in operational availability by 11.02%, the maintenance stop reduction of 129.81 hours / month was also achieved and finally, the increase in hours of 69.9 hours / month operation, so that it is shown that the current operational availability on average is 90%, optimal value for the operation and the contracting company.

Keywords: Wear. Availability. Reliability Costs

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE GRAFICOS	xi
ÍNDICE DE FIGURA.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE TABLA	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Espacial.....	2
1.2.2. Temporal.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Problema General	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4

1.5.1. Hipótesis General.....	4
1.5.2. Hipótesis Específicas	4
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6.1. Variable independiente	4
1.6.2. Variable dependiente	5
1.6.3. Operacionalización de Variables	5
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.7.1. Tipo de investigación.....	7
1.7.2. Nivel de investigación	7
1.7.3. Método de investigación.....	7
1.7.4. Diseño de investigación	8
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	8
1.8.1. Población	8
1.8.2. Muestra	8
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	9
1.9.1. Técnicas	9
1.9.2. Instrumentos	9
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.10.1. Justificación	10
1.10.2. Importancia	11
1.11. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	12
2.1.1. Antecedentes Nacionales	12

2.1.2. Antecedentes Internacionales	14
2.2. BASES TEÓRICAS	14
2.2.1. Definición de Lubricación.	14
2.2.2. Función de los lubricantes.	15
2.2.3. Tipos de lubricantes.	17
2.2.4. Las grasas y sus propiedades.	20
2.2.5. Clasificación de las grasas.	21
2.2.5.1. Según el grado de consistencia.	23
2.2.5.2. Según C.A.M.P.S.A.	24
2.2.6. Sistema de Lubricación Centralizado.	27
2.2.7. Tipos de engrase centralizados.	30
2.2.8. Bombas de grasa.	32
2.2.9. Válvulas de grasa.	32
2.2.10. Conexiones, adaptadores y accesorios.	35
2.2.11. Disponibilidad Mecánica.	35
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	37

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	39
3.1.1. Confiabilidad del Instrumento	39
3.1.2. Validación del instrumento.....	41
3.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	41
3.2.1. Distribución, programación y proceso de engrase antes del proyecto.....	41
3.2.2. Diseño del sistema de engrase centralizado.....	50
3.2.3. Disponibilidad operativa antes del proyecto.....	56

3.2.4. Disponibilidad operativa después del proyecto.	57
3.3. PRUEBA DE NORMALIDAD	59
3.3.1. Prueba de normalidad para Hipótesis General.....	59
3.3.2. Prueba de normalidad para Hipótesis Especifica A.....	60
3.3.3. Prueba de normalidad para Hipótesis Especifica B.....	62

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	66
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	70
4.2.1. Hipótesis Especifica 1.....	70
4.2.2. Hipótesis Especifica 2.....	74

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	85
Anexo A: Implementacion del sistema de engrase centralizado para incrementar la disponibilidad operativa del equipo jumbo RB-282.....	86
Anexo B: Brazo del equipo jumbo 282-RB.....	87
Anexo C: Valvula distribuidora de grasa 12 salidas.....	88
Anexo D: Valvula distribuidora de grasa 6 salidas.....	89
Anexo E: Valvula distribuidora 6 salidas K6.	90
Anexo F: Despiece de bomba de grasa electrica.	91
Anexo G: Ubicación de componentes principales del equipo jumbo.....	92

Anexo H: tabla de Puntos de porcentaje de la didtribucion para la campana de Gauss. 93	93
Anexo I: Cuadro de control de paradas de la flota de JRC Ingeniería y Construcción. . 94	94
Anexo J: Formato de control de engrase flota JRC Ingeniería y Construcción..... 95	95
Anexo K: Validación de disponibilidad operativa después del proyecto. 96	96
Anexo L: Formato de mantenimiento semanal flota JRC S.A.C..... 97	97
Anexo M: Formato Check list del equipo jumbo frontonero..... 98	98
Anexo N: Formato de inspección de equipos pesados. 99	99
Anexo O: Formato de Backlog para repuestos. 100	100
Anexo P: Formato de orden de trabajo 101	101
Anexo Q: Formato de reporte técnicos. 102	102
Anexo R: Formato cartilla de mantenimiento de los equipos jumbo. 103	103
Anexo S: Formato de check list de dispositivos de seguridad..... 105	105
Anexo T: Formato de check list de dispositivos de seguridad 106	106

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Promedio de disponibilidad Operativa junio 2017 a mayo 2018.	57
Gráfico 2. Promedio de disponibilidad del equipo junio 2017 a mayo 2018.	58
Gráfico 3. Comparativo de disponibilidad antes y después del proyecto.	69
Gráfico 4. Comparación de tiempo de parada antes y después del proyecto.....	73
Gráfico 5. Comparación de tiempo de operación de los jumbos antes y después del proyecto.	77

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Esquema básico de un sistema de engrase centralizado.....	28
Figura 2 Tipos de válvula de grasa.	34
Figura 3 Interpretación del coeficiente de confiabilidad	41
Figura 4. Distribución de equipos por niveles.	42
Figura 5 Distribución de equipo y personal por niveles.	43
Figura 6. Engrase manual de brazo del jumbo.....	45
Figura 7. Puntos de engrase del brazo.	46
Figura 8. Bomba eléctrica de engrase automático.	48
Figura 9. Panel de control electrónico de la bomba de grasa.	50
Figura 10. Campana de Gauss para la aceptación de la Hipótesis alterna.....	68
Figura 11. Campana Gauss para la aceptación de la Hipótesis alterna.....	72
Figura 12. Campana Gauss para la aceptación de Hipótesis.	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables.	6
Cuadro 2. Tipo de gras según su resistencia.	24
Cuadro 3. Característica de una bomba neumática.	32
Cuadro 4. Tipos de válvula según número de salidas.	34
Cuadro 5. Clasificación de conectores y adaptadores del tubo quicklink.	35
Cuadro 6. Programa de engrase flota jumbos.	44
Cuadro 7. Referencia y característica de puntos de engrase.	46
Cuadro 8. Características de la bomba.	48
Cuadro 9. Aplicación, tipo de grasa utilizada en el depósito.	49
Cuadro 10. Clasificación de bocinas del equipo jumbo.	50
Cuadro 11. Características de la bomba seleccionado.	54
Cuadro 12. Programa de mantenimiento del sistema de engrase centralizado.	55

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Distribución general correspondiente a los datos pares.....	39
Tabla 2. Distribución general correspondiente a los datos impares.	40
Tabla 3. Estadística de fiabilidad.....	40
Tabla 4. Comparativo de disponibilidad operativa.....	56
Tabla 5. Disponibilidad mecánica junio 2017 a mayo 2018.....	58
Tabla 6. Promedio de disponibilidad.....	59
Tabla 7 Prueba de datos de disponibilidad antes y después.	60
Tabla 8. Promedio de horas de paradas.	61
Tabla 9 Resultados de datos de tiempo de parada normal.....	62
Tabla 10. Promedio de horas de programación.	63
Tabla 11. Resultados de datos de tiempo de distribución normal.	64
Tabla 12. Matriz de análisis de datos para la prueba de normalidad.....	65
Tabla 13 Datos para la interpretación de la campana de Gauss.....	66
Tabla 14 Estadística descriptiva de disponibilidad operativa (antes y después)	67
Tabla 15 Resultados obtenidos T Student.....	68
Tabla 16. Estadística descriptiva del tiempo de parada por mantenimiento (antes y después)	71
Tabla 17. Resultados obtenidos T Student.....	72
Tabla 18 Diferencia entre tiempo de operación antes y después.....	75
Tabla 19 Resultados obtenidos T-Student	76

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas a la que enfrenta toda área de mantenimiento mecánico es la disponibilidad del equipo, con este presente trabajo de investigación daremos solución a la baja disponibilidad del equipo por paradas de desgastes prematuros de las partes móviles quienes componen. Los equipos como jumbo RB282 en minería están calculados para producir taladros de más de 3000mts durante un mes, así asegurar la rentabilidad y cumplimiento de metas programados.

Las frecuentes paradas del equipo afectan ciertamente en la disponibilidad por ende la producción se ve afectado para operaciones mina, por ello se vio el mejor método de engrase para el personal de servicio, implementando un sistema de engrase centralizado correcto calculando el lugar preciso, tiempo exacto y cantidad adecuado, para así disminuir el desgaste prematuro de las partes móviles de un equipo al mismo tiempo prolongar su vida útil.

Las exigencias del cumplimiento de disponibilidad del equipo jumbo ponen a prueba el rendimiento de ello alas cuales se le imponen metros de taladro por perforar a diario, semanal y mensual, su adecuada, inspección, engrase y programación de mantenimiento es vital para mantener operativos estos equipos.

Papel importante que juega para mantener el equipo en su buen funcionamiento y operativo es el engrase para que estos equipos cumplen con la disponibilidad operativa de 85% como mínimo. Para ello el área responsable mantenimiento mecánico deberá programar la actividad en el momento y lugar preciso para evitar paradas innecesarias de estos equipos.

Para la presenta investigación encontramos lineamientos, así como sus objetivos, alcances y limitaciones.

El presente trabajo de investigación está compuesto por 5 capítulos:

En el primer capítulo, se desarrolla el planteamiento y la metodología donde se detalla la descripción de la realidad problemática, delimitaciones de la investigación, planteamiento del problema, objetivos, formulación de la Hipótesis, variables, diseño, población, muestra, técnicas, instrumentos de recolección de datos, justificación e importancia de la investigación.

En el segundo capítulo, se trata del marco teórico, antecedentes de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos.

En el tercer capítulo, se presenta presentamos los resultados de la investigación, así mismo se detalla la confiabilidad, validación del instrumento, análisis cuantitativos de las variables y la prueba de normalidad.

En el cuarto capítulo, se realiza la prueba de Hipótesis general y la prueba de Hipótesis específicas de la investigación, mediante los cuales se demostró la aceptación de las Hipótesis formuladas.

En el quinto capítulo, se muestra la discusión de los resultados de la investigación con los antecedentes internacionales y nacionales.

Finalmente, presentamos las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

JRC INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C, es una empresa dedicada a actividades mineros y la construcción, desde hace 13 años. Esta empresa se encuentra laborando en la unidad minera EL BROCAL S.A. netamente para la extracción y desarrollo de mineral; para tal efecto se hace uso de diferentes equipos como jumbos, scooptrams, lanzadores, mixkret, telehandler y scailer.

La baja disponibilidad promedio de los quipos jumbos que se presentaban era de 79.35%, según los resultados obtenidos de los registros, antes de la implementación del engrase centralizado; debido entre otras razones a las paradas prolongadas para el desarrollo de mantenimiento, que incluye el cambio y en algunos casos la recuperación de elementos de las partes móviles, por desgaste prematuro, tiempo de parada que permite elaborar el cálculo de la disponibilidad operativa de la flota de Jumbos RB 282.

Uno de los problemas más frecuentemente encontrado en los equipos jumbo, fue el desgaste de los pines y bocinas de brazo; por la falta de lubricación y porque el personal encargado no llegaba a tiempo para realizar esta tarea, por tanto, todo ello conllevaba a que los componentes se desgastaran prematuramente no cumpliendo con las horas de su vida útil.

Uno de los proyectos de investigación en esta condición es la siguiente:

“En la tesis titulada Diseño de un sistema de lubricación de pines y bocinas de packlog de cucharón de las palas eléctricas CAT Modelo 7495, detalla los constantes cambios de bocinas del equipo eléctrico cat 7495, debido al desgaste prematuro de las bocinas del cucharón; en tal sentido para el cambio de este componente se toma un aproximado de 8 horas de parada de equipos” (Torres, 2017).

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Espacial.

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la Región Pasco, Provincia Pasco, Distrito de Tinyahuarco, investigación realizada en la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. - Unidad Operativa El Brocal.

1.2.2 Temporal.

La investigación fue realizada durante el periodo comprendido entre mayo 2017 a junio del 2018.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿La implementación del sistema de engrase centralizado permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018?

1.3.2 Problemas Específicos

A. ¿La implementación del sistema de engrase centralizado permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018?

B. ¿La implementación del sistema de engrase centralizado garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. - 2018?

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Objetivo General.

Establecer sí la implementación del sistema de engrase centralizado permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018.

1.4.2 Objetivos Específicos

A. Establecer sí la implementación del sistema de engrase centralizado permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018

B. Evaluar sí la implementación del sistema de engrase centralizado garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General.

La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282-Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.-2018.

1.5.2 Hipótesis Específicas

A. La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

B. La implementación del sistema de engrase centralizado, sí garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. - 2018.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable independiente

Sistema de Engrase Centralizado.

1.6.2 Variable dependiente

Disponibilidad Operativa.

1.6.3 Operacionalización de Variables

Para la realización de la operacionalización de las variables es de forma metodológico que consiste en descomponer cada una de ellas que componen el problema de investigación, así como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Operacionalización de variables.

TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>Variable Independiente</u> Sistema de engrase centralizado	Es todo un sistema capaz de efectuar por si solo en engrase de por lo menos los puntos mas criticos de una maquina, pudiendo ser tambien los de mayor dificultad por su ubicación o en mayor de los casos en su totalidad de las partes moviles de una maquina.	Encontrar la verdadera formula de implementar un sistema de engrase centralizado para reducir desgastes prematuros en los componentes moviles de los equipos de perforacion jumbo RB282.	Diseño	Parámetros Técnicos
			Bomba de grasa	Datos Técnicos
<u>Variable Dependiente</u> Disponibilidad operativa	Es el porcentaje % del tiempo real que el equipo opera durante un tiempo programado durante la su operatividad.	Sera medido atravez de la revision y analisis documental de la informacion de la disponibilidad de los equipos jumbos.	Tiempo de parada por mantenimiento	h
			Cumplimiento de horas de operación	%

Fuente. Elaboración Propia

1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo de investigación

“El tipo de investigación del presente estudio es **descriptivo, cuasi Experimental**. Los diseños cuasiexperimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables. Cuando la asignación aleatoria es imposible, los cuasiexperimentos (semejantes a los experimentos) permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada” (Hodrick, 1993).

1.7.2 Nivel de investigación

El nivel que se ha definido para el presente trabajo de investigación es **explicativo**.

“Es aquella que tiene causal: no solo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo” (Rincón, 2000).

1.7.3 Método de investigación

El método utilizado en el presente trabajo de investigación es el **Científico, Explicativo**, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2003), “el método se estudió explicativo busca el porqué de los hechos establecidos, relaciones causa-efecto” (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

1.7.4 Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicada a la presente tesis es **cuantitativo longitudinal**.

“Según (Pita Fernández 2002), el diseño cuantitativo es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede” (Pita Fernández 2002).

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA

1.8.1 Población

“La población se define conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones a estudiar donde las unidades de la población poseen características comunes la cual se estudia y da origen a los datos de investigación” (Tamayo, 1997).

Por tanto, en este estudio la población que se tomó es de 6 unidades de equipos jumbo pertenecientes a la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

1.8.2 Muestra

La muestra que se representa en el presente trabajo de investigación es **(no probabilístico por conveniencia)**; por lo que nuestra muestra también viene a ser las 6 unidades de equipos jumbo.

“Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño n tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables” (Cuesta, 2009).

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1 Técnicas

Para el presente trabajo de investigación la técnica de recolección de datos es documental, como el historial de paradas del equipo, así como reportes de cambio de componentes móviles, costos, mano de obra, entre otros.

Rojas (1996-197) señala “al referirse a las técnicas e instrumentos para recopilar información como la de campo, lo siguiente: Que el volumen y el tipo de información-cualitativa y cuantitativa- que se recaben en el trabajo de campo deben estar plenamente justificados por los objetivos e Hipótesis de la investigación, o de lo contrario se corre el riesgo de recopilar datos de poca o ninguna utilidad para efectuar un análisis adecuado del problema” Rojas, (1996-197).

1.9.2 Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron:

- Horómetros del equipo tanto de percusión, eléctrico y del motor diesel

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

En la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. la práctica de engrase que se estaba aplicando en toda la flota de equipos; especialmente en los equipos de perforación jumbo fue de forma inadecuada; debido a la falta de personal para realizar esta tarea según el programa de mantenimiento de los componentes móviles; por lo que no llegaban a cumplir su vida útil, generando sobrecostos por su remplazo y alargamiento de horas de parada para su mantenimiento; generando perjuicios a las operaciones de mina, traducidos en pérdidas en la producción.

Con la implementación del sistema de engrase centralizado, se preveía garantizar un engrase eficiente y en el momento adecuado, cantidad precisa de lubricante y sin considerar como un aspecto importante el lugar donde se encontraban los equipos, para así lograr que todo el componente móvil cumpla su vida útil de trabajo calculado por el fabricante y, asimismo evitar que el personal técnico entre en contacto directo con el equipo para la realización de esta tarea; aspectos que justifican el desarrollo del presente trabajo de investigación.

1.10.2 Importancia

La importancia de la presente investigación, radica en que la implementación de un sistema de engrase centralizado en los equipos jumbo, son importantes; porque ha permitido lograr su buen funcionamiento; sobre todo de los componentes móviles que llegaron a trabajar adecuadamente, cumpliendo sus horas calculadas de vida útil, contribuyendo de esa manera a que los equipos estén más disponibles y sean más confiables durante su operación.

1.11 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el proceso de elaboración del presente trabajo de investigación, se tuvo las siguientes limitaciones.

- Tiempo de espera para la aprobación del presente proyecto y presupuesto para su ejecución, por parte de la Gerencia de la empresa.
- Falta de personal, con capacidad técnica para la implementación del sistema de engrase centralizado.
- Tiempo de llegada de los componentes solicitados, para la implementación del sistema de engrase centralizado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Se presenta a continuación investigaciones previas, las cuales tienen relación con la investigación que se presenta.

A. “Arango, A. (2015) según su trabajo de investigación presentado con título Diseño de un sistema de lubricación centralizado en el sistema tratador corona – línea coating para la universidad tecnológica lima sur, describe la problemática frecuente que se presenta en el sistema tratador de corona que es el recalentamiento y las fallas prematuros de los rodamientos en los rodillos y esto se debe a la falta de lubricación la cual hace que disminuya su vida útil de estos y aumenta las reparaciones programadas, para ello vio la necesidad de mejorar los métodos de trabajo del personal de lubricación diseñando un sistema

de engrase centralizado en las líneas coating para disminuir las fallas prematuras de rodamientos en los rodillos, prolongar la vida de la máquina todo este fin con hacer más eficientes la lubricación para la obtención el mayor rendimiento de la maquina asimismo ayudando a la mejora de eficiencia productiva” (Arango, 2015).

- B. “Serrano, M. (2006) en su trabajo de investigación presentado con título automatización y centralización del sistema de engrase de la central hidroeléctrica de Huinco para la universidad nacional de ingeniería describe como objetivo principal es reemplazar el método tradicional de engrase de los componentes mecánicos de la central hidroeléctrica por un sistema centralizado con el único fin de optimizar esta operación y a su vez limar la posibilidad de contaminación del efluente que genera dicha central” (Serrano, 2006).
- C. “Guerra, J. (2014) en su trabajo de investigación presentado con título Plan de lubricación para mejorar la disponibilidad de las maquinarias pesadas para la universidad del centro del Perú describe que las maquinarias pesadas de la empresa IICSA presentaban baja disponibilidad durante su operación debido a un plan de lubricación inadecuado en tal sentido para la solución de la baja disponibilidad realizo un nuevo plan en formatos Excel para los seguimientos de análisis y cartillas para el engrase logrando aumentar la disponibilidad en un 24.6%” (Guerra, 2014).

2.1.2 Antecedentes Internacionales

- A. “Alzate, A. (2009) en su trabajo de investigación presentado con título Rediseño de un sistema de lubricación centralizada una línea de transporte de botellas en una empresa de bebidas para la universidad Eafit Medellín, descubre la necesidad latente de optimizar el proceso de lubricación debido al desperdicio del lubricante y de los recursos utilizados para este fin se estaban utilizando inapropiadamente” (Álzate, 2009).
- B. “Hoyos, A. (2008) en su trabajo de investigación presentado con título Diseño de un sistema automático de lubricación para el grupo de arrastre y la mesa de oscilaciones para la máquina de calado para la universidad autónoma de occidente Santiago de Cali, planteo la necesidad de instalar un sistema de lubricación automático con el fin de garantizar que el sistema siempre contara con la lubricación necesaria para su buen funcionamiento, reduciendo de forma eficaz el rápido desgaste que estas piezas móviles sufren debido a su constante trabajo y la alta contaminación” (Hoyos, 2008).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Definición de Lubricación.

“La finalidad principal de la lubricación es reducir la fricción y el desgaste en el interior de los rodamientos que podrían causar fallos prematuros. Es necesario conocer cuáles son las condiciones que rigen la interacción de las superficies a un nivel microscópico, para poder comprender adecuadamente cuál es el papel de la lubricación en el

movimiento de los cuerpos con respecto a otros. Cualquier cuerpo sólido, no importando de qué material esté compuesto, presenta una superficie que a primera vista puede parecer uniforme. Sin embargo, al observar esta superficie con más detenimiento, llegando incluso a observarla por medio de un microscopio (ya sea normal o electrónico), se llega a apreciar que distan mucho de ser uniformes. En realidad, las superficies sólidas presentan un acabado bastante irregular, con crestas que sobresalen del material y depresiones por entre estas crestas. A estas crestas y depresiones, también se les conoce como picos y valles respectivamente” (Arango, 2015).

Asimismo, podemos aclarar “que La lubricación constituye una función importante dentro del mantenimiento que soporta el proceso productivo. Prácticamente todos los componentes mecánicos de máquinas que están en movimiento ruedan o deslizan sobre otras superficies. Si estas superficies no están adecuadamente lubricadas pueden desgastarse con rapidez y consumir una gran cantidad de energía para el movimiento. En el funcionamiento de equipos, muchas deficiencias de funcionamiento, excesos en costes de reparación y tiempos de parada son debidos a una lubricación inadecuada” (Castro, 2108).

2.2.2 Función de los lubricantes.

Las aplicaciones de los lubricantes ya sea en la industria y minería, pueden tener diferentes usos, para cumplir objetivos diferenciados y diferentes funciones básicas; que a continuación se detalla.

- **“La reducción de la fricción.** Se realiza manteniendo una película de lubricante entre las superficies que se mueven una con respecto de la otra, previniendo que entren en contacto y causen un daño superficial” (El Comercio, 2016).
- **“Función de enfriamiento.** En la parte de la fricción siempre se produce calor, y sobre todo es más cuando es entre metálicos. Por eso es necesario la absorción del calor y emitirlo fuera, caso contrario ocurren rupturas o modificaciones en el sistema, para lo cual hace falta lubricantes” (S-OIL SEVEN, 2017).
- **“Dispersión de peso.** En caso de contacto como dentada o palier, el contacto es de punto o línea, por eso si viene un peso muy grave en un instante, hay peligro de que se rompa o de que se pegue entre facilidades, la capa lubricante dispersa el peso por lo cual protege el sistema desde un peso grande” (S-OIL SEVEN, 2017).
- **Función Limpieza.** En todo el sistema móviles puede haber sedimentos del lubricante mismo por el calor sobre todo en caso de una facilidad de combustión interna, se produce mucho hollín, el lubricante empleado funciona como un jabón que limpia y arrastra estos artículos innecesarios.
- **“Control de corrosión.** En el metal siempre se produce oxido naturalmente si está expuesto a largo plazo al aire y agua, pero si la capa de aceite protege la superficie de metal, extingue la producción de oxido y es posible que el tiempo de uso del sistema se alargue” (S-OIL SEVEN, 2017).

2.2.3 Tipos de lubricantes.

Los tipos de lubricantes existentes, dependen de su composición y presentación, podemos mencionar:

“**Líquido.** De base (origen) mineral o vegetal. Son necesarios para la lubricación hidrodinámica y son usados comúnmente en la industria, motores y como lubricantes de perforación” (Wikipedia, 2016).

“**Semisólidos.** Son las denominadas "Grasas". Su composición puede ser mineral, vegetal y frecuentemente son combinadas con muchos tipos de lubricantes sólidos como el Grafito, Molibdeno o Litio” (Wikipedia, 2016).

“**Sólidos.** Es un tipo de material que ofrece mínima resistencia molecular interna por lo que por su composición ofrece óptimas condiciones de lubricación sin necesidad de un aporte lubricante líquido o semisólido. El más común es el Grafito, aunque la industria está avanzando en investigación en materiales de origen metálico” (Wikipedia, 2016).

“**Mineral,** Son los aceites provenientes del refinado del petróleo” (Wikipedia, 2016).

“**Sintéticos,** son creados de forma sintética y no tienen origen natural. Tienen mayor resistencia térmica y mejores propiedades anti-desgaste” (Wikipedia, 2016).

“**Semi-sintético**, es una mezcla de ambos aceites el cual le da propiedades diferentes a las que poseen cada uno como individual” (Wikipedia, 2016).

1.- “**Hidrocrack**. Es una base sintética de procedencia orgánica que se obtiene de la hidrogenización de la base mineral mediante el proceso de hidrocracking. Es el lubricante sintético más utilizado por las compañías petroleras debido a su bajo costo en referencia a otras bases sintéticas y a su excedente de base mineral procedente de la destilación del crudo para la obtención de combustibles fósiles” (Wikipedia, 2016).

2.- “**PAO**. Es una base sintética de procedencia orgánica pero más elaborada que el hidrocrack, que añade un compuesto químico a nivel molecular denominado Poli-Alfaolefinas que le confieren una elevada resistencia a la temperatura y muy poca volatilidad (evaporación)” (Wikipedia, 2016).

3.- “**PIB**. Es una base sintética creada para la eliminación de humo en el lubricante por mezcla en motores de 2 tiempos. Se denomina Poli-isobutileno” (Wikipedia, 2016).

4.- “**ESTER**. Es una base sintética que no deriva del petróleo sino de la reacción de un ácido graso con un alcohol. Es la base sintética más costosa de elaborar porque en su fabricación por corte natural se rechazan 2 de cada 5 producciones. Se usa principalmente en aeronáutica donde sus propiedades de resistencia a la temperatura extrema que comprenden desde $-68\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+325\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la polaridad que permite al lubricante adherirse a las partes metálicas debido a que en su generación adquiere carga electromagnética,

hacen de esta base la reina de las bases en cuanto a lubricantes líquidos. El ester es comúnmente empleado en lubricantes de automoción en competición” (Wikipedia, 2016).

“La base de un lubricante por sí sola no ofrece toda la protección que necesita un motor o componente industrial, por lo que en la fabricación del lubricante se añade un compuesto determinado de aditivos atendiendo a las necesidades del fabricante del motor (Homologación o Nivel autorizado) o al uso al que va a ser destinado el lubricante en cuestión. Los aditivos usados en el lubricante son: **Antioxidantes:** Retrasan el envejecimiento prematuro del lubricante. **Anti-desgaste Extrema Presión (EP):** Forman una fina película en las paredes a lubricar. Se emplean mucho en lubricación por barboteo (Cajas de cambio y diferenciales). **Antiespumantes:** Evitan la oxigenación del lubricante por cavitación reduciendo la tensión superficial y así impiden la formación de burbujas que llevarían aire al circuito de lubricación. **Anti herrumbre:** Evita la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de vapor de agua. **Detergentes:** Son los encargados de arrancar los depósitos de suciedad fruto de la combustión. **Dispersantes:** Son los encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o cárter del motor. **Espesantes:** Es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumentan de tamaño aumentando la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación. **Diluyentes:** Es un aditivo que reduce los microcristales de cera para que fluya el lubricante a bajas temperaturas” (Wikipedia, 2016).

2.2.4 Las grasas y sus propiedades.

“Las grasas lubricantes pueden definirse como sólidos o semifluidos resultados de la dispersión de un agente espesante en un líquido lubricante. En tanto que no pueden decirse exactamente líquidos o sólidos, se identifican como sólidos plásticos con propiedades viscoelásticas. Contienen del 65 al 95% en peso de aceite lubricante, del 5 al 35% de espesante y del 0 al 10% de aditivos (líquidos y/o sólidos). Dependiendo de la cantidad de sólidos, el producto resultante se clasifica como grasa (< 10% sólidos), grasa-pasta (del 10 al 40% de sólidos) y pasta (>40 % sólidos), generalmente clasificadas a partir de su grado de fluidez y/o consistencia, las grasas lubricantes también se agrupan en función de sus componentes mayoritarios. Por ello, se habla de grasas minerales, sintéticas y totalmente sintéticas, en función de si están basadas en aceite mineral, en aceite sintético y en aceite sintético y espesante sintético, respectivamente” (Cuadrado, 2013).

“También Se llama grasa a un producto sólido, de consistencia pastosa, se utiliza en la lubricación de aquellos elementos industriales en que dicha operación no puede efectuarse con un aceite lubricante, bien por su situación a la que no se puede acceder una vez montado, o bien porque no convienen goteos, o por realizar el trabajo en ambientes polvorientos” (Wikipedia, 2016).

“De igual forma El agente espesante y el fluido lubricante deben unirse en íntima dispersión y a continuación los aditivos. La elaboración de una grasa se hace, en líneas generales, calentando en una caldera el

agente espesante hasta su temperatura de fusión y añadiendo lentamente a partir de este momento el fluido lubricante en pequeñas dosis y sin dejar que la temperatura descienda” (Arango, 2015).

“Asimismo como fluidos lubricantes se pueden emplear, y de hecho se emplean generalmente, aceites derivados del petróleo y en otros casos, compuestos orgánicos para aplicaciones Particulares” (Arango, 2015).

2.2.5 Clasificación de las grasas.

“Generalmente clasificadas a partir de su grado de fluidez y/o consistencia, las grasas lubricantes también se agrupan en función de sus componentes mayoritarios. Por ello, se habla de grasas minerales, sintéticas y totalmente sintéticas, en función de si están basadas en aceite mineral, en aceite sintético y en aceite sintético y espesante sintético, respectivamente. Una grasa lubricante es un material semifluido formado por un agente espesante, un aceite base y, normalmente, una serie de aditivos. La naturaleza y porcentajes de los componentes de la grasa dependen mucho de las aplicaciones para las cuales va a estar destinada” (Cabello, 2013).

“Las ventajas más relevantes, derivadas del uso de una grasa lubricante en comparación con un aceite, son las siguientes: Mayor adherencia a superficies, Mejor capacidad de sellado y aislamiento del medio. Excelente protección contra el desgaste. Superior lubricación frente a altas cargas y bajas velocidades. Superior protección contra la corrosión. Más amplio rango de temperaturas de operación. Más efectiva absorción

de ruido y vibraciones. Menor migración del punto de lubricación” (Cabello. 2013).

“Las formulaciones de grasas son una mezcla de tres componentes básicos; Aceite Base, Espesante y Aditivos. Las proporciones de estos componentes generalmente se clasifican de la siguiente manera: Aceite de Base 70% - 95%, Espesante 3% - 30%, Aditivos <1% - 10%” (E Source, 2015).

“**La viscosidad** del aceite base juega un papel importante para determinar en qué aplicaciones la grasa será útil. La viscosidad del aceite base debe cumplir los requisitos de espesor de la película para el componente que se esté lubricando. El aceite base puede ser un aceite mineral refinado, aceite sintético o una combinación de ambos. La viscosidad del aceite base en grasas utilizadas para lubricar los rodamientos generalmente oscilan entre 15 cSt (ISO VG 15) a 500 cSt (ISO VG 460) a 40 ° C. La viscosidad del aceite base utilizado en la formulación de la grasa está determinada por la temperatura máxima, la velocidad y la carga del rodamiento. Los espesantes comúnmente derivan de un jabón metálico, de los cuales hay una gran variedad; litio, calcio, bario, sodio, etc. espesantes de jabones complejos se derivan de la adición de un ácido orgánico como agente complejante para proporcionar una mayor resistencia a la temperatura. Espesantes no jabonosos también se utilizan comúnmente en formulaciones de grasa, tales como arcilla de bentonita o poliuria, proporcionando una excelente estabilidad a alta temperatura, resistencia al agua y estabilidad al cizallamiento. El tipo de espesante determinará la capacidad de la grasa para resistir el lavado con

agua cuando el agua está presente. Cuando la viscosidad del aceite base es el determinante principal de la selección de la aplicación de la grasa, los tipos de grasa se clasifican principalmente por el tipo de espesante. Espesor de Grasas o consistencia se clasifica principalmente por el grado NLGI. La NLGI o Instituto Nacional de Grasas Lubrificantes tiene una escala establecida para la consistencia de grasas basado en la norma ASTM D217 para el rango de penetración Trabajada. Consistencias de la grasa puede oscilar entre un grado de 000 a un grado 6, en donde 000 es la consistencia más fina y 6 es la consistencia más gruesa. El grado NLGI más común es el número 2; sin embargo, los grados más bajos también se utilizan comúnmente en entornos operativos más fríos y donde la bombeabilidad de la grasa es motivo de preocupación. La Viscosidad del aceite base no juega ningún papel en el grado de la consistencia de la grasa. La consistencia se determina por la relación del agente espesante al contenido de aceite base. Los aditivos se utilizan para mejorar las propiedades útiles, tales como inhibidores de antioxidantes, óxido y corrosión, propiedades de presión extrema, agentes anti-desgaste y de reducción de fricción. Lubricantes especiales para disminuir la fricción pueden ser suspendidos en grasa, realizando sin una reacción química lo que otros aditivos requieren” (E Source, 2015).

2.2.5.1. Según el grado de consistencia.

“Para entender los datos técnicos que nos permitan seleccionar la grasa adecuada, se precisan ciertos conocimientos básicos. Consistencia. Medida de la rigidez de una grasa. Si tiene la consistencia adecuada, la grasa permanecerá en el rodamiento

sin generar demasiada fricción. Se clasifica según una escala creada por el NLGI (Instituto Nacional de Grasas Lubricantes). Cuanto más blanda sea la grasa, menor será el número. La grasa para rodamientos suele ser NLGI 1, 2 o 3. La prueba mide la profundidad a la que cae un cono en una muestra de grasa en décimas de mm, tal como se muestra en el Cuadro 2” (Sistema de engrase y lubricación, 2017).

Cuadro 2. Tipos de grasa según su resistencia.

Grado NGLI	Penetración a 25°C (mm)	Aplicaciones
000 (líquida)	445-475	Engranajes
00 (líquida)	400-430	Engranajes
0 (semifluída)	355-385	Cojinetes. Sistemas centralizadas
1 (semifluída)	310-340	Cojinetes. Sistemas centralizadas
2 (blanda)	265-295	Cojinetes
3 (regular)	220-250	Cojinetes
4 (semidura)	175-205	Cojinetes lisos. Grasa en briquetas
5 (dura)	130-160	Cojinetes. Grasa en briquetas
6 (extra-dura)	85-115	Cojinetes. Grasa en briquetas

Tabla 6. Grados de consistencia de una grasa según ASTM D 217

Fuente. Manual SKF.

2.2.5.2. Según C.A.M.P.S.A.

“El organismo oficial que rige la industria de los productos lubricantes CAMPSA. (Compañía Administradora del Monopolio del Petróleo Sociedad Anónima) ha unificado las grasas en una serie de grupos numerados de 0 a 17, clasificándolas según la base metálica del jabón empleado y, en consecuencia, de la aplicación que se les puede dar. En esta clasificación se dan una serie de características que definen cada uno de estos grupos y a las cuales se han de ajustar estrictamente

los fabricantes a los que este organismo - C.A.M.P.S.A.- ha concedido licencia de elaboración de grasas. Esta gama de grasas es suficientemente amplia para cubrir las necesidades de los usuarios de este tipo de productos lubricantes, si bien quedan algunas lagunas que cubrir, sobre en la industria automatizada, de energía nuclear, aviación, etc.; sin embargo, esta cuestión no constituye un gran problema puesto que C.A.M.P.S.A. expide licencias de importaciones de productos extranjeros que satisfacen ampliamente las necesidades de la industria moderna” (Arango,2015).

Funciones principales de la grasa lubricante.

“Según (Arango, 2015) las funciones principales son: Lubricar, sellar para minimizar las fugas, manteniendo los contaminantes, simplificación de aplicaciones de lubricación para algunos componentes, conservar los contaminantes de partículas en suspensión, mejora rendimiento de parada/arranque” (Arango, 2015).

Ventajas de la grasa lubricante.

“(Arango, 2015) dice que las ventajas más relevantes, derivadas del uso de una grasa lubricante en comparación con un aceite, son las siguientes: Mayor adherencia a superficies. Mejor capacidad de sellado y aislamiento del medio. Excelente protección contra el desgaste. Superior lubricación frente a altas cargas y bajas velocidades. Superior protección contra la

corrosión. Más amplio rango de temperaturas de operación. Más efectiva absorción de ruido y vibraciones. Menor migración del punto de lubricación” (Arango, 2015).

Elección de las Grasas.

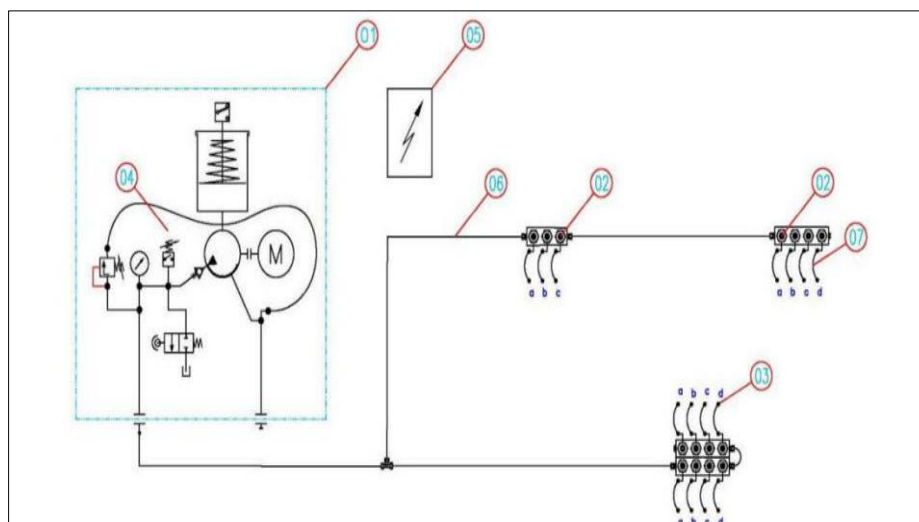
“A continuación, citaremos las reglas para elegir la grasa apropiada en el caso de que el problema de lubricación presentado al técnico se pueda, y se deba, resolver con una grasa. Las grasas que tengan como base un jabón de calcio debe aplicarse en los cojinetes lisos y en los elementos de las bombas de agua. Las grasas que tengan por base un jabón de sodio deben utilizarse en los cojinetes de bolas y rodillos y en los tipos de engranajes que van encerrados bajo cárter. Las grasas que tengan como base un jabón de aluminio, deben emplearse en los elementos de chasis de automóviles y materiales de construcción. Las grasas que tengan como base un jabón de Litio tiene aplicaciones en el campo del engrase general, siempre que se requiera una grasa de buena calidad. Las grasas que tengan como base un jabón de Bario o de Estroncio deben emplearse en todos aquellos elementos a lubricar de uso general cuando las exigencias no sean excesivas. Las grasas que como base la bentonita debe utilizarse en elementos que, por cualquier motivo, trabajen a elevada temperatura. Las grasas que tengan como base Sílice coloidal (gel) deben utilizarse igualmente cuando los elementos a lubricar estén sometidos a elevadas temperaturas de Trabajo” (Arango, 2015).

2.2.6 Sistema de Lubricación Centralizado.

“Se denomina engrase centralizado a los distintos métodos de distribuir la grasa por las piezas de una máquina, este sistema es el más conocido y el encargado de mantener lubricadas todas las partes móviles de una maquina formando una fina película o capa de grasa entre dos piezas que producen fricción o rozamiento para que no se produzcan un desgaste excesivo entre las piezas con el contacto entre metal” (SKF, 2013).

“Asimismo, un sistema de engrase centralizado nos permite **optimizar los tiempos de funcionamiento y las cantidades de lubricante**. Podemos lubricar más frecuentemente y con cantidades más ajustadas, que realizando ese mismo engrase de forma manual. Al reducir la frecuencia de engrase aseguramos que la película de lubricante sea lo más uniforme posible” (SKF, 2013).

“También el engrase centralizado aporta la garantía de un engrase eficaz gracias a frecuencias y cantidades de lubricante precisas también permite optimizar la vida útil de los equipos, reducir las paradas de las máquinas y controlar los consumos de los lubricantes tal como muestra en la Figura 1” (SKF, 2013).



Fuente Manual SKF.

Figura 1. Esquema básico de un sistema de engrase centralizado.

“Arango, afirma que un sistema de lubricación es el método por el cual se hace llegar el lubricante hacia las superficies que se desea lubricar. De esto puede verse que puede existir una gran cantidad de sistemas de lubricación. Sin embargo, ya que se desea referir a los sistemas de lubricación centralizados, se dirá que son aquellos en los cuales desde un solo punto es posible hacer llegar lubricante a varios componentes diferentes. Para poder realizar esto, usualmente existe algún depósito de lubricante desde el cual por algún medio es impulsado el mismo a través de tuberías o conductos, medido y entregado en los componentes” (Arango, 2015).

“Es importante hacer notar que es posible tener un sistema centralizado sumamente simple, como por ejemplo un bloque de graseras conectadas con tuberías a diferentes componentes, en las cuales es aplicada cierta cantidad de grasa por una persona utilizando una engrasadora manual. En este caso, el depósito y el sistema de bombeo de lubricante son la engrasadora, el lubricante es medido a través de la

cantidad de bombazos que son aplicados por la persona y es entregado a los componentes a través de las tuberías existentes. Esto cumpliría con ser un sistema centralizado” (Arango, 2015).

“En la actualidad una gran cantidad de sistemas centralizados, ya sea manuales o automáticos. Afortunadamente es posible, gracias a las características de funcionamiento de cada uno, agruparlos en diferentes tipos” (Arango, 2015).

Ventajas de un sistema de engrase centralizado según (Arango, 2015).

- Reducción de desgaste (aumento de vida útil por el factor 4)
- Reducción de fricción.
- Reducción de tiempo de parada de maquinarias (costes de oportunidad)
- Reducción de costos de mantenimiento y reparaciones
- Reducción de consumos de carga (80 – 90%)
- Intervalo de mantenimiento más amplios.

Veneficios de un engrase centralizado según (Arango, 2015).

- Reducción de los costes operativos.
- Mayor seguridad en operación.

Según (Arango, 2015) el sistema centralizado de lubricación provee:

- Lubricante adecuado.
- En el punto adecuado.

- En el tiempo adecuado.
- En la cantidad adecuada.
- Con la limpieza adecuada.

Razones porque utilizar un sistema centralizado según (Arango, 2015):

- Reduce el tiempo de parada de la máquina.
- Reduce las horas hombre
- Reduce las frecuencias de reparaciones programadas.
- Reduce la contaminación del lubricante.
- Reduce el consumo de energía.

2.2.7 Tipos de engrase centralizados.

“**Engrase línea doble.** Los sistemas de **engrase centralizado** de doble línea están destinados a instalaciones o materiales que incluyan un gran número de puntos de engrase y/o de larga distancia. El principio de funcionamiento del sistema de doble línea es el aumento en presión sucesiva de cada una de las líneas de engrase para hacer bascular el dosificador y, de este modo, enviar el lubricante hacia el punto de engrase. Permite una dosificación diferente en los puntos según las necesidades de la instalación. Por lo general, estos sistemas de engrase se encuentran en las industrias pesadas del tipo azucarera, siderurgia, agroalimentaria y minas” (Moliday, 2016).

“**Engrase progresivo.** Los sistemas de engrase progresivo están destinados a instalaciones de pequeñas o medianas dimensiones que

pueden incluir un número más o menos importante de puntos de engrase. El principio de funcionamiento es la distribución del lubricante de forma progresiva hacia los puntos de engrase, mientras que el distribuidor es alimentado con lubricante. Permite una dosificación diferente en los distintos puntos según las necesidades de la instalación. La principal ventaja es económica, ya que permite un número importante de puntos de engrase por un presupuesto razonable. Por lo general, estos sistemas de engrase se encuentran en las industrias de envasado o alimentarias (máquinas especiales)” (Moliday, 2016).

“**Engrase simple.** Los sistemas de engrase de línea simple están destinados a pequeñas instalaciones de lubricación, en máquinas que pueden incluir un número más o menos importante de puntos de engrase. El principio de funcionamiento es la distribución del lubricante hacia los puntos de engrase después de un cebado de los dosificadores por el lubricante. Permite una dosificación diferente en los distintos puntos según las necesidades de la instalación. La principal ventaja es económica, ya que permite un número importante de puntos de engrase por un presupuesto razonable. Por lo general, estos sistemas de **engrase centralizado** se encuentran en las máquinas denominadas máquinas especiales etc.” (Moliday, 2016).

La investigación siguiente nos centraremos únicamente en el sistema de línea doble con bomba neumática.

2.2.8 Bombas de grasa.

“Son aquellas que utilizan la energía almacenada en el aire comprimido para funcionar. Comúnmente constan de un cilindro neumático acoplado a un mecanismo recíprocante de bombeo que es el que hace contacto con el lubricante y le aplica presión al mismo” (Arango, 2015).

En el Cuadro 3, muestra las características de una bomba de grasa neumática.

Cuadro 3 Característica de una bomba neumática.

BOMBA	CARACTERISTICAS	U. M.
Bomba Neumatica	Ratio de presion	1:55
	presion de entrada	4-6 bar
	presion max. Entrada	8 bar
	caudal de entrega	520 gr/min (8bar)
	presion de trabajo	220-230 bar
	presion maximo de trabajo	440 bar
	conexcion de entrada	1/4 H

Fuente. (Manual Penumato 55)

2.2.9 Válvulas de grasa.

“Las válvulas progresivas dividen una cantidad de lubricante, suministrado por una bomba, a sus distintas salidas estableciendo una relación volumétrica entre las salidas. Las diferentes dosificaciones por salida se consiguen gracias a la existencia de distintos diámetros de pistón y/o la unión de dos o más salidas a través de puentes. Las cantidades de lubricante indicadas son el resultado del diámetro del pistón y el desplazamiento del mismo” (Lincol, 2016).

“Los distribuidores de línea doble se utilizan en sistemas de lubricación centralizada de línea doble para grasas de hasta grado NLGI 3, así como para aceite conforme a la norma ISO VG con una viscosidad de funcionamiento mínima de 50 mm²/s. Pérdidas de presión reducidas gracias a que el gran diámetro interior de los distribuidores permite combinar varios distribuidores en serie” (Lincol, 2016).

- Ajustes progresivos de dosificación.
- Diseño compacto.
- Fácil unión de salidas (se duplica el volumen de dosificación).
- Los distribuidores de línea doble pueden equiparse con detectores de pistón para una monitorización eléctrica.
- Número de salidas entre 1 y 8.
- Alta fiabilidad de lubricación de los distribuidores debido a una presión de funcionamiento máxima de 400 bar.
- Disponible en versión de acero inoxidable, con tornillo dosificador ajustable o fijo, y con tapas de protección de aluminio o acero inoxidable en lugar de plástico.
- Intercambiable con distribuidores de línea doble de otros fabricantes, así como se muestra en la Figura 2.



Fuente. Manual Lincol.

Figura 2 Tipos de válvula de grasa.

El Cuadro 4, nos muestra la referencia de válvulas de grasa según número de salidas y tipo de conexión de roscas.

Cuadro 4 Tipos de válvula según número de salidas.

REFERENCIA	SALIDAS MAXIMAS	CAUDAL DE SALIDA POR EMBOLADA	ROSCA DE ENTRADA	ROSCA DE SALIDA
546-101-015	2	0-5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-201-015	4	0-5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-301-015	6	0-5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-401-015	8	0-5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-101-011	2	0-1.5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-201-011	4	0-1.5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-301-011	6	0-1.5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-401-011	8	0-1.5 CC	G 3/8"	G 1/4"
546-101-004	2	0-0.5	G 3/8"	G 1/4"

Fuente. Manual Vigo.

2.2.10 Conexiones, adaptadores y accesorios.

“Los conectores y adaptadores de tubos Quickline conectan las válvulas de dosificación y los tubos flexibles de lubricación. Los adaptadores de salida con válvulas de retención se usan en sistemas automatizados, mientras que los modelos sin válvula de retención se usan en sistemas manuales - llamados juegos de un solo punto—donde una válvula divisora conectada a varios puntos de lubricación es alimentada con una pistola de lubricación” (Lincol, 2016).

En el Cuadro 5, mostramos la clasificación de válvulas de grasa según número de salidas.

Cuadro 5 Clasificación de conectores y adaptadores del tubo quicklink.

Nº DE MODELO	DESCRIPCION
244047	Tubo de 1/4" x conexion recta macho 1/8" NPT
244048	Tubo de 1/4" x conexion 90° recta macho 1/8" NPT
243699	Tubo de 1/4" x conexion 90° articulada recta macho 1/8" NPT
244054	Tubo de 1/4" x conexion 90° macho 1/4" NPT - 28
244055	Tubo de 1/4" x conexion recta macho 1/4" NPT - 28
244056	Tubo de 1/4" x conexion macho 6mm
244057	Tubo de 1/4" x conexion recta macho 6mm
244050	Tubo de 1/4" x junta de enmienda de tubo 1/4"

Fuente. Manual Lincol.

2.2.11 Disponibilidad Mecánica.

Indicadores de gestión.

“Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser

comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomen acciones correctivas o preventivas según el caso. Los indicadores más usados en las empresas de clase mundial para el control de la gestión del mantenimiento de equipos pesados son los siguientes” (Jaramillo, 2015).

- MTTR (Mean Time To Repair) o TMPR (Tiempo Medio Para Reparar).
- MA (Mechanical Availability) o DM (Disponibilidad Mecánica).
- MU (Machine Utilization) o UM (Utilización de Máquina).
- MTBF (Mean Time Between Failures) o TMEF (Tiempo Medio Entre Fallas).
- MTBFS (Mean Time Between Failures Shutdowns) o TMEPF (Tiempo Medio Entre Paradas por Fallas).
- R (Reliability) o C (Confiabilidad).

Para nuestro caso de investigación solo no basaremos a la disponibilidad mecánica (operativa).

“Sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el N.º de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el N.º de horas totales de un periodo, así como muestra en la ecuación siguiente” (Reporte Industrial, 2016).

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

“El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de: - la facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento - La capacitación profesional de quien hace la intervención - De las características de la organización y la planificación del mantenimiento” (Reporte Industrial, 2016).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

“**Componentes.** es aquello que forma parte de la composición de un todo. Se trata de elementos que, a través de algún tipo de asociación o contigüidad, dan lugar a un conjunto uniforme” (Wikipedia, 2014).

“**Desgaste.** En ciencia de materiales, el desgaste es la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie. Está relacionado con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica.¹ La necesidad de una acción mecánica, en forma de contacto debido a un movimiento relativo, es una distinción importante entre desgaste mecánico y cualquier otro proceso con similares resultados” (SKF, 2016).

“**Disponibilidad.** Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad” (Wikipedia, 2014).

“**Engrase.** Operación periódica requerida por ciertos órganos del sistema, que tiene la finalidad de reducir el rozamiento y, por consiguiente, el desgaste de las superficies en contacto” (Wikipedia, 2013).

“**Jumbo hidráulico.** El equipo de perforación del jumbo está compuesto por un conjunto de martillos perforadores montados sobre brazos articulados de

accionamiento hidráulico para la ejecución de los trabajos de perforación por el frente. El chasis sobre el que se montan los brazos puede ser automotor o remolcable. Este equipo se emplea para practicar agujeros para introducir la carga de explosivos para excavar un túnel” (Sandvik, 2015).

“**Perforación.** Es la realización de agujero para atravesar una superficie en parte o en su totalidad, empleando un instrumento o una máquina” (Wikipedia, 2014).

“**Programa de mantenimiento.** es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas” (Wikipedia, 2014).

“**Sistema.** Un sistema material, sistema concreto o sistema real es una cosa compuesta por dos o más cosas relacionadas, que posee propiedades que no poseen sus componentes, llamadas propiedades emergentes” (Wikipedia, 2012).

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

3.1.1 Confiabilidad del Instrumento

Para valorar la confiabilidad del instrumento empleado en la investigación, se aplicó el método de mitades partidas, cuyo análisis se ha verificado con el software SPSS Statistics versión 22, apreciamos en la Tabla 1, la distribución general correspondiente a los datos pares.

Tabla 1. Distribución general correspondiente a los datos pares.

Familia Equipo	Par	Disponibilidad antes del proyecto (%)	Disponibilidad Despues del proyecto (%)	Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	Horas de parada por MP despues (Hr/mes)	Horas operativas antes (Hr/mes)	Horas operativas Despues (Hr/mes)
Jumbos	2	79.84%	92.36%	124.98	59.34	495.92	560.66
Jumbos	4	79.43%	91.20%	127.57	64.43	492.44	555.57
Jumbos	6	78.24%	90.28%	134.90	56.70	485.10	563.30
Jumbos	8	79.73%	89.58%	125.65	60.47	494.35	559.03
Jumbos	10	80.92%	90.28%	123.26	52.67	496.74	568.33
Jumbos	12	80.60%	90.97%	120.25	54.34	499.95	565.66

Fuente. Elaboración propia.

Posteriormente, en la Tabla 2, la distribución general correspondiente a los datos impares.

Tabla 2. Distribución general correspondiente a los datos impares.

Familia Equipo	Impar	Disponibilidad antes del proyecto (%)	Disponibilidad Despues del proyecto (%)	Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	Horas de parada por MP despues (Hr/mes)	Horas operativas antes (Hr/mes)	Horas operativas Despues (Hr/mes)
Jumbos	1	79.44%	89.49%	127.48	53.91	492.52	566.09
Jumbos	3	76.66%	90.51%	137.19	62.09	480.98	557.91
Jumbos	5	79.50%	92.59%	127.11	60.36	492.89	559.64
Jumbos	7	79.07%	89.35%	129.79	60.77	490.21	559.24
Jumbos	9	79.62%	88.89%	126.38	58.79	493.62	561.21
Jumbos	11	79.10%	88.89%	129.56	52.46	490.64	567.54

Fuente. Elaboración Propia.

Después del análisis correspondiente con el software SPSS Statistics 22 apreciamos en la Tabla 3, comprobamos la confiabilidad de la data de la presente investigación, medida a través del Método de Mitades Partidas, obteniéndose una confiabilidad de 0.840.

Tabla 3. Estadística de fiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad	
	Valor .477
Parte 1	N de elementos 3 ^a
	Valor ,332 ^b
Parte 2	N de elementos 3 ^c
	N total de elementos 6
Correlación entre formularios	.974
Longitud igual	,923 ^d
Longitud desigual	,987 ^d
Coefficiente de dos mitades	0.840

Fuente. Elaboración Propia.

El resultado de la confiabilidad es de 0.840, el cual fue hallado con el software SPSS Statistics versión 22, inmediatamente después a través de la Figura 3, interpretamos dicho coeficiente donde, el valor incurre en una confiabilidad Muy Alta, por ubicarse en el rango de 0,81 a 1,00.

RANGOS	MAGNITUD
0,81 A 1,00	Muy Alta
0,61 A 0,80	Alta
0,41 A 0,60	Moderada
0,21 A 0,40	Baja
0,01 A 0,20	Muy Baja

Fuente: Ruiz (2002)

Figura 3 Interpretación del coeficiente de confiabilidad

3.1.2 Validación del instrumento

El instrumento que hemos utilizado para la recolección de datos es la **Matriz de Análisis de datos**, matriz obtenida de los datos recopilados de los equipos jumbo RB282 – JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. - 2018, investigación realizada de mayo 2017 a junio del 2018. Dicha información ha sido validada por el Jefe del Área de Mantenimiento y Planeamiento, según se observa en el Anexo K.

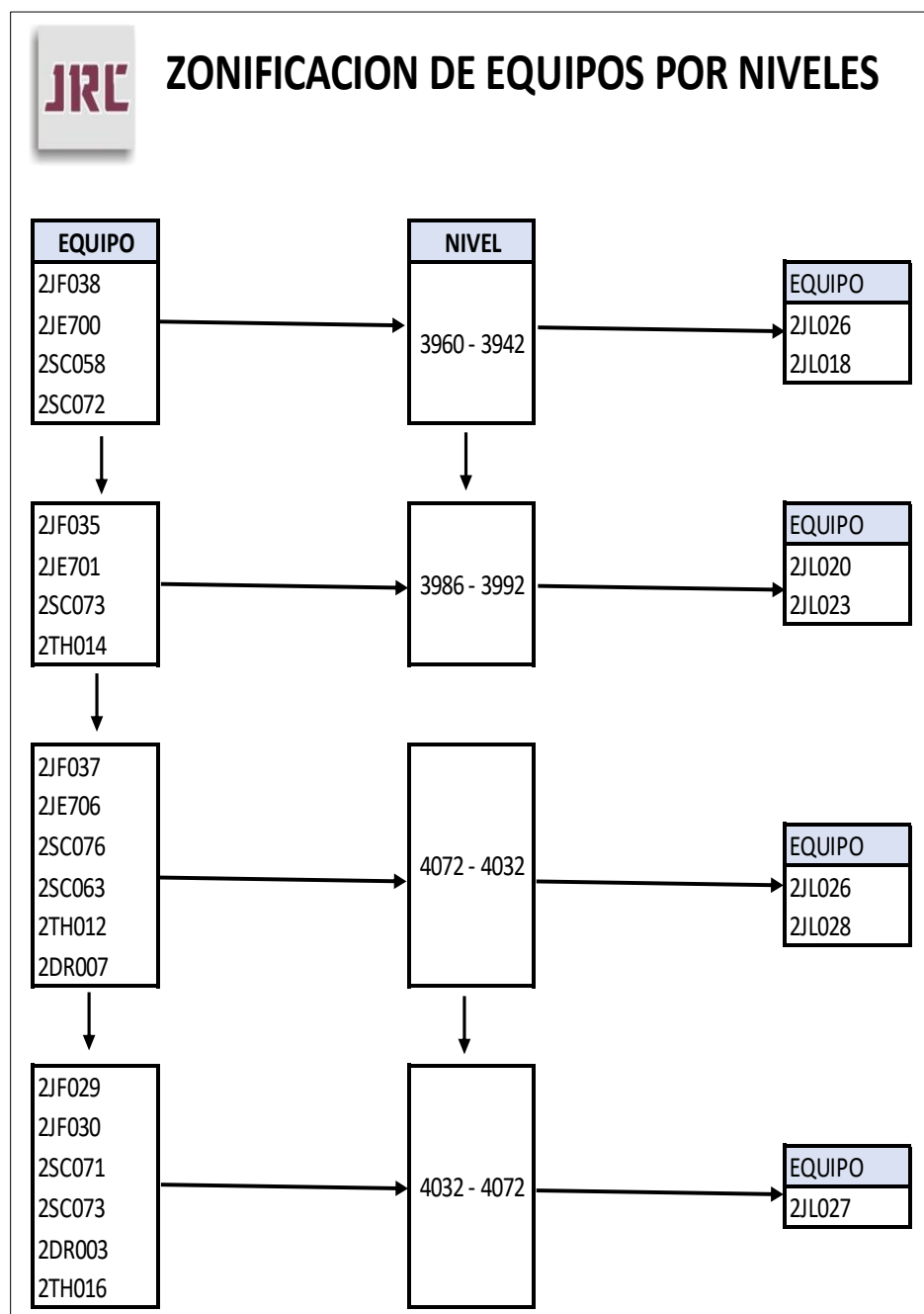
3.2 ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

3.2.1 Distribución, programación y proceso de engrase antes del proyecto.

Distribución de los equipos jumbos.

La distribución de toda la flota de equipos, incluido los jumbos los realizaba la aparte operativa de la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., tal como se muestra en la Figura 4, donde se puede apreciar que

la distribución de los equipos jumbos se encuentra en completa dispersión, en los diferentes niveles y condiciones de la mina.

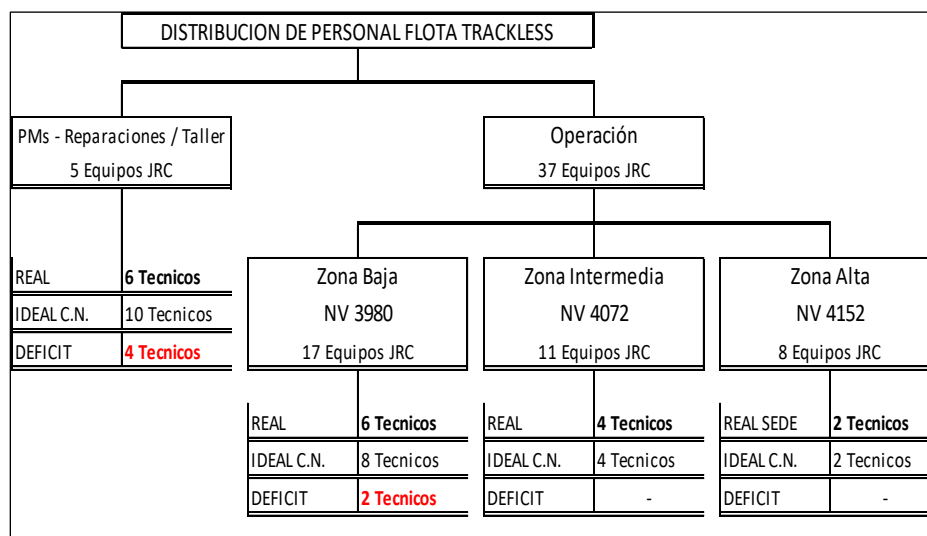


Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Figura 4. Distribución de equipos por niveles.

Realizada la distribución de los equipos por la parte operativa, el área de mantenimiento realizaba la distribución del personal técnico para la

inspección y engrase de dichos equipos, por niveles tal como se muestra en la Figura 5.



Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Figura 5 Distribución de equipo y personal por niveles.

Programación de engrase para el equipo antes del proyecto.

De acuerdo a la distribución de los equipos y los técnicos encargados por niveles el área de mantenimiento (planeamiento) realizaba la programación de engrase de toda la flota de los equipos incluido los jumbos, pertenecientes a la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., así como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Programa de engrase flota jumbos.

1: PROGRAMADO		1-May		2-May		3-May		4-May		5-May		6-May		29-May		30-May		31-May		31	
2: EJECUTADO		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
FLOTA	EQUIPO																				
	2JF029	1		1		2		1		1		2		1		2		2		1	
	2JF030		1		2		2		1		1		1		2		1		2		2
	2JF033	2		2		1		1		2		2		1		1		1		2	
	2JF035		1		1		1		1		2		2		1		2		2		2
	2JF037	1		2		1		1		1		1		2		1		1		1	
	2JF038		2		1		1		2		1		1		1		1		1		1
CUMPLIMIENTO %		33%	33%	4	67%	33%	3	33%	6	33%	33%	4	67%	33%	3	0%	33%	3	33%	3	300%
% ENGRASE FLOTA		33%	33%	2	50%	3	33%	0	33%	2	50%	2	50%	3	50%	3	33%	2	50%	3	300%
FIRMA																					
SUPERVISOR																					
PROM. MEN.																					

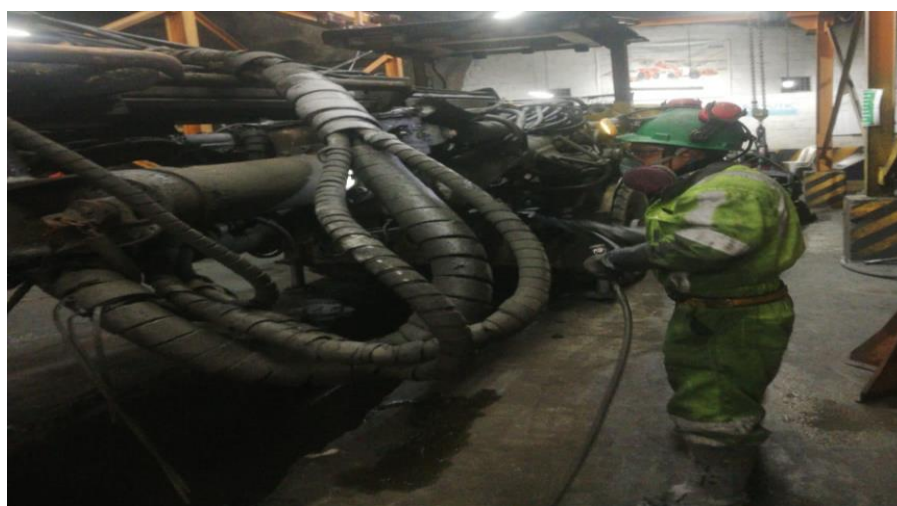
Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Desventajas del programa de engrase.

- El programa establecido, que por cierto no era el adecuado, no se llegaba a cumplir por la dispersión (ubicación) de los equipos.
- El engrase que se realizaba no era efectivo, por falta de una zona de inspección cercana a la ubicación del equipo, por no cumplir con las condiciones para desarrollar el mantenimiento y sobre todo por la seguridad para los técnicos.
- La distribución de los equipos para desarrollar los engrases, era deficiente.

Engrase del brazo antes del proyecto.

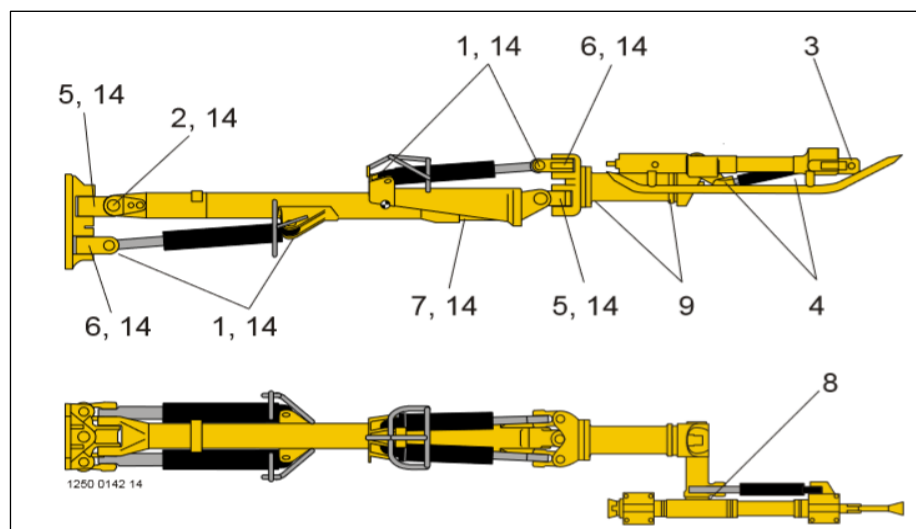
El engrase del brazo del equipo jumbo, se desarrollaba de forma manual; donde el personal ejecutante hacía uso de una bomba manual, aplicando a todo el punto de engrase que se muestra en la Figura 6, esta tarea se ejecutaba en aproximadamente 40 minutos, perjudicando la disponibilidad operativa del equipo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Engrase manual de brazo del jumbo.

En la Figura 7, podemos apreciar los puntos de engrase en el brazo del equipo jumbo RB-282, estos deberían ser lubricados aproximadamente cada 10 horas de trabajo.



Fuente: manual RB-282

Figura 7. Puntos de engrase del brazo.

En el Cuadro 7, se muestran las descripciones de todos los puntos de engrase del equipo jumbo RB-282.

Cuadro 7. Referencia y característica de puntos de engrase

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION
1	1-14	Articulacion del cilindfro antiparalelismo
2	2-14	Articulacion del tubo telescopico
3	3-14	Articulacion del cilindro de avance de viga
4	4	Articulacion de la cuna de viga
5	5-14	Articulacion de la placa menor
6	6-14	Articulacion del yoke de la placa menor
7	7-14	Tubo telescopico
8	8	Feed holder de la viga

Fuente: Elaboracion propia.

Desventajas del engrase manual.

- Contaminación constante de la grasa con agua y detritos.
- Control inadecuado de la cantidad de grasa utilizada en cada punto.
- Descontrol de tiempos de engrase.
- Lubricación inadecuada o menos efectiva.
- Consumo excesivo de mano de obra del personal ejecutante, por el desplazamiento hacía la zona donde se ubicaba el equipo.
- Riesgo latente de daños a los puntos de engrase, debido al constante rozamiento al momento de poner y sacar la pistola de engrase.

Engrase de la articulación central antes del proyecto.

Para el engrase de estos puntos, el equipo cuenta con un sistema de engrase centralizado básico incluido desde fábrica.

La bomba de engrase para este sistema básico centralizado es de accionamiento eléctrico, control electrónico de activación abierta.

En la Figura 8, se muestran los componentes principales de la bomba de engrase automático básico instalado en el equipo jumbo:

- * Conexión eléctrica (1)
- * Maguera de conexión (2)
- * Depósito de grasa (3)
- * Válvula de llenado de grasa (4)
- * Control electrónico (5)
- * Válvula de seguridad de sobrepresión (6)
- * Salida de presión de grasa (7)



Fuente. Manual RB-282

Figura 8. Bomba eléctrica de engrase automático.

En el Cuadro 8, se detallan las principales características de la bomba de engrase automático del equipo jumbo.

Cuadro 8. Características de la bomba.

Principio de funcionamiento	Bomba de pistón de accionamiento eléctrico
Lubricante	Grasa: hasta NLGI 2
	Compatible con plásticos, elastómeros NBR, cobre y aleaciones de cobre
Número de salidas de lubricante	hasta 3
Volumen de dosificación	0,8, 1.3, 1.8 cm ³ /min
Capacidad del depósito	2,4,6,8,10; 12 kg
Conexión línea principal	M 14 × 1,5 rosca hembra
Voltaje de funcionamiento	12 V CC, 24 V CC,
	230 (90-264) V CA; (± 10%)
Presión de funcionamiento	200-300 bar

Fuente. Manual RB282.

A continuación, describiremos las características de cada uno de los elementos, cuyos componentes este sistema básico para la articulación central.

Conexión eléctrica.

La alimentación de tensión para el funcionamiento de la bomba eléctrica es de 24V, con conexión tipo plug y cable automotriz N° 14 AWG.

Manguera de conexión.

Las mangueras de conexión son para el transporte de grasa a los diferentes puntos de articulación.

Válvula de seguridad.

Es aquella que se encarga de limitar la presión del sistema; la válvula se abre a una presión de 250 bar. Si la grasa se escapa de la válvula de seguridad, ello significa probablemente que se ha obstruido alguna línea de lubricación o racor.

Depósito de grasa.

Encargado de almacenar grasa, según sus características tal como se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Aplicación, tipo de grasa utilizada en el depósito.

APLICACIÓN	TIPO DE GRASA	PROPIEDADES
Ejes, superficies de deslizamiento	Grasa universal con aditivos EP	Grado NLGI: 2 Punto de fluidez: 180 °C Viscosidad del aceite base: 150cST/40 °C Temperatura de funcionamiento: -30 a +110 °C

Fuente: Manual RB-282

Panel de control y programación.

En este panel de control, como se muestra en la Figura 9, el usuario puede programar cada que tiempo y por cuanto tiempo deberá producirse el engrase.



Fuente: Manual RB-282.

Figura 9. Panel de control electrónico de la bomba de grasa.

3.2.2 Diseño del sistema de engrase centralizado.

El primer paso que se realizó para el diseño del nuevo sistema de engrase, es la contabilización de los puntos de engrase y la clasificación de bocinas según características y dimensiones, como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10 Clasificación de bocinas del equipo jumbo.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	D	d	L	S
1	Bocina	4	50MM	45MM	40MM	5MM
2	Bocina	8	65MM	60MM	40MM	5MM
3	Bocina	2	95MM	90MM	50MM	110MM

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de requerimiento de grasa por punto.

Para este nuevo diseño de 14 puntos de engrase, se realizó el cálculo del volumen de grasa requerido por cada punto, entonces para ello consideramos que la cantidad ideal depende del área de contacto que posee cada componente; a ser calculado con la siguiente fórmula:

$$A_{lateral} = A_{bocina}$$

“Tal y como hemos visto en el desarrollo de un cilindro, si abrimos la superficie lateral, corresponde a un rectángulo, cuya base es igual al perímetro de la circunferencia de la base, es decir a $2.\pi.r$ y la altura del rectángulo es igual a la altura del cilindro h ” (Wikipedia, 2012).

Por tanto, el área lateral es igual al área del rectángulo, de base $2.\pi.r$ y de altura h .

$$A_{lateral} = A_{rectangulo} = base. altura$$

$$A_{lateral} = 2. \pi. r. h$$

Donde:

A = Área

b = base

a = altura

Cálculo del volumen de grasa para la bocina 1

Tomando las características y medidas de la primera bocina, realizamos el cálculo del área a lubricar.

$$A_{lateral} = 2 * 3,1416 * 45mm * 110mm$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * \left(45mm * \frac{1pulg.}{25,4pulg.}\right) * \left(110mm * \frac{1pulg.}{25,4pulg.}\right)$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * 1.77pulg.* 4.3pulg.$$

$$A_{lateral} = 0.095 \text{ pulg.}^2 * 0.002 \text{ pulg.} \text{ (factor de pelicula de engrase)}$$

$$A_{lateral} = 0.095 \text{ pulg.}^3$$

Los cálculos realizados fueron para un solo buje el cual de estas características tenemos en el equipo 4 unidades.

$$A_{total} = 0.095 \text{ pulg.}^3 * 4_{total \text{ de bocinas}}$$

$$A_{total} = 0.38 \text{ pulg.}^3$$

Cálculo del volumen de grasa para la bocina 2

Tomando las características y medidas de la segunda bocina se realiza el cálculo del área a lubricar.

$$A_{lateral} = 2 * 3,1416 * 25 \text{ mm} * 40 \text{ mm}$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * \left(25 \text{ mm} * \frac{1 \text{ pulg.}}{25,4 \text{ pul}} \right) * \left(40 \text{ mm} * \frac{1 \text{ pulg.}}{25,4 \text{ pul}} \right)$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * 0.984 \text{ pulg.} * 1.57 \text{ pulg.}$$

$$A_{lateral} = 9.706 \text{ pulg.}^2 * 0.002 \text{ pulg.} \text{ (factor de pelicula de engrase)}$$

$$A_{lateral} = 0.019 \text{ pulg.}^3$$

Los cálculos realizados es por un solo buje el cual de estas características tenemos en el equipo 4 unidades.

$$A_{total} = 0.019 \text{ pulg.}^3 * 4_{total \text{ de bocinas}}$$

$$A_{total} = 0.076 \text{ pulg.}^3$$

Cálculo del volumen de grasa para la bocina 3

Tomando las características y medidas de la tercera bocina se realiza el cálculo del área a lubricar.

$$A_{lateral} = 2 * 3,1416 * 30 \text{ mm} * 20 \text{ mm}$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * \left(30 \text{ mm} * \frac{1 \text{ pulg.}}{25,4 \text{ pul}} \right) * \left(20 \text{ mm} * \frac{1 \text{ pulg.}}{25,4 \text{ pul}} \right)$$

$$A_{lateral} = 6.2832 * 1.18pulg.* 0.76pulg.$$

$$A_{lateral} = 5.78pulg.^2 * 0.002pulg. \text{ (factor de pelicula de engrase)}$$

$$A_{lateral} = 0.011pulg.^3$$

Los cálculos realizados es por un solo buje el cual de estas características tenemos en el equipo 8 unidades.

$$A_{total} = 0.019pulg.^3 * 8_{total \text{ de bocinas}}$$

$$A_{total} = 0.092pulg.^3$$

Entonces hallado las áreas de las bocinas, según característica realizamos la operación de la suma total de área para el cálculo de la capacidad de bomba de grasa.

$$A_{total \text{ a lubricar}} = 0.19pulg.^3 + 0.076pulg.^3 + 0.092pulg.^3$$

$$A_{total \text{ a lubricar}} = 0.358pulg.^3$$

Hallado el área total a lubricar en el equipo jumbo $0.358pulg.^3$ se procese a la operación de conversión a cm^3 para la selección de tipo de bomba.

$$0.358 \text{ pulg.}^3 = (2.54cm.)^3 / \text{pulg.}^3$$

$$= 2.309cm.^3 \text{ por cada 8 horas}$$

a. Selección de bomba.

Después de haber realizado el cálculo de la cantidad necesaria de grasa para los 18 puntos que es en total $2.309cm^3$, se procedió a la selección de la bomba, cuyas características se muestran en el Cuadro 11, establecido de acuerdo al volumen y tiempo para un engrase efectivo.

Cuadro 11 Características de la bomba seleccionado.

Principio de funcionamiento	Bomba de pistón de accionamiento eléctrico	
Lubricante	grasa: hasta NLGI 2	
	compatible con plásticos, elastómeros NBR, cobre y aleaciones de cobre	
Número de salidas de lubricante	hasta 3	
Volumen de dosificación por cada elemento de bombeo	2,5; 5,0 cm ³ /min	0.15; 0.31 pulg. ³ /min
Capacidad del depósito	10; 12; 15; 20 kg	22; 26.5; 33; 44 lb
Conexión línea principal	M 14 × 1,5 rosca hembra	
Voltaje de funcionamiento	12 V CC, 24 V CC,	
	230 (90-264) V CA; (± 10%)	
Presión de funcionamiento	200-300 bar	2900-4350 psi
Temperatura de funcionamiento		

Fuente: Manual SKF.

b. Selección del conducto de grasa.

Para el diseño del sistema de engrase centralizado, se utilizaron tubos y mangueras de distintos tipos. Para su selección, se emplearon los siguientes criterios:

- Lubricante
- Presión
- Sistema de lubricación

Bajo estos criterios, se seleccionó una manguera de Nylon ¼", presión de trabajo de 72bar a 180 bar.

c. Selección de válvula distribuidora.

Las válvulas que se seleccionaron para nuestro diseño es del tipo progresivo SSV-D, con una presión de trabajo de 120 bar a 350 bar; con capacidad de 12 salidas o distribuidores para los puntos.

Concluido los cálculos de cantidad de grasa necesaria, selección de componentes relacionados, se procedió al montaje e instalación de todo el sistema para su funcionamiento, posterior a ello se desarrolló un programa de mantenimiento para su mantenibilidad.

d. Programa de mantenimiento de sistema instalado.

Implementado el sistema de engrase centralizado, se elaboró el programa para llevar a cabo su mantenimiento, tal como se muestra en el Cuadro 12, programa que se elaboró conjuntamente con el Área de Planeamiento; concluyéndose que el sistema debería ser atendido cada 125 horas de funcionamiento, calculado con el propio horómetro del equipo.

Cuadro 12. Programa de mantenimiento del sistema de engrase centralizado.

		JRC INGENIERIA Y CONSTRUCCION							HORAS
		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANA 23 (05/06/19 AL 11/06/19)							
		miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	PROGRAMAS
		5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	
AUXILIARES									
JUMBOS									
2JF030									48 HRS
	COP1	2536 - Rock Drill - Service 1							
	COMP.	4306 - Compresor - Service 1							
	SALIDA	Mantenimiento (sistema de engrase centralizado)							
2JF033									48 HRS
	COP1			2719 - Rock Drill - Service 1					
	COMP.	MANTENIMIENTO PM1 - MOTOR Y SISTEMA DE ENGRASE CENTRALIZADO							
	SALIDA	125 Horas Posicionamiento							
2JF035									48 HRS
						MCP (sistema de engrase centralizado)			
	COP1					3389 - Rock Drill - Service 1			
	COP2					2586 - Rock Drill - Service 1			
SIMBAS									
2JL020									48 HRS
		CAMBIO DE VIGA							
	COP1		6325 - Rock Drill - Service 1						
	COMP.		13337 - Compresor - Service 1						
	SALIDA	13262 - 125 Horas Posicionamiento							
2JL023									48 HRS
		CAMBIO DE SISTEMA DE BARRIDO MIXTO							

Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

3.2.3 Disponibilidad operativa antes del proyecto.

En la Tabla 4, podemos visualizar la disponibilidad que presentaban los equipos antes de la implementación del sistema de engrase centralizado, debiendo resaltar que el equipo 2JF029 presentaba el promedio más bajo de disponibilidad operativa, ascendente a un 77.43%, esto se debía a que dicho equipo tuvo paradas prolongadas por mantenimiento, por el desgaste excesivo de las partes móviles del brazo.

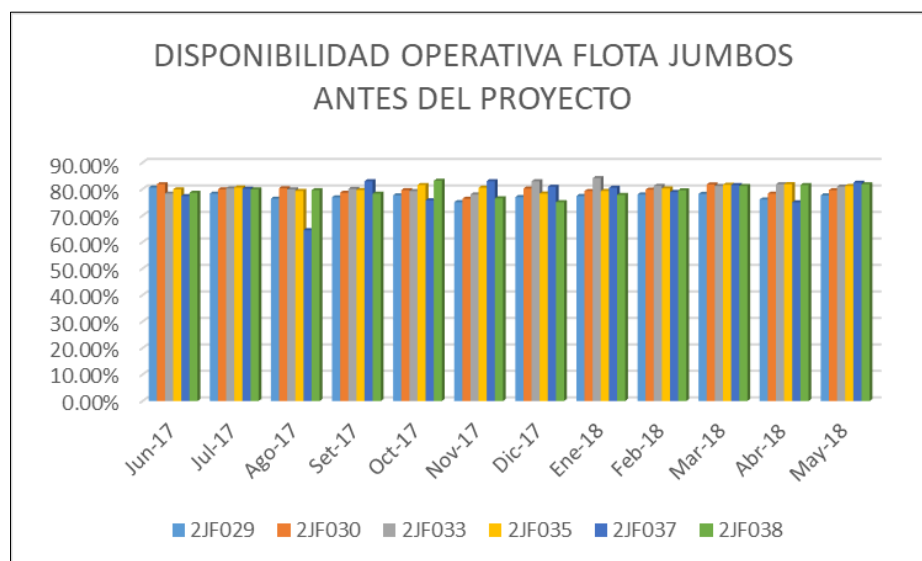
El promedio estándar de disponibilidad operativa para todos los equipos operativos jumbo, establecida por el Área de Operaciones Mina, mínimamente es de 85%, parámetro con el cual venía y viene trabajando la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.; observándose que el promedio de la disponibilidad operativa de los equipos jumbo, era tan solamente de 79.35%; valor que era materia de observación.

Tabla 4 Comparativo de disponibilidad operativa.

DISPONIBILIDAD OPERATIVA FLOTA JUMBOS JUNIO 2017 A MAYO 2018						
Meses	2JF029	2JF030	2JF033	2JF035	2JF037	2JF038
Jun-17	80.60%	81.85%	78.30%	79.91%	77.37%	78.61%
Jul-17	78.30%	79.91%	80.26%	80.58%	80.11%	79.90%
Ago-17	76.37%	80.32%	79.91%	79.31%	64.48%	79.59%
Set-17	76.90%	78.64%	80.08%	79.64%	82.99%	78.30%
Oct-17	77.65%	79.61%	79.26%	81.56%	75.76%	83.15%
Nov-17	75.06%	76.34%	78.00%	80.55%	82.99%	76.50%
Dic-17	76.97%	80.20%	82.97%	78.32%	80.87%	75.06%
Ene-18	77.38%	79.28%	84.13%	79.29%	80.52%	77.81%
Feb-18	77.97%	79.80%	81.22%	80.25%	78.90%	79.55%
Mar-18	78.19%	81.77%	81.18%	81.66%	81.53%	81.19%
Abr-18	76.09%	78.29%	81.85%	81.86%	75.02%	81.52%
May-18	77.65%	79.61%	80.93%	81.18%	82.42%	81.84%
	77.43%	79.63%	80.67%	80.34%	78.58%	79.42%
						79.35%

Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

En el Gráfico 1, el comparativo de disponibilidad operativa de los equipos antes del proyecto (mayo 2017 a junio del 2018).



Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Gráfico 1. Promedio de disponibilidad Operativa junio 2017 a mayo 2018.

3.2.4 Disponibilidad operativa después del proyecto.

En la Tabla 5, podemos visualizar la disponibilidad que presentan los equipos después del proyecto del sistema de engrase centralizado, siendo el equipo 2JF030, el que presenta el promedio más alto de disponibilidad operativa con un 91.17%, esto se debió a que el equipo no tuvo paradas prolongadas por mantenimiento correctivo; por la implementación del sistema de engrase centralizado instalado.

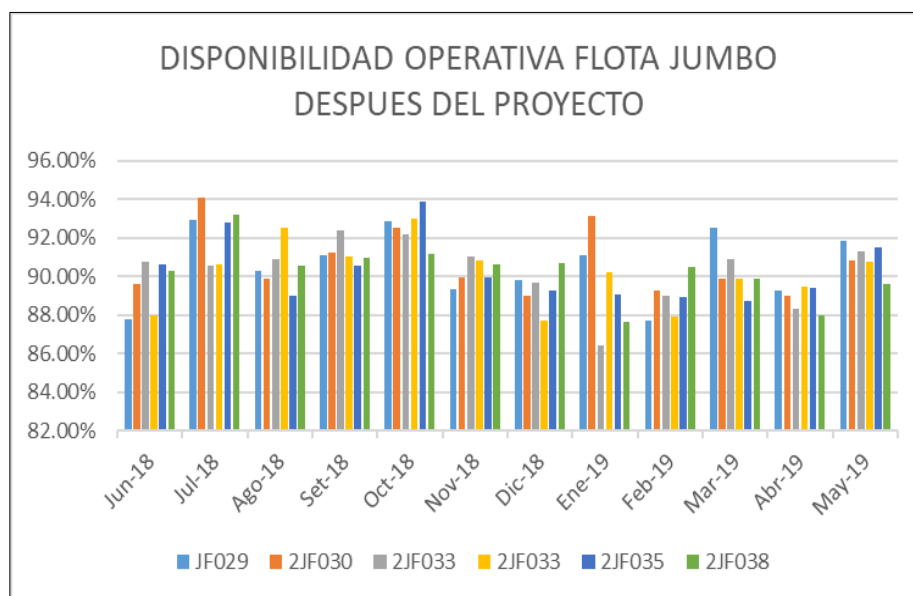
Asimismo, con la implementación del sistema de engrase centralizado, se superó el promedio estándar de disponibilidad operativa para todos los equipos operativos jumbo, alcanzando un promedio de 90.37%.

Tabla 5. Disponibilidad mecánica junio 2017 a mayo 2018

DISPONIBILIDAD MECANICA JUMBOS JUNIO 2018 A MAYO 2019						
Meses	JF029	2JF030	2JF033	2JF033	2JF035	2JF038
Jun-18	87.74%	89.61%	90.77%	87.97%	90.61%	90.24%
Jul-18	92.94%	94.08%	90.52%	90.65%	92.77%	93.19%
Ago-18	90.29%	89.87%	90.87%	92.52%	89.00%	90.53%
Set-18	91.10%	91.25%	92.37%	91.00%	90.54%	90.92%
Oct-18	92.87%	92.53%	92.14%	93.00%	93.84%	91.14%
Nov-18	89.31%	89.96%	91.02%	90.81%	89.97%	90.59%
Dic-18	89.77%	89.00%	89.65%	87.70%	89.29%	90.67%
Ene-19	91.08%	93.10%	86.42%	90.23%	89.03%	87.61%
Feb-19	87.68%	89.29%	89.00%	87.92%	88.94%	90.50%
Mar-19	92.48%	89.87%	90.85%	89.87%	88.74%	89.87%
Abr-19	89.23%	88.97%	88.29%	89.47%	89.42%	87.97%
May-19	91.84%	90.84%	91.26%	90.76%	91.52%	89.58%
	90.53%	90.70%	90.26%	90.16%	90.31%	90.23%
						90.37%

Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

En el Gráfico 2, se muestra en barras la disponibilidad operativa de los equipos después del proyecto (junio 2017 a mayo del 2018).



Fuente: Área de Planeamiento JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Gráfico 2. Promedio de disponibilidad del equipo junio 2017 a mayo 2018.

3.3 PRUEBA DE NORMALIDAD

3.3.1 Prueba de normalidad para Hipótesis General

Inicialmente en la Tabla 6, mostramos las 12 muestras correspondientes al promedio de disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado, y la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., sin la implementación del sistema de engrase centralizado, las cuales fueron sometidas a cálculos estadísticos con el SPSS Statistics 22

Tabla 6. Promedio de disponibilidad

Familia Equipo	Disponibilidad antes del proyecto (%)	Disponibilidad Despues del proyecto (%)
Jumbos	79.44%	89.49%
Jumbos	79.84%	92.36%
Jumbos	76.66%	90.51%
Jumbos	79.43%	91.20%
Jumbos	79.50%	92.59%
Jumbos	78.24%	90.28%
Jumbos	79.07%	89.35%
Jumbos	79.73%	89.58%
Jumbos	79.62%	88.89%
Jumbos	80.92%	90.28%
Jumbos	79.10%	88.89%
Jumbos	80.60%	90.97%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 07, detallamos que los datos de disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado nos proyecta un valor de significancia de 0.304, y la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., sin la implementación del sistema de engrase centralizado tiene un valor de 0.118, en ambos casos los valores son superior al nivel de significancia planteado para la prueba de Hipótesis de 0,05, entonces concluimos que los datos de la disponibilidad antes y después provienen de una distribución normal.

Tabla 7. Prueba de datos de disponibilidad antes y después.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad antes del proyecto (%)	.232	12	.073	.890	12	.118
Disponibilidad Despues del proyecto (%)	.153	12	.200	.922	12	.304

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Prueba de normalidad para Hipótesis Especifica A.

Posteriormente, en la Tabla 8, mostramos las 12 muestras correspondientes al promedio de tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado y, del tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., sin la implementación del sistema de engrase centralizado, las cuales fueron sometidas a cálculos estadísticos con el SPSS Statistics 22.

Tabla 8. Promedio de horas de paradas.

Familia Equipo	Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	Horas de parada por MP despues (Hr/mes)
Jumbos	127.48	53.91
Jumbos	124.98	59.34
Jumbos	137.19	62.09
Jumbos	127.57	64.43
Jumbos	127.11	60.36
Jumbos	134.90	56.70
Jumbos	129.79	60.77
Jumbos	125.65	60.47
Jumbos	126.38	58.79
Jumbos	123.26	52.67
Jumbos	129.56	52.46
Jumbos	120.25	54.34

Fuente Elaboración propia.

En la Tabla 9, detallamos que con los datos de tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado, obtenemos un valor de significancia de 0.416 y, para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., sin la implementación del sistema de engrase centralizado, se obtiene un valor de 0.571. En ambos casos los valores son superiores al nivel de significancia planteado

para la prueba de Hipótesis de 0,05, entonces concluimos que los datos de tiempo de parada por mantenimiento antes y después provienen de una distribución normal.

Tabla 9 Resultados de datos de tiempo de parada normal.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	.190	12	.200 [*]	.945	12	.571
Horas de parada por MP despues (Hr/mes)	.160	12	.200 [*]	.933	12	.416

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Prueba de normalidad para Hipótesis Especifica B

Por último, en la Tabla 10, mostramos las 12 muestras correspondientes al promedio de horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado y, las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., sin la implementación del sistema de engrase centralizado, las cuales fueron sometidas a cálculos estadísticos con el SPSS Statistics 22.

Tabla 10. Promedio de horas de programación.

Familia Equipo	Horas operativas antes (Hr/mes)	Horas operativas Despues (Hr/mes)
Jumbos	492.52	566.09
Jumbos	495.92	560.66
Jumbos	480.98	557.91
Jumbos	492.44	555.57
Jumbos	492.89	559.64
Jumbos	485.10	563.30
Jumbos	490.21	559.24
Jumbos	494.35	559.03
Jumbos	493.62	561.21
Jumbos	496.74	568.33
Jumbos	490.64	567.54
Jumbos	499.95	565.66

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 11, puntualizamos las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., con la implementación del sistema de engrase centralizado, donde el valor de significancia es de 0.554 y, el de horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. sin la implementación del sistema de engrase centralizado, el valor es de 0.435; observándose que en ambos casos los valores son superiores al nivel de significancia planteado de Hipótesis de

0,05., concluyéndose que los datos de horas de operación programadas antes y después del proyecto, provienen de una distribución normal.

Tabla 11. Resultados de datos de tiempo de distribución normal.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Horas operativas antes (Hr/mes)	.192	12	.200 [*]	.935	12	.435
Horas operativas Despues (Hr/mes)	.161	12	.200 [*]	.944	12	.554

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

A continuación, mostramos la Matriz de análisis de datos, representada en la Tabla 12, datos que sirvieron para poder hallar las pruebas de las hipótesis correspondientes; donde se consideran los promedios de los equipos Jumbo RB-282, cuya investigación fue realizada de junio 2017 a mayo del 2018. Dicha matriz de datos, ha sido procesada con el software SPSS Statistics versión 22 y el software Microsoft Excel.

Tabla 12. Matriz de análisis de datos para la prueba de normalidad.

Familia Equipo	Disponibilidad antes del proyecto (%)	Disponibilidad Despues del proyecto (%)	Horas operativas antes (Hr/mes)	Horas operativas Despues (Hr/mes)	Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	Horas de parada por MP despues (Hr/mes)
Jumbos	79.44%	89.49%	492.52	566.09	127.48	53.91
Jumbos	79.84%	92.36%	495.92	560.66	124.98	59.34
Jumbos	76.66%	90.51%	480.98	557.91	137.19	62.09
Jumbos	79.43%	91.20%	492.44	555.57	127.57	64.43
Jumbos	79.50%	92.59%	492.89	559.64	127.11	60.36
Jumbos	78.24%	90.28%	485.10	563.30	134.90	56.70
Jumbos	79.07%	89.35%	490.21	559.24	129.79	60.77
Jumbos	79.73%	89.58%	494.35	559.03	125.65	60.47
Jumbos	79.62%	88.89%	493.62	561.21	126.38	58.79
Jumbos	80.92%	90.28%	496.74	568.33	123.26	52.67
Jumbos	79.10%	88.89%	490.64	567.54	129.56	52.46
Jumbos	80.60%	90.97%	499.95	565.66	120.25	54.34

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 13, para las pruebas de las hipótesis, mediante una evaluación estadística, se ha considerado un margen de error de 5%, grados de libertad de 11, con lo que se obtiene un valor crítico estimado de ± 1.796 , con una confiabilidad de 95%, valor obtenido con la aplicación de la tabla de T Student y que también se empleó para la interpretación y gráfica de la campana de Gauss.

Tabla 13 Datos para la interpretación de la campana de Gauss.

Margen de Error	Grado de Libertad	Valor Crítico	Confiabilidad
0.05	11	± 1.796	95%

Fuente. Elaboración propia.

4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Hipótesis alterna

La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

Hipótesis Nula

La implementación del sistema de engrase centralizado, no permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

En primer lugar, en la Tabla 14, mostramos el análisis cuantitativo de la disponibilidad operativa, obteniendo para la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado un valor estadístico de 79.35% y para la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282

con la implementación del sistema de engrase centralizado un valor estadístico de 90.37%.

Tabla 14 Estadística descriptiva de disponibilidad operativa (antes y después)

	Descriptivos		Estadístico	Error estándar	
Disponibilidad antes del proyecto (%)	Media		79.3458%	.31549%	
	95% de intervalo de confianza para la Media recortada al 5%	Límite inferior	78.6514%		
		Límite superior	80.0402%		
	Mediana		79.4685%		
	Varianza		1.194		
	Desviación estándar		1.09290%		
	Mínimo		76.66%		
	Máximo		80.92%		
	Rango		4.26%		
	Rango intercuartil		.74%		
	Asimetría		-1.224	.637	
	Curtosis		2.842	1.232	
	Disponibilidad Despues del proyecto (%)	Media		90.3665%	.35691%
		95% de intervalo de confianza para la Media recortada al 5%	Límite inferior	89.5810%	
		Límite superior	91.1521%		
Mediana		90.2778%			
Varianza		1.529			
Desviación estándar		1.23636%			
Mínimo		88.89%			
Máximo		92.59%			
Rango		3.70%			
Rango intercuartil		1.76%			
Asimetría		.642	.637		
Curtosis		-488	1.232		

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente sometimos a prueba los datos disponibilidad operativa en la Tabla 15, mostramos el valor del test estadístico: T Student, correspondiente a la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado y la disponibilidad operativa del equipo Jumbo

RB282 con la implementación del sistema de engrase centralizado, obteniendo un valor de T Student de +/- 24.472.

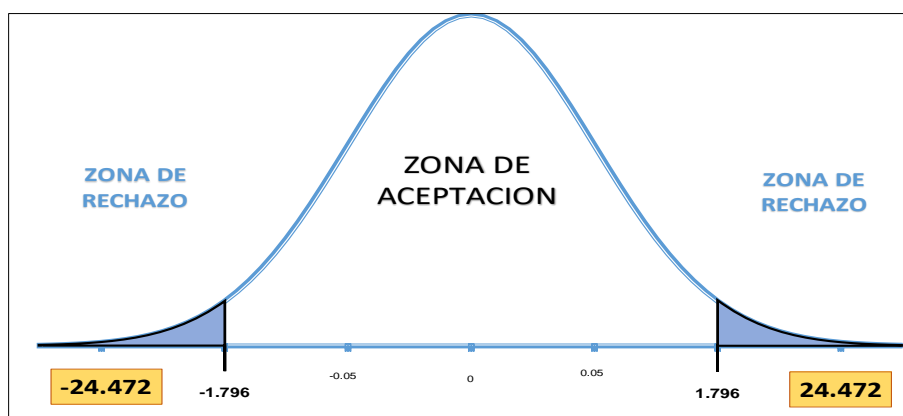
Tabla 15 Resultados obtenidos T Student.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la				
				Inferior	Superior			
Disponibilidad antes del proyecto (%) - Disponibilidad Despues del proyecto (%)	-11.021%	1.560%	0.450%	-12.011%	-10.030%	-24.472	11	.000

Fuente: Elaboración Propia.

Campana de Gauss:

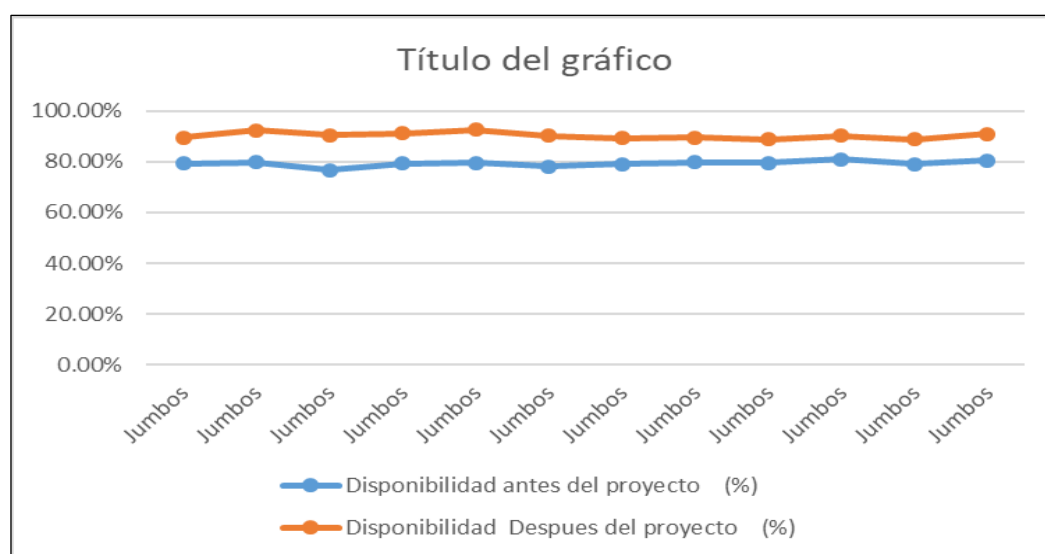
A través de Microsoft Excel, obtenemos la campana de Gauss y, por medio de la tabla de T Student, establecemos que para 11 grados de libertad y un margen de error de 0.05, se tiene un valor crítico de +/- 1.796. En la Figura 10, mostramos el valor T – Student obtenido de - 24.472, cuya interpretación es que dicho valor se posiciona en la zona de rechazo de la hipótesis nula y por ende aceptamos la Hipótesis alterna.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Campana de Gauss para la aceptación de la Hipótesis alterna.

En el Gráfico 3, visualizamos los comparativos la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado con un promedio de 79.35% y para la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado con promedio de 90.37%. Resaltando una diferencia de 11.02 % de disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Comparativo de disponibilidad antes y después del proyecto.

Análisis estadístico

El valor $t = \pm 24.472$, llevado a interpretación en la campana de Gauss, observamos que recae sobre la zona de rechazo, también podemos ver que los resultados del comparativo de graficas de disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase y la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado, tuvo un incremento de disponibilidad operativa promedio de los equipos jumbo RB-282, de 11.02%, por tanto, se acepta la Hipótesis alterna: “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite incrementar la

disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. – 2018”.

4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

4.2.1 Hipótesis Especifica 1

Hipótesis alterna

La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

Hipótesis Nula

La implementación del sistema de engrase centralizado, no permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

En la Tabla 16, mostramos el análisis cuantitativo del tiempo de parada por mantenimiento, obteniéndose para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado una media de 127.84 h/mes y para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282, con la implementación del sistema de engrase centralizado se obtiene una media de 58.03 h/mes.

Tabla 16. Estadística descriptiva del tiempo de parada por mantenimiento (antes y después)

	Descriptivos	Estadístico	Error estándar		
Horas de parada por MP antes (Hr/mes)	Media	127.843	1.344		
	95% de intervalo de confianza para la Media recortada al 5%	Límite inferior Límite superior	124.885 130.801		
	Mediana	127.295			
	Varianza	21.675			
	Desviación estándar	4.656			
	Mínimo	120.253			
	Máximo	137.187			
	Rango	16.933			
	Rango intercuartil	4.587			
	Asimetría	0.658	0.637		
	Curtosis	0.658	1.232		
	Horas de parada por MP despues (Hr/mes)	Media	58.028	1.137	
		95% de intervalo de confianza para la Media recortada al 5%	Límite inferior Límite superior	55.525 60.532	
		Mediana	59.066		
Varianza		15.524			
Desviación estándar		3.940			
Mínimo		52.460			
Máximo		64.430			
Rango		11.970			
Rango intercuartil		6.673			
Asimetría		-0.123	0.637		
Curtosis		-1.196	1.232		

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente, se sometió a prueba los datos mostrados en la Tabla 17, para obtener el valor del test estadístico T Student, correspondiente al tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado y al tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 con la

implementación del sistema de engrase centralizado, el mismo que asciende a ± 47.957 .

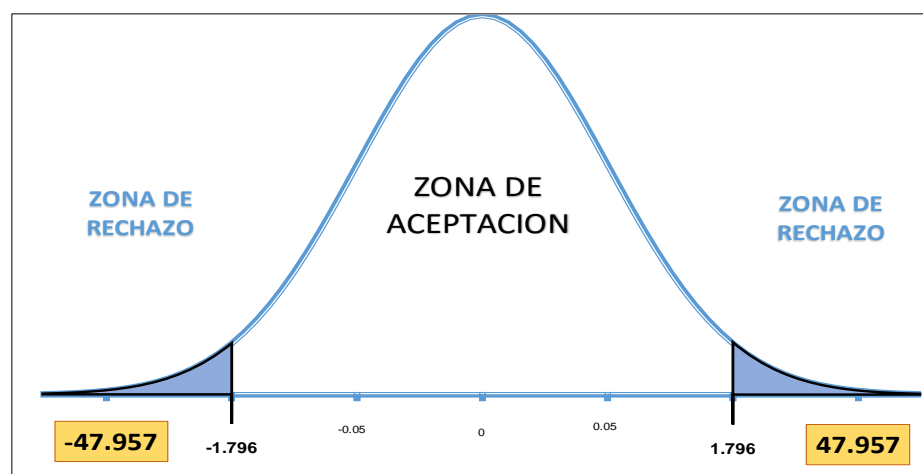
Tabla 17. Resultados obtenidos T Student.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Horas de parada por MP antes (Hr/mes) - Horas de parada por MP despues (Hr/mes)	69.815	5.043	1.456	66.611	73.019	47.957	11	0.000

Fuente: Elaboración Propia.

Campana de Gauss:

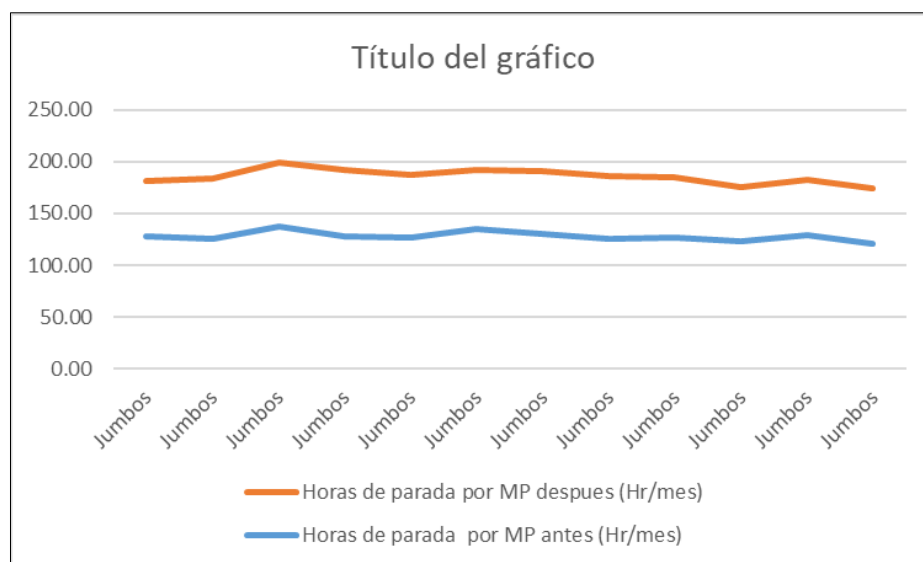
A través de Microsoft Excel, obtenemos la campana de Gauss y, por medio de la tabla de T Student, establecemos que para el grado de libertad de 11 y el margen de error de 0.05, se tiene un valor crítico de ± 1.796 . Dicho valor representamos en la Figura 11, donde igualmente ubicamos el valor T Student calculado de ± 47.957 , cuya interpretación es que dicho valor se posiciona en la zona de rechazo de la hipótesis nula y por ende aceptamos la Hipótesis alterna.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11. Campana Gauss para la aceptación de la Hipótesis alterna.

En el Gráfico 4, visualizamos los comparativos para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado con promedio de 127.84 h/mes y para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado con promedio de 58.03 h/mes. Resaltando una diferencia de 69.81 h/mes en el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4. Comparación de tiempo de parada antes y después del proyecto.

Análisis estadístico

El valor $t = +/- 49.957$, llevado a interpretación en la campana de Gauss, observamos que recae en la zona de rechazo, así como podemos ver que los resultados del comparativo de las gráficas correspondientes a los tiempos de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase y tiempos de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del

sistema de engrase centralizado, presentan una reducción del tiempo de parada por mantenimiento del jumbo RB-282 de 129.81 h/mes. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna: “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018”.

4.2.2 Hipótesis Especifica 2

Hipótesis alterna

La implementación del sistema de engrase centralizado, sí garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

Hipótesis Nula

La implementación del sistema de engrase centralizado, no garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.

Primero, en la Tabla 18, mostramos el análisis estadístico de las horas de operación programadas, obteniéndose para las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado una media de 492.11 h/mes y para las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado una media de 562.01 h/mes.

Tabla 18 Diferencia entre tiempo de operación antes y después.

		Descriptivos	Estadístico	Error estándar
Horas operativas antes (Hr/mes)		Media	492.113	1.468
		95% de Límite inferior intervalo de	488.882	
		confianza Límite para la superior	495.343	
		Media recortada al 5%	492.296	
		Mediana	492.705	
		Varianza	25.853	
		Desviación estándar	5.085	
		Mínimo	480.981	
		Máximo	499.947	
		Rango	18.965	
		Rango intercuartil	5.212	
		Asimetría	-0.900	0.637
		Curtosis	1.215	1.232
	Horas operativas Después (Hr/mes)		Media	562.013
		95% de Límite inferior intervalo de	559.407	
		confianza Límite para la superior	564.620	
		Media recortada al 5%	562.020	
		Mediana	560.934	
		Varianza	16.832	
		Desviación estándar	4.103	
		Mínimo	555.570	
		Máximo	568.333	
		Rango	12.763	
		Rango intercuartil	6.902	
		Asimetría	0.218	0.637
		Curtosis	-1.160	1.232

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, sometimos a prueba los datos detallados en la Tabla 19, para obtener el valor del test estadístico T Student, correspondiente a las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado y a las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado, obteniendo un valor de T Student de +/- 45.118.

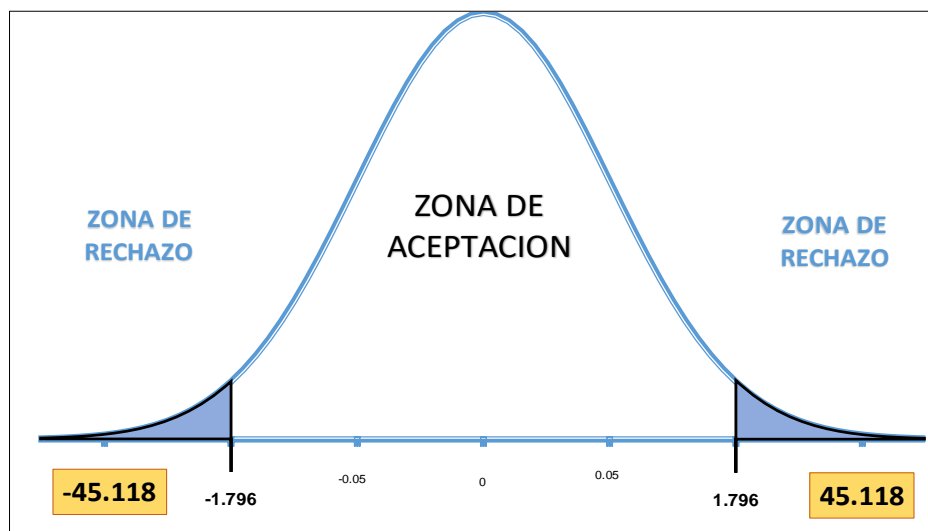
Tabla 19 Resultados obtenidos T-Student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la				
				Inferior	Superior			
Horas operativas antes (Hr/mes) - Horas operativas Despues (Hr/mes)	-69.901	5.367	1.549	-73.311	-66.491	-45.118	11	0.000

Fuente: Elaboración Propia.

Campana de Gauss:

A través de Microsoft Excel, obtenemos la campana de Gauss y, por medio de la tabla de T Student establecemos que para 11 grados de libertad y un margen de error de 0.05, se tiene un valor crítico de +/- 1.796; representado en la Figura 12, donde también ubicamos el valor T – Student +/- 45.118, cuya interpretación es que dicho valor se posiciona en la zona de rechazo de la hipótesis nula y por ende aceptamos la hipótesis alterna.

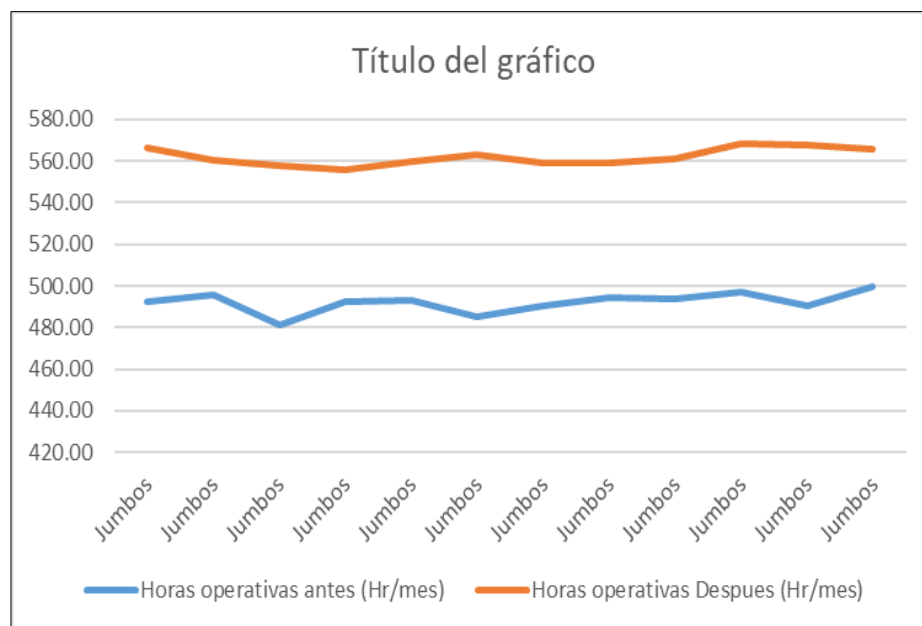


Fuente. Elaboración Propia

Figura 12. Campana Gauss para la aceptación de Hipótesis.

En la Gráfico 5, visualizamos los comparativos para las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación

del sistema de engrase centralizado con promedio de 492.11 h/mes y para las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado con promedio de 562.01 h/mes. Resaltando una diferencia de 69.9 h/mes en las horas de operación programadas de los equipos Jumbo RB-282.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 5. Comparación de tiempo de operación de los jumbos antes y después del proyecto.

Análisis estadístico

El valor $t = +/- 45.118$, llevado a interpretación en la campana de Gauss, al recaer sobre la zona de rechazo y ver que los resultados del comparativo de graficas correspondientes a las horas de operación programada del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase y las horas de operación programada del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado resaltando, se incrementa en 69.9 h/mes; aceptamos la

hipótesis alterna que señala que: “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018”.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se tuvo como propósito implementar un sistema de engrase centralizado en los equipos jumbos para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos jumbos RB-282 en la empresa contratista JRC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, es la mejora de la disponibilidad operativa de los equipos jumbos de un promedio de disponibilidad antes del proyecto 79.35% a un 90.37% después del proyecto, así queda demostrado y aceptado la Hipótesis general planteada “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018” : afirmación de se asocia y coincide a los resultados obtenidos por Guerra Poma (201), con su proyecto de investigación “plan de lubricación para mejorar la lubricación de las maquinarias pesadas utilizadas en el mantenimiento de carreteras en la empresa ICCGSA” que demuestra un aumento de un 24.6% de disponibilidad mecánica de los equipos durante 6

meses debido a que se evaluó el plan de lubricación y se están realizando de forma programada ahorrando tiempo y costos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de horas de paradas por mes antes del proyecto 127.84 h/mes por los mismos que en este proceso se realizaban reconstrucciones de pines y bocinas, maquinado de ellos mismos creándonos una parada prolongada durante este proceso, con la nueva implementación se logró reducir hasta 58.03 h/mes ganando así un promedio de 69.81 h/mes para elevación de la disponibilidad operativa del equipo y la aceptación de Hipótesis específica A. “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018. afirmación de se asocia y coincide a los resultados obtenidos por Arango (2015), con su proyecto de investigación “diseño de un sistema de lubricación centralizado en el sistema tratador corona-línea coating” quien demuestra que logro reducir 4 horas de paro del sistema para el engrase, asimismo define que se obtuvo el logro de 7.83 horas hombre por lubricación con su proyecto de investigación.

De acuerdo a los resultados de horas de operación programadas sin la implementación del engrase centralizado teníamos un promedio de 492.11 h/mes, la implementación de engrase centralizado fue una de las opciones de mejora para lograr un promedio de 562.01 h/mes alcanzando un 69.9 h/mes de operatividad de la flota quedando así demostrado la Hipótesis específica B. “La implementación del sistema de engrase centralizado, sí garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018”. La decisión tomada para este proyecto radica de los problemas constantes que se tuvo con la flota de los equipos jumbos no alcanzando los objetivos estándar.

CONCLUSIONES

1. Se estableció que, con la implementación del sistema de engrase centralizado se incrementó la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018., en razón a que dicha disponibilidad operativa, sin la implementación del sistema de engrase centralizado en promedio era de 79.35% y, la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado, alcanzado en promedio fue de 90.37%.; observándose que se tuvo un incremento de 11.02 % de disponibilidad operativa de los equipos citados.
2. También se concluye que, la implementación del sistema de engrase centralizado, sí permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018, por ser, el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado en promedio de 127.84 h/mes y para el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado en promedio de 58.03 h/mes. Resaltando un ahorro de 69.81 h/mes en el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB-282, lo cual significa un 54.9% de reducción.
3. Por último, la implementación del sistema de engrase centralizado, sí garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018, debido a que, las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 sin la implementación del sistema de engrase centralizado en promedio era de 492.11 Hr/mes y para las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB-282 con la implementación del sistema de engrase centralizado, se incrementó en promedio a 562.01 h/mes.

Resaltando una diferencia de 69.9 h/mes en las horas de operación programada del equipo Jumbo RB282, que significa un 11.02% de incremento.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. realizar una inspección general cada 40 horas de trabajo del sistema de engrase implementado; con el objetivo de garantizar su buen funcionamiento y de esa manera se pueda generar beneficios económicos y prolongar la vida útil de los componentes móviles.
2. Se recomienda a la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., programar cada 125 horas de trabajo, contabilizado con el horómetro del equipo, un mantenimiento general de los elementos que componen el sistema de engrase centralizado.
3. Establecer y desarrollar un plan de capacitación, para todo el personal del Área de Mantenimiento y Planeamiento, para el buen uso y cuidado del sistema instalado.
4. La empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C., actualmente cuenta con 7 unidades de equipos de perforación (simba), para los cuales también se sugiere la implementación de un sistema de engrase centralizado; para evitar sobrecostos por consumo de elementos de las partes móviles.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzate, A. (2009) Trabajo de investigación presentado con título *“rediseño de un sistema de lubricación centralizada una línea de transporte de botellas en una empresa de bebidas”*.
- Arango, A. (2015) Trabajo de investigación presentado con título: *“Diseño de un sistema de lubricación centralizado en el sistema tratador corona – línea coating”*.
- Comercio (s.f.) <https://www.elcomercio.com/deportes/carburando/funciones-del-lubricante.html>.
- Guerra, J. (2014) Trabajo de investigación presentado con título *“plan de lubricación para mejorar la disponibilidad de las maquinarias pesadas”*
- Interpresas (s.f.) <https://www.interempresas.net/Mantenimiento/Articulos/113067-Grasas-lubricantes-caracteristicas-ventajas-y-aplicaciones.html>
- Ingenianet (s.f.) http://www.ingenianet.com/wp-content/uploads/2017/10/Principios_basicos_grasas_lubricantes_ES.pdf.
- Esource (s.f.)
http://esource.alstribology.com/se021_dec2015/Grasas%20y%20Lubricaci%C3%B3n%20de%20los%20Rodamientos.html
- Molydal (s.f.) <http://www.molydal.com/es/materiales/engrase-centralizado.html>
- Molydal (s.f.) <http://www.molydal.com/es/materiales/engrase-centralizado.html>
- Serrano, M. (2006) Trabajo de investigación presentado con título *“automatización y centralización del sistema de engrase de la central hidroeléctrica de Huinco”*.
- Torres (2017) Tesis titulada presentada *“Diseño de un sistema de lubricación de pines y bocinas de packlog de cucharón de las palas eléctricas CAT Modelo 7495.*
- Wikipedia (s.f.) <https://es.wikipedia.org/wiki/Lubricante>

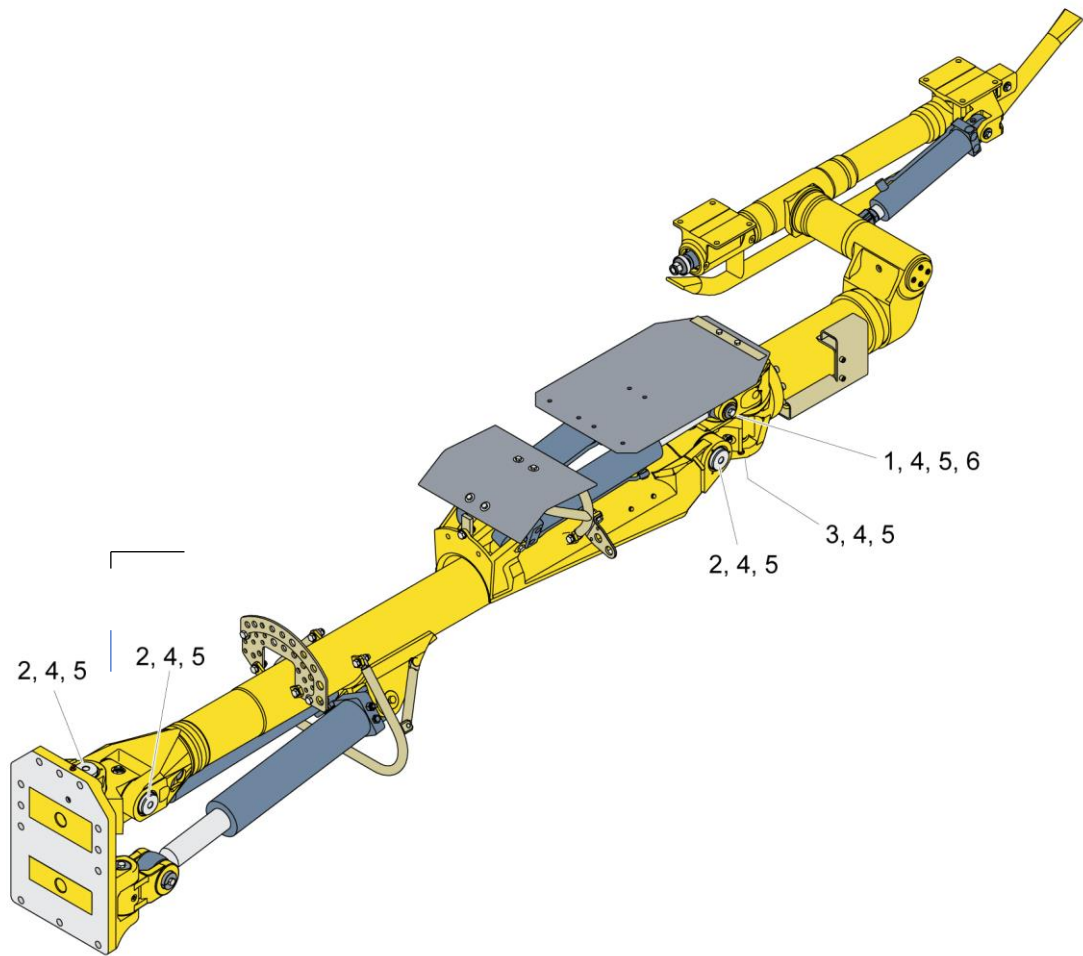
ANEXOS

Anexo A: Implementacion del sistema de engrase centralizado para incrementar la disponibilidad operativa del equipo jumbo RB-282

Problema Principal	Objetivo General.	Hipótesis General.	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿La implementación del sistema de engrase centralizado permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018?	Establecer si la implementación del sistema de engrase centralizado permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018	La implementación del sistema de engrase centralizado, si permite incrementar la disponibilidad operativa del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018	Sistema de engrase centralizado	Diseño	Parámetros técnicos	Tipo de <u>investigación</u> : descriptivo cuasiexperimental. Nivel de <u>investigación</u> : explicativo. Diseño de la <u>investigación</u> : cuantitativo longitudinal. Método de <u>investigación</u> : científico explicativo. Población: 6 unidades de equipos jumbo. Muestra: no probabilístico por conveniencia. Análisis de datos: T-Student.
				Bomba de grasa	Datos técnicos	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específico	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿La implementación del sistema de engrase centralizado permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018?	Determinar si la implementación del sistema de engrase centralizado permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018	La implementación del sistema de engrase centralizado, si permite reducir el tiempo de parada por mantenimiento del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018.	Disponibilidad operativa del equipo	Tiempo de parada por mantenimiento	(h)	
				Cumplimiento de horas de operación programadas	%	
¿La implementación del sistema de engrase centralizado garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018?	Evaluar si la implementación del sistema de engrase centralizado garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018	La implementación del sistema de engrase centralizado, si garantiza el cumplimiento de las horas de operación programadas del equipo Jumbo RB282 - Empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. -2018				

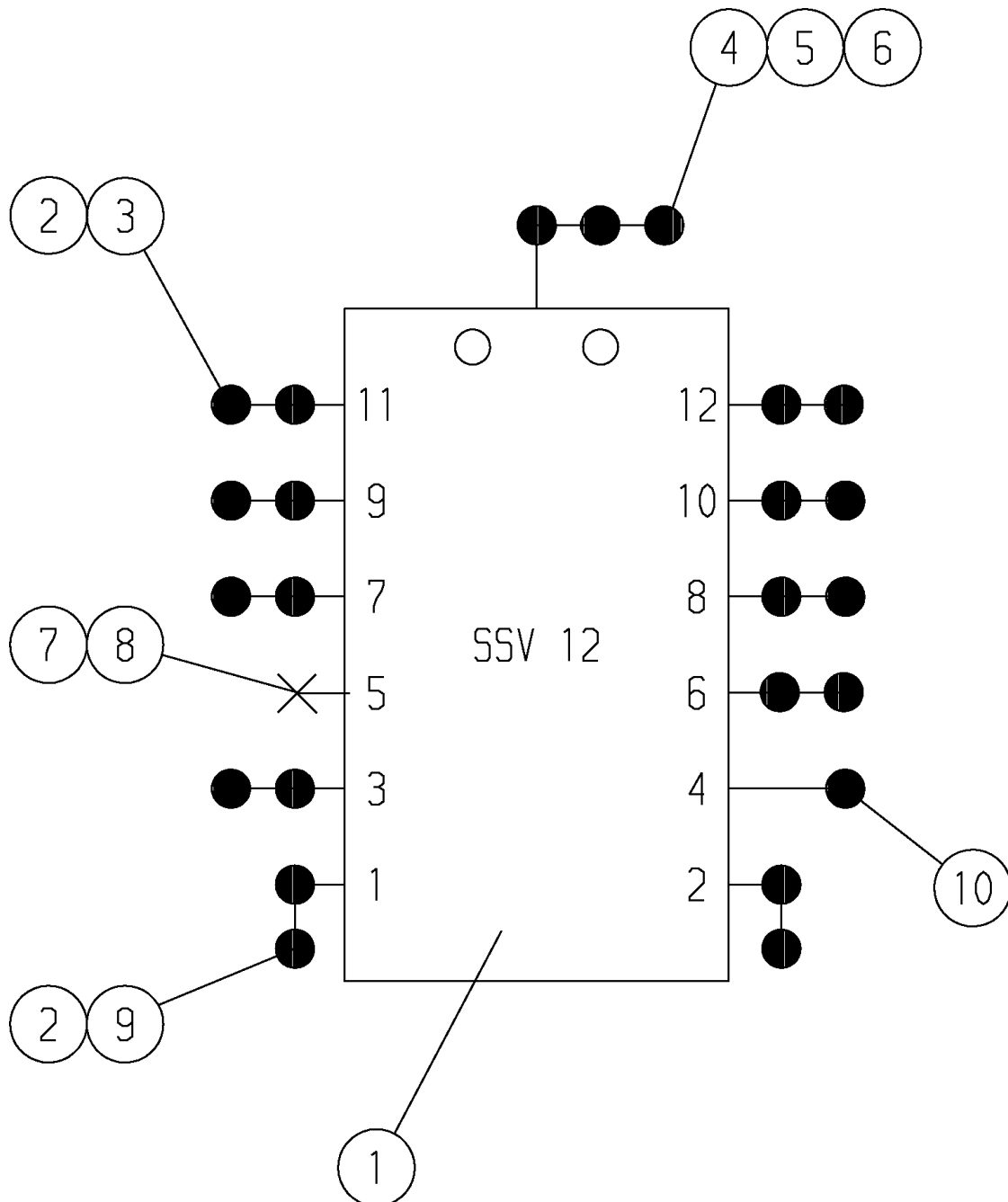
Fuente Elaboracion propia.

Anexo B: Brazo del equipo jumbo 282-RB

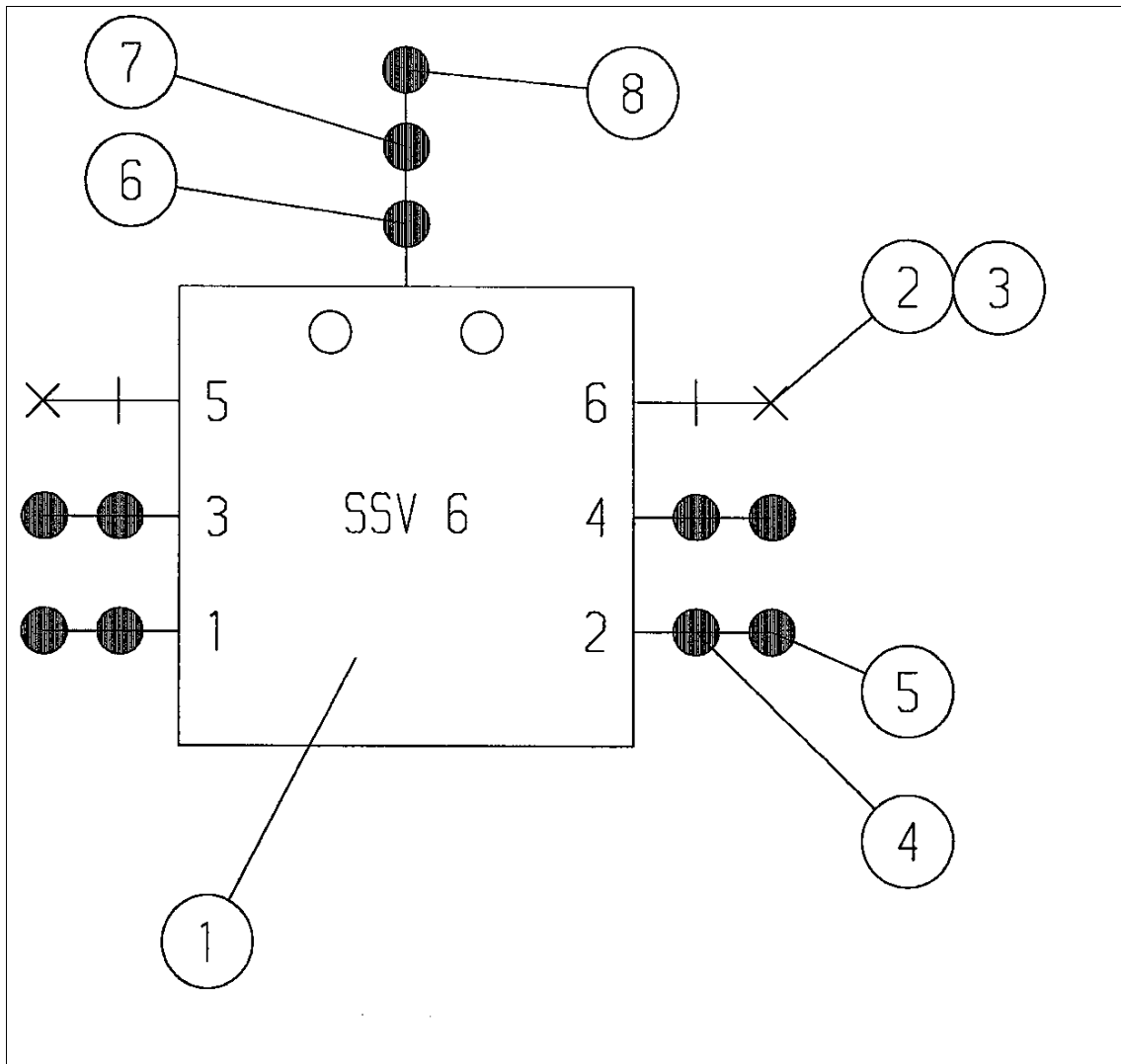


1250 0235 35

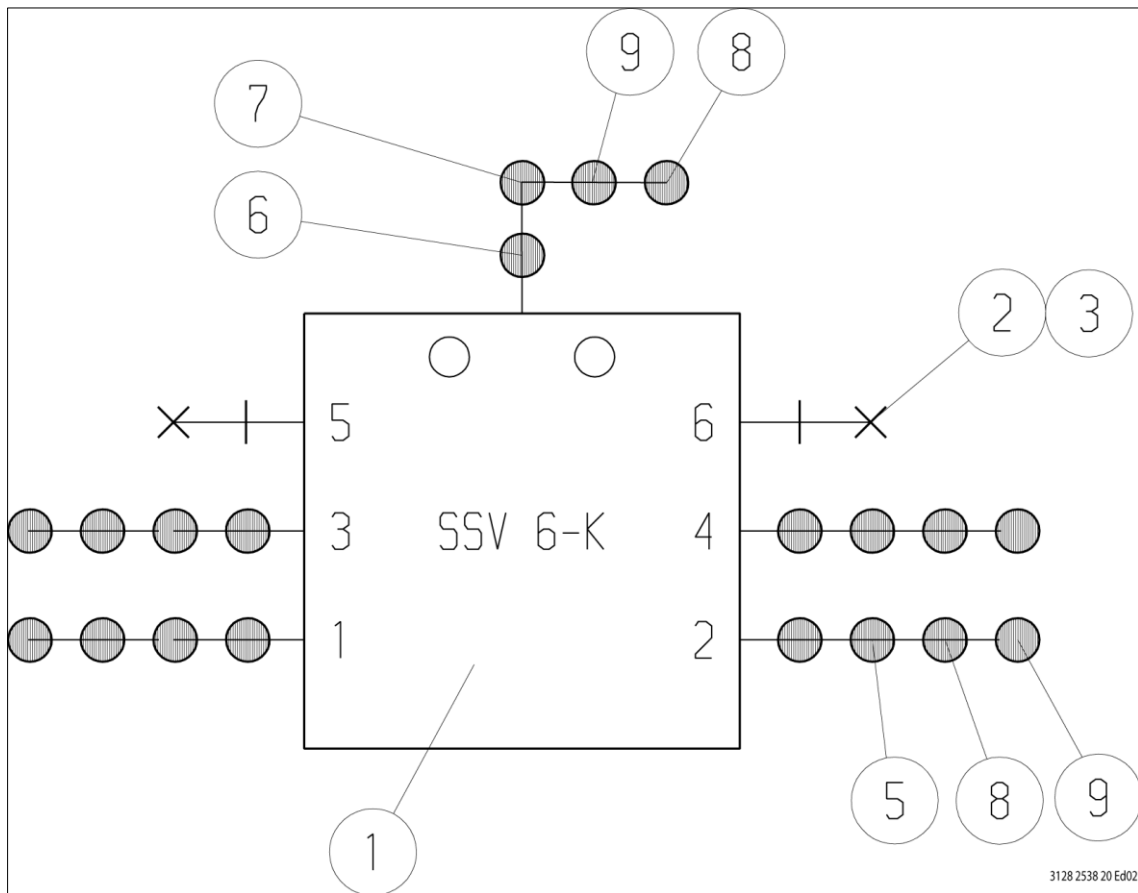
Fuente. Manual RB-282

Anexo C: Valvula distribuidora de grasa 12 salidas.

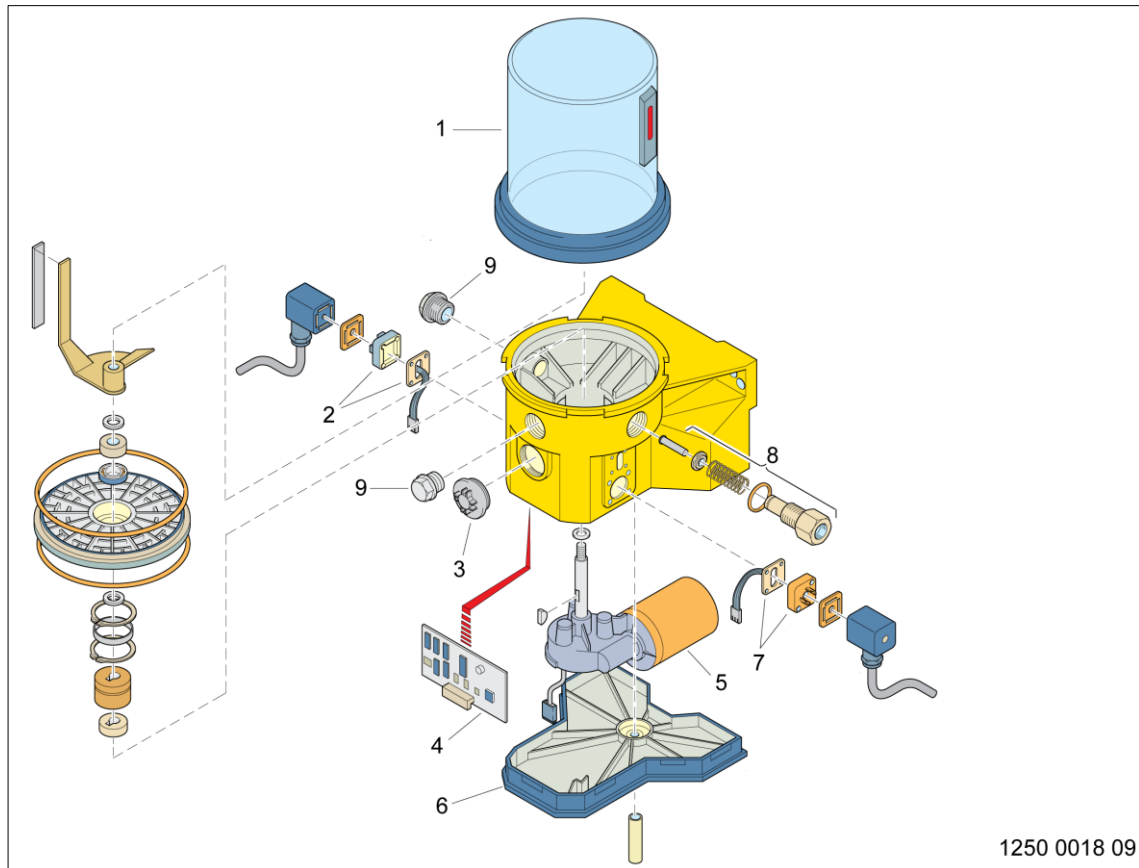
Fuente. Manual SKF.

Anexo D: Valvula distribuidora de grasa 6 salidas.

Fuente. Manual SKF.

Anexo E: Valvula distribuidora 6 salidas K6.

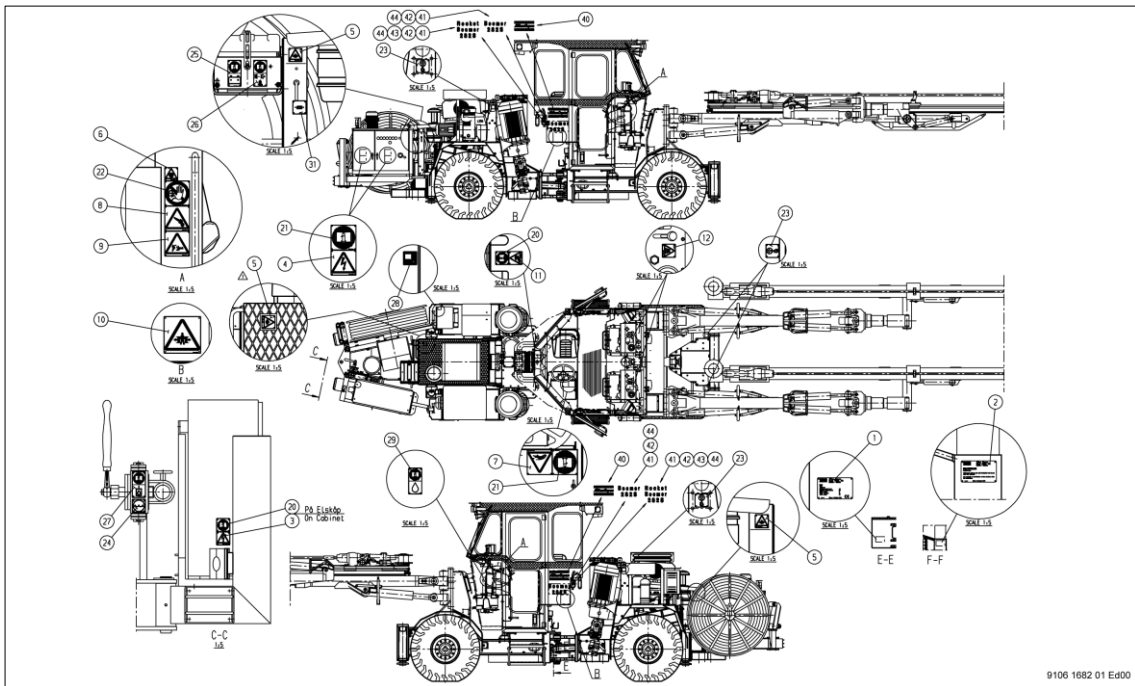
Fuente. Manual SKF

Anexo F: Despiece de bomba de grasa electrica.

1250 0018 09

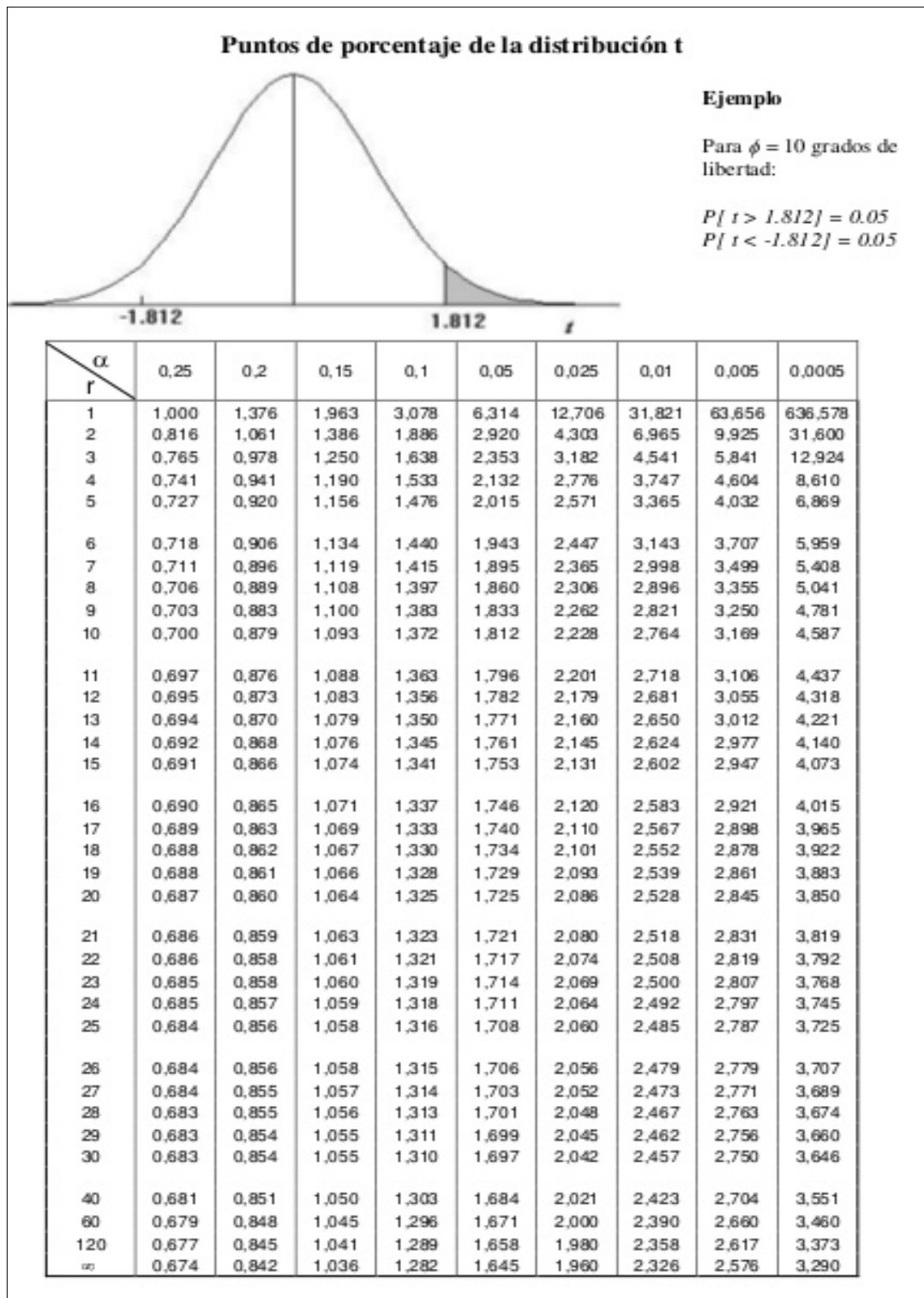
Fuente. Manual SKF.

Anexo G: Ubicación de componentes principales del equipo jumbo.



Fuente. Manual RB-282.

Anexo H: tabla de Puntos de porcentaje de la didtribucion para la campana de Gauss.



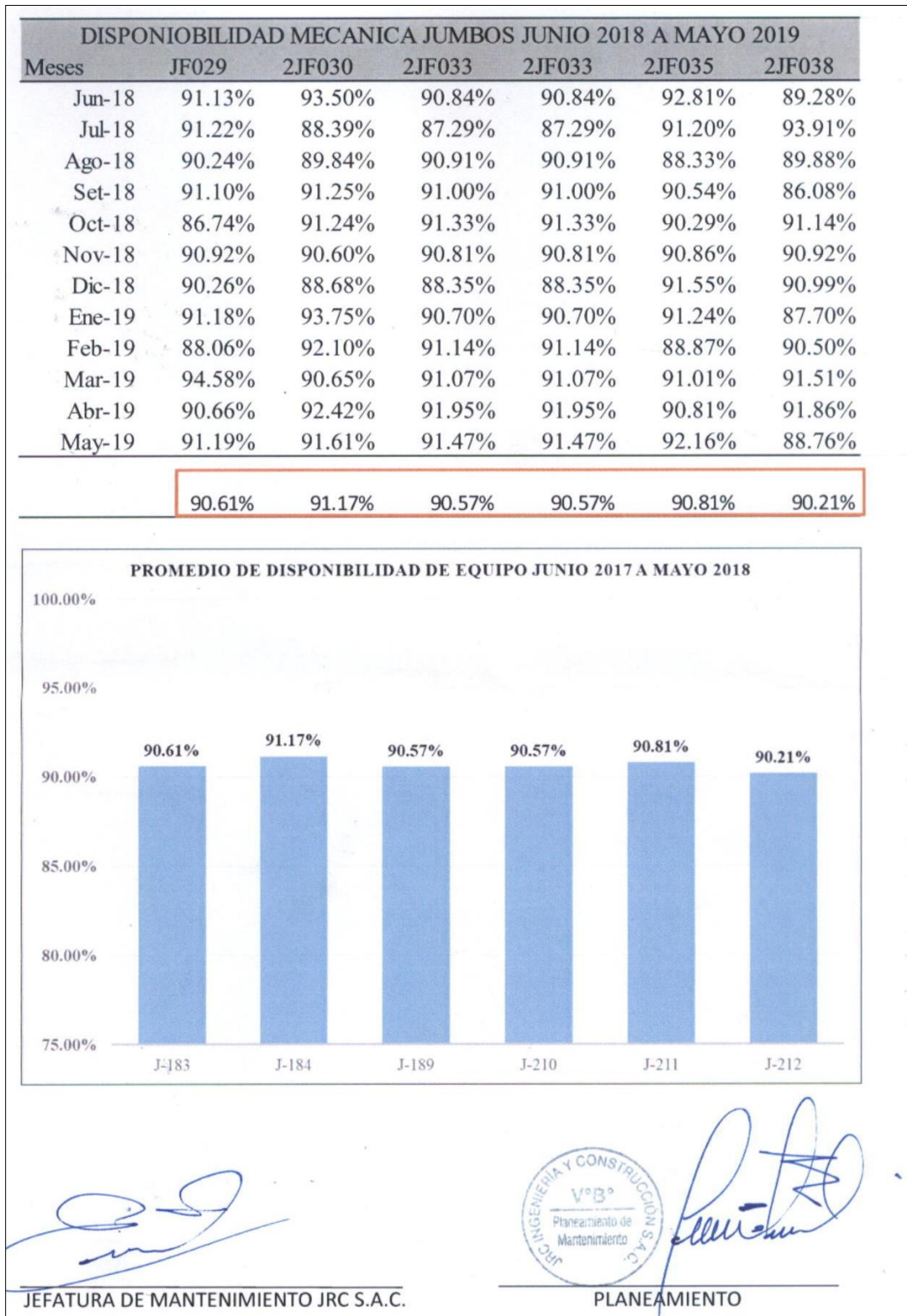
Fuente Manual (RUIZ)

Anexo I: Cuadro de control de paradas de la flota de JRC Ingeniería y Construcción.

17-Oct	Dia	J33	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF033	Jumbo N°33	Jumbo	JUMBOS	2JF033	0.00	0.00	437550a2JF033	1
17-Oct	Dia	J35	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF035	Jumbo N°35	Jumbo	JUMBOS	2JF035	0.00	0.00	437550a2JF035	1
17-Oct	Dia	J37	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF037	Jumbo N°37	Jumbo	JUMBOS	2JF037	0.00	0.00	437550a2JF037	1
17-Oct	Dia	J38	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF038	Jumbo N°38	Jumbo	JUMBOS	2JF038	0.00	0.00	437550a2JF038	1
17-Oct	Dia	E700	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JEF000	Empedador N°700	Empedador	EMPERNADORES	2JEF000	0.00	0.00	437550a2JEF000	1
17-Oct	Dia	E701	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JEF001	Empedador N°701	Empedador	EMPERNADORES	2JEF001	0.00	0.00	437550a2JEF001	1
17-Oct	Dia	E702	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JEF002	Empedador N°702	Empedador	EMPERNADORES	2JEF002	0.00	0.00	437550a2JEF002	1
17-Oct	Dia	E706	11:30	18:00	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento preventivo	6.5	2JEF006	Empedador N°706	Empedador	EMPERNADORES	2JEF006	#N/D	#N/D	437550a2JEF006	1
17-Oct	Dia	SC58	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC058	Scoop N°58	Scoop	SCOOPS	2SC058	0.00	0.00	437550a2SC058	1
17-Oct	Dia	SC60	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC060	Scoop N°60	Scoop	SCOOPS	2SC060	0.00	0.00	437550a2SC060	1
17-Oct	Dia	SC62	15:00	18:00	Perdida de fuerza	Mantenimiento Correctiv	3.0	2SC062	Scoop N°62	Scoop	SCOOPS	2SC062	CORRECTIVO	3.00	437550a2SC062	1
17-Oct	Dia	SC63	15:00	18:00	Problemas de telemando	Mantenimiento Correctiv	3.0	2SC063	Scoop N°63	Scoop	SCOOPS	2SC063	CORRECTIVO	3.00	437550a2SC063	1
17-Oct	Dia	SC71	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC071	Scoop N°71	Scoop	SCOOPS	2SC071	0.00	0.00	437550a2SC071	1
17-Oct	Dia	SC72	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC072	Scoop N°72	Scoop	SCOOPS	2SC072	0.00	0.00	437550a2SC072	1
17-Oct	Dia	SC73	15:00	18:00	Fuga de refrigerante	Mantenimiento Correctiv	3.0	2SC073	Scoop N°73	Scoop	SCOOPS	2SC073	CORRECTIVO	3.00	437550a2SC073	1
17-Oct	Dia	SC74	8:00	18:00	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	10.0	2SC074	Scoop N°74	Scoop	SCOOPS	2SC074	CORRECTIVO	10.00	437550a2SC074	1
17-Oct	Dia	SC75	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC075	Scoop N°75	Scoop	SCOOPS	2SC075	0.00	0.00	437550a2SC075	1
17-Oct	Dia	SC76	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC076	Scoop N°76	Scoop	SCOOPS	2SC076	0.00	0.00	437550a2SC076	1
17-Oct	Dia	SC77	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC077	Scoop N°77	Scoop	SCOOPS	2SC077	0.00	0.00	437550a2SC077	1
17-Oct	Dia	SC78	8:00	18:00	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	10.0	2SC078	Scoop N°78	Scoop	SCOOPS	2SC078	CORRECTIVO	10.00	437550a2SC078	1
17-Oct	Dia	SC80	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC080	Scoop N°80	Scoop	SCOOPS	2SC080	0.00	0.00	437550a2SC080	1
17-Oct	Dia	SC81	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC081	Scoop N°81	Scoop	SCOOPS	2SC081	0.00	0.00	437550a2SC081	1
17-Oct	Dia	M15	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2AH015	Mixcret N°15	Mixcret	MIXERS	2AH015	0.00	0.00	437550a2AH015	1
17-Oct	Dia	M16	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2AH016	Mixcret N°16	Mixcret	MIXERS	2AH016	0.00	0.00	437550a2AH016	1
17-Oct	Dia	M18	15:00	18:00	Fuga de aceite hidraulico	Mantenimiento Correctiv	3.0	2AH018	Mixcret N°18	Mixcret	MIXERS	2AH018	CORRECTIVO	3.00	437550a2AH018	1
17-Oct	Dia	M21	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2AH021	Mixcret N°21	Mixcret	MIXERS	2AH021	0.00	0.00	437550a2AH021	1
17-Oct	Dia	M704	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2AH0704	Mixcret N°704	Mixcret	MIXERS	2AH0704	0.00	0.00	437550a2AH0704	1
17-Oct	Dia	A8	8:00	18:00	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	10.0	2LC008	Putmeziter N°08	Robot Lanzador	LANZADORES	2LC008	CORRECTIVO	10.00	437550a2LC008	1
17-Oct	Dia	A9	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2LC009	Putmeziter N°09	Robot Lanzador	LANZADORES	2LC009	0.00	0.00	437550a2LC009	1
17-Oct	Dia	A11	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2LC011	Putmeziter N°11	Robot Lanzador	LANZADORES	2LC011	0.00	0.00	437550a2LC011	1
17-Oct	Dia	A12	16:00	18:00	Limpieza de tanque de aditivo	Demora operativa	2.0	2LC012	Putmeziter N°12	Robot Lanzador	LANZADORES	2LC012	OPERACIONES	2.00	437550a2LC012	1
17-Oct	Dia	S18	13:15	14:00	Falta de agua	Demora operativa	0.8	2JL018	Simba N°18	Simba	SIMBAS	2JL018	OPERACIONES	0.75	437550a2JL018	1
17-Oct	Dia	S20	8:00	13:30	Mantenimiento de brazos	Mantenimiento Correctiv	5.5	2JL020	Simba N°20	Simba	SIMBAS	2JL020	CORRECTIVO	5.50	437550a2JL020	1
17-Oct	Dia	S23	8:00	18:00	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	10.0	2JL023	Simba N°23	Simba	SIMBAS	2JL023	CORRECTIVO	10.00	437550a2JL023	1
17-Oct	Dia	S26	9:20	10:00	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	0.7	2JL026	Simba N°26	Simba	SIMBAS	2JL026	CORRECTIVO	0.67	437550a2JL026	1
17-Oct	Dia	S27	8:50	9:30	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Correctiv	0.7	2JL027	Simba N°27	Simba	SIMBAS	2JL027	CORRECTIVO	0.67	437550a2JL027	1
17-Oct	Dia	S28	13:30	14:20	Instalacione agua	Demora operativa	0.8	2JL028	Simba N°28	Simba	SIMBAS	2JL028	OPERACIONES	0.83	437550a2JL028	1
17-Oct	Dia	D2	8:00	9:30	Cambio de manguera # 10	Mantenimiento Correctiv	1.5	2DR002	Desatador N°02	Desatador	SCALERS	2DR002	CORRECTIVO	1.50	437550a2DR002	1
17-Oct	Dia	D3	8:00	12:40	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento preventi	4.7	2DR003	Desatador N°03	Desatador	SCALERS	2DR003	PREVENTIVO	4.67	437550a2DR003	1
17-Oct	Dia	D7	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2DR007	Desatador N°07	Desatador	SCALERS	2DR007	0.00	0.00	437550a2DR007	1
17-Oct	Dia	TH12	8:00	18:00	A la espera de las parabrasis	Demora operativa	10.0	2TH012	Telehandler N°12	Telehandler	TELEHANDLERS	2TH012	OPERACIONES	10.00	437550a2TH012	1
17-Oct	Dia	TH13	9:40	10:40	Problemas de marcha	Mantenimiento Correctiv	1.0	2TH013	Telehandler N°13	Telehandler	TELEHANDLERS	2TH013	CORRECTIVO	1.00	437550a2TH013	1
17-Oct	Dia	TH15	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2TH015	Telehandler N°15	Telehandler	TELEHANDLERS	2TH015	0.00	0.00	437550a2TH015	1
17-Oct	Dia	TH16	8:00	12:30	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Preventi	4.5	2TH016	Telehandler N°16	Telehandler	TELEHANDLERS	2TH016	PREVENTIVO	4.50	437550a2TH016	1
17-Oct	Dia	MN003	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2MN003	Motoniveladora N°3	Motoniveladora	MOTONIVELADORA	2MN003	0.00	0.00	437550a2MN003	1
17-Oct	Noche		8:00	14:30	Paralizado toda las operaciones de todo los r	Demora operativa	6.5						OPERACIONES	6.50	43755Noche	1
17-Oct	Noche	J33	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF033	Jumbo N°33	Jumbo	JUMBOS	2JF033	0.00	0.00	43755Noche2JF033	1
17-Oct	Noche	J35	8:00	10:30	Se realizo trabajo de soldadura en el tablero	Mantenimiento Correctiv	2.5	2JF035	Jumbo N°35	Jumbo	JUMBOS	2JF035	CORRECTIVO	2.50	43755Noche2JF035	1
17-Oct	Noche	J37	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JF037	Jumbo N°37	Jumbo	JUMBOS	2JF037	0.00	0.00	43755Noche2JF037	1
17-Oct	Noche	J38	8:00	15:00	Problema con el sitema de arranque del moto	Mantenimiento Correctiv	7.0	2JF038	Jumbo N°38	Jumbo	JUMBOS	2JF038	CORRECTIVO	7.00	43755Noche2JF038	1
17-Oct	Noche	E700	8:00	18:00	Falta de operador	Demora operativa	10.0	2JEF000	Empedador N°700	Empedador	EMPERNADORES	2JEF000	OPERACIONES	10.00	43755Noche2JEF000	1
17-Oct	Noche	E701	8:40	9:50	Cambio de cilindro de pigot	Mantenimiento Correctiv	1.2	2JEF001	Empedador N°701	Empedador	EMPERNADORES	2JEF001	CORRECTIVO	1.17	43755Noche2JEF001	1
17-Oct	Noche	E701	11:10	12:10	Cambio de shank	Demora operativa	1.0	2JEF001	Empedador N°701	Empedador	EMPERNADORES	2JEF001	OPERACIONES	1.00	43755Noche2JEF001	2
17-Oct	Noche	E702	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2JEF002	Empedador N°702	Empedador	EMPERNADORES	2JEF002	0.00	0.00	43755Noche2JEF002	1
17-Oct	Noche	E706	8:00	18:00	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento Preventi	10.0	2JEF006	Empedador N°706	Empedador	EMPERNADORES	2JEF006	PREVENTIVO	10.00	43755Noche2JEF006	1
17-Oct	Noche	SC58	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC058	Scoop N°58	Scoop	SCOOPS	2SC058	0.00	0.00	43755Noche2SC058	1
17-Oct	Noche	SC60	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC060	Scoop N°60	Scoop	SCOOPS	2SC060	0.00	0.00	43755Noche2SC060	1
17-Oct	Noche	SC62	13:40	14:50	Problema con el cuchareo	Mantenimiento Correctiv	1.2	2SC062	Scoop N°62	Scoop	SCOOPS	2SC062	CORRECTIVO	1.17	43755Noche2SC062	1
17-Oct	Noche	SC63	8:00	9:30	Correctivos mecanicos	Mantenimiento Correctiv	1.5	2SC063	Scoop N°63	Scoop	SCOOPS	2SC063	CORRECTIVO	1.50	43755Noche2SC063	1
17-Oct	Noche	SC63	14:00	15:30	Correctivos mecanicos	Mantenimiento Correctiv	1.5	2SC063	Scoop N°63	Scoop	SCOOPS	2SC063	CORRECTIVO	1.50	43755Noche2SC063	2
17-Oct	Noche	SC71	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC071	Scoop N°71	Scoop	SCOOPS	2SC071	0.00	0.00	43755Noche2SC071	1
17-Oct	Noche	SC72	8:00	18:00	Equipo trabajo sin novedad	Sin novedad	10.0	2SC072	Scoop N°72	Scoop	SCOOPS	2SC072	0.00	0.00	43755Noche2SC072	1
17-Oct	Noche	SC73	8:00	13:00	Fuga de refrigerante	Mantenimiento Correctiv	5.0	2SC073	Scoop N°73	Scoop	SCOOPS	2SC073	CORRECTIVO	5.00	43755Noche2SC073	1
17-Oct	Noche	SC73	14:00	18:00	Fuga de refrigerante	Mantenimiento Correctiv	4.0	2SC073	Scoop N°73	Scoop	SCOOPS	2SC073	CORRECTIVO	4.00	43755Noche2SC073	2
17-Oct	Noche	SC74	8:00	10:40	Problema con la caja de transmision	Mantenimiento Correctiv	2.7	2SC074	Scoop N°74	Scoop	SCOOPS	2SC074	CORRECTIVO	2.67	43755Noche2SC074	1
17-Oct	Noche	SC75	9:45	13:45	Fuga de aceite transmision yneumatico P4	Mantenimiento Correctiv	4.0	2SC075	Scoop N°75	Scoop	SCOOPS	2SC075	CORRECTIVO	4.00	43755Noche2SC075	1

Fuente Planeamiento JRC.

Anexo K: Validación de disponibilidad operativa después del proyecto.



Fuente Planeamiento JRC.

Anexo L: Formato de mantenimiento semanal flota JRC S.A.C.

JRC INGENIERIA Y CONSTRUCCION									
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANA 38 (18/09/19 AL 24/09/19)									
CUMPLIMIENTO									
	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	FECHA	OBSERVACIONES
	18-Set	19-Set	20-Set	21-Set	22-Set	23-Set	24-Set		
219013	7800 - PW1							18/09/2019	
209003	7750 - MP1							18/09/2019	
244015	10750 - MP1							18/09/2019	
244704							500 - MP2	24/09/2019	
250088	7500 - MP2 (gira cuchilla)							21/09/2019	
250062	6500 - MP2				CAMBIO CUCHILLA KXX			22/09/2019	
250073			6750 - MP1					19/09/2019	
250074				6500 - MP2					NO REPROGRAMADO - MITO - SCOP 77 INOPERATIVO
250075									NO REPROGRAMADO - MITO - SCOP 77 INOPERATIVO
250077	6250-MP1 (C. CUCHILLA)							23/09/2019	
250080						5750 - MP1		21/09/2019	
250081					GIRO CUCHILLA KXX			20/09/2019	
21E702		MANTITO 1000HRS							
21F635									
COP1	Rock Drill - Service 1	Rock Drill - Service 1						19/09/2019	
COP2	Rock Drill - Service 1	Rock Drill - Service 1							
COMP	200 HRS - COMPRESOR	200 HRS - COMPRESOR							
SALIDA	125 hrs posicionamiento	125 hrs posicionamiento							
21G020		REP BRAZO PORTABARRERAS							
COP1	Rock Drill - Service 1	Rock Drill - Service 1						20/09/2019	
COMP	200 HRS - COMPRESOR	200 HRS - COMPRESOR							
SALIDA	125 hrs posicionamiento	125 hrs posicionamiento							
ENTREGO	13								
FALTA	2								
CUMPLIMIENTO	87%								



Jefe de Mantenimiento

Fuente Planeamiento JRC.

Anexo M: Formato Check list del equipo jumbo frontonero.


FORMULARIO					
INSPECCION DE EQUIPOS PESADOS					
CHECK LIST DE EQUIPO JUMBO FRONTONERO - 282					
OPERADOR RESPONSABLE: <u>JESUS RIVERA COYETANO</u>		TURNO: <u>NOCHE</u>	SEDE: <u>EL BROCAL</u>		
JEFE DE GUARDIA: <u>GERIN AGUILAR</u>		H. DIESEL INICIAL: <u>3019.9</u>	H. DIESEL FINAL: <u>3622.7</u>		
EQUIPO: <u>2J50-288#35</u>		H. PERC1 INICIAL: <u>1618.5</u>	H. PERC1 FINAL: <u>1690.9</u>		
SUPERVISOR DE SEGURIDAD:		H. PERC2 INICIAL: <u>1308.2</u>	H. PERC2 FINAL: <u>1310.2</u>		
		H. COMP. INICIAL: <u>1971.8</u>	H. COMP. FINAL: <u>1973.8</u>		
		FECHA: <u>19-10-19</u>			
INSPECCION DIARIA					
INSPECCION DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD					
IT	CONDICION	SI	NO	NN	OBSERVACIONES
1	AUTORIZACION DE CIRCULACION DE EQUIPO	///		NN	
2	AUTORIZACION INTERNA DEL OPERADOR	///		NN	
3	EXTINTOR OPERATIVO	///		NN	
4	SISTEMA CONTRA INCENDIO (ANSUL)	///		NN	
5	CIRCULINA OPERATIVO	///		NN	
6	CLAXON OPERATIVO	///		NN	
7	ALARMA RETROCESO OPERATIVO	///		NN	
8	CINTURON DE SEGURIDAD	///		NN	
9	KIT ANTIDERRAMES	///		NN	
10	CONOS DE SEGURIDAD	///		NN	
11	CINTAS REFLECTIVAS VISIBLES	///		NN	
12	ALARMA DE ACCIONAMIENTO DE GATAS OPERATIVO	///		NN	
13	CADENA A TIERRA OPERATIVO	///		NN	
INSPECCIONES ANTES DE ARRANQUE					
IT	CONDICION	SI	NO	NN	OBSERVACIONES
14	PARADA DE EMERGENCIA OPERATIVOS	///		NN	
15	ASIENTO OPERATIVO	///		NN	
16	AJUSTE DE TUERCAS DE RUEDA ESTA BIEN	///		NN	
17	PANEL DE CONDUCCION OPERATIVOS	///		NN	
18	LAS FAJAS ESTAN COMPLETAS Y TENSADAS	///		NN	
19	PRESENTA DAÑOS CHOQUES Y / O RAJADURAS	///		NN	
20	NEUMATICOS PRESENTAN CORTES O DESGASTE	///		NN	
21	NIVEL DE ACEITE DE LUBRICACION CORRECTO	///		NN	
22	NIVEL DE ACEITE DE COMPRESOR CORRECTO	///		NN	
23	NIVEL DE ACEITE DE MOTOR CORRECTO	///		NN	
24	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO CORRECTO	///		NN	
25	NIVEL DE COMBUSTIBLE CORRECTO	///		NN	
26	FAROS COMPLETOS Y OPERATIVOS	///		NN	
27	FILTRO DE AIRE PRIMARIO EN BUEN ESTADO	///		NN	
28	FILTRO DE AIRE COMPRESOR EN BUEN ESTADO	///		NN	
29	CABLE ELECTRICO Y CONECTORES UNIPOLARES EN BUEN ESTADO	///		NN	
INSPECCIONES DESPUES DE ARRANQUE					
IT	CONDICION	SI	NO	NN	OBSERVACIONES
30	FRENO DE SERVICIO FUNCIONA	///		NN	
31	FRENO DE PARQUEO FUNCIONA	///		NN	
32	SISTEMA HIDRAULICO PRESENTA FUGAS	///		NN	
33	SISTEMA HIDROSTATICO PRESENTA FUGAS	///		NN	
34	MOTOR DIESEL PRESENTA FUGAS	///		NN	
35	COMPRESOR PRESENTA FUGAS	///		NN	
36	CILINDROS HIDRAULICOS PRESENTA FUGAS	///		NN	
37	PERFORADORA PRESENTA FUGAS	///		NN	
38	PINES Y BOCINA DE ART. CENTRAL ENGRASADOS	///		NN	
39	PINES Y BOCINAS DE DIRECCION ENGRASADOS	///		NN	
40	PINES Y BOCINAS DE BOOM EN BUEN ESTADO	///		NN	
41	PINES Y BOCINAS DE VIGA EN BUEN ESTADO	///		NN	
42	POLEA GUIADORA DE MANGUERAS EN BUEN ESTADO	///		NN	
43	POLEA DE AVANCE EN BUEN ESTADO	///		NN	
44	POLEA DE RETORNO EN BUEN ESTADO	///		NN	
45	CABLE DE AVANCE EN BUEN ESTADO	///		NN	
46	CABLE DE RETORNO EN BUEN ESTADO	///		NN	
47	LUBRICACION DE SHANK ES LA CORRECTA	///		NN	
48	PANEL DE PERFORACION ESTAN OPERATIVOS	///		NN	
49	ALINEAMIENTO DE BARRAS ESTAN CORRECTO	///		NN	
50	TAMBORA DE CABLE ELECTRICO OPERATIVO	///		NN	
FALLAS IDENTIFICADAS EN LA OPERACION					
51	HORAS INOPERATIVAS: DE.....A.....	T. HORAS:	DISPONIBILIDAD MECANICA		
52	HORAS DE REPARACION: DE.....A.....	T. HORAS:			
53	HORAS DE OPERACION: DE.....A.....	T. HORAS:			
54	HORAS MUERTAS: DE.....A.....	T. HORAS:			
OBSERVACION: <u>Prueba de funcionamiento del sistema de cable</u>					
N.N.: "No Negociable" la observación debe ser levantada de inmediato o se paraliza el equipo.					
OPERADOR ENCARGADO			SUPERVISOR		

FO-06-08-JRC-PR-MA-06 / Versión 4 / Check List Jumbo Frontonero (ATLAS COPCO RB282)

Fuente Planeamiento JRC.


Anexo N: Formato de inspección de equipos pesados.

FORMULARIO
INSPECCION DE EQUIPOS PESADOS
CHECK LIST DE EQUIPO JUMBO FRONTONERO - 282

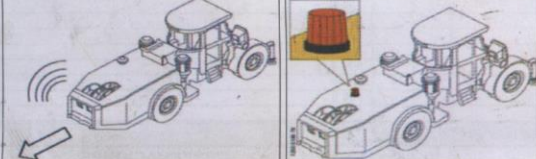


UBICACIÓN DEL PARO EMERGENCIA:

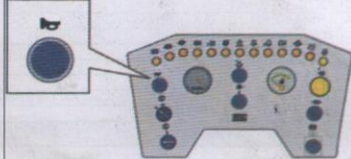
- * Parada emergencia en el tablero mando.
- * Parada emergencia en la parte posterior equipo.

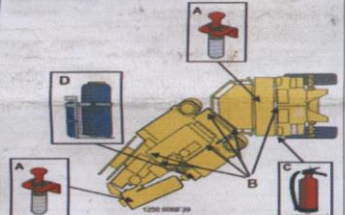


ZONAS CRITICAS DE RIESGO DEL EQUIPO:
 * Consulte instructivos de seguridad (letreros advertencia).



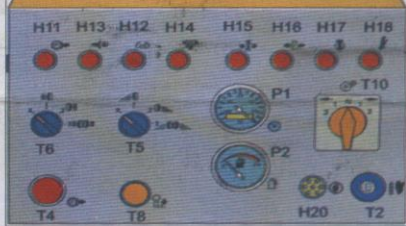
SEÑALES DE ADVERTENCIA: Alarma de reversa (acustica) - Circulina (visual) - Claxon(acustica)





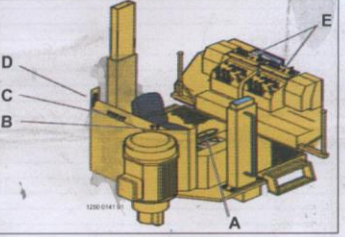
SISTEMA CONTRA INCENDIOS:

- A. Cartucho activación de ansul.
- B. Boquillas ansul.
- C. Extintor de incendios.
- D. Contenedor polvo ansul y cartucho de propelente.



TABLEROS DE CONTROL:

Designación	Función	Designación	Función
T2	Interruptor de encendido	H11	Lámpara indicadora del freno de estacionamiento
T4	Botón de freno de estacionamiento	H12	Lámpara indicadora para banda de ventilador
T5	Interruptor para iluminación montada en techo	H13	Lámpara indicadora para presión de freno
T6	Interruptor para iluminación en el transportador	H14	Lámpara indicadora del nivel de aceite hidráulico
T8	Botón para prueba de lámpara	H15	Lámpara indicadora para transmisión
T10	Interruptor selector de cambios	H16	Lámpara indicadora de presión del aceite lubricante del motor diesel
T12	Botón de claxon	H17	Lámpara indicadora de la temperatura del motor
P1	Contador de horas para motor diesel	H18	Lámpara indicadora de carga de la batería
P2	Medidor del tanque	H20	Indicador de precalentamiento




SISTEMA CONTRA INCENDIOS:

- A. Área de operador con tablero de conducción.
- B. Palancas para operar el techo protector.
- C. Palancas para posicionamiento diesel.
- D. Palancas para posicionamiento diesel.
- E. Tablero de perforación y posicionamiento.

FO-06-08-JRC-PR-MA-06 / Versión 4 / Check List Jumbo Frontonero (ATLAS COPCO RB282)

Fuente Planeamiento JRC.

Anexo P: Formato de orden de trabajo



ORDEN DE TRABAJO
FO-08-07-JRC-SSMA

V.1

AREA: Planta Mecánica

UBICACIÓN: Nº-4285 taller

EMPRESA: JRC

TAREA: Trabajos correctivos

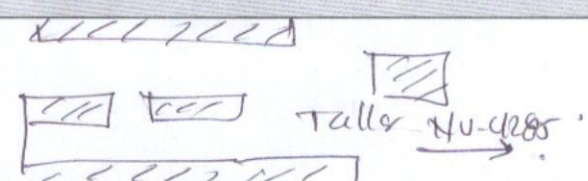
GUARDIA: D N

FECHA: 02/04/19.

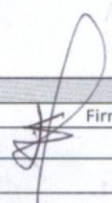
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

- Inspección de su área y retiro de (resaca)
- Bloqueo de equipo que interviene:
- Trabajos correctivos en el equipo JFO35
 - instalación de Válvulas para el engrase.
 - instalación de Pínguas.
 - Pruebas de funcionamiento del sistema.
 - Regulación de presiones

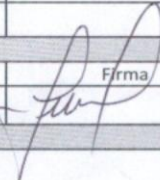
CROQUIS



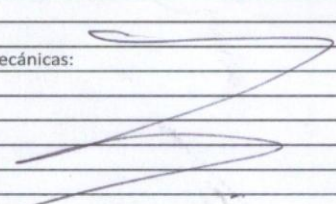
PERSONAL PARTICIPANTE DE LA TAREA

Apellidos y Nombres	Hora	Empresa	Firma
<u>Casmo Gomez Carlos.</u>	<u>7pm.</u>	<u>JRC</u>	

SUPERVISOR

Apellidos y Nombres	Hora	Empresa	Firma
<u>Adrian Luis C.</u>	<u>7pm.</u>	<u>JRC</u>	

GEOMECANICA

<p>Descripción Geomecánica:</p> <p>Indicaciones Geomecánicas:</p> 	<p>CROQUIS:</p>
--	-----------------

Nombres y Apellidos - Supervisor

Firma

Nombres y Apellidos - Supervisor

Firma

Fuente Planeamiento JRC.

Anexo Q: Formato de reporte técnicos.


JRC		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		N° :		
SOLICITADO POR: <i>Castro Gomez Carlos.</i>		Fecha: <i>02/04/2018.</i>		Hora: <i>7:1 pm.</i>		
TRABAJO PROGRAMADO		TRABAJO NO PROGRAMADO		PREVENTIVO:		
SUPERVISOR: <i>Haelin Solis Cabello.</i>		TIPO DE MANTENIMIENTO		CORRECTIVO: <i>Programado</i>		
EQUIPO: <i>25P035.</i>		MARCA: <i>Oras comco.</i>		OTROS: <input type="checkbox"/> DAÑO OPERATIVO		
CODIGO DE EQUIPO:		MODELO:		CONDICIONES MINA		
ESTADO DEL EQUIPO: <i>INOPERATIVO</i>		TIEMPOS EJECUCION		HORAS INICIO: <i>8 pm.</i>		
OPERATIVO		FECHA INICIO: <i>30/03/18.</i>		HORA FINAL: <i>6 am.</i>		
FECHA FINAL: <i>03/04/18.</i>		HOROMETROS: D: <i>2932.</i>		AREA: <i>T/Ent/10.</i>		
CODIGO DE EQUIPO:		MODELO:		UBICACION: <i>Tulla 7/K.P.</i>		
P1: <i>1231</i>		P2: <i>432</i>		C: <i>1421</i>		
COMPONENTES	UNIDAD DE POTENCIA	MOTOR DIESEL	SISTEMA ADMESC	SISTEMA LUBRICACION	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
		MOTOR ELECTRICO	SISTEMA ELECTRICO	SISTEMA REFRIGERACION	ESPECIFICAR	
	SISTEMA HIDRAULICO	BOMBA/MOTOR HIDRAULICO	FILTROS	CILINDROS HIDRAULICOS	IMPLEMENTOS	
		PERFORACION / PERCUSION	BLOCK / VALVULAS	MANGUERAS HIDRAULICAS	ESPECIFICAR	
	TREN DE POTENCIA	CONVERTIDOR DE PAR	BOMBAS	VALVULAS	CARDAN / CRUCETAS / CHUMACERA	
		CAJA TRANSMISION	DIFERENCIAL / MMFF	MANGUERAS	ESPECIFICAR	
	SISTEMA ELECTRICO	EJE DELANTERO	EJE POSTERIOR	SISTEMA ELECTRICO		
		TABLERO ELECTRICO	ALTERNADOR	BATERIA / CABLEADO	INSTRUMENTACION	
	ESTRUCTURA	CHASIS DELANTERO	CHASIS POSTERIOR	ARTICULACION CENTRAL	ESPECIFICAR	
		BLOCK / VALVULAS	BRAZO / BOOM	UNIDAD ROTACION / GIRO	DIRECCION	
SISTEMA POSICIONAMIENTO	VIGA SUPERIOR / INFERIOR	TUBO TELESCOPICO	CILINDROS/GATAS HIDRAULICOS	ESPECIFICAR		
	DD / P1	PD / P3	ARO	ESPECIFICAR		
LLANTAS / AROS	GI / P2	PI / P4	PESTAÑAS Y SEGUROS			
DETALLE DEL TRABAJO :						
<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de Valvulas Distribuidoras de Gasa - Instalación y conexión de gran, rullus de Gasa. - ajuste en el fango y Viga. - Fabricación de soporte de Engrosa. 						
PERSONAL QUE EJECUTA						
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES		FIRMA	HORAS TOTALES	
-	Emp.	Castro Gomez Carlos.		<i>[Firma]</i>	-	
TRABAJOS EJECUTADOS						
HORA INICIAL	HORA FINAL	DESCRIPCION			SISTEMA	SUBSISTEMA
08am	05pm	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección del Paso de tubos. y rullus de (almag) - Instalación de valvulas. - conexión de rullus - ajuste y cambio de slide br de L - ajuste de fango. 				
MATERIALES Y REPUESTOS PENDIENTES (BACKLOG)						
CODIGO DE ALMACEN	CANTIDAD	DESCRIPCION	NUM. PARTE	SISTEMA	PRIORIDAD	
OBSERVACIONES						
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar las pruebas. 						
TEC. RESPONSABLE		SUPERVISOR		PLANEAMIENTO		
<i>[Firma]</i>		<i>[Firma]</i>		<i>[Firma]</i>		

FO-10-JRC-PR-MA-06 / Versión 1 / Orden de Trabajo

Fuente Planeamiento JRC.

Anexo R: Formato cartilla de mantenimiento de los equipos jumbo.

Página 1 de 2



**CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
JUMBO FRONTONERO - RB282 (POSICIONAMIENTO)**

Modelo	RB282	No de O.T.	Intervalo
No Interno	2JF035	Fecha	POSICI. 125 HRS
No de Serie		Unidad	DRILL 40H COMPR. 200 HRS
Horometro Eng.	3528.7	Horom. P1	Técnico <i>[Firma]</i>
Horometro Eléct 1	1775.4	Horom. P2	Firma <i>[Firma]</i>
			Horometro Eléctrico 2

Nota .- Antes de realizar cualquier operacion o cualquier procedimiento de mantenimiento referirse al Manual de Operacion y Mantenimiento suministrado para esta maquina

MP	Instrucciones	Ok	Comentario
	GENERAL		
MP1	Aplicar el freno de parqueo.	✓	
MP1	Bloquear las ruedas.	✓	
MP1	Colocar la tarjeta y candado de seguridad	✓	
MP1	Lavado de maquina completamente	✓	
MP1	Lavado de catalizador.(PTX)	✓	
MP1	Comprobar que todas las etiquetas y rótulos de seguridad sean legibles.	✓	
MP1	Verificar que el botón de parada de la máquina funcione bien	✓	
MP1	Probar alarma de retroceso/bocina.	✓	
MP1	Inspeccionar el cinturón de seguridad.	✓	
MP1	Revisar el sistema contra incendio y/o extintor.	✓	
MP1	Revisar el sistema de luces delanteras y posteriores	✓	
MP1	Revisar el nivel de aceite del sistema hidraulico.	✓	
MP1	Inspeccionar fugas externas del motor en general.	✓	
MP1	Inspeccionar fugas externas del sistema hidraulico, direccion y frenos.	✓	
MP1	Inspeccionar fugas externas del tren potencia (Transmision)	✓	
	SISTEMA MOTOR DIESEL - BF4L914		
MP1	Limpieza de catalizador	✓	
MP1	Pulverizado aletas de refrigeración motor	✓	
MP1	Drenar / Tomar muestra aceite motor diesel	✓	
MP1	Limpieza del enfriador de aceite de motor	✓	
MP1	Cambiar aceite del motor diesel.	✓	
MP1	Verificar el ajuste de las abrazaderas de la línea de admisión y escape.	✓	
MP1	Inspeccionar / Cambiar filtros en el sistema de admisión de aire de motor diesel	✓	
MP1	Limpieza del portafiltro	✓	
MP1	Chequear hermetismo de refrigeracion aire de motor	✓	
MP1	Limpieza del ventilador	✓	
MP1	Cambiar filtro aceite del motor diesel	✓	
MP1	Cambiar filtro primario y secundario del sistema de combustible.	✓	
MP1	Limpia tamiz de bomba de transferencia	✓	
MP1	Drenar agua y sedimentos de tanque de combustible.	✓	
MP1	Revisar el nivel de aceite de motor.	✓	
MP1	Inspeccionar / ajustar correas del ventilador y del alternador.	✓	
MP1	Verificar y limpiar la válvula de descarga de polvo.	✓	
MP1	Revisar soportes del motor diesel.	✓	
MP1	Revisar actuador de faja rota, el motor debe apagarse	✓	
MP1	Verificar presión de aceite de motor (25 relenti y 75 psi acelerado)	✓	
	SISTEMA TRANSMISION		
MP1	Revisar el nivel de aceite de la caja transferencia.	✓	
MP1	Verificar pernos soportes de caja reductora	✓	
MP1	Verificar cruceatas de cardanes delantero y posterior / Engrasar	✓	

CA-02-03-04-JRC-PR-MA-06 / Versión 3 / Cartilla de MP - Jumbo Frontonero RB282

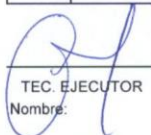
Anexo R: Formato cartilla de mantenimiento de los equipos jumbo.

Página 2 de 2

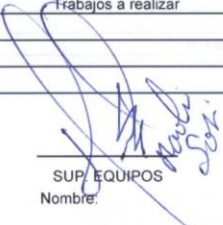
MP1	Verificar chumacera del cardan		
MP1	Verificar eje oscilante (desgaste)		
MP1	Verificar el estado de los respiraderos del eje.		
MP1	Revisar el nivel de aceite del diferencial y mandos finales		
MP1	Inspeccionar los tapones magneticos de los mandos y el estado del aceite		
MP1	Muestrear las particulas de cada uno de los tapones en un papel.		
MP1	Verificar ajuste de las tuercas de las llantas		
MP1	Comprobar presion de inflado los neumáticos y remanentes.		
SISTEMA HIDRAULICO			
MP1	Verificar funcionamiento pedal freno	✓	
MP1	Probar frenos de servicio	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del freno de parqueo	✓	
MP1	Verificar funcionamiento valvula de dirección (orbitrol)	✓	
MP1	Verificar estado cilindro de dirección / Revizar pines y bocinas	✓	
MP1	Revisar el indicador de saturacion del filtro hidráulico	✓	
MP1	Inspección del enfriador tubular	✓	
CHASIS			
MP1	Verificar estructura general del chasis	✓	
MP1	Verificar ajuste pernos anclaje del brazo	✓	
MP1	Comprobar la amortiguacion del asiento operador	✓	
MP1	Verificar el funcionamiento del cinturón de seguridad	✓	
MP1	Verificar pines / bocinas articulación central	✓	
MP1	Verificar parantes techo protector motor diesel / operador	✓	
MP1	Verificar soporte del carrete cable eléctrico	✓	
MP1	Lubricar el equipo en general / Limpieza de la grasa sobresaliente	✓	
MP1	Verificar el estado del lubricador central.	✓	
MP1	Revisar los estabilizadores (gatas) y sus válvulas	✓	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MP1	Verificar sistema proteccion motor (sensor/switch presion, capsula/reloj temperatura)	✓	
MP1	Inspeccionar / limpiar y lubricar terminales de las baterias.	✓	
MP1	Evaluar el PH de las baterias nivel electrolito.	✓	
MP1	Probar indicadores y medidores de cabina.	✓	
MP1	Limpieza y mantenimiento del panel de control	✓	
MP1	Revisar panel, luces de advertencia y switches de seguridad	✓	
MP1	Verificar funcionamiento de horómetros	✓	
MP1	Revisar la luces de desplazamiento, perforación y emergencia	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del solenoide de marcha	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del solenoide de velocidades	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del solenoide de parqueo	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del sensor de nivel de combustible	✓	
MP1	Verificar funcionamiento del sensor de nivel de aceite	✓	
MP1	Revision y limpieza del alternador y arrancador	✓	

Nº REQ.	Nº OS	Trabajos a realizar	OT	Resultado de lo Realizado

Nº Inf. Tec.	Nº BackLogs	Trabajos a realizar	OT	Fecha entrega PLANNER	FIRMA PLANNER



TEC. EJECUTOR
Nombre:





SUP. EQUIPOS
Nombre:

JEFE DE EQUIPOS Y MANTTO
Nombre:

CA-02-03-04-JRC-PR-MA-06 / Versión 3 / Cartilla de MP - Jumbo Frontonero RB282

Anexo S: Formato de check list de dispositivos de seguridad.

JRC		CHECK LIST DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE EQUIPOS			
SEDE:	<i>Drocal</i>	EQUIPO:	<i>20-FO35</i>		
FECHA	<i>22-09-18</i>				
TURNO:	<i>noche.</i>				
TÉCNICO RESPONSABLE:	<i>Paredes Tolentino Nestor</i>				
SUPERVISOR:					
INSPECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD					
ITEM	CONDICION	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
1	SUPRESOR DE INCENDIOS ANSUL	<input checked="" type="checkbox"/>			
2	EXTINTOR MANUAL	<input checked="" type="checkbox"/>			
3	BOTIQUIN	<input checked="" type="checkbox"/>			
4	TACOS DE SEGURIDAD (2)	<input checked="" type="checkbox"/>			
5	KIT ANTIDERRAME	<input checked="" type="checkbox"/>			
6	CONOS DE SEGURIDAD (2)	<input checked="" type="checkbox"/>			
7	CINTURÓN DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>			
8	LUCES	<input checked="" type="checkbox"/>			
9	CLÁXON	<input checked="" type="checkbox"/>			
10	ALARMA DE RETROCESO	<input checked="" type="checkbox"/>			
11	CIRCULINA	<input checked="" type="checkbox"/>			
12	ALARMA DE LEVANTE DE TOLVA	<input checked="" type="checkbox"/>			
13	DISPOSITIVO BLOQUEO DE EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/>			
14	BOTÓN DE EMERGENCIA	<input checked="" type="checkbox"/>			
15	TUERCAS DE RUEDA	<input checked="" type="checkbox"/>			
16	CADENA LÍNEA A TIERRA	<input checked="" type="checkbox"/>			
17	ESCALONES Y ASIDEROS	<input checked="" type="checkbox"/>			
18	PINES DE BLOQUEO / TRABA	<input checked="" type="checkbox"/>			
19	CINTAS REFLECTIVAS	<input checked="" type="checkbox"/>			
20	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO / CÓDIGO	<input checked="" type="checkbox"/>			
OBSERVACIÓN: <i>Requiere cambios el cambio 440 V. por feno de ruido.</i>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  TÉCNICO MANTENIMIENTO </div> <div style="text-align: center;">  SUPERVISOR MANTENIMIENTO </div> </div>					

Anexo T: Formato de check list de dispositivos de seguridad

	INSPECCION		CÓDIGO	
	CHECK LIST DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD JUMBO/SIMBA/EMPERNADOR		REVISIÓN	
EQUIPO: <u>JUMBO</u>		H. DIESEL: <u>3528.7</u>		
FECHA: <u>22-09-18</u>	TURNO: <u>Noche</u>	H. PERCUSIÓN: <u>1228.1</u>		
TECNICO ENCARGADO: <u>Parades Tolentino Nolaso</u>		H. COMPRESOR: <u>7529</u>		
INSPECCION DE DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE SEGURIDAD				
ITEM	CONDICION	SI	NO	OBSERVACIONES
1	PARADA DE EMERGENCIA (OPERATIVO)	✓		
2	ALARMA DE ACCIONAMIENTO DE GATAS (OPERATIVO)	✓		
3	INTERRUPTOR PRINCIPAL 24V (OPERATIVO)	✓		
4	RELAY DIFERENCIAL DE FALLA A TIERRA K51 (OPERATIVO)	✓		
5	LIMITADOR DE CABLE ELECTRICO (OPERATIVO)	✓		
6	INTERRUPTOR PRINCIPAL 440V - Q01 (OPERATIVO)	✓		
7	CADENA A TIERRA (BUEN ESTADO)	✓		
8	CABLE DE ALIMENTACION 440V (BUEN ESTADO)	✓		
9	CONECTORES UNIPOLARES (BUEN ESTADO)	✓		
10	COLECTOR HERMETIZADO (BUEN ESTADO)	✓		
11	AVION DE CABLE 440V (BUEN ESTADO)	✓		
12	MALLA DE CABLE 440V (BUEN ESTADO)	✓		
13				
14				
15				

Parada de Emergencia



Alarma de accionamiento de gatas



Interruptor Principal Q01



Interruptor Principal 24 V



Limitador Cable Eléctrico



Relay Diferencial de Falla a Tierra





TECNICO ENCARGADO

SUPERVISOR ENCARGADO