



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INVENTARIO DE  
REPUESTOS PARA UN MOTOR ESTACIONARIO JOHN DEERE MODELO  
3029TF150 EN LA EMPRESA WARTSILA UBICADO EN TABABELA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Automotriz

**AUTOR: KEVIN ANDRÉS DAQUILEMA PAÑORA**

**TUTOR: JULIO CÉSAR GAGUANCELA SAÑAICELA**

Quito - Ecuador

2022

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Kevin Andrés Daquilema Pañora con documento de identificación N° 1724786478 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 15 de Septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Kevin Andrés Daquilema Pañora

1724786478

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo Kevin Andrés Daquilema Pañora con documento de identificación No. 1724786478 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Optimización del proceso de mantenimiento e inventario de repuestos para un motor estacionario John Deere modelo 3029TF150 en la empresa Wartsila ubicado en Tababela”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 15 de Septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Kevin Andrés Daquilema Pañora

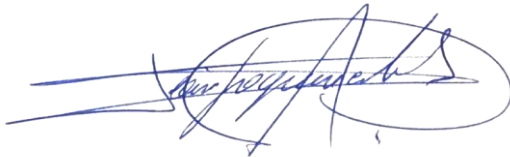
1724786478

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Julio César Gaguancela Sañaicela con documento de identificación N° 0601987621, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INVENTARIO DE REPUESTOS PARA UN MOTOR ESTACIONARIO JOHN DEERE MODELO 3029TF150 EN LA EMPRESA WARTSILA UBICADO EN TABABELA, realizado por Kevin Andrés Daquilema Pañora con documento de identificación N° 1724786478, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de Septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Ing. Julio César Gaguancela Sañaicela, MSc  
0601987621

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto a:

Mis padres Carlos Humberto Daquilema y Mónica Marianela Pañora quienes, con su amor, paciencia, consejos y sobre todo esfuerzo, me han permitido alcanzar una meta más, gracias por inculcar valores y principios en mí, desde niño, toda la dedicación, el sacrificio y valentía que me enseñaron que nunca toca rendirse para poder cumplir todos los sueños que se tenga en mente, ya que, con eso no temer las adversidades en el camino planteado.

Mis hermanos Vinicio, Estiven y Milán por su cariño y apoyo incondicional, durante todos esos años, por estar conmigo en todo momento, por todos los consejos que me dieron que nunca debo rendirme, ya que en el camino hubo tropiezos, pero ellos estuvieron para poder seguir adelante y cumplir todo lo que les dije a mis hermanos que tengo que lograr mi título Universitario.

Finalmente, de manera especial a mi tío Rodolfo Albán Bonilla que siempre me brindó su apoyo, que quiero dedicarle esta tesis, por apoyarme cuando más necesitaba, por extenderme su mano en momentos difíciles, gracias por todas las enseñanzas que me brindó en todo el camino universitario y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, quiero agradecer a dios por darme fuerza y perseverancia a lo largo de este camino universitario que tuve lleno de circunstancias difíciles, mismas que fueron superadas gracias a mi dedicación y esfuerzo que me dio la energía para seguir adelante y nunca dejarme caer en todo este camino gracias por todo mi dios siempre presente en todo.

Agradezco de todo corazón a mis padres. Carlos Humberto Daquilema y Mónica Marianela Pañora, ya que desde pequeño me transmitieron sus valores, mismos que me enseñaron a luchar por mis metas, a no rendirme ante las adversidades de la vida, por ende, sabiendo que no existe forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo hacia mi persona.

A mi tutor Ing. César Gaguancela, por dedicarme parte de su tiempo en la orientación y elaboración de este trabajo y por ser los excelentes profesores, también agradezco de muchos a los ingenieros laboratorista que me apoyaron con sus conocimientos y también al ingeniero Vicente Rojas por la enseñanza brindada en el camino universitario por todas esas explicaciones en clases y por compartir sus conocimientos a nosotros los estudiantes y para agradecer al Ing. Jhonny Barrera por la colaboración que me ha brindado y ayudarme con las dudas que he tenido en el trascurso del proyecto.

De manera general se agradece a todo el personal que labora en la empresa Wärtsila, en especial al personal de mantenimiento y operación, ya que mediante sus conocimientos adquiridos en base a la experiencia al frente de sus labores cotidianas proporcionaron información importante para el desarrollo del documento.

## **INDICE GENERAL**

INTRODUCCIÓN .....	14
PROBLEMA.....	15
Delimitación del problema. -.....	15
Justificación. - .....	15
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos. ....	16
Marco Teórico.....	17
Que es el mantenimiento .....	17
Generalidades del mantenimiento .....	18
Evolución del mantenimiento.....	18
Evolución del mantenimiento en el mundo .....	19
Primera Generación .....	19
Segunda Generación.....	20
Tercera Generación.....	20
Cuarta Generación .....	20
Áreas de acción del mantenimiento.....	22
Tipos de mantenimiento .....	23
Mantenimiento Preventivo .....	24
Mantenimiento Predictivo .....	25
Mantenimiento Correctivo .....	26
CAPÍTULO 1.....	28
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	28
1.1 Historia de la empresa Wärtsilä.....	28
1.1.1 El nacimiento del primer motor diésel de Wärtsilä.....	29
1.1.2 Wilmer Wahlstedt: diseñador principal del primer motor diésel de Wärtsilä...	29
1.2 Estrategia corporativa de la empresa Wärtsilä.....	30
1.3 Descripción de la empresa .....	31
1.4 Ubicación .....	31
1.5 Explicación de la terminología utilizada.....	32
1.6 Designación de los cojinetes.....	33
1.6.1 Marcas del volante .....	34
1.7 Evolución de los motores Wärtsilä 32 hasta la actualidad .....	35
1.8 Datos principales, datos de funcionamiento y diseño general.....	35
1.8.1 Datos principales y resultados.....	35
1.8.2 Datos de funcionamiento recomendada .....	38
1.8.3 Diseño General el motor .....	41
1.9 Motores y grupos electrógenos de la más alta eficiencia para aplicaciones marinas .....	47

1.10 Nuestras soluciones de las nuevas aplicaciones de los grupos electrógenos marinos .....	48
1.10.1 Motor de metanol Wärtsilä 32.....	48
1.10.2 Motores de combustible dual a prueba de futuro para su inversión.....	49
1.10.3 Motores de combustible dual a prueba de futuro para su inversión.....	50
1.10.4 Grupos electrógenos.....	51
CAPÍTULO 2.....	53
MOTORES ESTACIONARIOS .....	53
2.1 Qué es un motor estacionario .....	53
2.1.1 Funcionamiento de un motor estacionario.....	53
2.1.2 Qué aceite lleva un motor estacionario.....	53
2.1.3 Clasificación de motores estacionarios.....	54
2.2 Principio de cuatro tiempos .....	55
2.2.1 Primer Tiempo: Carrera de Admisión .....	56
2.2.2 Segundo Tiempo: Carrera de Compresión .....	56
2.2.3 Tercer Tiempo: Carrera de Fuerza (Combustión) .....	56
2.2.4 Cuarto Tiempo: Carrera de Escape.....	57
2.3 Fabricantes de motores estacionarios .....	57
2.4 Datos del motor John Deere .....	57
2.4.1 Descripción del John Deere .....	57
2.4.2 John Deere en la actualidad .....	58
2.5 Motor John Deere.....	58
2.5.1 Etiqueta PowerTech.....	58
2.5.2 Placa con número de serie del motor.....	59
2.5.3 Especificaciones básicas del motor .....	62
2.5.4 Partes del motor John Deere 3029T .....	63
2.6 Principio de Funcionamiento del motor.....	65
2.7 Grupo Electrónico .....	66
2.8 Componentes principales del grupo eléctrico .....	66
2.9 Características generales del grupo eléctrico .....	67
2.10 Concepto de las partes de un grupo eléctrico.....	68
2.10.1 Motor de combustión.....	68
2.10.2 Alternador.....	68
2.10.3 Motor de arranque .....	69
2.7.4 Baterías .....	70
2.10.5 Ventilador .....	71
2.10.6 Radiador.....	71
2.10.7 Silenciador.....	71



2.10.8 Depósito de combustible .....	71
2.10.9 Bancada .....	71
2.10.10 Antivibratorios.....	72
2.10.11 Filtro de Aire .....	72
2.10.12 Tablero de control.....	72
CAPÍTULO 3.....	1
IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UN MOTOR ESTACIONARIO JOHN DEERE.....	1
3.1 Elaboración del plan de mantenimiento en el motor John Deere .....	1
3.1.1 Mantenimiento de las 100 hasta 500 horas de funcionamiento del motor .....	2
3.1.2 Mantenimiento de las 1000 hasta 5000 horas de funcionamiento del motor .....	3
3.1.3 Mantenimiento de las 5500 hasta 7000 horas de funcionamiento del motor .....	7
3.1.4 Mantenimiento de las 7500 hasta 10000 horas de funcionamiento del motor .....	8
3.2 Descripción de la capacidad de los fluidos y lubricantes en un motor estacionario John Deere	11
3.3 Inventario de repuestos y mantenimiento del motor estacionario John Deere 3029TF150. .	11
3.4 Verificación del cumplimiento que se ejecutara las pruebas de funcionamiento del plan de mantenimiento gerado para verificar su correcta operación .....	12
CONCLUSIONES .....	14
RECOMENDACIONES .....	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	16
ANEXOS. ....	7

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variables y parámetros de entrada de la Gestión de Mantenimiento .....	18
Figura 2: La evolución de la expectativa y técnica del mantenimiento.....	21
Figura 3: Los tipos de mantenimiento .....	24
Figura 4: Clasificación del Mantenimiento Preventivo .....	25
Figura 1.1: Cronograma de operaciones en América Latina.....	28
Figura 1.2: Ubicación de la empresa Wärtsilä .....	31
Figura 1.3: Terminología del motor W18V32.....	32
Figura 1.4: Designación de los cojinetes .....	33
Figura 1.5: Interpretación del volante.....	35
Figura 1.6: Wärtsilä 6L32 .....	36
Figura 1.7: Wärtsilä 12V32.....	36
Figura 1.8: Bloque Motor.....	42
Figura 1.9: Camisa de cilindro .....	42
Figura 1.10: Biela.....	43

Figura 1.11: Pistones.....	44
Figura 1.12: Culata.....	44
Figura 1.13: Válvulas Wäertsilä.....	45
Figura 1.14: Asiento de Válvulas.....	45
Figura 1.15: Common Rail.....	46
Figura 1.16: Corte transversal de Wäertsilä 32.....	47
Figura 1.17: Motores de combustible del futuro.....	48
Figura 1.18: Motores de doble combustible.....	49
Figura 1.19: Motores Wäertsilä desde el 20DF hasta el Wäertsilä 46TS-DF.....	50
Figura 1.20: Motores Diesel.....	51
Figura 1.21: Motores Wäertsilä desde 14 hasta el Wäertsilä 46F.....	51
Figura 1.22: Generadores electrógenos Wäertsilä.....	52
Figura 2.1: Motor John Deere.....	59
Figura 2.2: Placa de identificación de motor, vista lateral.....	59
Figura 2.3: Placa de identificación de motor, vista frontal.....	59
Figura 2.4: Identificación del número de serie (A).....	60
Figura 2.5: Identificación del número de serie (B).....	61
Figura 2.6: Identificación del número de serie (B).....	62
Figura 2.7: Identificación del número de serie (D).....	62
Figura 2.9: Vista en corte longitudinal.....	64
Figura 2.10: Vista en corte transversal.....	65
Figura 2.11: Partes del grupo electrógeno.....	67
Figura 2.12: Alternador convencional para grupo electrógeno.....	69
Figura 2.13: Motor de arranque.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación de la evolución del mantenimiento.....	22
Tabla 2. Acciones de mantenimiento.....	23
Tabla 1.1: Datos técnicos del motor Wäertsilä 32.....	36
Tabla 1.2: Potencia de salida de motores Wäertsilä.....	37
Tabla 1.3: Orden de encendido de motor Wäertsilä.....	38
Tabla 1.4 Temperatura en (°C).....	38
Tabla 1.5: Presiones manométricas (bar).....	39
Tabla 1.6: Presiones adicionales (bar).....	40
Tabla 2.1: Identificación del número de serie (B).....	60
Tabla 2.2: Identificación del número de serie (C).....	61
Tabla 2.3: Característica del modelo 3029D y 3029T.....	62
Tabla 2.4: Componentes del grupo electrógenos.....	67

Tabla 2.5: Voltaje de la batería.....	70
Tabla 3.1: Mantenimiento diariamente de funcionamiento .....	2
Tabla 3.2: Mantenimiento cada 2 semanas de funcionamiento.....	2
Tabla 3.3: Mantenimiento cada 100 horas de funcionamiento .....	2
Tabla 3.4: Mantenimiento cada 250 horas de funcionamiento .....	3
Tabla 3.5: Mantenimiento cada 500 horas de funcionamiento .....	3
Tabla 3.6: Mantenimiento cada 1000 horas de funcionamiento .....	3
Tabla 3.7: Mantenimiento cada 1500 horas de funcionamiento .....	4
Tabla 3.8: Mantenimiento cada 2000 horas de funcionamiento .....	4
Tabla 3.9: Mantenimiento cada 2500 horas de funcionamiento .....	4
Tabla 3.10: Mantenimiento cada 3000 horas de funcionamiento .....	5
Tabla 3.11: Mantenimiento cada 3500 horas de funcionamiento .....	5
Tabla 3.12: Mantenimiento cada 4000 horas de funcionamiento .....	5
Tabla 3.13: Mantenimiento cada 4500 horas de funcionamiento .....	6
Tabla 3.14: Mantenimiento cada 5000 horas de funcionamiento .....	6
Tabla 3.15: Mantenimiento cada 5500 horas de funcionamiento .....	7
Tabla 3.16: Mantenimiento cada 6000 horas de funcionamiento .....	7
Tabla 3.17: Mantenimiento cada 6500 horas de funcionamiento .....	8
Tabla 3.18: Mantenimiento cada 7000 horas de funcionamiento .....	8
Tabla 3.19: Mantenimiento cada 7500 horas de funcionamiento .....	8
Tabla 3.20: Mantenimiento cada 8000 horas de funcionamiento .....	9
Tabla 3.21: Mantenimiento cada 8500 horas de funcionamiento .....	9
Tabla 3.22: Mantenimiento cada 9000 horas de funcionamiento .....	9
Tabla 3.23: Mantenimiento cada 9500 horas de funcionamiento .....	10
Tabla 3.24: Mantenimiento cada 10000 horas de funcionamiento .....	10
Tabla 3.25 Capacidades de fluidos y lubricantes.....	11
Tabla 3.26 REPUESTOS Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR JONH DEERE 3029TF150 .....	11

## **INDICE DE ANEXO**

Anexo 1: Plan de mantenimiento de un motor Wärtsila W18V32.....	7
Anexo 1.1: Mantenimiento cada dos días de funcionamiento .....	7
Anexo 1.2: Mantenimiento de una vez a la semana de funcionamiento .....	7
Anexo 1.3: Mantenimiento cada 50 horas de funcionamiento.....	7
Anexo 1.4: Mantenimiento cada 100 horas de funcionamiento.....	9
Anexo 1.5: Mantenimiento cada 500 horas de funcionamiento.....	10
Anexo 1.6: Mantenimiento cada 1000 horas de funcionamiento.....	11
Anexo 1.7: Mantenimiento cada 2000 horas de funcionamiento.....	12
Anexo 1.8: Mantenimiento cada 4000 horas de funcionamiento.....	13
Anexo 1.9: Mantenimiento cada 8000 horas de funcionamiento.....	15

Anexo 1.10: Mantenimiento cada 12000 horas de funcionamiento. ....	16
Anexo 1.11: Mantenimiento cada 12000 – 16000 horas de funcionamiento. ....	18
Anexo 1.12: Mantenimiento cada 16000 horas de funcionamiento. ....	19
Anexo 1.13: Mantenimiento cada 24000 horas de funcionamiento. ....	20
Anexo 1.14: Mantenimiento cada 48000 horas de funcionamiento. ....	20
Anexo 2: Herramientas para realizar el mantenimiento de un motor Wärtsila W18V32 .....	21
Anexo 3: Programa de mantenimiento RENOVAGEM .....	44
Anexo 4. Ficha técnica de motor John deere 3029TF150.....	48

## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue identificar la **optimización del proceso de mantenimiento e inventario de repuestos para un motor estacionario John Deere modelo 3029TF150 en la empresa Wartsila ubicado en Tababela**, con el fin de mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos en las instalaciones e identificar los daños mecánicos que ocasionan estas interrupciones del servicio. Utilizando un diseño metodológico que aplica los siguientes métodos: inductivos, deductivos y experimentales.

Con base en la información proporcionada por el fabricante y la empresa operadora del equipo, se elabora el formulario necesario para el registro del plan de inspección de motores estacionarios, para el registro de actividades de mantenimiento y operación. Al planificar, los registros de las horas de trabajo del motor en funcionamiento y los informes proporcionados por el operador que se utilicen para monitorear el rendimiento del equipo.

Las reparaciones más costosas son el mantenimiento correctivo, que puede minimizarse mediante la notificación oportuna de fallas potenciales. En el mantenimiento preventivo se reparan y reemplazan las piezas para evitar que se rompan, mientras que en el mantenimiento correctivo se deben reparar y reemplazar las piezas dañadas, que pueden afectar a otros componentes por estar defectuosos y para el mantenimiento predictivo, es después de que la pieza, elemento o componente este pronta reparación o el reemplazo directo ya que, en el mantenimiento predictivo se realiza un análisis del estado del lubricante de aceite del motor estacionario, mandando a un laboratorio para que hagan el respectivo análisis y que envíen el informe para ver el estado del lubricante.

**PALABRAS CLAVES:** Optimización, inventario, equipos, plan, motores estacionarios, metodología, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo.

## **ABSTRACT**

The main objective of this study was to identify the optimization of the maintenance process and spare parts inventory for a John Deere model 3029TF150 stationary engine in the Wartsila company located in Tababela, in order to improve the mechanical availability of the equipment in the facilities, and identify mechanical damage caused by these service interruptions. Using a methodological design which applies the following methods: inductive, deductive and experimental.

Based on the information provided by the manufacturer and the company operating the equipment, the necessary form for recording the inspection plan for stationary engines is prepared for recording maintenance and operation activities. When planning, the records of the working hours of the engine in operation and the reports provided by the operator are used to monitor the performance of the equipment.

The costliest repairs are corrective maintenance, which can be minimized by timely notification of potential failures. In preventive maintenance, parts are repaired and replaced to prevent them from breaking, while in corrective maintenance, damaged parts must be repaired and replaced, which can affect other components because they are defective, and for predictive maintenance it is after the part, element or component is damaged that it is repaired promptly or replaced directly. In predictive maintenance, an analysis is made of the condition of the oil lubricant in the stationary engine, sending it to a laboratory to make the respective analysis and send us the report to see the condition of the lubricant.

**Keywords:** Optimization, Inventory, Equipment, Plan, Stationary Engines, Methodology, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Predictive Maintenance.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la falta de mantenimiento provoca una serie de incidentes no planificados que tienen un impacto significativo en los recursos de la empresa, ya sea de infraestructura o de recursos humanos, al grado que pueden afectar: la calidad del producto, integridad de los empleados, el medio ambiente, las falla de la máquina o equipo, incumplimiento de la entrega del producto, avería, etc. Esto puede conducir a un aumento de los costos de mantenimiento que se realice en el motor estacionario, ya que puede afectar a la empresa, por lo que se necesita la máquina, ya realizado el mantenimiento para que, pueda entrar en operación y generar energía a los demás equipos, por lo que esto es un generador eléctrico de emergencia.

En este proyecto está compuesto por tres capítulos que se identifican los tres temas: Descripción general de la empresa, Descripción y elementos Motores estacionarios y el grupo electrógeno e Implementación de un plan de mantenimiento en un motor estacionario John Deere. En cada capítulo se describe lo más importante que pueda llevar a cabo la investigación del proyecto por eso se dividen en tres capítulos ya que cada uno tiene información de la empresa, información del motor estacionario a realizar y el último capítulo nos indica todos los planes que se necesita para realizar el plan de mantenimiento y la tabla de inventariado de repuestos o costos.

Se describen las actividades del plan de mantenimiento en general, que se realizan en el motor, que se establece en la empresa Wartsila ubicada en Tababela, con la finalidad de tener unas mejoras en el funcionamiento de la maquinaria, y tener un plan que pueda ser alcanzable a los técnicos, que tengan el acceso al motor estacionario (John Deere).

## **PROBLEMA**

La Empresa Wartsila, dentro del desarrollo de sus actividades, se desafía constantemente en incorporar planes de mantenimientos, se ha observado que el equipo de motores estacionario cuenta con un plan de mantenimiento simple con pérdidas de lubricantes, refrigerantes y combustibles, que representan pérdidas de recursos económicos; no obstante, la carencia del personal operativo de mantenimiento en su gestión hace necesario una actualización para lograr un mantenimiento más eficiente para el futuro de los motores e incorporar un plan susceptible de realizar mejoras, ya que su desempeño dependerá de las condiciones ambientales y estratégicas en las que este opera.

**Delimitación del problema. -**

**Campo de acción:** Técnico

**Área:** Toma de datos de los planes de mantenimiento

**Tema:** Optimización del proceso de mantenimiento e inventario de repuestos para un motor estacionario John Deere modelo 3029TF150 en la empresa Wartsila ubicado en Tababela.

**Empresa:** Wartsila

**Cantón:** Tababela

**Provincia:** Pichincha

**Año:** Julio 2022

**Justificación. -**

La Empresa **Wartsila** en la actualidad busca un constante desarrollo tecnológico motivo por el cual se ha planteado como desafío principal analizar, e implementar un plan de optimización de mantenimiento para mejorar los tiempos de operación y perfeccionamientos sustanciales al mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que se viene realizando en sus equipos, enfocados a controlar de mejor manera el desgaste interno al que se encuentra sometido los elementos en movimiento, toda esta información se centrará en forma digital disponible para cada uno de los operarios y de esta manera se pueda realizar una gestión eficiente, los cuales podrán visualizar y manejar la información



en tiempo real y los trabajos operativos sean de buena calidad. El objetivo principal es llegar a ser independientes del fabricante.

El plan de mantenimiento en general es necesario para el desarrollo de este proyecto, ya que permite un conocimiento completo sobre el equipo, accesorios y partes que componen el motor estacionario John Deere, además de las frecuencias de cambios y mantenimiento recomendados para cada uno de ellos porque de este también depende en la operación y mantenimiento de los sistemas. Si se implementa optimización de mantenimiento programado, se disminuirá el tiempo y costo de mano de obra, aprovechando así mejor la economía y recursos disponibles de la empresa.

### **Objetivo General.**

Optimizar el proceso de Mantenimiento e inventario de repuestos para un motor estacionario John Deere modelo 3029TF150 en la empresa Wartsila ubicada en Tababela.

### **Objetivos Específicos.**

- Analizar el estado actual del proceso de mantenimiento para encontrar las principales falencias que presenta la empresa Wartsila.
- Diseñar un plan de mantenimiento para sistemas, componentes y fluidos tales como aceites, lubricantes, refrigerantes y combustibles.
- Ejecutar las pruebas de funcionamiento del plan de mantenimiento generado para verificar su correcta operación.
- Implementar una guía de procedimiento teórico-práctico en el motor estacionario John Deere modelo 3029TF150.
- Generar un inventario de repuestos del motor estacionario en funcionamiento de la empresa.

## **Marco Teórico**

### **Que es el mantenimiento**

El mantenimiento se entiende como una función empresarial encargada de controlar diversas instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En este sentido, se puede decir que este servicio es un conjunto de actividades necesarias para guardar o restaurar un sistema en un estado, lo que le permite garantizar el trabajo a un costo mínimo. De acuerdo con la definición anterior, se han deducido diferentes actividades (Jasso, 2011).

- Prevenir o corregir averías.
- Cuantifica y evalúa los estados de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes).

De hecho, para realizar correctamente el mantenimiento es fundamental comenzar a trabajar con las especificaciones técnicas como (normas, tolerancias y otros documentos técnicos proporcionados por el proveedor) y continuar recibiendo, instalando y operando; Esto se realiza con la participación del personal de mantenimiento que deben utilizarse para establecer y documentar un estado de referencia. Siempre que se evalúe el rendimiento, la funcionalidad y otras características de una máquina, que se refiere a este estado en el ciclo de vida de la máquina (Jasso, 2011).

Esta actividad debe ser capaz de:

- Planificar
- Dirigir
- Controlar

A través de la gestión total del mantenimiento, sus principales funciones son:

- Control de equipo
- Control de trabajo
- Inspección de materiales
- Control de costos
- Informar a la gerencia

El mantenimiento debe analizarse como un sistema abierto con una serie de variables complejas (Russian Moreno, 2009).

**Figura 1:** Variables y parámetros de entrada de la Gestión de Mantenimiento



Fuente: Autor

### Generalidades del mantenimiento

El mantenimiento ha evolucionado durante los últimos veinte años y está cumpliendo con las expectativas cambiantes. Estos incluyen crear conciencia sobre las evaluaciones de la seguridad y del impacto ambiental de las fallas de la máquina, y cambios para ampliar las actitudes y habilidades en todos los sectores industriales. Ante esta serie de grandes cambios, que puede evitar los malos comienzos en la generación de un mantenimiento operativo (Willian Martínez, 2014).

### Evolución del mantenimiento

Beltrán Freite (2014) plantea que, con la llegada del siglo XX, la operación de mantenimiento se convirtió en lo que es hoy, en ciertos casos sus orígenes están ciertamente relacionados con el nacimiento de las primeras máquinas utilizadas por los humanos. Es concebible que, además de utilizar las medidas más elementales y básicas, deban coexistir diferentes tipos de atención para mantener sus características de diseño o aumentar su eficacia (Beltrán Freite, 2014).

El mantenimiento de equipos y maquinaria son actividades que se organizan y se utilizan por primera vez en fundición en los Estados Unidos durante la Primera Guerra Mundial. Luego, en 1920, se realizó las primeras reparaciones e inspección mecánica de la maquinaria y los vehículos. Aproximadamente una década después, surgió las primeras firmas consultoras en el campo. Paralelamente, el grupo empresarial ARINC (Aeronautics Radio Incorporated) estaba realizando una serie de estudios de confiabilidad en la industria aeroespacial. También aparecieron los primeros datos estadísticos sobre las tasas de falla de los motores y equipos de aeronaves utilizados en la planificación del reemplazo de piezas (Beltrán Freite, 2014).

En dentro de la Segunda Guerra Mundial y el período de la posguerra, el mantenimiento cambió drásticamente, dando a su origen se fundamente por las aplicaciones militares, principalmente los programas de reparación preventivo de la Armada y la Fuerza Aérea, incluidas las inspecciones de máquinas antes del vuelo y el reemplazo periódico de algunos componentes activos después de un cierto número de horas (Beltrán Freite, 2014).

### **Evolución del mantenimiento en el mundo**

La historia del desarrollo del trabajo de conservación se remonta a muchas generaciones. En 1991, John Mubray propuso que el mantenimiento se hiciera por tres generaciones y luego por la siguiente generación. Se dice que el mantenimiento se ha trasladado a la quinta generación. El contenido de cada generación se va detallando a continuación (Machado, 2012).

#### **Primera Generación**

Comenzó a mediados de la década de 1930. En ese momento, la industria aún no estaba muy mecanizada, por lo que no había necesidad de tiempo de inactividad innecesario, lo que significaba que no se estaba haciendo ningún esfuerzo para evitar fallas en los equipos. Además de las máquinas muy simples y, a menudo, sobredimensionadas, el equipo es tan confiable y fácil de operar que, además de la limpieza y lubricación periódicas, no es necesario revisar el sistema. El único mantenimiento que se realizó fue “Reparación en caso de avería” (Machado, 2012).

El objetivo principal de la primera generación es: reparar después del daño. Esto se limita a realizar reparaciones correctivas.

### **Segunda Generación**

La Segunda Guerra Mundial hizo que la demanda de bienes aumentará considerablemente. Este cambio, combinado con la fuerte demanda de oferta de mano de obra causada por la guerra, estimuló la mecanización de la industria. Con el aumento de la mecanización, esta industria se ha vuelto muy dependiente del buen funcionamiento de las máquinas. Esta dependencia impulsa el mantenimiento para prevenir averías y así evitar el reducimiento de tiempo de inactividad de la máquina. Con este nuevo enfoque de mantenimiento, ha surgido el concepto de mantenimiento preventivo. En la década de 1960, esto implicaba principalmente la realización de inspecciones periódicas de la maquinaria. Además, se han comenzado a implementar sistemas de planificación y control de mantenimiento para controlar los crecientes costos de mantenimiento y las revisiones recurrentes del cronograma (Machado, 2012).

### **Tercera Generación**

Comenzó a mediados de la década de 1970, cuando nuevas investigaciones y avances tecnológicos impulsaron el cambio. Con el auge de la mecanización y la automatización, los volúmenes de producción son muy altos y el tiempo de inactividad se vuelve muy importante debido a la pérdida de costos de producción. Las máquinas son cada vez más complejas y nuestra confianza en ellas es cada vez mayor, exigiendo productos y servicios de alta calidad que tengan en cuenta los aspectos de seguridad y medioambientales y sean la base para desarrollar el mantenimiento preventivo (Machado, 2012).

### **Cuarta Generación**

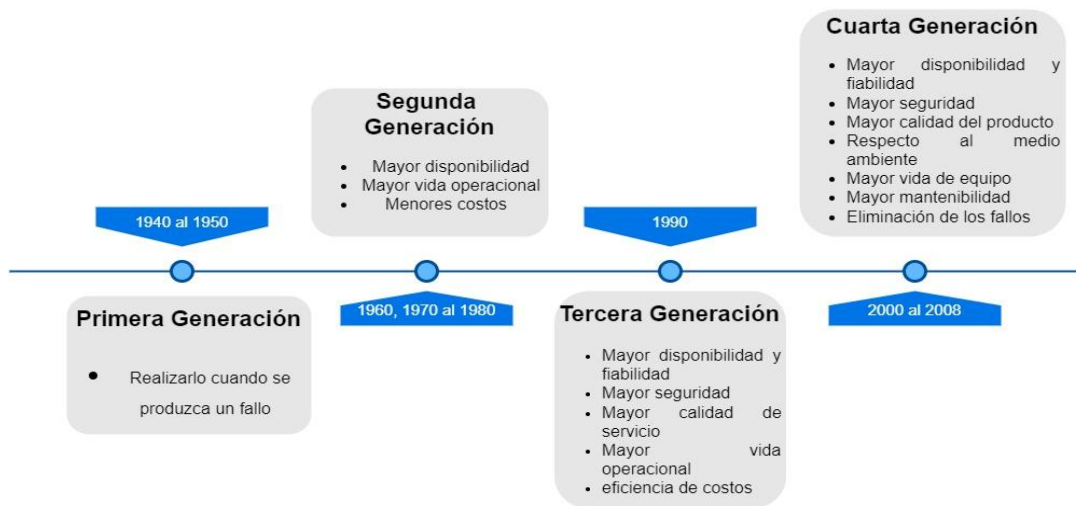
En los últimos años, se había producido un aumento muy significativo de nuevos conceptos y metodologías de mantenimiento utilizado para gestionar el mantenimiento. Hasta fines de la década de 1990, las mejoras realizadas en la tercera generación de mantenimiento incluían:

- Herramientas de apoyo a la toma de decisiones, como estudios de riesgo, análisis de fallas y causa de fallos.

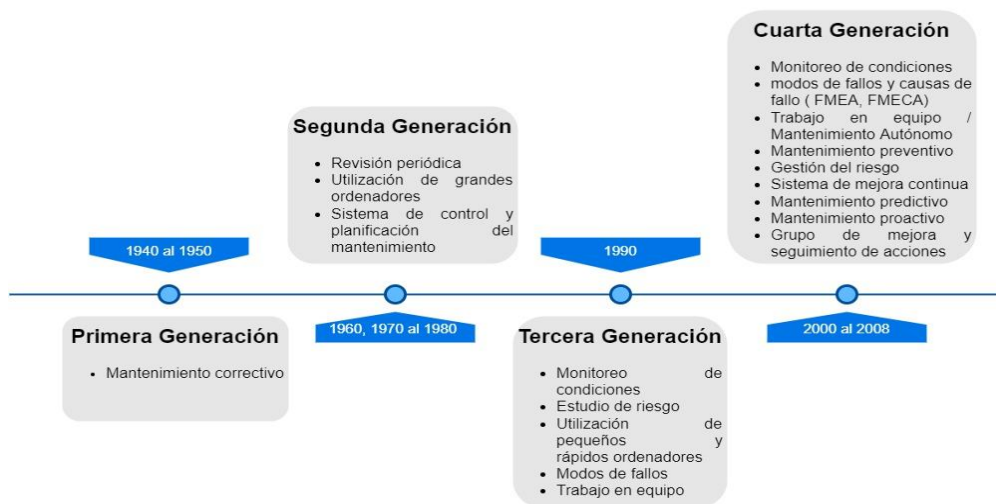
- Nuevos métodos de mantenimiento como el monitoreo de condición
- Un equipo de diseño que concede gran importancia a la fiabilidad y la mantenibilidad.

Las Figuras 2 a) y 2 b) muestran las expectativas de mantenimiento durante las primeras cuatro generaciones y la evolución de la tecnología utilizada en cada generación (Machado, 2012).

**Figura 2:** La evolución de la expectativa y técnica del mantenimiento



**a) Expectativas del mantenimiento y su generación**



**b) Técnicas de mantenimiento conformado por su generación**

Fuente: El Autor

Las acciones de la evolución del mantenimiento se indicarán en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Generación de la evolución del mantenimiento.

<b>Evolución del mantenimiento</b>		
<b>Generación</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Aplicación</b>
Primera Generación Entre el año 1950	Corrección momentánea o definitiva “CORRECTIVO”	Gestión del mantenimiento hacia la máquina
Segunda Generación Entre el año 1950 - 1960	Preventivo, Predictivo y Modificativo “PLANIFICADO”	Gestión del mantenimiento hacia la Producción
Tercera Generación Entre el año 1960 – 1980 Integración Producción – Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento productivo total (TPM)</li> <li>• Mantenimiento combinado (TPM, RCM)</li> <li>• Mantenimiento orientado hacia resultados (ROM)</li> </ul>	Gestión del mantenimiento hacia la Productividad
Cuarta Generación Entre el año 1980 - 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento centrado en las habilidades y competencias (CCM)</li> <li>• Mantenimiento Centrado en el cliente</li> <li>• Demandante y el servicio (DSM)</li> <li>• Mantenimiento proactivo (WCM) (PAM)</li> </ul>	Gestión del mantenimiento hacia la Competitividad
Quinta Generación Entre el año 2000 – 2020 Mantenimiento en todas sus fases, integral logístico	Mantenimiento Terotecnológico – Tecnología – Integral Logístico	Gestión del mantenimiento hacia la Organización e innovación Tecnológica Industrial.

La evolución del mantenimiento mediante generaciones, Fuente: Machado, 2012

### Áreas de acción del mantenimiento

Las tareas o actividades del servicio de mantenimiento pueden ser muy amplias y variadas, siendo los objetivos principales: El resultado de un determinado número de horas disponibles de operación de una máquina o equipo con la calidad de mano de obra de fabricación o en las condiciones de servicio requeridas, garantizado al menor costo y con la mayor seguridad para quienes usan y mantienen las instalaciones y máquinas, con el menor consumo de energía y el menor daño al medio ambiente (Álvarez Gonzales, 2012).

Las áreas de acción de mantenimiento se indicarán en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Acciones de mantenimiento

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Reemplazar</b>	Retirar un elemento defectuoso y sustituirlo por otro nuevo	Reemplazar un repuesto defectuoso
<b>Reparar</b>	Realizar una restauración de un elemento y llevarlo a su apariencia original.	Restaurar una pieza defectuosa
<b>Modificar</b>	Reemplazar un repuesto como otro de diferente tipo, marca, material o diseño.	Cambiar de bomba de lubricación con otra de diferente tipo.
<b>Ajustar</b>	Realizar el torque necesario que el fabricante lo ha realizado.	Torquear algún elemento sensible con mucha precaución.
<b>Componer</b>	Reparar un elemento o componente para que regrese su apariencia original	Reparar, limpiar y armar
<b>Revisar</b>	Investigar la causa de la falla, pero sin realizar una acción de mantenimiento, que puede regresar a un estado deseado con un accionar simple como volver a encender o resetear	Resetear, Reencender, Reacomodar
<b>Dar servicio</b>	Tareas periódicas de servicio, normalmente sin desmantelamiento del elemento.	Limpieza, Revisión de aceite, Ajustes y calibración
<b>Probar</b>	Pruebas periódicas de desempeño.	Prueba de funcionamiento de detectores de gas.
<b>Inspeccionar</b>	Inspecciones o revisiones periódicas, con cuidadoso escrutinio del elemento con o sin desmantelamiento.	Inspeccionar el estado de empaques, incluye tareas menores.

Actividades de acciones de mantenimiento, Fuente: Willian Martínez, 2014.

### **Tipos de mantenimiento**



Se puede utilizar como modelo para simular el mantenimiento. Las estrategias de operación se pueden probar empleando técnicas de simulación. El mantenimiento no debe considerarse un gasto sino una inversión, ya que está directamente relacionado con la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia (Vásquez Quiroz, 2018).

En este punto, se puede captar completamente el motivo de este artículo, que explora los tipos de reparación industrial que encontramos hoy. Gracias a ello, podemos conocer sus ventajas (Vásquez Quiroz, 2018).

Los mantenimientos que se encontraran en la industria son:

**Figura 3:** Los tipos de mantenimiento



Fuente: Autor

### **Mantenimiento Preventivo**

En la Figura 4 se puede mostrar una representación gráfica de la clasificación del mantenimiento preventivo. El mantenimiento basado en la condición se enfoca en medir parámetros que pueden detectar la falla o el deterioro de la máquina, si estas condiciones pueden determinarse, si existe un intervalo de operación real y si el tiempo desde la inspección hasta la falla es lo suficientemente largo como para justificar la adopción de medidas preventivas. Se utiliza cuando la probabilidad fallas aumenta con el tiempo o cuando es apropiada y técnicamente factibles si el equipo tiene una vida media (Matos,2004).

**Figura 4:** Clasificación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Autor

El mantenimiento, aunque tiene un costo, a menudo se entiende como un factor negativo en una organización, que ofrece una gama de beneficios a partir de los cuales evaluar la confiabilidad y la necesidad de tal inversión (Matos,2004).

**a) Ventajas**

- Se reduce drásticamente las paradas imprevistas en equipos.
- Reducir las fallas y, por tanto, las horas de paradas forzadas.
- Obtenga un rendimiento aceptable del dispositivo durante un largo período de tiempo.
- Organizar una mejor gestión del mantenimiento mediante la planificación de actividades (Matos,2004).

**Mantenimiento Predictivo**

Las técnicas predictivas se utilizan cuando se desea conocer la probabilidad de falla de un equipo en particular en el futuro, lo que básicamente implica un análisis exhaustivo de los datos de inspección y las pruebas de cada motor.

Merchán (2017) plantea que el mantenimiento predictivo se maximiza la vida útil de un equipo. Para ese entonces se establece un tiempo adecuado para el mantenimiento preventivo o correctivo antes de que falle, por ejemplo, si en una inspección en un motor estacionario falla algún componente interno, se realizar un análisis estadístico para poder ejecutar si es necesario hacer una parada imprevista en el motor y solo con el análisis ver qué elemento o componente se encuentra averiados. Luego considere si este es un buen momento para corregir el fallo con anterioridad. Esto extiende la vida útil de los

componentes y reduce la inactividad y los costos de acciones correctivas en futuros programas de mantenimiento o intervención.

### **Ventajas y Desventajas**

#### **a) Ventajas**

- Optimizar las actividades de mantenimiento preventivo.
- Minimiza el tiempo de inactividad del hardware, ya que le indica que los componentes están fallando.
- Permite evaluar los equipos, proporcionando los parámetros del equipo a lo largo de su vida, desde la puesta en marcha, hasta la puesta en marcha y hasta el final de la operación.
- Permite el análisis estadístico del dispositivo (Muñoz 2020).

#### **b) Desventajas**

- Necesidad del personal especializado.
- Alto costo de equipos y herramientas.
- Calibración y cuidado del Equipo (Muñoz 2020).

### **Mantenimiento Correctivo**

Es un conjunto de acciones para reparar una máquina después de que falla una de sus partes, se considera mantenimiento no programado y puede realizarse cuando la máquina está fuera de servicio, (Muñoz, 2020), es decir, cuando una pieza defectuosa y sin un período claro de reparación, muchos recursos deben ser dedicados a satisfacer las necesidades de mantenimiento.

Las características comunes del mantenimiento correctivo son:

- Las fallas a menudo ocurren en intervalos completamente impredecibles, causando grandes daños al funcionamiento normal de la maquinaria, y existe un riesgo muy alto de averías importantes.
- Mayor consumo de repuestos y riesgo de desabastecimiento (discontinuidad de la producción).
- Aumenta el daño a las piezas o componentes de la máquina y reduce la vida útil de la maquinaria.

- Dado que la reparación es urgente, crear condiciones que conducen a una mala calidad y confiabilidad de la reparación (Díaz Concha, 2014).

#### **a) Mantenimiento de Emergencia**

Son operaciones realizadas para interrumpir el funcionamiento normal de la máquina, asegurándose de que se realicen en un periodo corto de tiempo posible para que reduzca los efectos adversos en la máquina (Díaz Concha, 2014).

#### **b) Mantenimiento Correctivo No Programado**

El mantenimiento correctivo no programado, también conocido como de emergencia, se actúa de inmediato. Esto suele suceder durante una falla inesperada o falla de equipo. Por lo tanto, las reparaciones y puesta en marcha se pueden llevar a cabo rápidamente. Naturalmente, este tipo de mantenimiento es generalmente inevitable, ya que cualquier tipo de estrategia se desarrolla para evitar averías inesperadas (Predictiva21, 2021).

#### **c) Mantenimiento Correctivo Programado o Planificado**

Salazar (2011) plantea que, con la finalidad de gestionar el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios, y acordar las condiciones de reparación que se ajusten a las necesidades de producción (Salazar Monge, 2011).

### **Ventajas y Desventajas**

#### **a) Ventajas**

- Prolongar la vida útil de la maquinaria.
- Reducción el coste de reparaciones.
- Mejora en la gestión de compras (Hernando José, 2012).

#### **b) Desventajas**

- La disponibilidad del dispositivo es incierta.
- Esto conduce a un tiempo de inactividad extremadamente alto y prolongado.
- Debido a incidentes imprevistos, los empleados se ven incomodados y tendrán que abandonar el trabajo sin completar.
- Riesgo del personal de producción (Hernando José, 2012).

# CAPÍTULO 1

## DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se describe la organización, historia de la empresa, lo que se dedica la empresa y los motores que tienen a cargo la empresa Wärtsilä, tal como lo veremos a continuación.

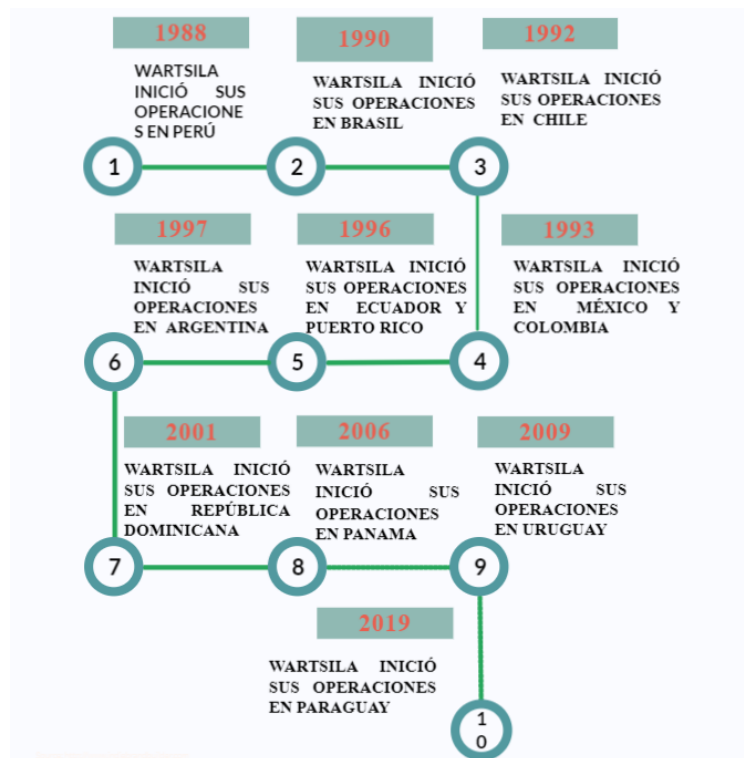
### 1.1 Historia de la empresa Wärtsilä

Con respecto a la necesidad de la historia de la empresa de Wärtsilä (2022) menciona que:

Wärtsilä fue fundada en 1834. Durante más de 180 años a la vanguardia de la innovación técnica. Este conocimiento e ingenio significa que ofrece soluciones cada vez más inteligentes para mantener a nuestros clientes un paso por delante de la tecnología (Wärtsilä, 2022).

Un breve cronograma de las actividades u operaciones en América Latina como se verá en la Figura 1.1.

**Figura 1.1: Cronograma de operaciones en América Latina**



Fuente: Autor

### **1.1.1 El nacimiento del primer motor diésel de Wärtsilä**

Al respecto a la necesidad del primer nacimiento del motor diésel de la empresa de Wärtsilä (2022) menciona que:

La historia del motor diésel Wärtsilä comienza en 1938 en Turku en el astillero Crichton Vulcan. Wärtsilä compró una licencia de la empresa alemana Krupp Corporation y los primeros motores bajo esta licencia se entregaron en 1940. Se firmó otro acuerdo de licencia con Nohab en 1951 y luego con Sulzer en 1954.

A principios de 1954, Wärtsilä decidió comenzar a desarrollar su propio motor diésel en Vaasa. Wilmer Wahlstedt, un joven ingeniero en ese momento en Wärtsilä Turku, fue llamado a Vaasa para liderar el trabajo de diseño del futuro motor.

En junio de 1959 entró en servicio por primera vez el primer motor diésel desarrollado por Wärtsilä, el Wärtsilä Vasa 14 (solo tres cilindros). Al equipo de desarrollo le gustó tanto este pequeño motor que su familia visitó la fábrica el domingo para verlo en acción.

El primer motor comercial, el Wärtsilä Vasa 614 de seis cilindros, se vendió a Silja Line m/s Skandia entre Finlandia y Suecia. En 1984, uno de estos motores volvió a Vaasa y todavía se puede ver en la planta de Wärtsilä.

### **1.1.2 Wilmer Wahlstedt: diseñador principal del primer motor diésel de Wärtsilä**

Al respecto al primer motor que fue diseñado por Wilmer Wahlstedt de Wärtsilä (2022) menciona que:

Vilmer Wahlstedt nació el 17 de agosto de 1919 en la región de Vaasa, apenas dos años después de que Finlandia se convirtiera en un país independiente en 1917. Desde niño se interesó por la tecnología, pero en 1939, cuando tenía 20 años, estalló la Segunda Guerra Mundial.

Después de servir a su país durante cinco años durante la guerra, él y muchos otros jóvenes ex oficiales comenzaron a estudiar ingeniería mecánica. En noviembre de 1944, Wilmer fue admitido en la Universidad Tecnológica de Helsinki solo una semana después de regresar de la guerra y se graduó cuatro años después. Durante

sus estudios, se inspiró en los potentes motores de Rudolf Diésel, y su tesis de maestría fue sobre la construcción y operación de motores diésel.

Su carrera en Wärtsilä comenzó en marzo de 1951 en la sucursal de Kone ja Silta (Máquinas y puentes) en Sörnäinen, Helsinki. Fue el responsable de fabricar y entregar a Turku los componentes necesarios para el motor Nohab. Luego se trasladó a Wärtsilä Turku para emprender el montaje de estos motores Nohab.

Después de mudarse a Vaasa en 1955 después de un viaje de estudios a los Estados Unidos, su trabajo se centró principalmente en el desarrollo de motores. Dejó Wärtsilä en 1974 y comenzó una nueva carrera como misionero.

## **1.2 Estrategia corporativa de la empresa Wärtsilä**

Una de las cuestiones más importantes de las estrategias corporativas en la empresa de Wärtsilä (2022) menciona que:

El objetivo de Wärtsilä es contribuir al desarrollo de una sociedad sostenible a través de tecnologías inteligentes. Con una cartera integrada de servicios, sistemas y productos que satisfacen las necesidades de los clientes, se puede estar bien posicionados para satisfacer la demanda de soluciones innovadoras y energéticamente eficientes.

Se enfoca en optimizar el rendimiento de las instalaciones, utilizando análisis de datos e inteligencia artificial para respaldar las decisiones comerciales de varios clientes. La transformación digital de Wärtsilä ofrece más valor a través de una mayor colaboración y el intercambio de conocimientos. Una fuerte presencia en mercados clave y una excelente red de servicio global respaldan nuestro compromiso con el crecimiento rentable.

Gracias a nuestra gestión flexible de la cadena de producción, se puede buscar constantemente nuevas formas de mantener altos estándares de calidad y rentabilidad, a menudo colaborando con clientes y socios líderes de la industria. Nuestra cultura de innovación, combinada con un enfoque constante en la seguridad, la diversidad y altos estándares éticos, atrae a personas competentes y comprometidas y proporciona la base para una alta eficiencia. Ejecutar la

excelencia operativa que facilitan hacer negocios y aumentar la productividad y la eficiencia de nuestros clientes.

### 1.3 Descripción de la empresa

Una de las cuestiones más importantes de la descripción principal de la empresa Wärtsilä (2022) menciona que:

Wärtsilä es uno de los líderes global en la tecnologías innovadoras y soluciones de ciclo de vida para los mercados marino y de energía. Hacemos hincapié en la innovación en tecnología y servicios sostenibles para ayudar a nuestros clientes a mejorar continuamente su rendimiento económico y medioambiental.

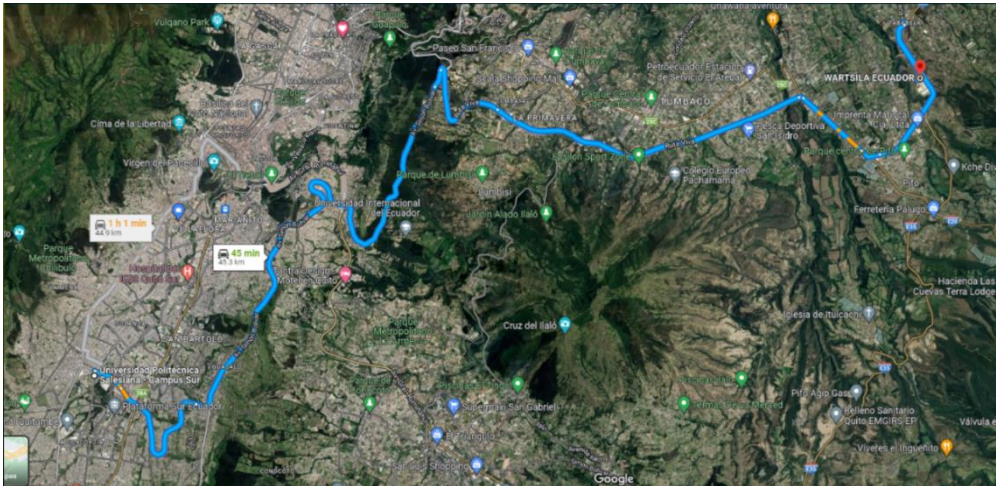
### 1.4 Ubicación

Wärtsilä se encuentra ubicada en la ciudad de Quito en la Autopista E35 km 24 1/2, Tababela, cerca del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre “Tababela” como se identifica en la Figura 1.2.

**Figura 1.2:** Ubicación de la empresa Wärtsilä







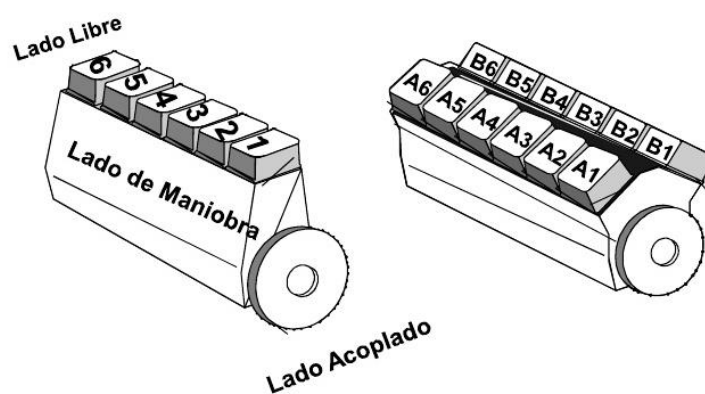
Fuente: Autor

### 1.5 Explicación de la terminología utilizada

Se procede a definir los términos más importantes que se utilizan para la terminología del motor Wärtsilä como se observa en la Figura 1.3.

- **Lado de funcionamiento.** Este es el lado longitudinal del motor, donde se encuentran los controles (arranque y parada, panel de control local, control de crucero).
- **Lado posterior.** La parte longitudinal del motor está en el sentido de maniobra.
- **Extremo de accionamiento.** La parte del motor que contiene el volante.
- **Extremo libre.** El lado opuesto de la transmisión.
- **Designación de los cilindros.** Los símbolos de los cilindros comienzan con el lado de la transmisión, así sucesivamente como se verá en la Figura 1.3.

Figura 1.3: Terminología del motor W18V32



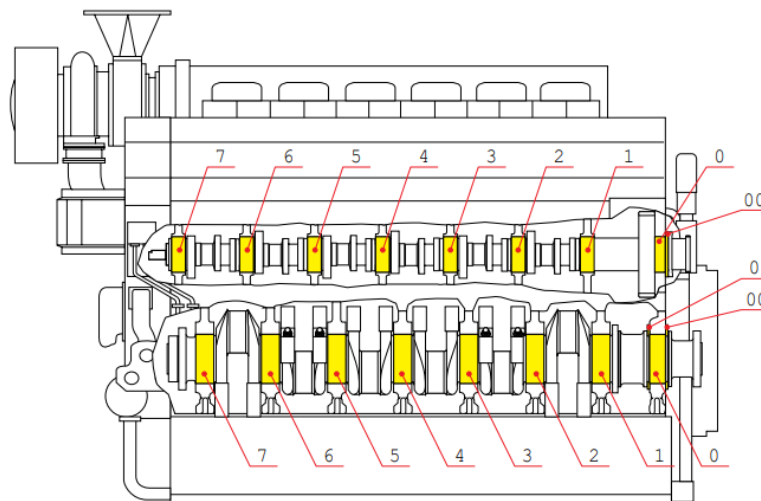
Explicación de la terminología del motor en L32 y V32, Fuente: Manual de Instrucciones, 2008

### 1.6 Designación de los cojinetes

Se describir todos los cojinetes que están relacionados al motor L32 y V32 que se identifica en la Figura 1.4.

- **Cojinetes principales.** El cojinete de protección (más cercano al volante) es el N.º 0, el primer cojinete principal común es el N.º 1, el segundo es el N.º 2, y así sucesivamente.
- **Guías de cojinete de empuje.** Las guías externas cerca del volante se identifican con un doble cero “00” y las guías internas con un solo cero “0”.
- **Cojinete de árbol de levas.** Se especifican de la misma manera que los cojinetes principales; Los topes cilíndricos se identifican con el símbolo 00 (exterior) y 0.
- **Cojinetes de engranaje de los árboles de leva.** Los topes cilíndricos se identifican con el símbolo exterior “00” y “0” (Manual de instrucciones, 2008).

**Figura 1.4: Designación de los cojinetes**



Identificación de los cojinetes de los motores Wärtsilä V32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

**Lado de funcionamiento y lado posterior.** Los componentes situados en el lado de funcionamiento, están marcados con una "M" (lado de funcionamiento) y los componentes de la parte posterior del motor con una "B" (bloque B de un motor en V).

**Motor con rotación a la derecha.** Con el motor visto desde el extremo de accionamiento, el cigüeñal gira en sentido horario.

**Motor de giro a la izquierda.** En el motor visto desde el extremo de accionamiento, el cigüeñal gira en sentido antihorario.

**Punto muerto inferior (PMI).** Es el punto muerto inferior del pistón en el cilindro.

**Punto muerto superior (PMS).** Es el punto muerto superior es el que alcanza al pistón en su movimiento alternativo dentro del cilindro. En el punto muerto superior de cada cilindro está marcado en el volante. En un ciclo de trabajo, en un motor de cuatro tiempos abarca todas las dos rotaciones completas del cigüeñal (Manual de instrucciones, 2008)

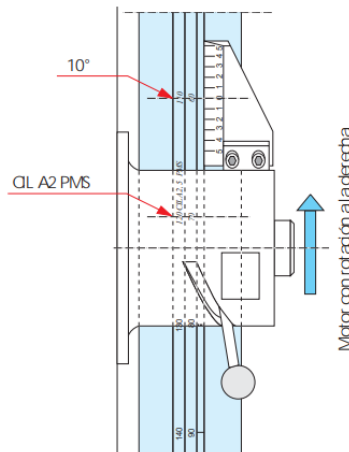
### **1.6.1 Marcas del volante**

Una de las cuestiones más importantes que se indica en la marca del volante según el manual de instrucciones (2008) menciona que:

El volante se divide en  $360^\circ$ , a partir del punto muerto superior de encendido del cilindro 1. Es el lanzamiento o encendido de cada cilindro que está marcado en el volante. Existe varias formas comunes de marcar cilindros para un motor con un número par de cilindros: un cilindro en el punto muerto superior es de encendido y el punto muerto superior es de barrido. Las escalas son separadas para el banco A y B en el motor en V. El intervalo de encendido, según los ángulos del cigüeñal, se puede determinar dividiendo  $720^\circ$  por el número de cilindros.

Ejemplo: En un motor 12V32, la sincronización de la inyección de combustible se interpreta como  $10^\circ$  para el cilindro A2 cuando el volante está en la posición que se muestra en la Figura 1.5.

**Figura 1.5:** Interpretación del volante



Volante de interpretación de un motor Wärtsilä V32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

### **1.7 Evolución de los motores Wärtsilä 32 hasta la actualidad**

Al respecto de la evolución de los motores Wärtsilä 32 hasta la actualidad, Según Wärtsilä (2022) menciona que:

Wärtsilä siempre ha sido considerada una empresa como un desarrollo mayor de motores diésel marinos, plantas eléctricas, y el desarrollo de motores siempre ha tenido una demanda en el mercado nacional e internacional.

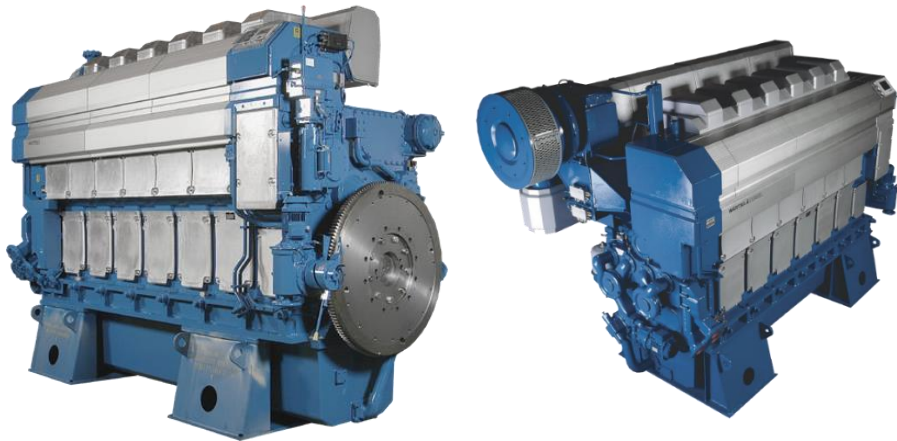
La siguiente gama de motores comparte su evolución en el sentido de que se basa y mejora el mismo modelo básico, es decir, el motor Wärtsilä 32 y los diversos modelos lanzados hasta la fecha, el motor Wärtsilä 31 es el último modelo de esta gama.

### **1.8 Datos principales, datos de funcionamiento y diseño general**

#### **1.8.1 Datos principales y resultados**

El Wärtsilä 32, es considerado un motor diésel de 4 tiempos, no reversible, turboalimentado e intercooler con inyección directa de combustible.

**Figura 1.6:** Wärtsilä 6L32



Motor Wärtsilä 6L32 Diesel Engine, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

**Figura 1.7:** Wärtsilä 12V32



Motor Wärtsilä 12V32 Diesel Engine, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

**a) Datos técnicos**

**Tabla 1.1: Datos técnicos del motor Wärtsilä 32**

<b>Diámetro del Cilindro</b>	320 mm
<b>Carrera del Cilindro</b>	400 mm
<b>Desplazamiento del Pistón</b>	32.2 l/cyl
<b>Número de Válvulas</b>	2 válvulas escape y 2 válvulas admisión
<b>Relación del diámetro y la carrera</b>	1.25

<b>Potencia del Cilindro</b>	450/460 kW/cyl
<b>Velocidad del Motor</b>	720 – 750 rpm
<b>Velocidad del Pistón</b>	9.6 – 10 m/s
<b>Presión Efectiva Promedio</b>	23.3 – 22.9 bar

Ficha técnica de Wärtsilä 32, Fuente: Wärtsilä 32 Product guide

### b) Potencia de salida

**Tabla 1.2: Potencia de salida de motores Wärtsilä**

TIPO DE MOTOR	Marina B3 & C 500 kW/cyl, 720/750 rpm		Planta de energía 460 kW/cyl, 720/750 rpm		PESO (TONE)
	kW	BHP	kW	BHP	
<b>6L32</b>	2700	3947	2760	3750	32
<b>7L32</b>	3500	4605	3220	4375	39
<b>8L32</b>	3600	5263	3680	5000	42
<b>9L32</b>	4050	6114	4140	5630	48
<b>12V32</b>	5400	8152	5520	7510	55
<b>16V32</b>	7200	10870	7360	10010	67
<b>18V32</b>	8100	12229	8280	11260	75
<b>20V32</b>	10000	13587	9200	12500	83

Clasificación de los motores Wärtsilä desde 6L32 hasta 20V32, Fuente: Wärtsilä 32

Producto Guide

### c) Orden de encendido

**Tabla 1.3: Orden de encendido de motor Wärtsilä**

<b>Tipo de motor</b>	<b>Rotación en sentido horario</b>	<b>Rotación en sentido antihorario</b>
<b>6L32</b>	1-5-3-6-2-4	1-4-2-6-3-5
<b>8L32</b>	1-3-7-4-8-6-2-5	1-5-2-6-8-4-7-3
<b>9L32</b>	1-7-4-2-8-6-3-9-5	1-5-9-3-6-8-2-4-7
<b>12V32</b>	A1-B1-A5-B5-A3-B3-A6-B6-A2-B2-A4-B4	A1-B4-A4-B2-A2-B6-A6-B3-A3-B5-A5-B1
<b>16V32</b>	A1-B1-A3-B3-A7-B7-A4-B4-A8-B8-A6-B6-A2-B2-A5-B5	A1-B5-A5-B2-A2-B6-A6-B8-A8-B4-A4-B7-A7-B3-A3-B1
<b>18V32</b>	A1-B1-A7-B7-A4-B4-A2-B2-A8-B8-A6-B6-A3-B3-A9-B9-A5-B5	A1-B5-A5-B9-A9-B3-A3-B6-A6-B8-A8-B2-A2-B4-A4-B7-A7-B1
<b>20V32</b>	A1-B1-A4-B4-A3-B3-A2-B2-A6-B6-A10-B10-A7-B7-A8-B8-A9-B9-A5-B5	A1-B5-A5-B9-A9-B8-A8-B7-A7-B10-A10-B6-A6-B2-A2-B3-A3-B4-A4-B1

Orden de encendido mediante su rotación de motor Wärtsilä desde el 6L32 hasta el 20V32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

### 1.8.2 Datos de funcionamiento recomendada

Se aplica al funcionamiento normal a la velocidad nominal. Se determinará las temperaturas, presión manométrica y otras presiones referenciales, que pueda identificar lo que se realiza en dicho motor Wärtsilä que se puede observar en las Tablas 1.4 que se visualiza a continuación:

**Tabla 1.4** Temperatura en (°C)

<b>Temperatura, (°C)</b>		
	<b>Valores normales</b>	<b>Límite de alarma (parada)</b>
<b>Carga</b>	100%	0 – 100%

<b>Aceite de lubricante antes del motor</b>	60 – 65	75 (80) <sup>2)</sup>
<b>Aceite de lubricante después del motor</b>	10 -13 mayor	
<b>Agua AT después del motor</b>	91 – 96 <sup>1)</sup>	105 (110) <sup>2)3)</sup>
<b>Agua AT antes del motor</b>	5 – 8 Menor	50
<b>Incremento del agua de AT en el <sup>xx)</sup> turbocompresor</b>	8 – 12	
<b>Agua BT antes del enfriador de aire de sobrealimentación</b>	28 – 38	45 (60) <sup>5)</sup>
<b>Aire de sobrealimentación en el receptor</b>	50 – 60	75
<b>Gases de escape del cilindro</b>	Ver registros de pruebas	500 (520) <sup>2)</sup>
<b>Gases de escape antes del turbocompresor</b>		-
<b>Precalentamiento de agua AT</b>	50 (MDO) 70 (HFO)	45
<b>Temperatura de las camisas</b>	130 – 150	160 (180) <sup>2)</sup>
<b>Temperatura de los cojinetes principales</b>	90 - 100	110 (120) <sup>2)</sup>

Temperatura de los motores Wärtsilä V32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

**Tabla 1.5: Presiones manométricas (bar)**

	<b>Valores normales</b>	<b>Límites de alarma (parade)</b>
<b>Carga</b>	<b>100 %</b>	<b>0 – 100%</b>
<b>Aceite lubricante antes del motor, a una velocidad de 600 rpm (10 rps)</b>	4,5	3,0 (2,0)



720 RPM (12 rps) – 750 RPM (12,5 rps)	5,0 – 5,5	3,0 (2,0)
Agua de AT/BT antes de la bomba de agua de AT/BT (=estática)	0,7 – 1,5	
Agua AT antes del motor	2,5 + presión estática. <sup>1</sup>	1,5 + presión estática. (2) <sup>2)4)</sup>
Agua BT antes del enfriador de aire de sobrealimentación	2,5 + presión estática. <sup>1</sup>	1,5 + presión estática.
Combustible antes del motor	7 – 8 (HFO/LFO)	4
Combustible antes del motor, "Common Rail"	11 – 12 (HFO/LFO)	4
Aire comprimido (arranque y control)	Máximo 30	18
Aire de carga (salida del enfriamiento)	Ver registro de prueba	3

Presión manométrica de un motor Wärtsilä 32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

En la Tabla 1.6 se presenta todos los parámetros de presión adicionales (bar) que está suscitada en el motor Wärtsilä para hallar el valor nominal y los límites de alarma o más llamada como parada

**Tabla 1.6: Presiones adicionales (bar)**

	Valores normales	Límites de alarma (parada)
Carga	100 %	0 – 100 %
Diferencia de presión en el enfriamiento de aire de carga		75 mbar
Presión en el cárter		3 mbar

<b>Presión de encendido</b>	Ver registros de pruebas	
<b>Presión de apertura de la válvula de seguridad de la bomba de aceite lubricante</b>	6 – 8	
<b>Diferencia de presión en el filtro de aceite de lubricación</b>	0,8 – 1,8	0,8 (primera) 1,8(segunda alarma)

Especificaciones de presión adicionales de motores Wä2rtsilä, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

- 1) Dependiendo de la velocidad y la instalación
- 2) Reducción de carga, motor principal
- 3) Parada, motor auxiliar
- 4) Parada, buques clasificadores por el GL, motor principal

xx) Con turbocompresor refrigerado por agua

- 5) Sólo en condiciones especiales

### 1.8.3 Diseño General el motor

Es un motor diésel intercooler con un turbocompresor de 4 tiempos con inyección directa de combustible.

a) **Bloque motor:** Está fundido en una sola pieza. El cigüeñal queda suspendido del bloque del motor. El sombrerete de cojinete principal está sujeto por dos tornillos de cojinete principal, de apriete hidráulico, y por dos tornillos laterales situados horizontalmente.

El depósito del aire de carga y el cargador hidrostático de refrigeración están fundidos en el bloque motor. Las cubiertas del cárter, hechas de un metal muy ligero, que se sellan con el bloque motor por medio de sellos o empaques de caucho (Manual de instrucciones, 2008).

**Figura 1.8: Bloque Motor**



Bloque motor de motor Wärtsilä 32, Fuente: Dokumen, 2015

- b) **Camisas de cilindro:** Se refrigeran a la parte superior. En efecto el enfriamiento está perfeccionado para garantizar la temperatura correcta de una superficie interna. Los anillos resistentes a la abrasión están equipados para eliminar el riesgo de desgaste.

**Figura 1.9: Camisa de cilindro**



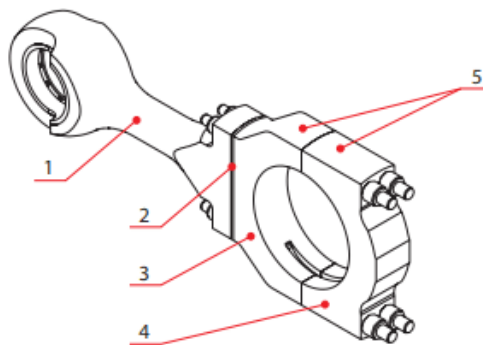
Camisas de cilindros de un motor Wärtsilä, Fuente: Dokumen, 2015

- c) **Cojinete principal:** Los cojinetes son particularmente partidos, trimetálicos o bimetálicos, totalmente intercambiables, que se puedan desmontar o retirar de la tapa de cojinetes.
- d) **Cigüeñal:** El cigüeñal está forjado en una sola pieza y se puede equilibrar con los contrapesos necesarios.
- e) **Biela:** Esta diseñado en tres piezas, que se hace llamar “biela de tipo marino”.

La biela está fundida y maquinada a partir de una aleación de acero y dividida horizontalmente en tres partes para que las partes del pistón y la biela se puedan quitar. Todos los pernos de biela se aprietan hidráulicamente para minimizar el movimiento relativo entre las superficies de contacto (Manual de instrucciones, 2008).

La biela se podrá visualizar sus partes en la Figura 1.10 como se observa a continuación:

**Figura 1.10:** Biela

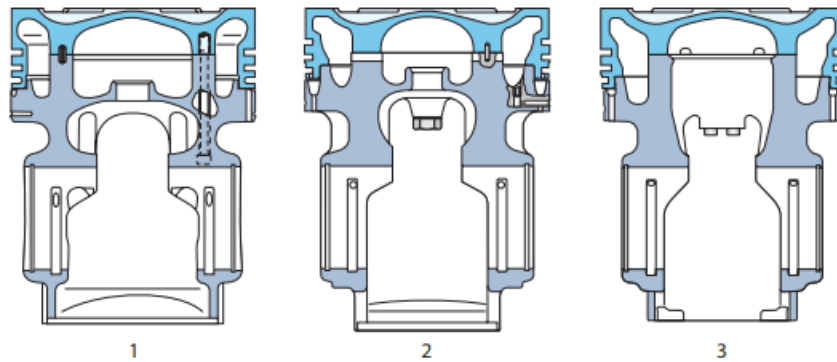


**1.** Biela, parte superior **2.** Suplemento de ajuste **3.** Cabeza de biela, mitad superior **4.** Cabeza de biela, mitad inferior **5.** Cabeza de biela

Partes de la biela, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

- f) **Pistón:** Equipado con el sistema de lubricación de falda patentado de Wärtsilä. Las ranuras en el segmento superior están endurecidas. El aceite refrigerante ingresa al área de enfriamiento a través de la biela. La zona de enfriamiento está diseñada para proporcionar el efecto "agitador" óptimo (Manual de instrucciones, 2008).

**Figura 1.11: Pistones**

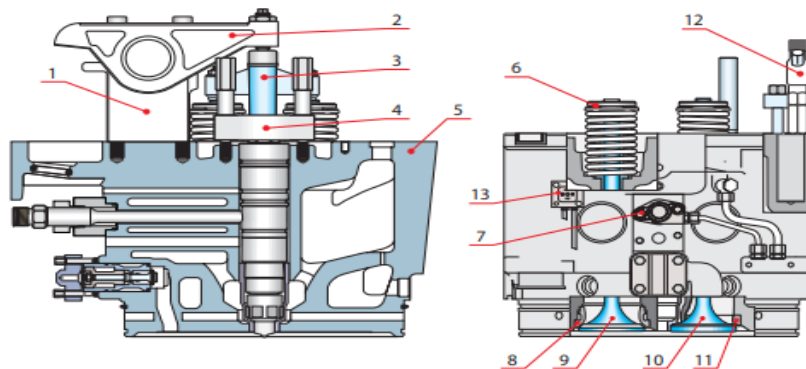


**1. Tipo de pistón 1 2. Tipo de pistón 2 3. Tipo de pistón 3**

Tipos de pistones de motor Wärtsilä 32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

- g) Pistón y juego de segmentos:** Son dos anillos de compresión cromados y un anillo rascador de aceite cromado con resorte.
- h) Culata:** Este fabricado con un hierro fundido dúctil y asegurado por cuatro pernos apretados hidráulicamente. La culata utiliza un diseño de dos capas que evita que el agua de refrigeración fluya desde la periferia hacia el centro, lo que garantiza una refrigeración eficiente en áreas críticas.

**Figura 1.12: Culata**



**1. Soporte del cojinete 2. Balancín 3. Horquilla de las válvulas 4. Horquilla de la válvula de inyección 5. Culata 6. Rotacap 7. Tornillos de la pieza de conexión 8. Asiento de la válvula de escape 9. Válvula de escape 10. Válvula de admisión 11. Asiento de la válvula de admisión 12. Válvula indicadora 13. Sensor de temperatura**

Partes de la culata de un motor Wärtsilä 32, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

Fuente: Manual de instrucciones

- i) **Válvulas de admisión:** Se recubiertas de estelita y sus válvulas son cromadas. El asiento de la válvula está hecho de una aleación especial de hierro fundido y es reemplazable.
- j) **Válvula de escape:** Está compuesto por unos asientos de Nimonic o estelita y los vástagos cromados, que puede cerrar contra los asientos directamente refrigerados (Manual de instrucciones, 2008).

**Figura 1.13:** Válvulas Wärtsilä



Válvulas de admisión y escape, Fuente: Productos Cosin S.A.

- k) **Anillos de asiento:** Está fabricado de un material más duradero a la corrosión y a la picadura, ya que puede ser intercambiables.

**Figura 1.14:** Asiento de Válvulas



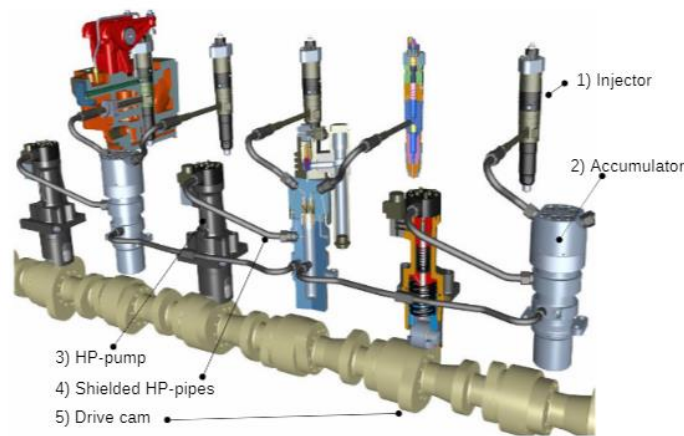
Anillos de asiento de válvulas de Wärtsilä 32, Fuente: Productos Cosin S.A.

- l) **Árboles de levas:** Son formados por tramos individuales para cada uno de los cilindros.

El motor está disponible en dos sistemas de inyección de combustible distintos: como puede ser la inyección de combustible "Common rail" e inyección de combustible convencional.

- El sistema "Common rail" esta constada de una sola bomba de gasóleo de alta presión y es acumulada de combustible para dos cilindros.

**Figura 1.15: Common Rail**



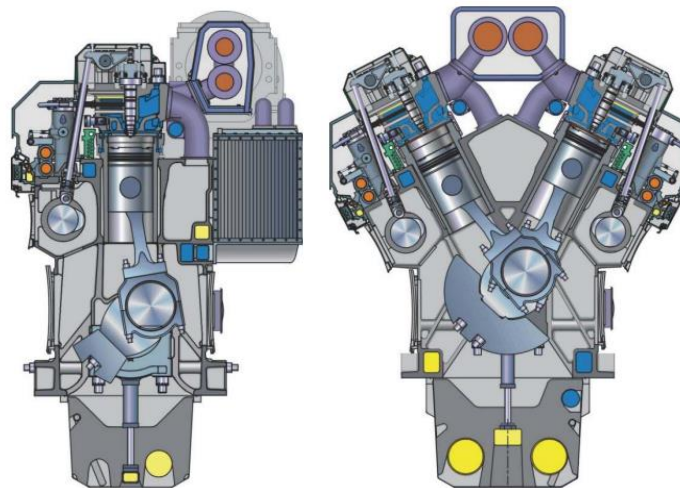
Wärtsilä Common Rail design, Fuente Dokumen, 2015

- Las bombas y las tuberías se pueden hallar en un espacio cerrado, aislado del calor, y para poder obtener un buen funcionamiento con combustible pesado (Manual de instrucciones, 2008).
- j) Turbocompresor:** Está situado en un lado visible del motor.
- k) Enfriador del aire de carga:** Son de tipo auto soportado.
- l) Sistema de aceite lubricante:** Esto puede incluir una sola bomba de engranajes, un filtro automático de aceite, un filtro centrífugo para la limpieza del aceite procedente de la descarga del filtro automático, un enfriador de aceite con una válvula termostática y una electrobomba de Prelubricación. El cárter de aceite está dimensionado para soportar alto volumen de aceite necesario y todos los números de cilindro pueden funcionar en configuración de un cárter húmedo, también es posible funcionar en cárter seco (Manual de instrucciones, 2008).
- m) Sistema de arranque:** Esto suministro el aire al cilindro está controlado por un distribuidor de aire de arranque accionado por un árbol de levas. Para los

sistemas de combustible tradicionales, el sistema de control del motor Wärtsilä (WECS 2000) proporciona instrumentación y automatización. WECS2000 y WECS7500 son responsables de la instrumentación y automatización de los sistemas Common rail.

- n) **Sistema de agua de refrigeración:** Esto puede incluir una bomba de agua incorporadas y unas válvulas termostáticas que abre y cierra el paso de agua (Manual de instrucciones, 2008).

**Figura 1.16:** Corte transversal de Wärtsilä 32



Motor Wärtsilä 32 de cilindros en línea y de cilindros en V, Fuente: Manual de instrucciones, 2008

### **1.9 Motores y grupos electrógenos de la más alta eficiencia para aplicaciones marinas**

De acuerdo a los motores Wärtsilä y grupo electrógeno de la más alta eficiencia para aplicaciones marinas, Según la Página oficial de Wärtsilä (2022) menciona que:

Wärtsilä está desarrollando continuamente su cartera de motores de gas y multicomcombustible para adaptarse a diferentes aplicaciones marinas, ya sean instalaciones de gas y petróleo en alta mar donde el combustible gaseoso está disponible a partir del proceso, o buques mercantes que operan en áreas ambientalmente sensibles. Los motores Wärtsilä ofrecen una alta eficiencia, bajas emisiones de gases de escape y un funcionamiento seguro. La innovadora tecnología multicomcombustible permite la flexibilidad de elegir entre combustible



gaseoso y líquido. Cuando sea necesario, los motores son capaces de cambiar de un combustible a otro sin interrupción en la generación de energía.

El diseño de la gama de motores Wärtsilä se basa en la gran cantidad de conocimientos acumulados a lo largo de años de funcionamiento exitoso. Los motores robustos derivados de la tecnología pionera de combustibles pesados han sido diseñados para proporcionar beneficios incuestionables a los propietarios y operadores de motores y grupos electrógenos Wärtsilä.

## **1.10 Nuestras soluciones de las nuevas aplicaciones de los grupos electrógenos marinos**

### **1.10.1 Motor de metanol Wärtsilä 32**

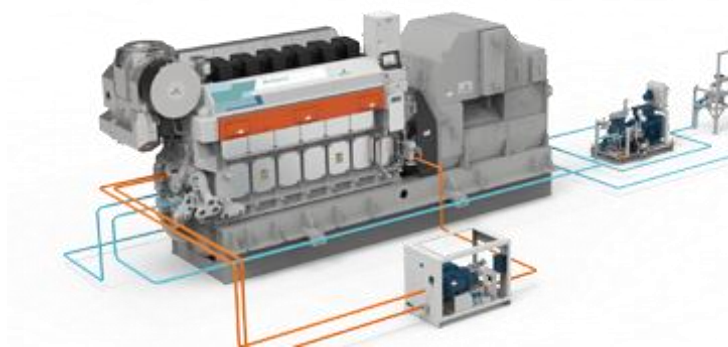
#### **a) El motor Wärtsilä 32 metanol: Una nueva ruta hacia la descarbonización marítima**

De acuerdo a los motores Wärtsilä 32 metanol, Según la Página oficial de Wärtsilä (2022) menciona que:

Se Ofrece un manejo y almacenamiento simples, una combustión confiable y energía casi neutra en carbono (cuando se fabrica con electricidad renovable y carbono capturado), no sorprende que el metanol esté emergiendo como un candidato líder para descarbonizar el transporte marítimo.

Los motores alimentados con metanol de Wärtsilä han propulsado el transbordador Stena Germanica de Stena Line desde 2015. Ahora los armadores pueden aprovechar esta larga experiencia en metanol con todas las características de vanguardia de una de las plataformas de motores más utilizadas de Wärtsilä.

**Figura 1.17:** Motores de combustible del futuro



Motor Wärtsilä 32 de metanol, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

### 1.10.2 Motores de combustible dual a prueba de futuro para su inversión

#### a) Motores Wärtsilä de doble combustible

De acuerdo a los motores Wärtsilä de doble combustión, Según la Página oficial de Wärtsilä (2022) menciona que:

Los motores de combustible dual de Wärtsilä permiten que los barcos funcionen con GNL o combustibles marinos líquidos convencionales, incluidos LFO, HFO o biocombustible líquido. El uso de GNL reduce de manera instantánea y drástica las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y material particulado. El GNL también está bien establecido como combustible marítimo en todo el mundo, con marcos legislativos maduros y una sólida infraestructura de abastecimiento.

El cambio entre combustibles se puede realizar sin problemas, sin pérdida de potencia ni de velocidad. Tal flexibilidad de combustible permite el cumplimiento de las normas de emisión en áreas controladas al tiempo que brinda a los operadores la opción de determinar el combustible de acuerdo con el costo y la disponibilidad. Los motores Wärtsilä son una inversión preparada para el futuro: sea cual sea el combustible, que se depara en el futuro, los motores de Wärtsilä podrán manejarlo.

**Figura 1.18:** Motores de doble combustible



Motor Wärtsilä 32 de doble combustible, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

Se observa a continuación los motores Wärtsilä de doble combustible que se presenta en lo marítimo como se observa en la Figura 1.19.

**Figura 1.19:** Motores Wärtsilä desde el 20DF hasta el Wärtsilä 46TS-DF



Nueva tecnología de motores Wärtsilä, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

### **1.10.3 Motores de combustible dual a prueba de futuro para su inversión**

#### **a) Motores diésel: un nuevo punto de referencia en eficiencia y rendimiento general de emisiones**

De acuerdo a los motores Diesel de Wärtsilä, Según la Página oficial de Wärtsilä (2022) menciona que:

Con las crecientes demandas de los propietarios y operadores para mejorar la eficiencia y al mismo tiempo descarbonizar, la industria marítima enfrenta múltiples desafíos. Sin embargo, también hay oportunidad. Si bien el desarrollo de combustibles alternativos es un elemento crítico en el proceso de descarbonización, la oportunidad de aumentar la eficiencia y reducir el consumo de energía también es una parte comprobada de esta ecuación. Las soluciones y los servicios de propulsión de Wärtsilä se basan en una experiencia única y conocimientos técnicos y de ingeniería, todos enfocados en brindar la mayor eficiencia, seguridad y maniobrabilidad para permitir el futuro de la propulsión de embarcaciones (Página oficial de Wärtsilä, 2022).

**Figura 1.20: Motores Diesel**



Motor diésel Wärtsilä 32, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

Se observa a continuación los motores diésel Wärtsilä, que se presenta en lo marítimo en la Figura 1.21.

**Figura 1.21: Motores Wärtsilä desde 14 hasta el Wärtsilä 46F**



Nueva tecnología de motores Wärtsilä, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

#### **1.10.4 Grupos electrógenos**

Se encuentra disponible una amplia gama de grupos electrógenos, que comprenden un generador y un motor diésel montados en un bastidor de base común, tanto para la generación de energía de servicio como para la propulsión diésel-eléctrica (Página oficial de Wärtsilä, 2022)

Todos los grupos electrógenos están diseñados para funcionar con fuel oil marino estándar. Los grupos electrógenos están montados elásticamente y se puede seleccionar el voltaje del generador. Los generadores diésel más grandes se entregan para el montaje separado del motor diésel y el generador (Página oficial de Wärtsilä, 2022)

**Figura 1.22:** Generadores electrógenos Wärtsilä



Nueva tecnología de generadores electrógenos de motores Wärtsilä, Fuente: Página oficial de Wärtsilä, 2022

## **CAPÍTULO 2**

### **MOTORES ESTACIONARIOS**

En este capítulo se comenta la caracterización del módulo de control, el funcionamiento del motor estacionario y los elementos que componen el motor John Deere, además la importancia para la correcta operación del sistema.

#### **2.1 Qué es un motor estacionario**

Un motor estacionario, es un motor que está permanentemente instalado y se utiliza para alimentar equipos. Si bien los primeros motores que funcionan en los barcos fueron impulsados por vapor, la tecnología moderna ha hecho que las versiones diésel sean las más populares hoy en día en todo el mundo. Hoy en día, los motores estacionarios se emplean a menudo para bombear agua o generador eléctrico. Algunas instalaciones de fabricación muy antiguas todavía usan herramientas accionadas por motores estacionarios en varias estaciones de trabajo en toda la instalación a través de sistemas de correas y poleas (Spiegato, 2021).

Este es un motor cuya función no incluye el desplazamiento, ya que comúnmente se usa para accionar maquinaria estacionaria como motobombas o centrales eléctricas. Su estructura es compacta para adaptarse en términos de operación e instalación a una variedad de máquinas; el tamaño y la capacidad varían, como no puede ser de otra manera, en función de las necesidades del trabajo que se realice y de las condiciones en que se presente el equipo (Comforza, 2021).

##### **2.1.1 Funcionamiento de un motor estacionario**

Es un motor estacionario que funciona con combustible que se condensa en la cámara de combustión. Esto comprime oxígeno para que la explosión pueda expandirse, porque sin oxígeno no puede haber fuego. Dicha explosión se convierte en energía térmica (calor) y luego se convierte en energía mecánica, lo que eventualmente provoca el movimiento de uno o más pistones, que luego accionan el cigüeñal con la biela, haciendo que los pistones se muevan, y otras partes del motor hasta la transmisión, es decir, la parte del motor encargada de transmitir la energía generada a otra máquina por medio de una polea, cadena o eje rígido (Comforza, 2021).

##### **2.1.2 Qué aceite lleva un motor estacionario**

El aceite de un motor estacionario es importante porque actúa como lubricante y evita que las piezas entren en contacto (fricción), ya que esto aumenta el desgaste y reduce su vida útil (Comforza, 2021).

El aceite también ayuda a prevenir la corrosión interna y mantiene estable la temperatura del motor. Antes de elegir un aceite para cualquier motor, siempre se debe considerar si es de dos tiempos (2T) o de cuatro tiempos (4T), diésel o gasolina, así como las certificaciones de desempeño del aceite (SAE, API y ASTM) (Comforza, 2021).

### **2.1.3 Clasificación de motores estacionarios**

Los motores estacionarios se clasifican en las siguientes maneras:

#### **a) Motor estacionario a gasolina**

Es un tipo de motor de combustión interna, es decir, recibe energía mecánica, de la energía química del combustible. La chispa enciende el combustible, expandiendo el gas que ingresa a la cámara y moviendo el pistón. Por lo tanto, otro nombre para estos motores es motor de combustión interna. Estos motores de gasolina pueden ser de dos o de cuatro tiempos. En el caso que un motor de dos tiempos, el pistón dirige el cambio de gases, y esto es igual a 1 revolución del cigüeñal; A diferencia de otro motor de 4 tiempos, donde el intercambio de gases lo controlan las válvulas, y el ciclo corresponde a 2 revoluciones del cigüeñal, donde cada ciclo o revolución consta de 4 ciclos: admisión, compresión, explosión y descarga (Yamaha Izabal, 2021).

#### **b) Motor estacionario diésel**

En diferencia de los motores de combustión, los motores diésel hace que requieran una construcción mucho más resistente que los motores de gasolina debido a la presión a la que están sometidos, por lo que los motores diésel son pesados que los motores de gasolina. Además, el mismo combustible diésel es más pesado que gasolina.

Los motores diésel son muy económicos que los motores a gasolina, porque los motores diésel tienen una relación de compresión más alta. Esto significa que pueden comprimir más aire y más combustible. Una relación de compresión más alta da como resultado una mayor eficiencia térmica y una mejor economía de combustible (Yamaha Izabal, 2021).

### **c) Motores estacionarios pequeños**

Su tamaño es una ventaja en términos de transporte y manejo del motor y la maquinaria a la que está acoplado, ya que su tamaño genera economía y resistencia los convierten en motores ideales para la industria agrícola. Como valor agregado, emiten una baja cantidad de gases nocivos, especialmente para los motores de gasolina.

Como son motores para muchas aplicaciones al aire libre donde están muy expuestos al polvo y otras partículas, la limpieza y el mantenimiento de estos motores son fundamentales para prolongar su vida útil y optimizar su rendimiento (Yamaha Izabal, 2021).

### **d) Motores estacionarios grandes**

Se pueden utilizar principalmente en el sector industrial, ya que se utilizan para alimentar grandes máquinas como las centrales eléctricas. Es importante tener en cuenta el estado del sitio de montaje del motor o maquinaria, teniendo en cuenta el mayor nivel de ruido que se pueda generar en los motores grandes, así como la importancia del sistema de escape, especialmente cuando el lugar de trabajo está cerrado (Yamaha Izabal, 2021).

## **2.2 Principio de cuatro tiempos**

De acuerdo los principios de cuatro tiempos, Según Carlos Alberto (2009) menciona que:

Cuando se habla de un motor estacionario, se refiere a un motor de combustión interna que convierte la energía química generada durante la combustión de un líquido comprimible en energía mecánica.

El principal funcionamiento de un motor estacionario se denomina principio de cuatro tiempos. Una característica distintiva de su funcionamiento es el suministro de aire fresco, de combustión y de gases de escape, respectivamente, por medio de válvulas de admisión y de escape, ubicadas por la culata y accionadas por dos levas en cada válvula. Otra característica que es el árbol de levas que puede girar a la mitad del número de revoluciones del cigüeñal, pero se requiere el doble de revoluciones del cigüeñal para cada uno de los cuatro ciclos de carrera (admisión, compresión, combustión y escape).



### **2.2.1 Primer Tiempo: Carrera de Admisión**

Una de las cuestiones más importante de la carrera de admisión o primer tiempo. Según Fernando Viñuelas (2014) menciona que:

A medida que el pistón se aleja del punto muerto superior del motor, se crea un vacío dentro del cilindro que permite que el cilindro lleno de gas ingrese a través de una válvula de admisión abierta y desde el sistema de combustible, la mezcla (en nuestro caso inyección indirecta). Cuando el pistón alcanza el punto muerto inferior, el cigüeñal se mueve 180 ° y la válvula de admisión teóricamente se cierra. Sin embargo, se puede hacer algunas modificaciones en la apertura y cierre de la válvula.

### **2.2.2 Segundo Tiempo: Carrera de Compresión**

Una de las cuestiones más importante de la carrera de compresión o Segundo tiempo. Según Carlos Alberto (2009) menciona que:

En un movimiento ascendente, el pistón comprime el aire fresco en el cilindro con las válvulas de admisión y escape cerradas. Por lo tanto, la temperatura del aire fresco excede la temperatura de ignición. Justo antes de que el pistón alcance su punto muerto superior, inyecta combustible en la cámara de combustión a alta presión.

Al final de la carrera del pistón cuando se alcanza el PMS, el pistón realizará una segunda carrera y el cigüeñal se moverá a 180°.

### **2.2.3 Tercer Tiempo: Carrera de Fuerza (Combustión)**

Una de las cuestiones más importante de la carrera de Fuerza (Combustión) o tercer tiempo. Según Carlos Alberto (2009) menciona que:

El combustible se encarga del encendido por el aire caliente y se encenderá. La combustión provoca una alta presión que empuja el pistón hacia abajo. El movimiento oscilante del pistón se convierte en rotación del cigüeñal por medio de la biela y el mecanismo del tronco del cigüeñal.

Al fin de la carrera de compresión, el pistón alcanza el PMS, en teoría, la chispa en la bujía debe pasar por alto, encendiendo la mezcla de compresión. Esto

aumentará la presión creada por los productos de la combustión, lo que hará que el pistón regrese a PMI en el tercer golpe. En este tercer tiempo, se seleccionará el trabajo generado por el motor.

#### **2.2.4 Cuarto Tiempo: Carrera de Escape**

El movimiento ascendente del pistón empuja el aire hacia el escape a través de la válvula que permanece abierta. Al completar esta cuarta carrera, la válvula de escape se cierra y la válvula de admisión se abre para un nuevo ciclo de operación (Carlos Alberto, 2009).

### **2.3 Fabricantes de motores estacionarios**

En la lista a continuación podrá ver las empresas más famosas que fabrican motores estacionarios en el mundo, así como John Deere que fabrica motores de combustión interna con generador eléctrico, donde se llevará a cabo el proyecto de ingeniería.

- Compañía de manufacturas asociadas EE. UU.
- Deere & Company / John Deere EE. UU.
- Electro-Motive Estados Unidos
- RA Lister and Company Reino Unido
- Petters Limited Reino Unido
- Malkotsis Grecia
- Compañía Nacional de Motores de Gas del Reino Unido
- Old's Gasoline Engine Works (Pliny Old's, hijos Wallace y Ransom) (1890-1910)
- Obras del motor de gas Otto
- Compañía de motores Rider-Ericsson
- Van Duzen Gas and Gasoline Engine Company c.1891-1898
- Waterloo Gasoline Engine Company EE. UU.
- Wärtsilä
- Obras del motor Witte (Spiegato, 2021).

### **2.4 Datos del motor John Deere**

#### **2.4.1 Descripción del John Deere**

Estrategia de éxito: "Una empresa que sirve a las personas que confían en nosotros y apoyan nuestro planeta, que se analiza la creación de nuevas máquinas inteligentes y

conectadas que se permiten prosperar en nuestras vidas". Como parte de su espíritu, John Deere en Latinoamérica es propietario de la familia como distribuidor (John Deere, 2022).

#### **2.4.2 John Deere en la actualidad**

Una de las cuestiones de John Deere en la actualidad. Según Daniel Miyoshi (2016) menciona que:

En la actualidad, Deere & Company es una de las empresas más respetadas del mundo y trabaja todos los días para adherirse a los principios fundacionales de sus fundadores, siempre los acompañan los ideales de honestidad, calidad, compromiso o innovación. Estos principios están en el corazón de cómo funcionan y se encuentran en cada producto, servicio y oportunidad que ofrece.

En el año 2007, el Instituto Ethisphere honra a las organizaciones que han tenido un impacto significativo en la forma en que se puede hacer negocios al promover una cultura de ética y transparencia. Deere & Company ha sido una de las empresas más éticas del mundo desde 2007 y mantiene su clasificación todos los años.

### **2.5 Motor John Deere**

El motor John Deere es un motor industrial de encendido por compresión de cuatro tiempos y alto rendimiento que solo requiere inyección de combustible en la cámara de combustión o en la cámara de precombustión para encenderse.

#### **2.5.1 Etiqueta PowerTech**

Hay una etiqueta en la tapa del balancín que identifica cada motor como un motor John Deere PowerTech.

**Figura 2.1:** Motor John Deere



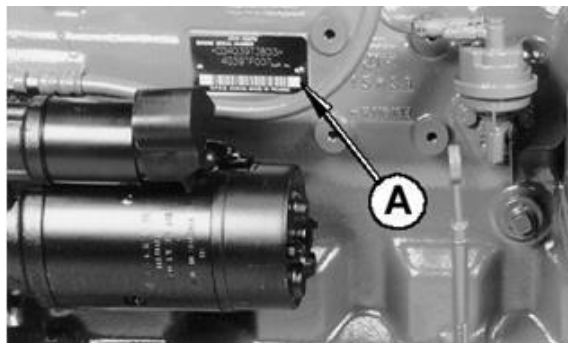
Elementos que conforma el motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

**Figura 2.2:** Placa de identificación de motor, vista lateral



Placa de identificación del motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

**Figura 2.3:** Placa de identificación de motor, vista frontal.



Elementos que conforma el motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

### 2.5.2 Placa con número de serie del motor

Las placas de matrícula son importantes al mantener o reparar una propiedad porque brindan instrucciones básicas para obtener piezas de repuesto o en garantía.

- a) El motor se puede identificar por la placa de matrícula (A) a la derecha del motor (John Deere, 2004).

**Figura 2.4:** Identificación del número de serie (A)



Placa de identificación del motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

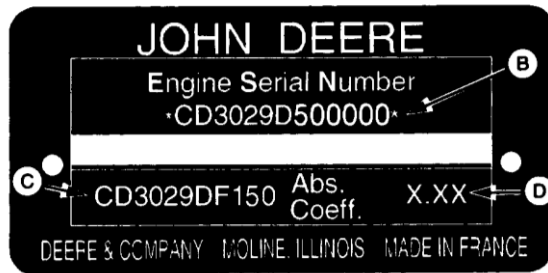
- b) En cada motor tiene un número de serie John Deere (B) de 13 dígitos que identifica al fabricante, el nombre del modelo del motor y un número de serie de 6 dígitos. Observar el siguiente ejemplo (John Deere, 2004).

**Tabla 2.1:** Identificación del número de serie (B)

<b>CD3029D50000</b>	
CD.....	Fabricación  CD= Sarán-Francia  PE= Torreón- México  PY= L & T – John Deere (Pune-India)
3029.....	Designación del modelo de motor  3 = Número de cilindros  029 = Cilindrada total (029 = 2.9 litros)
D.....	Código de aspiración  D = Aspiración atmosférica  T = Turbocompresor
50000.....	Número de serie secuencial

Técnica de revisión de números de serie de motor, Fuente: (John Deere, 2004)

**Figura 2.5:** Identificación del número de serie (B)



Número de serie que está compuesto el motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

- c) La segunda línea de información (C) en la placa de matrícula identifica la relación motora y la máquina o producto OEM (John Deere, 2004).

**Tabla 2.2:** Identificación del número de serie (C)

<b>3029DF150</b>	
3029D.....	Ver la tabla 2.1.
F.....	Código de Usuario  AT = Tractores fabricados por Agritalia F = Aplicación de OEM FG = Goldoni (Italia) KV = John Deere Knoxville LV = John Deere Augusta
150.....	Número de aplicación

Técnica de revisión de números de serie que está relacionada a la relación motora y máquina, Fuente: (John Deere, 2004)

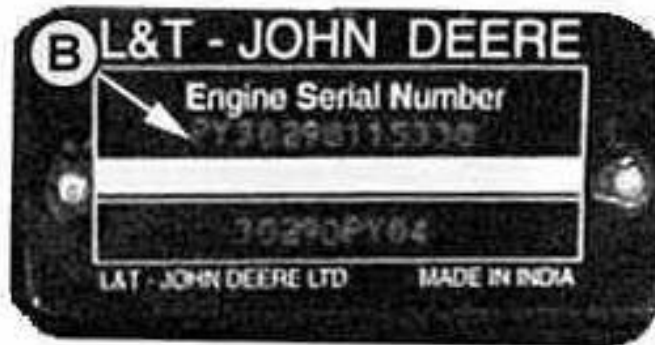
**Figura 2.6:** Identificación del número de serie (B)



Número de serie que está identificado el motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

- d) La segunda fila también muestra el coeficiente de absorción (D) de los gases de escape (solo motor hecho en Sarán).

**Figura 2.7:** Identificación del número de serie (D)



Número de serie que compone el motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

### 2.5.3 Especificaciones básicas del motor

En este motor se pueden ver todos los datos de especificación, modelo del motor, la carrera, el número de cilindros, etc. En la siguiente Tabla 2.3 se puede observar todas las especificaciones que brinda el motor John Deere de 2.9 litros (John Deere, 2004).

**Tabla 2.3:** Característica del modelo 3029D y 3029T

	Unidades	Modelo 3029D	Modelo 3029T
Número de cilindros		3	3
Diámetro	mm	106,5	106,5
	(in)	(4.19)	(4.19)

Carrera	mm (in)	110 (4.33)	110 (4.33)
Cilindrada	L (in <sup>3</sup> )	2.9 (179)	2.9 (179)
Relación de compresión		17.8:1	17.8:1
Orden de encendido		1-2-3	1-2-3
Sistema de inyección		Directo	Directo
Aspiración		Natural	Turboalimentado
Velocidad nominal	rpm	2500	2500
Potencia a velocidad nominal	kW (hp)	43 (58)	59 (79)
Potencia a 1800 rpm	kW (hp)	35 (47)	
Potencia a 1500 rpm	kW (hp)	31 (42)	
Peso (seco)	Kg (lb)	323 (712)	330 (728)

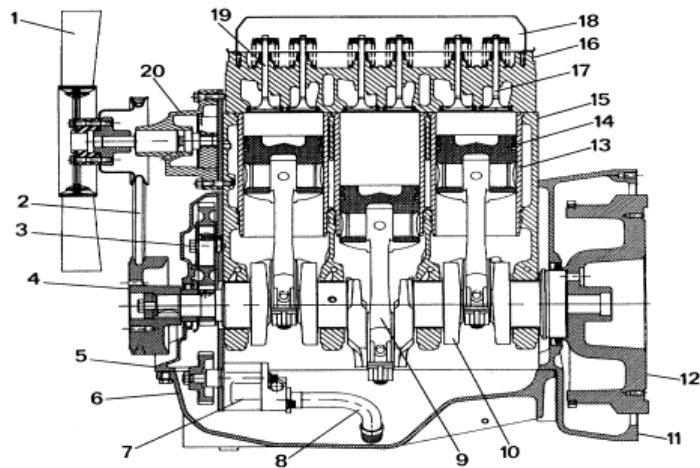
Especificaciones del motor John Deere, Fuente: (John Deere, 2004)

#### **2.5.4 Partes del motor Jonh Deere 3029T**

Proceder a describir todos los elementos que se conforman la vista longitudinal y transversal del motor John Deere con sus respectivas partes, como se observa en las Figuras 3.16 y 3.17, que indica a continuación:



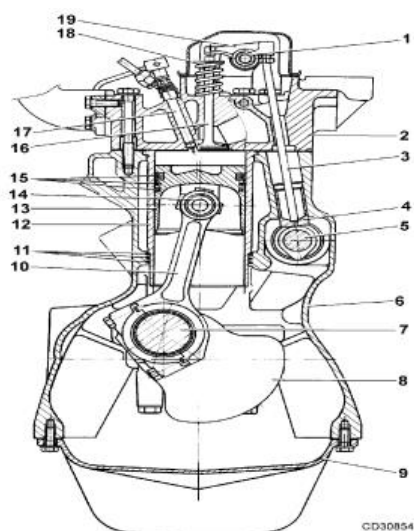
**Figura 2.9:** Vista en corte longitudinal.



Vista Longitudinal del motor John deere 3029TF150, Fuente: (John Deere, 2004)

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. Ventilador                              | 11. Caja del volante       |
| 2. Correa del ventilador                   | 12. Volante                |
| 3. Engranaje de distribución               | 13. Camisa de cilindro     |
| 4. Polea del cigüeñal                      | 14. Pistón                 |
| 5. Cubierta de engranaje de distribución   | 15. Bloque de cilindro     |
| 6. Cáster                                  | 16. Culata                 |
| 7. Bomba de aceite                         | 17. Válvula de escape      |
| 8. Conducto de admisión de bomba de aceite | 18. Cubierta de balancines |
| 9. Biela                                   | 19. Válvula de admisión    |
| 10. Cigüeñal                               | 20. Bomba de agua          |

**Figura 2.10:** Vista en corte transversal.



Vista transversal del motor John deere 3029TF150, Fuente: John Deere, 2004

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Eje de balancín        | 11. Retenes de camisa       |
| 2. Culata                 | 12. Camisa                  |
| 3. Varilla empujadora     | 13. Émbolo                  |
| 4. Seguidor de excéntrica | 14. Bulón de Pistón         |
| 5. Árbol de levas         | 15. Aro de pistón           |
| 6. Bloque de cilindro     | 16. Válvula                 |
| 7. Cigüeñal               | 17. Inyector de combustible |
| 8. Contrapeso cigüeñal    | 18. Muelle de válvula       |
| 9. Cárter                 | 19. Balancín                |
| 10. Biela                 |                             |

## **2.6 Principio de Funcionamiento del motor**

Al respecto al principio de funcionamiento del motor estacionario. Según Salomón (2007) menciona que:

Es una máquina térmica de combustión interna, que en su encendido se produce por el efecto de la compresión en el interior del cilindro a una temperatura alta. Esto se procede a que tiene una inyección de mezcla de aire-gas sin chispa.

En la temperatura inicia la combustión que proviene del aumento de presión provocado por el segundo tiempo del motor, la compresión. El combustible diésel se bombea a la parte superior de la cámara del compresor a alta presión, de modo que se atomiza y se conecta con el aire. En consecuencia, mezcla combustible con rapidez. Este calor provoca la expansión del gas dentro de la cámara, impulsando el pistón hacia abajo, pero la biela transmite este movimiento al cigüeñal, que hace girar, convirtiendo el movimiento lineal del pistón en un eje de rotación.

## **2.7 Grupo Electrónico**

Luis Alberto (2021) plantea que el generador es una parte generadora de energía que consta de un motor de combustión interna conectado directamente al generador llamado accionamiento principal. Es una máquina electromecánica cuya función es la conversión de la energía mecánica, generada por un motor de combustión interna, en energía eléctrica (producida por un generador). A menudo se utiliza como fuente de energía principal o sistema de respaldo en industrias donde estas operaciones de fabricación se realizan en áreas remotas fuera del alcance de la necesidad.

Se conoce como grupo electrónico al conjunto de máquinas rotativas, eléctricas y de combustión, que son ensambladas entre sí, en las que se realiza la conversión de energía: de química a térmica, de térmica a mecánica y de mecánica a electromagnética.

## **2.8 Componentes principales del grupo electrónico**

Estos son los siguientes componentes básicos que está formado el motor estacionario y el grupo electrónico o llamado generador eléctrico, en donde conforma todas las partes esenciales que componen el motor mecánico y los grupos electrónicos como puede ser un motor diésel, generador eléctrico, bomba de inyección electrónica, etc.

**Tabla 2.4:** Componentes del grupo electrógenos

Componentes mecánicos	Componentes eléctricos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor diésel</li> <li>• Bomba hidráulica de inyección</li> <li>• Inyectores de alta presión</li> <li>• Reservorio de combustible</li> <li>• Turbo cargador</li> <li>• Radiador de enfriamiento</li> <li>• Silenciador</li> <li>• Bastidor de acero tipo patín</li> <li>• Ventilador</li> <li>• Acoplamiento campana de generador</li> <li>• Precalentado de agua</li> <li>• Filtros de: aire, aceite, combustible y agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador eléctrico</li> <li>• Arrancador eléctrico de arranque</li> <li>• Alternador de carga de batería</li> <li>• Tablero control de motor</li> <li>• Tablero de transferencia</li> <li>• Batería de arranque</li> <li>• Sensores periféricos de motor</li> <li>• Cableado eléctrico de interfaz</li> <li>• Módulo AVR</li> <li>• Módulo gobernador de velocidad</li> <li>• Interruptor termomagnético de generador</li> <li>• Cargador flotante de batería</li> <li>• Sistema de alarma de protección</li> </ul>

Componentes del motor y del grupo electrógeno, Fuente: Resolución Directoral, 2017

## 2.9 Características generales del grupo electrógeno

En la Figura 2.11 se puede visualizar los componentes principales de un grupo electrógeno. Se procede a enumerar los componentes del grupo electrógeno, como se indica a continuación.

**Figura 2.11:** Partes del grupo electrógeno



Generador electrógeno con motor a diésel, Fuente: Realizado por Luis Alberto, 2021

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. Motor de combustión | 8. Depósito de combustible                  |
| 2. Alternador          | 9. Bancada                                  |
| 3. Motor de arranque   | 10. Antivibratorios                         |
| 4. Baterías            | 11. Filtro de aire                          |
| 5. Ventilador          | 12. Cuadro de protección                    |
| 6. Radiador            | 13. Tablero de control                      |
| 7. Silenciador         | 14. Conexión a tierra (Luis Alberto, 2021). |

## **2.10 Concepto de las partes de un grupo electrógeno**

### **2.10.1 Motor de combustión**

Un motor es un dispositivo que proporciona energía mecánica a un generador, más comúnmente a una turbina de gas (Massimo Brotto, 2020).

El motor diésel son lo que más se utiliza en generadores, por su valor ecológico y económico, también son atractivos para empresas, por su calidad mecánica y facilidad de mantenimiento.

### **2.10.2 Alternador**

Un alternador, también conocido como generador, es un tipo de máquina eléctrica que funcionan sobre la base de la propiedad de la inducción electromagnética. Este fenómeno hace que cuando un conductor se mueve en un campo magnético, se genera una cierta diferencia de potencial en sus extremos.

La potencia generada por el eje horizontal síncrono, sin escobillas, autoexcitado y autorregulado, acoplado al motor, genera corriente alterna por inducción electromagnética. Se observa en la Figura 2.12 un alternador empleado para grupos electrógenos (Rojas Gregor, 2018).

**Figura 2.12:** Alternador convencional para grupo electrógeno



Generador sincrónico de un grupo electrógeno, Fuente: Alternadores Sincrónicos – línea AG10

El término "autoexcitación" significa que la energía utilizada para crear el campo electromagnético, se crea dentro del propio generador, lo que permite que el generador pueda generar grandes cantidades de energía utilizando sólo la energía generada por el motor de combustión interna (Rojas Gregor, 2018).

### **2.10.3 Motor de arranque**

Es un dispositivo asociado con el motor para arrancar y convertir la energía mecánica en una energía eléctrica a través de un alternador. Todo el proceso requiere una sincronización perfecta y garantizan un buen funcionamiento eficiente del complejo en todas las situaciones y entornos (Sorilux, 2022).

Cuando se activa, el cable envía un voltaje de 12 o 24 V al solenoide de arranque, el solenoide tiene un campo magnético que, cuando se activa, hace que el engranaje se engrane con el engranaje más grande (anillo) conectado con el motor y trabajando simultáneamente entre los cables de batería a motor de arranque y de alimentación de corriente (Rojas Gregor, 2018).

En la Figura 2.13 se muestra un motor de arranque que está acoplado a un grupo electrógeno.

**Figura 2.13:** Motor de arranque



Arranque de un motor diésel, Fuente: Grupo electrógeno Lister Peter

#### **2.7.4 Baterías**

Según Rojas Gregor (2018), se expresa que en las baterías juegan un papel importante en un grupo electrógeno: son las encargadas de alimentar tus equipos y deben mantenerse siempre en buen estado. Si esto no se hace, pueden surgir serios problemas al usar el generador.

En cualquier momento durante el uso, puede analizar el estado de las baterías para ver en qué condiciones se encuentran. Según Rojas Gregor (2018), indica que esa potencia aproximada se puede estimar a partir del voltaje entre los terminales. Para ello, mida el voltaje de la batería unas horas después de la última carga.

En la Tabla 2.5 indicará la carga de la batería aproximadamente.

**Tabla 2.5: Voltaje de la batería**

<b>Capacidad de carga según voltaje en baterías</b>	
<b>Voltaje entre terminales</b>	<b><i>Capacidad aproximada</i></b>
12,65 voltios	100 %
12,45 voltios	75 %
12,24 voltios	50 %
12,06 voltios	25 %
11,89 voltios	0 %

Porcentaje de vida útil de la batería, Fuente: Grupo electrógeno (Rojas Gregor, 2018)

### **2.10.5 Ventilador**

El ventilador es responsable de crear un flujo de aire que atraviesa al radiador hacia el motor, enfriando ambos. El ventilador es necesario cuando el aire de funcionamiento es insuficiente para enfriar el líquido del radiador del motor o cuando el motor está parado (Rojas Gregor, 2018).

### **2.10.6 Radiador**

El radiador del generador está conectado a la parte delantera del motor del enfriador y un ventilador accionado por correa sopla aire en el núcleo del radiador, enfriando el refrigerante que fluye a través del radiador. Cuando se utiliza un enfriador de generador, se recomienda descargar los gases de escape directamente al exterior a través del disipador de calor conectado al radiador, el motor debe montarse lo más cerca posible del exterior y los conductos de aire deben ser lo más cortos posible (Weihui Weiyu, 2016).

### **2.10.7 Silenciador**

Es un tubo cilíndrico que es colocado en la salida del motor para que pueda reducir el ruido del grupo electrógeno y es un aspecto importante de la contaminación acústica. En general, los silenciadores de escape solucionan principalmente esta situación y se pueden dividir en industriales, civiles y considerables. Este último proporciona el nivel más alto de reducción de ruido (Rojas Gregor, 2018).

### **2.10.8 Depósito de combustible**

Los grupos electrógenos tienen un tanque de combustible interno desde el cual se alimentan directamente y solo necesita controlar el nivel de combustible para que el generador funcione. En algunos casos, por motivos de autonomía o mayor consumo de combustible o para minimizar las operaciones de carga, se añade un depósito exterior de mayor tamaño para mantener los niveles de combustible dentro de un conjunto de depósitos interior o para dirigir el suministro de aceite, en este tanque normalmente se proporciona una duración de 8 horas de tiempo de funcionamiento automático para los grupos electrógenos (Obras Urbanas, 2020).

### **2.10.9 Bancada**



Un soporte de bancada es una estructura o base diseñada para soportar un grupo electrógeno y todas sus partes. Debe estar hecho de materiales duros (por ejemplo, hierro, acero estructural) para que se pueda garantizar la estabilidad y seguridad de la maquina o equipo (Rojas Gregor, 2018).

#### **2.10.10 Antivibratorios**

Estos son los elementos que aseguran la amortiguación del conjunto alternador-motor a través de soportes blandos, también conocidos como silentblocks, que crean adherencias entre las partes principales del conjunto y la estructura que impiden la transmisión de sus movimientos (Rojas Gregor, 2018).

#### **2.10.11 Filtro de Aire**

Se utiliza en un entorno con mucha contaminación del aire y polvo, es necesario acortar la distancia. Trate de evitar limpiar o soplar con aire comprimido. Este comportamiento hace que el filtro se rompa, perfore o aumente la porosidad. Esto puede ser fatal para el sistema de inyección, ya que el polvo o las partículas se convertirán en parte del proceso de combustión y dañarán gravemente el motor (Rojas Gregor, 2018).

#### **2.10.12 Tablero de control**

Este subconjunto permite que el generador funcione de manera confiable, ya que es posible monitorear el funcionamiento del motor, verificar las variables de generación y conectar la unidad al receptor (Resolución Directoral, 2017).

Es diseñado para cumplir con los requisitos del usuario en términos de funcionalidad, tales como: características de la instalación eléctrica, ubicación, características estructurales (grado de protección, cableado), funciones de cantidad, requisitos sobre equipos y medios de operación (Resolución Directoral, 2017).

Los gabinetes o cubículos para equipo de placas de circuito impreso son:

- **Montados:** Es el sistema más común, especialmente en grupos electrógenos de baja potencia. Se apoyan en los bastidores de estas unidades, creando grupos electrógenos autónomos.
- **Murales:** Apoyados en la pared, cerca del grupo electrógeno o en una ubicación distante (remota).

- **Autosoportado:** Es ampliamente utilizado en dispositivos más potentes como módulo de control centralizado (Resolución Directoral, 2017).

**a) Funciones del Tablero de Control**

- Realice el arranque manual o remoto del motor.
- Las medidas generan variables tensión, frecuencia, corriente, potencia activa, factor de potencia, etc.
- Medición del funcionamiento del motor, como el tiempo de funcionamiento, la presión del aceite, temperatura del refrigerante y el nivel de carga de la batería.
- Recibe señales de protección del motor y del alternador para activar la alarma de emergencia, para reanudar el funcionamiento o detener la máquina.
- Ajusta el voltaje del generador y la velocidad del motor.
- Indica el funcionamiento de los elementos motorizados.
- La comunicación con el centro de control.
- Se conecta y desconecta la carga (Resolución Directoral, 2017).

### **CAPÍTULO 3**

## **IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN UN MOTOR ESTACIONARIO JOHN DEERE**

En este capítulo se procede hacer lo práctico, como es la toma de datos para la realización de los planes de mantenimiento que se verá en el transcurso de cada práctica que se hará para tener una buena redacción en los mantenimientos sugeridos, que se ejecutará a continuación y se procede a realizar la tabla de costos o inventariado de repuestos.

### **3.1 Elaboración del plan de mantenimiento en el motor John Deere**

En el plan de mantenimiento se debe priorizar la máxima eficiencia, economía y la vida útil del motor, que se puede observar en los trabajos de mantenimiento, que indicaran en el proyecto técnico, que se realiza para poder tener los registrados en las próximas páginas.

Con relación a los repuestos o lubricantes, que se utilice en el manual no dice que los aceites y refrigerantes John Deere, están diseñados para brindar la máxima protección y rendimiento del motor. Se recomienda el uso exclusivo de los productos de mantenimiento y repuestos originales de la marca John Deere.

Como se propuso en el anteproyecto enviado, el proyecto sería realizado de dos formas; de forma escrita y con un programa llamando renovagem. El programa renovagem es un software que realiza una gestión de mantenimiento asistido por computadora para poder generar ordenes de trabajo, generar fichas de trabajo del equipo o maquinaria que nos ayuda a realizar los mantenimientos como son: los diarios, anual, semestrales, trimestrales, bianual, etc.

En este proyecto se realizó de las dos formas ya que con eso podemos presentar dos esquemas de mantenimiento; como puede ser el escrito o un sistema computarizado y la digitalización de todo el equipo que realizamos el mantenimiento que se verá en el **ANEXO 3**, que nos indica el “Programa de mantenimiento RENOVAGEM” ahí se observa cómo se estructura la digitalización mediante un sistema computarizado.

Se realiza todas las horas de mantenimiento del respectivo motor John Deere que se analizara a continuación desde la Tabla 3.1 hasta la Tabla 3.24.

**Tabla 3.1: Mantenimiento diariamente de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Revisión
2	Refrigerante de motor	Revisión
3	Cojinete de desembrague	Lubricación
4	Visualizar alrededor del motor	Inspección
5	Filtro de combustible	Revisión

Fuente: Autor

**Tabla 3.2: Mantenimiento cada 2 semanas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Funcionamiento del motor y grupo electrógeno	Comprobar
2	Aceite de motor	Inspección
3	Refrigerante de motor	Revisión
4	Filtro de combustible	Revisión
5	Lubricación de los cojinetes de desembrague	Comprobar
6	Fugas de líquidos de externas	Inspección General

Fuente: Autor

### 3.1.1 Mantenimiento de las 100 hasta 500 horas de funcionamiento del motor

**Tabla 3.3: Mantenimiento cada 100 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite de motor	Cambiar
3	Conexiones eléctricas	Verificación
4	Mangueras de paso de fluidos	Verificación e inspección

Fuente: Autor

**Tabla 3.4: Mantenimiento cada 250 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Extintores de incendio	Comprobación
2	Estado de la batería	Comprobar
3	Aceite de motor	Drenar y llenar
4	Filtro de motor	Cambiar
5	Tensión de la correa del ventilador	Comprobar
6	Alternador	Revisión
7	Filtro de combustible	Cambiar

Fuente: Autor

**Tabla 3.5: Mantenimiento cada 500 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite de motor	Cambiar
3	Tensión y desgaste de la correa	Verificar o revisar
4	Holgura de válvula	Ajustar
5	Aceite de hidráulico	Drenar y llenar

Fuente: Autor

### **3.1.2 Mantenimiento de las 1000 hasta 5000 horas de funcionamiento del motor**

**Tabla 3.6: Mantenimiento cada 1000 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite de motor	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar

5	Conducto de ventilación del cárter	Limpieza
6	Sistema de admisión de aire	Verificar
7	Líquido refrigerante	Drenar y llenar

Fuente: Autor

**Tabla 3.7: Mantenimiento cada 1500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite de motor	Cambiar
3	Tensión y desgaste de la correa	Verificar o revisar
4	Holgura de válvula	Ajustar
5	Aceite de hidráulico	Drenar y llenar

Fuente: Autor

**Tabla 3.8: Mantenimiento cada 2000 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilador del cárter	Limpieza
6	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpieza
7	Holgura de válvula	Ajustar
8	Sistema de admisión de aire	Verificar
9	Amortiguador de vibración	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.9: Mantenimiento cada 2500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
------	-------------	-----------

1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Desgaste y tensión de la correa	Verificar
5	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpieza
6	Holgura de válvula	Ajustar

Fuente: Autor

**Tabla 3.10: Mantenimiento cada 3000 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilación del cárter	Limpieza
6	Sistema de admisión de aire	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.11: Mantenimiento cada 3500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de válvula	Ajustar

Fuente: Autor

**Tabla 3.12: Mantenimiento cada 4000 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
------	-------------	-----------

1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilación del cárter	Limpieza
6	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar
7	Holgura de válvula	Ajustar
8	Sistema de admisión de aire	verificar
9	Amortiguador de vibrador	Verificar
10	Líquido refrigerante	Drenar y llenar

Fuente: Autor

**Tabla 3.13: Mantenimiento cada 4500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
4	Holgura de la válvula	Ajustar
5	Amortiguador de vibración	Verificar
6	Líquido de refrigeración	Drenar y llenar

Fuente: Autor

**Tabla 3.14: Mantenimiento cada 5000 horas de funcionamiento**

ITEN	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar



5	Conducto de ventilador del cárter	Limpiar
6	Picos de inyector	Cambiar
7	Sistema de admisión de aire	Verificar
8	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar

Fuente: Autor

### 3.1.3 Mantenimiento de las 5500 hasta 7000 horas de funcionamiento del motor

**Tabla 3.15: Mantenimiento cada 5500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de la válvula	Ajustar
6	Amortiguador de vibración	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.16: Mantenimiento cada 6000 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilación del cárter	Limpieza
6	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar
7	Holgura de válvula	Ajustar
8	Sistema de admisión de aire	Verificar
9	Amortiguador de vibración	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.17: Mantenimiento cada 6500 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de válvula	Ajustar

Fuente: Autor

**Tabla 3.18: Mantenimiento cada 7000 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilador del cárter	Limpieza
6	Sistema de admisión de aire	Verificar

Fuente: Autor

### 3.1.4 Mantenimiento de las 7500 hasta 10000 horas de funcionamiento del motor

**Tabla 3.19: Mantenimiento cada 7500 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de válvula	Ajustar
6	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpieza

Fuente: Autor

**Tabla 3.20: Mantenimiento cada 8000 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilación de cárter	Limpieza
6	Holgura de válvula	Ajustar
7	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar
8	Sistema de admisión de aire	Verificar
9	Sistema de amortiguador de tensión	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.21: Mantenimiento cada 8500 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de válvula	Ajustar

Fuente: Autor

**Tabla 3.22: Mantenimiento cada 9000 horas de funcionamiento**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar

4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilador del cárter	Limpieza
6	Sistema de admisión de aire	Verificar

Fuente: Autor

**Tabla 3.23: Mantenimiento cada 9500 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Tensión y desgaste de la correa	Verificar
5	Holgura de válvula	Ajustar

Fuente: Autor

Mantenimiento a las 10000 horas

**Tabla 3.24: Mantenimiento cada 10000 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	Drenar y llenar
2	Filtro de aceite	Cambiar
3	Filtro de combustible	Cambiar
4	Sistema de tensionamiento y correa	Verificar
5	Conducto de ventilador del cárter	Limpieza
6	Sistema de admisión de aire	Verificar
7	Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar
8	Holgura de válvula	Ajustar
9	Termostato	Cambiar
10	Amortiguador de vibración	Verificar
11	Sistema de picos de inyectores	Cambiar

Fuente: Autor

### 3.2 Descripción de la capacidad de los fluidos y lubricantes en un motor estacionario John Deere

**Tabla 3.25 Capacidades de fluidos y lubricantes**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD (LITROS)	CAPACIDAD (GALONES)
1	Combustible	34	9
2	Aceite hidráulico	3.8	1
3	Aceite de motor	3.8	1
4	Refrigerante	7.5	2

Fuente: Autor

### 3.3 Inventario de repuestos y mantenimiento del motor estacionario John Deere 3029TF150.

En la tabla 3.26 se introduce todos los elementos, componentes, que se utilizan para poder realizar el mantenimiento en el motor estacionario John Deere como puede ser desde la mano de obra del técnico u operador hasta los repuestos utilizados, ya que algunos repuestos son originales de la marca mismo.

**Tabla 3.26 REPUESTOS Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR JONH DEERE 3029TF150**

CANTIDAD	COMPONENTES ELEMETOS	O	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE		20,00	40,00
1	FILTRO DE ACEITE		25,00	25,00
1	ACEITE DE MOTOR		30,00	30,00
1	FILTRO DE HIDRAULICO		25,00	25,00
1	LIQUIDO REFRIGERANTE		30,00	30,00
1	ENGRASADO DE COJINETE		15,00	15,00
5	MANGUERAS O CAÑERIAS DE FLUIDOS		15,00	75,00
1	EXTINTOR DE INCENDIDO		100,00	100,00
1	COMPROBADOR DE BATERIA		15,00	15,00
1	ACEITE HIDRÁULICO		20,00	20,00

4	RODAMIENTOS Y TENSIONAMIENTO, BANDAS	30,00	120,00
2	MANGUERA O CAÑERÍA DE HIDRAULICO	10,00	20,00
1	CAMBIO MASTER BATERÍA	30,00	30,00
1	CAMBIO DE TERMOSTATO	50,00	50,00
1	LIMPIÉZA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	50,00	50,00
4	LIMPIÉZA DEL PULSO DE INYECCIÓN (BANCO DE PRUEBAS)	50,00	200,00
2	MANO DE OBRA DEL TECNICO A REALIZAR EL MANTENIMEINTO DEL MOTOR	60,00	120,00
1	COMPROBACIÓN DEL TURBO (BANCO DE PRUEBAS)	150,00	150,00
1	COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	150,00	150,00
1	REALIZAR UN ANÁLISIS DE ACEITE DE MOTOR	100,00	100,00
1	REALIZAR UN ANÁLISIS DEL LIQUIDO REFRIGERANTE	100,00	100,00
	<b>TOTAL</b>		<b>1.540,00</b>

Fuente: Autor

### **3.4 Verificación del cumplimiento que se ejecutara las pruebas de funcionamiento del plan de mantenimiento generado para verificar su correcta operación**

Para el cumplimiento del objetivo final, que es la operación y el funcionamiento se explicara mediante un video realizado por el autor del proyecto indicando el funcionamiento, partes y por ultimo que función cumple el motor estacionario o más conocido como “Generador Eléctrico de Emergencia”, por lo tanto este nos ayuda alimentar o transferir energía a una máquina que este en mantenimiento, para que la producción o la rectificación que realiza la empresa Wärtsilä no quede paralizado y tengan un buen ingreso mensual gracias al motor de emergencia.

En la empresa Wartsila se dedica a la rectificación, limpieza, reparación de motor estacionario como puede ser de centrales eléctricas por ejemplo la central eléctrica que se encuentra en la matriz de Finlandia que tiene como suministro de 7 motores a gas de 139 MW en México y también realiza mantenimiento en el generador eléctrico por ejemplo el generador que tenemos en la universidad, que está ubicada en el norte de Quito en el campus Girón ese generador es realizado los mantenimientos por la empresa Wärtsilä.

## CONCLUSIONES

- Se determinó cuáles son los trabajos de mantenimientos de mayor relevancia, comunes y específicos que se deben realizar en el motor estacionario John Deere modelo 3029TF150, tomando en cuenta el periodo de horas de trabajo o por tiempo transcurrido de la máquina o equipo en funcionamiento.
- En plan mantenimiento, se puede utilizar las técnicas que monitorean las condiciones de operación de las máquinas y los equipos, los cuales, permite detectar las causas de que originan las fallas para eliminarlas y prolongarlas en la vida útil del equipo, permitiendo, además anticipar las fallas antes que se pueda deteriorar la maquinaria, y facilitar su pronta reparación.
- Lo importante de hacer un inventario de repuestos para poder tener bien distribuido u ordenado, para que pueda encontrar todos los repuestos que el técnico necesite para poder realizar el mantenimiento en el motor estacionario John Deere modelo 3029TF150, que pueda facilitar al reemplazo de elementos que se necesiten en la operación del mantenimiento.
- La implementación de un proyecto permite incrementar los conocimientos del personal o estudiante que, con respecto al comportamiento de cada activo analizado, esto permite reaccionar con anticipación ante la falla que podrá producirse al motor en un futuro.
- El proyecto a realizar también se representa una herramienta importante en su seguridad laboral, debido a que en la mayoría de accidentes son causadas por desperfectos en los equipos que pueda ser evitados con una simple inspección periódica; manteniendo todas las áreas de mantenimiento y ambientes de trabajo en orden y limpias.
- En este proyecto mediante las nuevas formas de gestionar un plan de mantenimiento se ha podido identificar las nuevas oportunidades de mejora, que potencialmente podría implementarse, así mismo, establecer apertura a las oportunidades de servicios mediante la potenciación de facilitadores y colaboradores que promuevan las mejoras prácticas de las experiencias de implementación y control en otras empresas.



## RECOMENDACIONES

- Para realizar las actividades de un plan de mantenimiento en los equipos, es necesario definir previamente su entorno operativo y reconocer las funciones principales que se debe realizar o cumplir.
- Cuando comience un trabajo de mantenimiento tenga presente todos los manuales, libros, textos, para realizar un buen trabajo en dicho motor, además las herramientas necesarias para ejecutar todas las reparaciones y tener los repuestos pertinentes a reemplazar.
- Se debe recabar, concentrar y digitalizar los documentos necesarios antes de la implementación del plan, ya que optimiza los tiempos de análisis de modo y efectos de falla de los equipos o máquinas.
- Cuando se haga un plan de mantenimiento de un motor estacionario, como los motores de Wärtsila, se debe tener en cuenta todas las herramientas especiales que se utiliza para cada elemento a retirar del motor y pueda facilitar el trabajo del operador.
- El periodo de implementación del proyecto se debe enfocarse a efectuar en temporadas donde se pueda realizar las pruebas de funcionamiento de equipos o motores, para garantizar una rápida integración de los conocimientos sobre el equipamiento analizado.
- El éxito de un plan de mantenimiento que se vaya a elaborar depende de la correcta aplicación y utilización de los formatos de seguridad, maniobras y mantenimiento al igual que la mejora continua de ellos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Agresa (2019). *Baterías en un grupo electrógeno*. Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de <https://www.agresa.es/blog/baterias-grupo-electrogeno/>

Álvarez Gonzales, R. (2012) Diseño del plan de mantenimiento para una embarcación de 32 metros [Tesis de Pregrado, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/836/Rubén%20González%20Álvarez.pdf?sequence=1>

Barreto Contreras, F. J. (2016) Mantenimiento de motor Wärtsila 32 del Bloque B Ocean en las instalaciones de Astican [Tesis de Tecnología, Universidad de la laguna]. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/3116>

Beltrán Freite, M. A., Fuentes Polo, B. Y., Martínez Ramírez, K. (2014) Definición de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos clasificados como críticos e identificación de las fallas mecánicas de mayor impacto en la planta de producción de itacol S.A. barranquilla [Tesis de Pre-grado, Universidad de la costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/4857>

Cámara chilena de la construcción (CChC). (2018). *Grupo electrógenos – Conceptos y aplicaciones*. Consultado el 24 de abril de 2022. Recuperado de <https://extension.cchc.cl/datafiles/40827-2.pdf>

Carlos Alberto, C. M., Alberto Darwin, J. M. (2009) Planificación de mantenimiento basado en el método de confiabilidad RCM para motores estacionarios de la planta termopichincha s.a., Central Guangopolo [Tesis de Pre-grado, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1750>

Carlos Eduardo, C., David Alejandro, C. (2010) Estudio para la implementación de un centro de mantenimiento y reparación para automotores diésel [Tesis de Pre-grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2375/1/CD-3107.pdf>

Como funciona (CF), (2021). *MOTOR DIESEL, Características, partes y funcionamiento*. Consultado el 27 de abril de 2022. Recuperado de <https://como-funciona.co/los-motores-diesel/>

Conforza producto de potencia (CPP). (2021). *Motores estacionarios*. Consultado el 7 de mayo de 2022. Recuperado de [https://comforza.com.pa/motores-estacionarios/#Como\\_funciona\\_un\\_motor\\_estacionario](https://comforza.com.pa/motores-estacionarios/#Como_funciona_un_motor_estacionario)

Daniel Miyoshi, R. (2016) El regreso de la marca John Deere división construcción al Perú [Tesis de Maestría, Universidad de Piura]. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2953/MDE\\_1627.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2953/MDE_1627.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Danny Fabricio, R. C. (2017) Implementación del modelo de control para la transferencia automática de energía eléctrica del grupo electrógeno de 50KVA de la empresa [Tesis de Pre-grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14052/1/UPS%20-%20ST003079.pdf>

David Alejandro, A. A. (2015) Propuesta de mejora para el mantenimiento del equipo pesado de la constructora COANDES S.A. basado en un análisis del aceite usado en los motores de combustión interna diésel [Tesis de Pre-grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8937>

Deere, J., De Sarán, U., & europea, V. N. (s/f). Unidades de potencia para generadores eléctricos Motores Fase II y no certificados. Consultado el 10 de junio de 2022. Recuperado el 14 de julio de 2022, de <http://dinatek.ec/wp-content/uploads/pdf/manual/MGV3-Manual-Mantenimiento-Y-Operacion-Motores-John-Deere.pdf>

Díaz Concha, C. A. (2014) El plan de mantenimiento de la maquinaria naval y la contribución para alargar la vida útil del Buque Escuela "Marañón" [Tesis de Pre-grado, Universidad de la Fuerzas Armadas (ESPE)]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14514>

Diesel Engine (DE) (2022). Wärtsilä 32. Consultado el 07 de junio de 2022. Recuperado de <https://www.wartsila.com/marine/products/engines-and-generating-sets/diesel-engines/wartsila-32>

Dokumen (DN) (2015). Technology Review. Consultado el 12 de junio de 2022. Recuperado de <https://dokumen.tips/documents/wartsila-32.html?page=1>

Fernando Viñuelas, G. (2014) Diseño y análisis del sistema de admisión de un motor de encendido provocado para su implantación en un vehículo de Formula SAE [Tesis de Pre-grado, Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla]. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/5333/fichero/PFC+Fernando+Viñuelas+García.pdf>

Geovanny Patricio, Gómez Muñoz, Méndez Peñaloza, Gino Fabricio. (2011) Propuesta para la gestión de mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Ocaña [Tesis de Pre-grado, Universidad Politécnica Salesiana (UPS)]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1099>

Hernando José, B. J., Luis Carlos, C. U. (2012) Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada de la empresa Inser S.A.S. [Tesis de Pre-grado, Universidad Tecnológica de Bolívar]. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063129.pdf>

Jasso, A. C. (2011) Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND [Tesis de Pre-grado, Universidad Tecnológica de Tula Tepeji]. <https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/63A.pdf>

John Deere (JD) (2022). *Innovación y tecnología de John Deere.* Consultado el 15 de abril de 2022. Recuperado de <https://www.deere.com/latin-america/es/nuestra-compañía/innovación/>

John Deere Usine de Sarán (JDUS). (2004). *Manual Técnico de componentes Motor diésel Power Tech de 2.9 l.* Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de [file:///C:/Users/PC/Downloads/dokumen.tips\\_motores-powertech-29-l-ctm126-3029-es.pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/dokumen.tips_motores-powertech-29-l-ctm126-3029-es.pdf)

Luis Alberto, D. N. (2021) Mantenimiento correctivo y mejorativo del grupo electrógeno principal de la planta hormigonera móvil y generador alterno de la empresa depohormigón de la ciudad de Ambato [Tesis de Pre-grado, Universidad Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14929>

Luis Luciano, P. C. (2019). Elaboración de un Manual de Mantenimiento Preventivo y correctivo del Motor Perkins Serie 1006 Modelo YD de Seis Cilindros Para Aplicaciones Agrícolas e Industriales [Tesis de Pre-grado, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2949>

Machado, A. R. (2012) Manual de gestión de mantenimiento [Tesis de Pre-grado, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas]. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/5574>

Manual de instrucciones (MI) (2008). *Wärtsilä W18V32 de EDEN YUTURI EXT.* Consultado el 08 de junio de 2022. Recuperado de <https://dokumen.tips/documents/wartsila-ingles-565dc200e20ab.html?page=1>

Massimo Brotto (MB). (2020). *Alternador para grupo electrógeno.* Consultado el 24 de abril de 2022. Recuperado de <https://massimobrotto.com/alternador-para-grupo-electrogeno/>

Matos, Q., Tamanaco, J. (2004) Diseño e implantación de programas de mantenimiento usando técnicas de confiabilidad operacional mediante la administración del SAP [Tesis de Pre-grado, Universidad Central de Venezuela]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/181041?show=full>

Merchán, A., Duván, F. (2017) Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de las principales subestaciones de la Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P. aplicado por la Empresa Asistencia Técnica Industrial Ltda. [Tesis de Pre-grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2722>

Muñoz, T., Juan, P., Rojas, E., Jorge, L. (2020) Manual de operación y mantenimiento eléctrico del generador síncrono de una unidad de generación de la Central Hidroeléctrica

Paute Sopladora [Tesis de Pre-grado, Universidad Politécnica Salesiana (UPS)].  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18457>

Obras Urbanas (OU). (2020). *Combustible para grupos electrógenos*. Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de <https://www.obrasurbanas.es/combustible-para-grupos-electrogenos-cuando-y-como-usar-un-deposito-externo/>

Página oficial de Wärtsilä (POW) (2022). Nueva tecnología de motores marítimos de Wärtsilä. Consultado el 12 de junio de 2022. Recuperado de <https://www.wartsila.com/marine/products/engines-and-generating-sets>

Predictiva21. (2021) *Tipos de mantenimiento correctivo*. Consultado el 18 de marzo de 2022. Recuperado de <https://predictiva21.com/tipos-mantenimiento-correctivo/>

Productos Cosin S.A. (PCSA). Suministro de repuestos y servicios integrales. Consultado el 5 de julio de 2022. Recuperado de <https://www.cosinsa.com.ec/productos>

Resolución Directoral (RD). (2017). *Guía técnica de operación y mantenimiento de grupo electrógeno del hospital Hermilio Valdizan*. Consultado el 24 de abril de 2022. Recuperado de [http://www.hhv.gob.pe/wp-content/uploads/Resoluciones\\_Directorales/2017/133-DG-10052017.pdf](http://www.hhv.gob.pe/wp-content/uploads/Resoluciones_Directorales/2017/133-DG-10052017.pdf)

Rojas Gregor. (2018). *Grupo electrógenos principios básicos*. Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de: <http://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/20.%20GRUPO%20ELECTROGENOS%20PRINCIPIOS%20BASICOS.pdf>

Russian Moreno, G. A. (2009) Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tractocamiones en base a los requerimientos en su contexto operacional [Tesis de Pre-grado, Universidad de oriente Venezuela].  
[https://www.academia.edu/15555542/tesis\\_plan\\_de\\_mantenimiento\\_de\\_una\\_flota\\_de\\_tractocamiones](https://www.academia.edu/15555542/tesis_plan_de_mantenimiento_de_una_flota_de_tractocamiones)

Salazar Monge, Francisco Javier. (2011) Elaboración de procesos para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para los motores Mitsubishi modelo MANv9v

40 /54, en la Central de Generación Térmica Guangopolo; de la Corporación Eléctrica Estatal (CELEC EP) [Tesis de Pre-grado, Universidad de la Fuerzas Armadas (ESPE)]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5014>

Salomón consuegra, P. (2007). Guía de estudio y asignatura Motores Diésel, Manual desarrollo y recopilado para uso didáctico. Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico

Sorilux, Repuestos grupos electrógenos (RGE). (2022). *Motores de arranque grupo electrógeno*. Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de <https://sorilux.com/es/electronica-electricidad/motores-de-arranque-grupo-electrogeno/#:~:text=El%20sistema%20de%20motor%20de,eléctrica%20a%20través%20de,el%20alternador>.

Spiegato (SG) (2021). *¿Qué es un motor estacionario?* Consultado el 10 de mayo de 2022. Recuperado de <https://spiegato.com/es/que-es-un-motor-estacionario>

Unlimited Upload (UU) (2022). *Diseño y función del Wärtsilä 32 1BF02*. Consultado el 08 de junio de 2022. Recuperado de <https://cupdf.com/document/02-design-and-function-w32-spanish.html>

Vásquez Quiroz, César Orlando. (2018) Análisis para la elaboración de un plan de mantenimiento, para reducir las paradas por fallas mecánicas en el área de enchufe. [Tesis de Pre-grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36601>

Wärtsilä (2022) *Enabling sustainable societies through innovation in technology and services*. Consultado el 04 de abril de 2022. Recuperado de <https://www.wartsila.com/about/history>

Wärtsilä 32 Product guide (WPG) (2021). Wärtsilä Engines. Consultado el 08 de junio de 2022. Recuperado de [https://www.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/ms-engine/product-guide-o-e-w32.pdf?utm\\_source=engines&utm\\_medium=dieselenines&utm\\_term=w32&utm\\_content=productguide&utm\\_campaign=msleadscoring](https://www.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/ms-engine/product-guide-o-e-w32.pdf?utm_source=engines&utm_medium=dieselenines&utm_term=w32&utm_content=productguide&utm_campaign=msleadscoring)

Weihui Weiyou Maquinaria Fabricación (WWMF). (2016). *El radiador generador de climatización*. Consultado el 25 de abril de 2022. Recuperado de <http://www.well-radiador.com/info/how-the-generator-radiator-cooling-system-3070440.html>

Willian Martínez, J., Santiago Tacoaman, R. (2014) Plan maestro de mantenimiento preventivo para la empresa MKPSERVIC servicios petroleros Cia. LTDA.” [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. [https://www.academia.edu/14993207/plan\\_maestro\\_de\\_mpp](https://www.academia.edu/14993207/plan_maestro_de_mpp)

Yamaha Izabal (YI) (2021). *Tipos de motores estacionarios*. Consultado el 7 de mayo de 2022. Recuperado de <https://yamahaizabal.com/blog/tipos-motores-estacionarios/>



## ANEXOS.

### Anexo 1: Plan de mantenimiento de un motor Wärtsila W18V32

#### Anexo 1.1: Mantenimiento cada dos días de funcionamiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	<i>Prelubricación automática</i>	Comprobar el funcionamiento
2	<i>Cigüeñal</i>	<b>Motor marino:</b> Si el motor está parado, gire el cigüeñal para cambiar de posición.

#### Anexo 1.2: Mantenimiento de una vez a la semana de funcionamiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	<i>Proceso de arranque</i>	Comprobar el arranque (si se trata de un motor de reversa)

#### Anexo 1.3: Mantenimiento cada 50 horas de funcionamiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
		<b>Comprobar la purga de los enfriadores de aire</b>
1	<i>Prelubricación automática</i>	Asegurar que los tubos de purga no estén obstruidos, y comprobar si no hay fugas
		<b>Comprobar el nivel de agua en el sistema de enfriamiento</b>
2	<i>Sistema de agua de refrigeración</i>	Comprobar que el nivel de agua en el depósito de expansión y la presión estática en los circuitos de refrigeración del motor
		<b>Comprobar el par de apriete de las tuercas de fijación del contrapeso</b>
3	<i>Bielas</i>	En los motores nuevos, comprobamos el apriete de los tornillos de todas las bielas a las 50 horas de funcionamiento. Después de cada revisión, compruebe los tornillos que hayan sido aflojados

---

		<b>Comprobar el apriete de las tuercas de fijación del contrapeso</b>
4	<i>Cigüeñal</i>	Comprobar el par de apriete de las tuercas de fijación del contrapeso al cabo de 50 horas de funcionamiento. Apretar las tuercas si es posible. No las afloje
		<b>Tomar Lectura de los indicadores</b>
5	<i>Manómetros e indicadores</i>	Tomar apuntes de las lecturas de todas las temperaturas y presiones y, al mismo tiempo, anote la carga del motor
		<b>Comprobar el nivel de aceite del regulador</b>
6	<i>Regulador, actuador</i>	Comprobar el nivel de aceite y observar si no hay fugas
		<b>Comprobar la caída de presión</b>
7	<i>Filtro de combustible</i>	Los cartuchos deben sustituirse cuando el indicador de diferencia de presión muestra una caída de presión demasiado alta.
		<b>Comprobar si tiene pérdidas de combustibles debido a fugas</b>
8	<i>Sistema de inyección y de combustible</i>	Comprobar si tiene pérdidas de combustible debido a las fugas en la bomba de inyección y en las toberas
		<b>Comprobar el apriete de las conexiones de los tubos de inyección</b>
9	<i>Tubos de inyección</i>	Comprobar el apriete de las conexiones de los tubos de inyección, con el motor caliente, después de las 50 horas de funcionamiento en un motor nuevo y, después de una revisión, en aquellas conexiones que han sido aflojadas
		<b>Comprobar la caída de presión</b>
10	<i>Filtro de aceite de lubricación</i>	Comenzar con la limpieza o cambio del elemento del filtro si se detecta una caída de presión considerable
		<b>Comprobar en qué nivel de aceite está en el Cáster</b>

---

11	<i>Cárter de aceite</i>	Comprobar el nivel de aceite del cárter mediante la varilla de medición de aceite y si ha consumido, reponen el aceite consumido
		<b>Comprobar el apriete de los tornillos de los cojinetes principales</b>
12	<i>Cojinetes principales</i>	Comprobar el apriete de los tornillos de los cojinetes principales a las 50 horas de funcionamiento del motor. Después de cada revisión, compruebe los tornillos que hayan sido aflojados.
		<b>Comprobar el apriete de los tornillos de los conductos múltiples</b>
13	<i>Conductos múltiples</i>	Comprobar el apriete de los tornillos de los conductos múltiples a las 50 horas de funcionamiento del motor. Después de cada revisión, compruebe los tornillos que hayan sido aflojados. El motor debe estar en una temperatura de funcionamiento normal
		<b>Desmontaje del filtro de rodaje</b>
14	<i>Filtro de rodaje</i>	Después de las primeras 50 horas de funcionamiento, desmonte el filtro de rodaje y suba el gato hidráulico, apriete y fije los tornillos del gato. El máximo de horas de funcionamiento con los filtros de rodaje es de 100 horas.
		<b>Limpieza del compresor, con agua</b>
15	<i>Turbocompresor</i>	Empezar con la limpieza del compresor inyectándole agua
		<b>Comprobar la holgura de las válvulas</b>
16	<i>Accionamiento de las válvulas</i>	En motores nuevos y reparados, compruebe la holgura de las válvulas después de las primeras 50 horas de funcionamiento.

#### **Anexo 1.4: Mantenimiento cada 100 horas de funcionamiento**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
		<b>Limpieza de la turbina, con agua</b>
1	<i>Turbocompresor</i>	

---

Empezar con la limpieza de la turbina inyectándole agua; más a menudo si fuera necesario.

---

### Anexo 1.5: Mantenimiento cada 500 horas de funcionamiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
<b>Limpieza de los filtros centrífugos</b>		
1	<i>Filtro centrífugo</i>	Comenzar con la limpieza más a menudo si fuera necesario. Recordar abrir la válvula que esta antes del filtro, después de realizar la limpieza
<b>Mantenimiento del mecanismo de control</b>		
2	<i>Mecanismo de control</i>	Comprobar que se mueva libremente; limpiar y lubricar.
<b>Comprobar la calidad del agua</b>		
3	<i>Agua de refrigerante</i>	Comprobar la calidad de aditivos que tiene el agua refrigerante
<b>Comprobar la presión de los cilindros</b>		
4	<i>Presión de los cilindros</i>	Registrar la presión de encendido de cada uno de los cilindros
<b>Lavado de las bombas de inyección de combustible pesado</b>		
5	<i>Bomba de inyección</i>	Comenzar con la limpieza de la bomba de inyección de combustible pesado con un dispositivo de limpieza.
6	<i>Aceite de lubricación</i>	<b>Tomar muestras del aceite de lubricación</b>  Durante el primer año se recomienda tomar muestras del aceite de lubricación cada 500 horas de funcionamiento. La muestra debe enviarse al proveedor del aceite para que lo lleve a analizar. A partir de los resultados, podrán determinarse los intervalos adecuados entre los cambios de aceite.

---

---

El uso de aceite de lubricación puede prolongarse mientras los resultados del análisis se encuentren dentro de los límites especificados por el fabricante del motor.

Cuando cambie el aceite de lubricación, hacer la limpieza de los conductos de aceite con un trapo de alta calidad sin fibras ni pelusa porque eso puede llegar afectar la vida útil del motor si entra impurezas.

---

### **Anexo 1.6: Mantenimiento cada 1000 horas de funcionamiento.**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
		<b>Limpieza de los filtros de aire del turbocompresor</b>
1	<i>Filtro de aire (incorporado)</i>	Desmontar los filtros y hacer la limpieza de acuerdo con las instrucciones del fabricante más a menudo, si fuera necesario.
		<b>Comprobar el funcionamiento de la automatización</b>
2	<i>Automatización</i>	Comprobar el funcionamiento de las alarmas y de los dispositivos de parada automática.
		<b>Comenzar a engrasar la electrobomba de alimentación de combustible</b>
3	<i>Electrobomba de alimentación combustible</i>	Comenzar a engrasar la bomba de acoplamiento cuando está en funcionamiento.
		<b>Cambio de aceite; comprobar el acoplamiento</b>
4	<i>Acoplamiento elástico Geislinger (lleno de aceite)</i>	En el primer intervalo, cambie el aceite del acoplamiento. En los siguientes intervalos (1.000 h), compruebe el nivel de aceite.
		<b>Realizar el cambio de los cartuchos del filtro de combustible</b>

---

5	<i>Filtro de combustible</i>	Comenzar con la Limpieza de la malla de alambre y la carcasa del filtro. Cambiar los cartuchos (los cartuchos deberán sustituirse antes si el indicador de presión diferencial señala una caída de presión demasiado alta).
<b>Comprobar el estado de las válvulas</b>		
6	<i>Válvulas</i>	Comprobar que las válvulas de admisión y de escape se desplazan libremente por sus guías. Esto debería realizarse preferiblemente con el motor parado desde hace más de dos horas. Compruebe la holgura de las válvulas.
Comprobar el par de apriete de los cilindros (válvulas, anillos de pistones) con una prueba neumática.		

**Anexo 1.7: Mantenimiento cada 2000 horas de funcionamiento.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	<i>Sistema electroneumático de parada por sobrevelocidad</i>	<p><b>Comprobar el sistema electroneumático de parada por sobrevelocidad.</b></p> <p>Comprobar el funcionamiento y la velocidad de activación del sistema de parada por sobrevelocidad controlado por el motor o la automatización de la fábrica.</p>
2	<i>Sistema electroneumático de parada por sobrevelocidad</i>	<p><b>Comprobar el sistema electroneumático de parada por sobrevelocidad.</b></p> <p>Comprobar el funcionamiento y la velocidad de activación del módulo de relés controlado por el sistema de parada por sobrevelocidad.</p>
3	<i>Regulador</i>	<p><b>Realizar el cambio del aceite del regulador</b></p> <p>Comenzar con el cambio del aceite de lubricación.</p> <p><b>Comenzar con la inspección de las válvulas de inyección</b></p>

<p><b>4</b>    <i>Válvula de inyección</i></p>	<p>Comprobar la presión de apertura. Desmontar y limpie las toberas. Compruebe el recorrido efectivo de la aguja. Compruebe los muelles. Sustituya las juntas tóricas. Compruebe el estado de las toberas con una bomba de pruebas. Si es necesario sustituir las toberas.</p>
<p><b>Inspeccionar las válvulas de inyección.</b></p>	
<p><b>5</b>    <i>Inyección directa de agua</i></p>	<p>Comprobar la presión de apertura. Desmontar y hace la limpieza de las toberas. Compruebe el recorrido efectivo de la aguja. Compruebe los muelles. Sustituya las juntas tóricas. Compruebe el estado de las toberas con una bomba de pruebas.</p> <p>Si es necesario sustituir las toberas.</p>
<p><b>Comprobación de los sensores</b></p>	
<p><b>6</b>    <i>Instrumentos de medición</i></p>	<p>Comprobar que los sensores de presión y temperatura. Si es necesario mejor sería de sustituir los que estén defectuosos</p>
<p><b>Realizar el engrase del eje de accionamiento</b></p>	
<p><b>7</b>    <i>Eje de accionamiento (Virador)</i></p>	<p>Engrasar el eje de accionamiento, cuando el virador esté conectado cuando el motor no esté en funcionamiento (parado).</p>

**Anexo 1.8: Mantenimiento cada 4000 horas de funcionamiento.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
<p><b>Limpieza del enfriador de aire de carga</b></p>		
<p><b>1</b></p>	<p><i>Enfriador de aire</i></p>	<p>Realizar la Limpieza y comprobar la presión. Comprobar atentamente si hay corrosión. Comprobar la existencia de fugas. Sustituya los componentes, si fuera necesario.</p>

---

		Compruebe la diferencia de presión precisa del enfriador de aire de carga (lado de aire) con un tubo en U.
		<b>Comenzar con la inspección de las superficies de contacto del árbol de levas</b>
2	<i>Árbol de levas</i>	Comprobar si las superficies de contacto de las levas y de los rodillos de los taqués. Asegúrese de que los rodillos giran. Gire el motor con el virador.
		<b>Comprobar el mecanismo de control</b>
3	<i>Mecanismo de control</i>	Comprobar si hay desgaste en los acoplamientos, entre el regulador y las bombas de inyección.
		<b>Comprobar la alineación del cigüeñal</b>
4	<i>Cigüeñal</i>	Comprobar la alineación. Verificar con el motor caliente.
5	<i>Cigüeñal</i>	<b>Comprobar la holgura de los cojinetes de empuje</b>
		Comprobar la holgura axial
6	<i>Colector de escape</i>	<b>Comprobar si en el colector de escape tiene fuga</b>
		Comprobar si hay fugas una vez al año. Sustituir los componentes, si fuera necesario.
7	<i>Acoplamiento elástico Geislinger (lleno de aceite)</i>	<b>Cambio de aceite del acoplamiento</b>
		Cambiar el aceite del acoplamiento.
		<b>Comprobar y ajustar el sistema de combustible</b>
8	<i>Sistema de combustible</i>	Comprobar y ajustar el sistema de combustible. Compruebe la existencia de fugas Sustituir los componentes, si fuera necesario

---



---

**Realizar la inspección de las válvulas de inyección**

Comprobar la presión de apertura. Desmonte y limpie las toberas. Compruebe el recorrido efectivo de la aguja. Compruebe los muelles.

**9 Válvula de inyección**

Compruebe y cambie el empujador si es necesario. Sustituir las juntas tóricas.

Comprobar el estado de las toberas con una bomba de pruebas.

**Comprobar el enfriador de aceite de lubricación****10 Enfriador de aceite de lubricación**

Comprobar que la temperatura del aceite de lubricación antes del motor esté dentro de los valores normales de funcionamiento. Compruebe si hay fugas.

**11 Puesta en marcha del limitador de combustible****Comprobar el limitador de combustible de arranque**

Comprobar a que limite de combustible está en funcionamiento

---

**Anexo 1.9: Mantenimiento cada 8000 horas de funcionamiento.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
		<b>Comprobar el acoplamiento elástico</b>
1	<i>Acoplamiento elástico Centax</i>	Comprobar visualmente los elementos de goma flexible según las instrucciones del fabricante. Desmóntelos si es necesario.
		<b>Comenzar la sustitución de los elementos del filtro de aceite</b>
2	<i>Filtro automático de aceite de lubricación</i>	Vaciar la carcasa del filtro. Limpieza la tela metálica. Sustituir los elementos filtrantes

---

---

		<b>Comenzar con la limpieza del enfriador de aceite de lubricación</b>
<b>3</b>	<b><i>Enfriador de aceite de lubricación</i></b>	El enfriador puede limpiarse con menos frecuencia si la temperatura del aceite de lubricación antes del motor está dentro de los valores de trabajo normales. Evite abrirlo de forma innecesaria. Limpiar el enfriador de aceite de lubricación antes de que se alcance el límite de la alarma. Revíselo bien para detectar cualquier rastro de corrosión.
<b>4</b>	<b><i>Mecanismo de protección</i></b>	<b>Comprobar el funcionamiento de la válvula de mariposa de aire y del actuador</b>
<b>5</b>	<b><i>Válvula de salida de gases sobrantes</i></b>	<b>Comprobar el funcionamiento de la válvula de salida de gases sobrantes y del actuador</b>
		Sustituya la válvula auxiliar del posicionador

---

**Anexo 1.10: Mantenimiento cada 12000 horas de funcionamiento.**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>1</b>	<b><i>Engranaje de accionamiento del regulador</i></b>	<b>Revisar el engranaje de accionamiento del regulador</b> Sustituir los componentes si es necesario
<b>2</b>	<b><i>Bomba de agua de AT</i></b>	<b>Revisión de la bomba de agua AT</b>  Desmontaje y revisión de la bomba de agua. Sustituya las piezas desgastadas
<b>3</b>	<b><i>Engranaje de accionamiento de la bomba de agua</i></b>	<b>Inspeccionar el engranaje de accionamiento de la bomba de agua de AT</b> Sustituir los componentes si es necesario

---

---

		<b>Limpieza e inspección de la válvula termostática de agua de AT</b>
<b>4</b>	<b><i>Válvula termostática de agua de AT</i></b>	Limpieza y comprobación de los elementos termostáticos, el alojamiento cónico de las válvulas y las juntas tóricas
		<b>Revisión de la bomba de agua de BT</b>
<b>5</b>	<b><i>Bomba de agua de BT</i></b>	Tomar apuntes de las lecturas de todas las temperaturas y presiones y, al mismo tiempo, anote la carga del motor
<b>6</b>	<b><i>Engranaje de accionamiento de la bomba de agua de BT</i></b>	<b>Inspeccionar el engranaje de accionamiento de la bomba de agua de BT.</b>  Sustituya los componentes, si es necesario
		<b>Limpieza e inspección de la válvula termostática de agua de BT</b>
<b>7</b>	<b><i>Válvula termostática de agua de BT</i></b>	Limpieza y comprobación de los elementos termostáticos, el alojamiento cónico de las válvulas y las juntas tóricas
		<b>Inspeccionar la bomba de aceite de lubricación</b>
<b>8</b>	<b><i>Bomba de aceite de lubricación</i></b>	Sustituya los componentes, si es necesario
<b>9</b>	<b><i>Engranaje de accionamiento de la bomba de aceite de lubricación</i></b>	<b>Inspeccionar el engranaje de accionamiento de la bomba de aceite de lubricación.</b>  Sustituya los componentes, si es necesario
		<b>Limpia y revisar la válvula termostática de aceite</b>
<b>10</b>	<b><i>Válvula termostática de aceite</i></b>	Limpie y compruebe los elementos termostáticos, el alojamiento cónico de las válvulas y las juntas tóricas
		<b>Revisión de la bomba de aceite de Prelubricación</b>
<b>11</b>		Sustituya los componentes, si es necesario

---

---

*Bomba de aceite de  
Prelubricación aceite*

- |           |  |  |
|-----------|--|--|
| <b>12</b> | <b><i>Turbocompresor</i></b>                           | <b>Inspeccionar y limpiar el turbocompresor</b>  |
|           |  | Limpie el turbocompresor mecánicamente si es necesario.                                |
|           |  | <b>Inspección de los cojinetes de los turbocompresores.</b>                            |
|           |  | Inspeccionar y sustituir los cojinetes, si es necesario.                               |
| <b>13</b> | <b><i>Turbocompresor<br/>Compresores TPL ABB</i></b>   | <b>Sustituya los cojinetes por otros nuevos, como máximo, al cabo de 36.000 horas.</b> |
| <b>14</b> | <b><i>Turbocompresor<br/>Compresores NA Napier</i></b> | <b>Inspección de los cojinetes de los turbocompresores.</b>                            |
|           |  | Compruébelo y sustitúyalo, si fuera necesario.   |

---

**Anexo 1.11: Mantenimiento cada 12000 – 16000 horas de funcionamiento.**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>1</b>	<b><i>Sistema electroneumático de parada por sobrelvelocidad</i></b>	<b>Revisión del cilindro del sistema de parada por sobrelvelocidad situado en la bomba de inyección</b>
		Sustituya las piezas desgastadas. Sustituya el sellado y la junta tórica
<b>2</b>	<b><i>Bombas de inyección</i></b>	<b>Revisión de la bomba de inyección</b>
		Limpieza e inspección de las bombas de inyección; sustituya las piezas desgastadas. Sustituya los tapones de erosión
<b>3</b>	<b><i>Bloque guía de la bomba de inyección</i></b>	<b>Revisión del bloque guía de la bomba de inyección</b>
		Comprobar los taqués. Sustituya las piezas dañadas o desgastadas si es necesario.

**Anexo 1.12: Mantenimiento cada 16000 horas de funcionamiento.**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>1</b>	<b><i>Acoplamiento elástico (lleno de aceite)</i></b>	<b>Comprobar el acoplamiento elástico</b>  Desmontar y controlar el acoplamiento elástico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
<b>2</b>	<b><i>Bombas de alimentación de combustible</i></b>	<b>Realizar la comprobación general de la bomba de alimentación de combustible</b>  Desmóntela y compruébela. Sustituya las piezas desgastadas.
<b>3</b>	<b><i>Servomotor auxiliar para el regulador</i></b>	<b>Revisión general del servomotor auxiliar</b>  Sustituir las piezas desgastadas.  <b>Comprobar el cojinete del accionamiento del regulador</b>
<b>4</b>	<b><i>Accionamiento del regulador</i></b>	Compruebe la holgura del cojinete del accionamiento del regulador, con el regulador montado en el motor.
<b>5</b>	<b><i>Camisa de refrigeración hidráulica para sombreretes de cojinete principal</i></b>	<b>Comprobar el funcionamiento de la camisa de refrigeración hidráulica</b>  Cambiar las juntas tóricas del gato hidráulico cada dos intervalos de revisión
<b>6</b>	<b><i>Virador</i></b>	<b>Cambiar el aceite del vibrador</b>  Volver a engrasar el eje de accionamiento
<b>7</b>	<b><i>Amortiguador de vibraciones Tipo viscoso</i></b>	<b>Tomar muestra de aceite del amortiguador de vibraciones</b>  Se realiza la toma de muestra de aceite para analizarla
<b>8</b>		<b>Comprobar el amortiguador de vibraciones</b>

---

*Amortiguador de vibraciones Geislinger*      *de*      Desmontar y comprobar el amortiguador de vibraciones

---

**Anexo 1.13: Mantenimiento cada 24000 horas de funcionamiento.**

---

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<i>1</i>	<i>Acoplamiento elástico (Suministro de aceite desde el motor)</i>	<b>Comprobar el acoplamiento elástico</b> Desmante y compruebe el acoplamiento elástico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
<i>2</i>	<i>Válvula de arranque principal</i>	<b>Revisión general de la válvula de arranque principal</b> Reemplazar las piezas que están desgastadas
<i>3</i>	<i>Distribuidor de aire de arranque</i>	<b>Revisión general del distribuidor de aire de arranque</b> Reemplazar las piezas que están desgastadas
<i>4</i>	<i>Turbocompresor Compresores TPL ABB</i>	<b>Inspeccionar los cojinetes de los turbocompresores</b> Examine el anillo de la tobera, el anillo del difusor/tapa, el cárter de admisión/salida de gas y sustitúyalos, si es necesario.
<i>5</i>	<i>Tornillos de fijación del motor</i>	<b>Comprobar el apriete de los tornillos de fijación del motor</b> Reapriete si es necesario
<i>6</i>	<i>Colector de escape</i>	<b>Comprobar las juntas de expansión</b> Sustitúyalos, si fuera necesario

---

**Anexo 1.14: Mantenimiento cada 48000 horas de funcionamiento.**

---

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<i>1</i>		<b>Reemplazo de cojinetes de engranajes intermedios</b>

---

---

	<b><i>Engranaje de accionamiento del árbol de levas</i></b>	<b>de</b>	Sustituya los cojinetes u otras piezas si es necesario.
<b>2</b>	<b><i>Comprobador Cigüeñal</i></b>	<b>de</b>	<b>Realizar la revisión del cigüeñal</b>  Revisar el cigüeñal para ver si está desgastado
<b>3</b>	<b><i>Bancada del motor con soporte elástico</i></b>		Comprobar los elementos elásticos de la bancada del motor  Reemplázalo si es necesario.
			<b>Verifique el acoplamiento elástico</b>
<b>4</b>	<b><i>Acoplamiento elástico</i></b>		Desmontar y controlar el acoplamiento elástico de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y reemplazar los paquetes de resorte/estrella interior si es necesario
<b>5</b>	<b><i>Turbocompresor</i></b>		<b>Sustituya el rotor y las piezas giratorias</b>  La vida depende de las condiciones de funcionamiento.

---

## **Anexo 2: Herramientas para realizar el mantenimiento de un motor Wärtsilä W18V32**

## 05.Maintenance Tools

### 05.1 General

---

Maintenance of the Wärtsilä engines requires some special tools developed in the course of engine design. Some of these tools are supplied with the engine, and others are available through our service stations or for direct purchase by the customer.

Tool requirements for a particular installation may vary greatly, depending on the use and service area. Standard tool sets are therefore selected to meet basic requirements.

This list presents a comprehensive selection of tools for the Wärtsilä W32 and W34SG engines.

The tool sets are grouped in order to facilitate selection for specific service operations.

#### 05.1.1.How to use this list

---

**1 Read the corresponding item** in this Manual before any maintenance work is started.

**2 Check with the list** below that all the maintenance tools are available on the site.

**3 Check** that necessary spare parts and consumable parts are available.

#### 05.1.2.Ordering of maintenance tools

---

**1 Find the part(s)** that interests you in the following pages.

**2 Select the tools or parts required.** Note that all the tools are not part of the standard delivery. You can use the part number below the figure when ordering.

**3 Make a note of the specifications** and other information on your order.

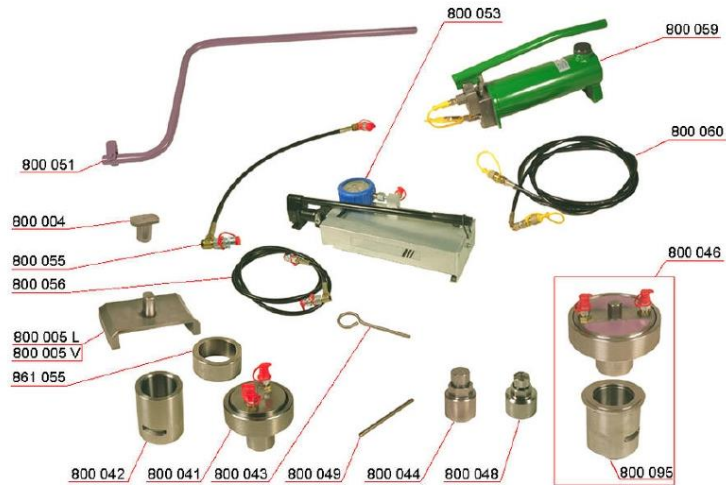
**4 Send the order** to your local service station. When possible, state installation name and engine number(s) when ordering.

---

**Note!** This chapter includes all available tools for the engines specified hereabove. See also specific installation's tool list. Some of the tools are applicable for certain cylinder numbers and with certain engine mounted equipment.

---





## Main Bearing

100

Code	Description	Drawing No.
800004	Turning tool for main bearing shell	4V85B0024
800005	Turning tool for thrust bearing shell, L-engine	3V85B0026
800005	Turning tool for thrust bearing shell, V-engine	3V85B0031
800041	Hydraulic cylinder M42 <b>(1)</b>	3V86B0078
800042	Distance sleeve M42	3V86B0046
800043	Pin for tightening of nuts M42	4V86B0011
800044	Stud remover M42	3V80D0028
800046	Hydraulic tools M56 <b>(1)</b> , including 800095	3V86B0218
800048	Stud remover M56	3V84G0189
800049	Pin for tightening of nuts M56	4V86B0002
800051	Lifting tool for hydraulic cylinder M56, L-engine	3V86B0288
800051	Lifting tool for hydraulic cylinder M56, V-engine	3V86B0357
800053	High pressure pump (1000 bar) <b>(1)</b>	4V86A0033
800055	Flexible hose 800 mm <b>(1)</b>	
800056	Flexible hose 3000 mm <b>(1)</b>	
800059	Low pressure pump (150 bar)	1V86A0018
800060	Flexible hose 3000 mm <b>(1)</b> , low pres. pump	
800095	Distance sleeve M56	3V86B0217
861055	Distance sleeve, counterweight screws	4V86B0081

(1) Including quick couplings

## Cylinder Liner

100

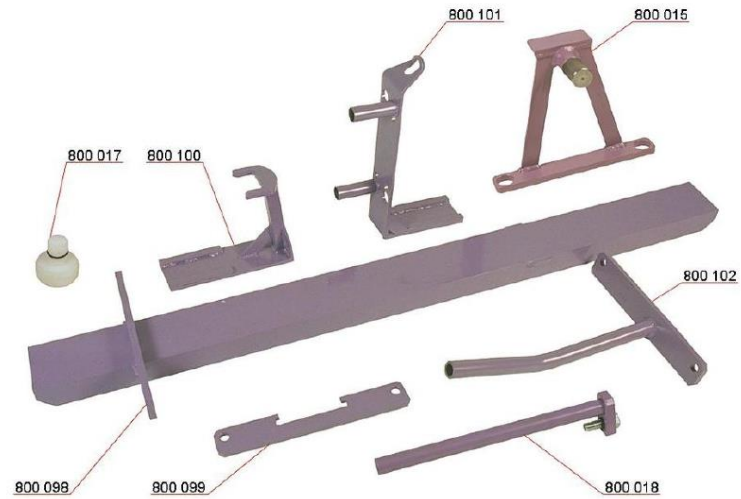


Code	Description	Drawing No.
800007	Extracting & lifting tool	3V83G0078
800008	Honing equipment	2V84C0031
800009	Dismantling tool for antipolishing ring	2V83G0077
800053	High pressure pump (1000 bar) <b>(1)</b>	4V86A0033
800056	Flexible hose 3000 mm <b>(1)</b>	
800103	Assembly tool for piston	3V83F0135
842025	Honong stones 25x25x250, coarse, including holder	
842026	Honong stones 25x25x250, fine, including holder	
800123	Fastening tool for cylinder liner	2V10T2272

(1) Including quick couplings

## Connecting Rod, L-engine

110

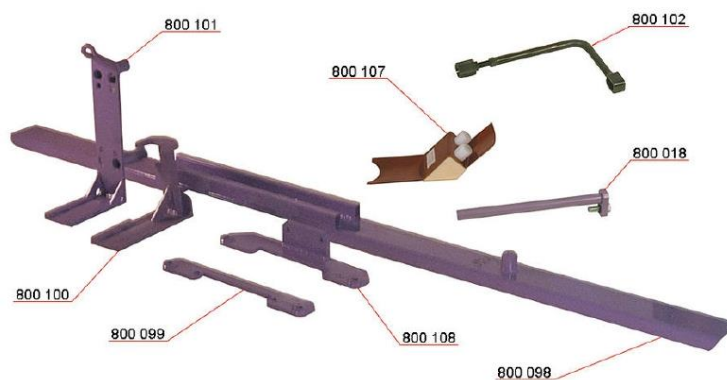


Code	Description	Drawing No.
800015	Locking tool for connecting rod big end	2V83F0200
800017	Guiding plug	4V83F0157
800018	Limiter	3V83F0156
800098	Assembly rail (1)	2V83F0183
800099	Support (1)	3V83F0186
800100	Mounting sledge (1)	2V83F0191
800101	Mounting sledge (1)	2V83F0189
800102	Mounting support (1)	2V83F0196

(1) Belongs to complete tool set, code 800016.

## Connecting Rod, V-engine

110



Code	Description	Drawing No.
800018	Limiter	3V83F0156
800098	Assembly rail (1)	2V83F0238
800099	Support (1)	3V83F0240
800100	Mounting sledge (1)	2V83F0191
800101	Mounting sledge (1)	2V83F0189
800102	Support arm	3V83F0363
800107	Protecting sleeve for connecting rod	3V83F0249
800108	Support (1)	3V83F0241

(1) Belongs to complete tool set, code 800016.

## Connecting Rod

110

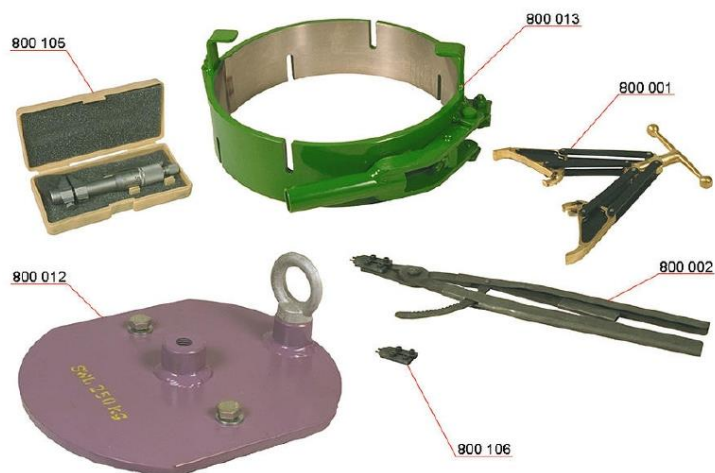


Code	Description	Drawing No.
800020	Hydraulic tools M27x2 (1), including 800097	2V86B0214
800021	Stud remover M27x2	4V80D0032
800022	Pin for tightening of nuts M27x2	4V86B0231
800053	High pressure pump (1000 bar) (1)	4V86A0033
800056	Flexible hose 3000 mm (1)	
800057	Flexible hose 1100 mm (1)	
800097	Distance sleeve M27x2	2V86B0208

(1) Including quick couplings

## Piston

110



Code	Description	Drawing No.
800001	Piston ring pliers	4V84L0018
800002	Pliers for securing ring	4V84L0016
800012	Lifting tool <b>(1)</b>	3V83D0234
800012	Lifting tool <b>(2)</b>	2V11T1482
800013	Clamp tool for piston rings	1V84D0011
800105	Measurement tool for piston ring grooves	
800106	Spare tips for pliers 800002, straight	
800160	Hydraulic jack for lifting of piston <b>(2)</b>	2V11T1498

(1) Diesel engines

(2) SG engines

## Cylinder Head

120



Code	Description	Drawing No.
800026	Lifting tool	2V83C0191
800027	Mounting & dismantling tool for valves	2V12T0110
800028	Turning tool for grinding of valves	3V84B0197
800047	Hydraulic tools M56 (1), including 800096	2V86B0224
800050	Lifting tool for hydraulic cylinders	1V87B0054
800053	High pressure pump (1000 bar) (1)	4V86A0033
800055	Flexible hose 800 mm (1)	
800063	Hydraulic extractor (1)	3V83E0061
800096	Distance sleeve M56	3V86B0222
800130	Extractor for yoke pin	3V83H0485
800133	Extractor tool for cylinder head sleeve	3V83H0475
800142	Lifting tool (2)	2V83C0395
848115	Valve clearance gauge feeler for pcc valve (0,65)	4V84K0067

(1) Including quick couplings

(2) SG-engines

## Cylinder Head

120



Code	Description	Drawing No.
800000	Pliers for securing ring	
800010	Stud remover 5-20	
800029	Removing tool for injection & starting valve	3V83H0202
800030	Valve clearance feeler gauge	3V84K0052
800031	T-wrench for indicator valve	4V80K0006
800049	Pin for tightening of nuts M56	4V86B0002
800056	Flexible hose 3000 mm <b>(1)</b>	
800094	Box wrench head 24 mm	4V92K0208
800126	Extraction mandrel for valve guide	3V83H0492
800146	Adapter M16	4V83H0520
820000	Torque wrench 20-100 Nm	4V92K0207
820006	Extension bar 12.5*250	
820011	Spark plug socket <b>(2)</b>	4V12T0273
846200	Adjusting tool for prechamber valve <b>(2)</b>	2V12T0965
847022	Pressure test device for prechamber <b>(2)</b>	2V12T0961

(1) Including quick couplings

(2) SG-engines



## Intermediate Gear and Camshaft Tools 130



Code	Description	Drawing No.
800024	Extractor plate	3V83H0201
800049	Pin for tightening of nuts	4V86B0002
800053	High pressure pump (1000 bar) <b>(1)</b>	4V86A0033
800056	Flexible hose 3000 mm <b>(1)</b>	
800062	Mounting & removing tool	3V83H0167
800063	Hydraulic extractor <b>(1)</b>	3V83E0061
800112	Hydraulic tools M80 for interm. gears <b>(1)</b>	3V86B0341
800113	Support for hydraulic tool	2V85G0015
800114	Mounting & removing tool for stud M80	3V80D0021
800125	Fastening arm	3V86B0351
800150	Mounting tool for camshaft piece	1V83G0166

(1) Including quick couplings

## Injection Equipment

160



Code	Description	Drawing No.
800033	Dismantling tool for injection pump	3V84G0406
800034	Testing tool for injection valve	1V86E0115
800035	Socket wrench 36 mm	4V80H0025
800036	Flare nut wrench for tightening of injection pipes 41 mm	4V80G0053
800037	Socket wrench 55 mm for nozzle cap nut	4V80H0024
800038	Limitter for fuel rack movements	3V86D0005
800039	Moving tool for fuel pipe sleeves	3V80G0043
800066	Locking plate for injection pump tappet	4V83E0121
800073	Lifting tool for injection pump	2V16T0136
800075	Cleaning tool for seal surface for injection valve	2V84B0247
800093	Torque wrench 75-400 Nm	4V92K0207
800111	Measure gauge for injection pump tappet	3V84K0066
800127	Tool for connecting piece flange screws	3V86G0056
800140	Extractor tool for injection pump tappet	2V83G0152
820009	Torque wrench 150-800 Nm	4V92K0207
841016	Felt washer for cleaning tool 800075	4V84B0252
846195	Tool for injection pump sealing	3V16T0372

## Turbocharger

372



Code	Description	Drawing No.
800070	Tools for turbocharger EGT 295i, 6L and 12V	
800070	Tools for turbocharger EGT 297, 6L and 12V	
800071	Tools for turbocharger EGT 355i, 8L, 9L, 16V and 18V	
800071	Tools for turbocharger EGT 357, 8L, 9L, 16V and 18V	
800078	Tools for turbocharger TPL 65, 6L and 12V	
800079	Tools for turbocharger TPL 65, 8L, 9L, 16V and 18V	
800079	Tools for turbocharger TPL 69, 8L, 9L, 16V and 18V	

## Miscellaneous Tools

900



Code	Description	Drawing No.
800062	Mounting & removing tool for camshaft bearing bush	3V83H0167
800063	Hydraulic extractor (1)	3V83E0061
800064	Checking tool for cylinder/valves tightness	
800065	Deflection indicator	4V84K0058
800066	Locking plate for injection pump tappet	4V83E0121
800067	Securing pin for valve tappet	4V83E0124
800068	Lifting eye bolt M12	
800069	Lifting eye bolt M16	
800074	Wrench for centrifugal filter	4V80G0049
800122	Extractor plate for holder of thermostatic element	4V83H0490
800124	Mounting tool for connection piece (2)	1V84G0580
800132	Pneumatic test equipment for injection pump	1V16T0167
800151	Mounting tool for connection piece	2V84G0583
837058	Nut for extractor (water injection system)	4V83H0536
846059	AMP hand crimping tool	4V84G0475
846197	Mounting tool for pump cover, when TC in the free end	1V84G0613
849001	Tool locker	4V80L0003
864014	Air vent hose for water injection system	4V27L0041

(1) Including quick couplings

(2) Only for V32

## Miscellaneous Tools

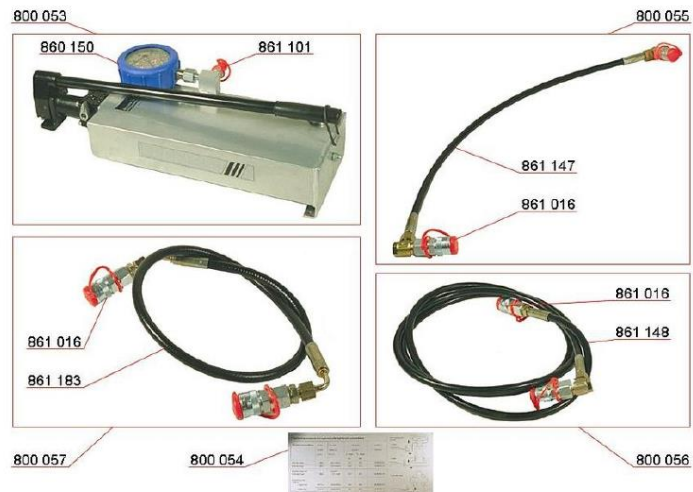
900



Code	Description	Drawing No.
800029	Removing tool for term. valve, see also section 120	3V83H0202
800127	Tool for connection piece flange screw	3V80G0056
800131	Extractor tool for thermostatic valve	2V83H0481
800141	Tool for cylinder liner temperature sensor	3V80G0059
800150	Mounting tool for camshaft piece	1V83G0166
806000	Hexagon bar kW27	4V80G0018
807053	Wrench for cylinder pressure sensor	3V80H0026
820000	Torque wrench 100-200 Nm	4V92K0207
832010	Lifting device for guide block	2V14T0372
837055	Extractor for water pump impeller	3V83H0491
846201	Tool for speed sensor adjustment	4V74T0015
846203	Bracket for PTO shaft	3V84G0612
846204	Bracket for PTO shaft	3V84G0611
846205	Guiding pin for PTO shaft	3V84G0610
846206	Guiding pin for damper	3V84G0607
848116	Woodward 723 handheld	4V50L3974
860170	Air operated hydraulic power pack	4V86B0107
862022	Fuel pump flushing device	2V84F0017

## High Pressure pump

900



Code	Description	Drawing No.
800053	High pressure pump (1000 bar) (1)	4V86A0033
800054	Sign plate	3V52B0476
800055	Flexible hose 800 mm (1)	
800056	Flexible hose 3000 mm (1)	
800057	Flexible hose 1100 mm (1)	
860150	Manometer	4V51L0085
861016	Quick coupling, female	4V86A0035
861101	Quick coupling, male	4V86A0034
861147	Flexible hose 800 mm	
861148	Flexible hose 3000 mm	
861183	Flexible hose 1100 mm	

(1) Including quick couplings

## Low Pressure Pump

900

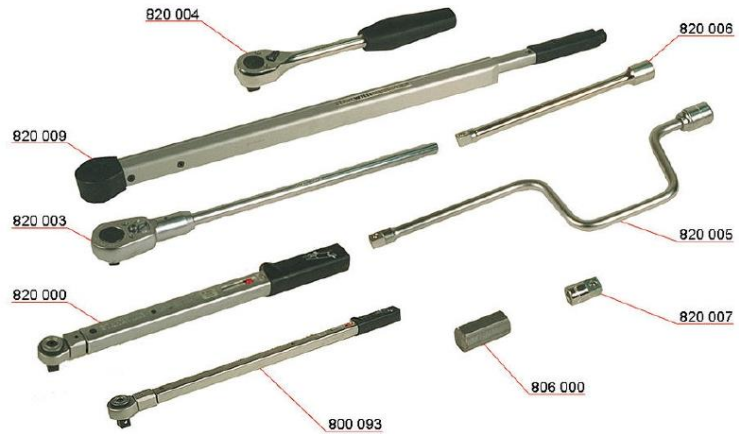


Code	Description	Drawing No.
800059	Low pressure pump (150 bar) (1)	1V86A0018
800060	Flexible hose 3000 mm (1)	
860074	Straight male stud	4V34L0135
860076	Quick coupling, male	4V86A0012
860079	Quick coupling, female	4V86A0012
860080	Flexible hose 3000 mm	4V86A0067

(1) Including quick couplings

## Tightening Tools

900

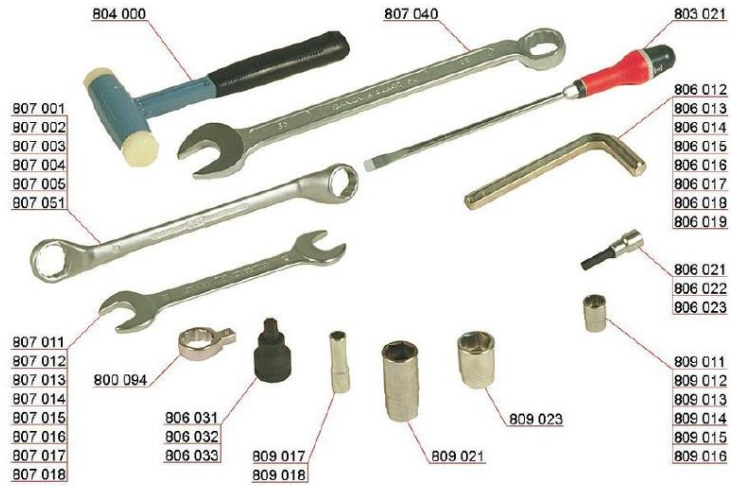


Code	Description	Drawing No.
800093	Torque wrench 75-400 Nm	4V92K0207
806000	Hexagon bar kW 27	4V80G0018
820000	Torque wrench 20-100 Nm	4V92K0207
820003	Ratchet handle 20x630 with 3/4" square drive	4V80K0014
820004	Ratchet handle 12.5x300 with 1/2" square drive	
820005	Speed brace B12.5x500	
820006	Extension bar B12.5x250 with 1/2" square drive	
820007	Adapter socket wrench A20x12.5, 3/4"x1/2"	
820009	Torque wrench 150-800 Nm	4V92K0207



## Hand Tools

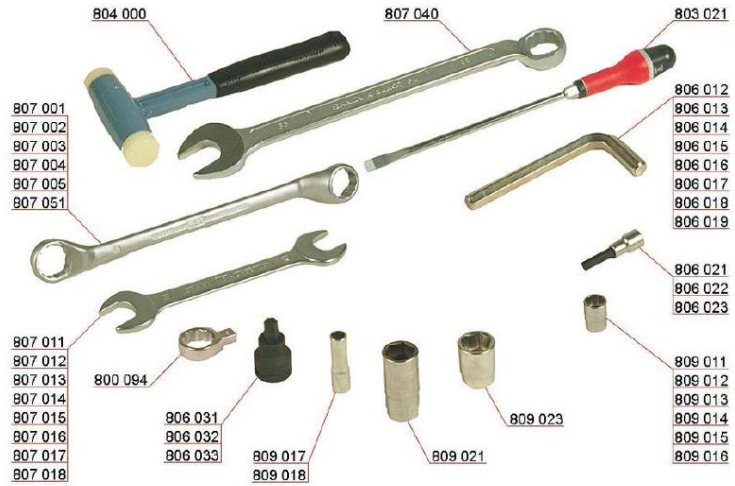
900



Code	Description	Drawing No.
800094	Box wrench head 24 mm	4V92K0208
803021	Screwdriver 2x12M	4V84L0019
804000	Non recoiling hammer D40	4V80L0005
806012	Key for hexagon socket screw 4	
806013	Key for hexagon socket screw 5	
806014	Key for hexagon socket screw 6	
806015	Key for hexagon socket screw 8	
806016	Key for hexagon socket screw 10	
806017	Key for hexagon socket screw 12	
806018	Key for hexagon socket screw 14	
806019	Key for hexagon socket screw 17	
806021	Bit, hexagon socket screw 6 with 1/2" square drive	4V80L0001
806022	Bit, hexagon socket screw 8 with 1/2" square drive	4V80L0001
806023	Bit, hexagon socket screw 10 with 1/2" square drive	4V80L0001
806031	Bit, hexagon socket screw 14 with 3/4" square drive	4V80L0001
806032	Bit, hexagon socket screw 17 with 3/4" square drive	4V80L0001
806033	Bit, hexagon socket screw 19 with 3/4" square drive	4V80L0001

## Hand Tools

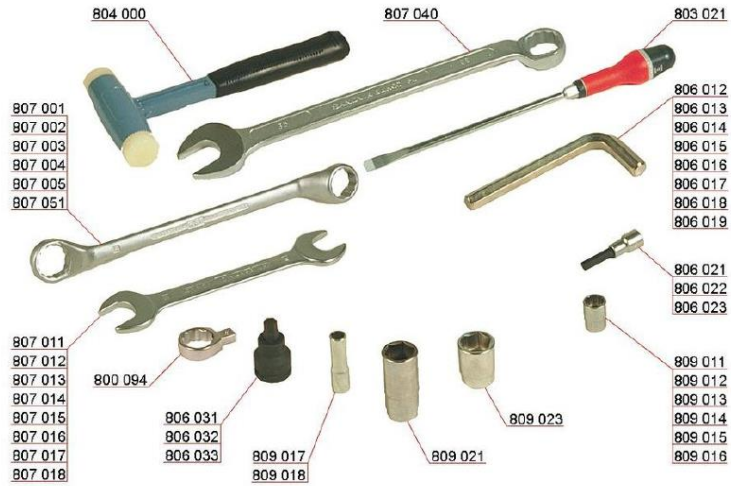
900



Code	Description	Drawing No.
807001	Box wrench 10-11	
807002	Box wrench 12-14	
807003	Box wrench 13-17	
807004	Box wrench 19-22	
807005	Box wrench 30-32	
807011	Engineers wrench 10-11	
807012	Engineers wrench 12-14	
807013	Engineers wrench 13-17	
807014	Engineers wrench 19-22	
807015	Engineers wrench 24-27	
807016	Engineers wrench 30-32	
807017	Engineers wrench 36-41	
807018	Engineers wrench 46-50	
807040	Combination wrench AL36	
807051	Box wrench 24-27	

## Hand Tools

900



Code	Description	Drawing No.
809011	Socket wrench 10x12.5 with 1/2" square drive	
809012	Socket wrench 13x12.5 with 1/2" square drive	
809013	Socket wrench 17x12.5 with 1/2" square drive	
809014	Socket wrench 19x12.5 with 1/2" square drive	
809015	Socket wrench 24x12.5 with 1/2" square drive	
809016	Socket wrench 27x12.5 with 1/2" square drive	
809017	Long socket wrench 13x12.5L with 1/2" square drive	
809018	Long socket wrench 24x12.5L with 1/2" square drive	
809021	Long socket wrench 30x20L with 3/4" square drive	
809023	Socket wrench 30x20 with 3/4" square drive	

## Measuring and testing equipment

900



Code	Description	Drawing No.
800105	Micrometer for piston ring grooves	
800121	Pressure calibrator -1 bar ... 25 bar, Keller	
800134	Frequency generator	4V50T0014
800135	Tools for timing check	2V86T0012
800136	Tools for meas. backlash of direct driven fuel feed pump	3V17T0007
800137	Tools for meas. backlash of direct driven water pumps	3V19T0053
800138	Tool for removing pins in AMP-connectors	
846059	AMP hand crimping tool	4V84G0475
848039	Micrometer (0...25 mm.)	
848040	Cylinder gauges	008610027
848041	Dial indicator	
848042	Bar micrometer	
848043	Endoscope	
848062	Measuring instrument for piston (Inc. dial gauge)	1V11T0020

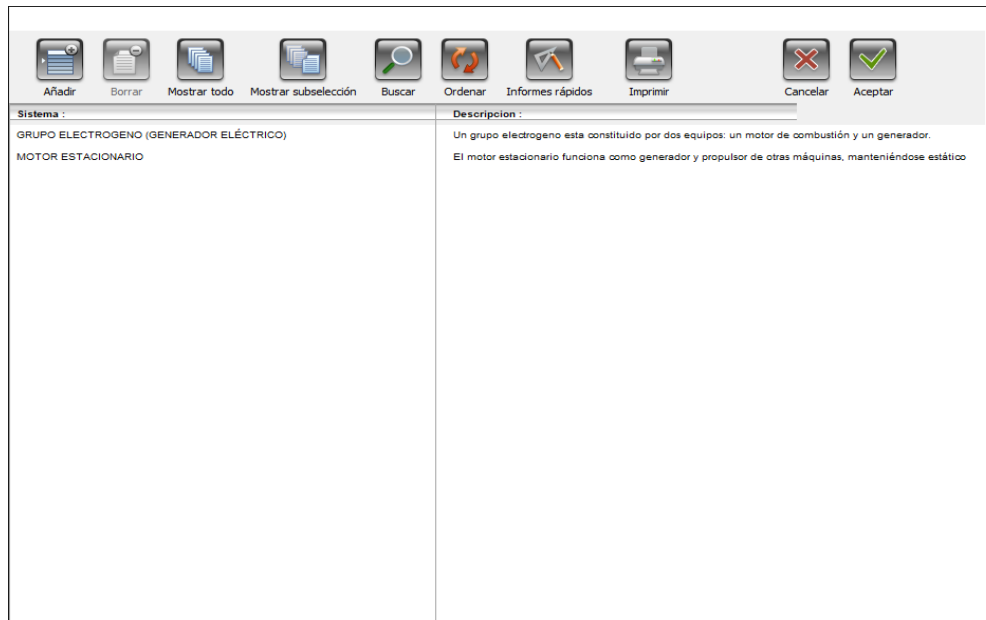
## Measuring and testing equipment

900



Code	Description	Drawing No.
800117	Cylinder pressure indicator, Kistler 2515A electronic model	
800118	Laser temp.meter Thermo-Hunter PT3LF	
800119	Multi loop calibrator Jofra MLC	
800120	Charger for Jofra MLC	
847010	Pressure sensor tester	3V84H0038
848030	Tachometer	
848031	Temperature transducer control equipment	
848033	Cylinder pressure indicator, electronic model	
848034	Voltmeter	
848035	Voltmeter, universal	
848036	Oscilloscope	

### Anexo 3: Programa de mantenimiento RENOVAGEM



Primero Anterior Siguiente Último Borrar

Cancelar Aceptar

### Ficha Equipo

Datos Generales Parámetros Característicos Datos Adicionales Datos Proveedor Histórico de Averías Tareas de Mantenimiento Preventivo

**Cod. Equipo:**  **Estado:**

**Equipo:**

**Sistema:**  **Sub Sistema:**

**Tipo Equipo:**

**Descripción:** EL MOTOR ESTACIONARIO ESTA COMPUESTO POR UN MOTOR DE 4 CILINDROS DE LA MARCA JOHN DEERE



Primero Anterior Siguiente Último Borrar

Cancelar Aceptar

### Ficha Equipo

Datos Generales Parámetros Característicos Datos Adicionales Datos Proveedor Histórico de Averías Tareas de Mantenimiento Preventivo

**Cod. Equipo:**  **Estado:**

**Equipo:**

**Sistema:**  **Sub Sistema:**

**Tipo Equipo:**

**Descripción:** ESTA COMPUESTO DE UN MOTOR DE COMPRESIÓN Y UN GENERADOR ELECTRICO



Añadir Borrar Mostrar todo Mostrar subselección Buscar Ordenar Informes rápidos

Importar Terminar

Nombre :	Apellidos :	Cargo :	Especialidad :	Telefono :
Juan	Donoso	Tecnico de Mantenimiento	LUBRICACIÓN	02 2976 800
Juan	alaróñ	ESPECIALISTA	ELÉCTRICA	02302960
Kevin	Daquilema	Ayudante de tecnico de mantenim	MECANICA	02 3042 629
Cristian	Iza	Tecnico de Mantenimiento	LIMPIEZA TÉCNICA	02 6050 237
Javier	Ordoñez	Tecnico de Mantenimiento	LUBRICACIÓN	02 3052 699

Fecha Última Actualización : Foto : TipoEquipo :  
 00/00/00 GRUPO ELECTROGENO (GENERADOR ELECTRICO)  
 00/00/00 MOTOR

**Protocolos**  
 Tipo genérico de equipo : GRUPO ELECTROGENO (GENERADOR ELECTRICO)

**Listado de tareas preventivas para este tipo de equipo**

Especialidad :	Frecuencia :	Tiempo estimado :	Máquina parada - en marcha :	Necesidad de Permiso de trabajo :	Descripción de la tarea :
ELÉCTRICA	Trimestral	500	P	SI	VERIFICAR EL ESTADO DE CARGA DE BATERIA
MECANICA	Trimestral	500	M	SI	VERIFICACION DE LA AUCENCIA DE FUGAS DE LUBRICANTE :
LIMPIEZA TÉCNIC	Mensual	1000	P	SI	VERIFICACIÓN GENERAL DEL ESTADO DEL GENERADOR ELE
MECANICA	Mensual	1000	P	SI	VERIFICACIÓN DEL PAR DE APRIETE
ELÉCTRICA	Trimestral	500	P	SI	LIMPIEZA DE LOS BORNES DE LA BATERIA
ELÉCTRICA	Trimestral	500	P	SI	VERIFICAR EL ESTADO DE LA S CONEXIONES DE LOS EQUIP
LIMPIEZA TÉCNIC	Trimestral	500	P	SI	LIMPIEZA CON AIRE COMPRIMIDO LOS RELÉS Y LOS CONTA

**Protocolos**  
 Tipo genérico de equipo : MOTOR


**Listado de tareas preventivas para este tipo de equipo**

Especialidad :	Frecuencia :	Tiempo estimado :	Máquina parada - en marcha :	Necesidad de Permiso de trabajo :	Descripción de la tarea :
LUBRICACIÓN	Diario	50	P	SI	COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE Y DEL REFRIGERANT
MECANICA	Diario	50	P	SI	VERIFICACIÓN DEL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE
MECANICA	Diario	50	P	SI	COMPROBACIÓN DEL FILTRO DE AIRE DEL MOTOR
MECANICA	Diario	100	P	SI	INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DEL FILTRO DE LA BOMBA DE COM
LUBRICACIÓN	Mensual	250	P	SI	SUSTITUIR ACEITE DE MOTOR Y FILTRO DE ACEITE
MECANICA	Mensual	250	P	SI	INSPECCIÓN Y AJUSTE DE LA TENSION DE LA CORREA
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	SISTUIR FILTRO DE COMBUSTIBLE
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	SUSTITUIR EL FILTRO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	COMPROBACIÓN DE LAS BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO
ELÉCTRICA	Semestral	1000	P	SI	INSPECCIÓN DEL ARRANCADOR
ELÉCTRICA	Semestral	1000	M	SI	INSPECCIÓN DEL ALTERNADOR
MECANICA	Semestral	1000	P	SI	REAPRIETE DE LOS BORNOS Y TUERCAS DEL MOTOR



**Protocolos**

Tipo genérico de equipo :



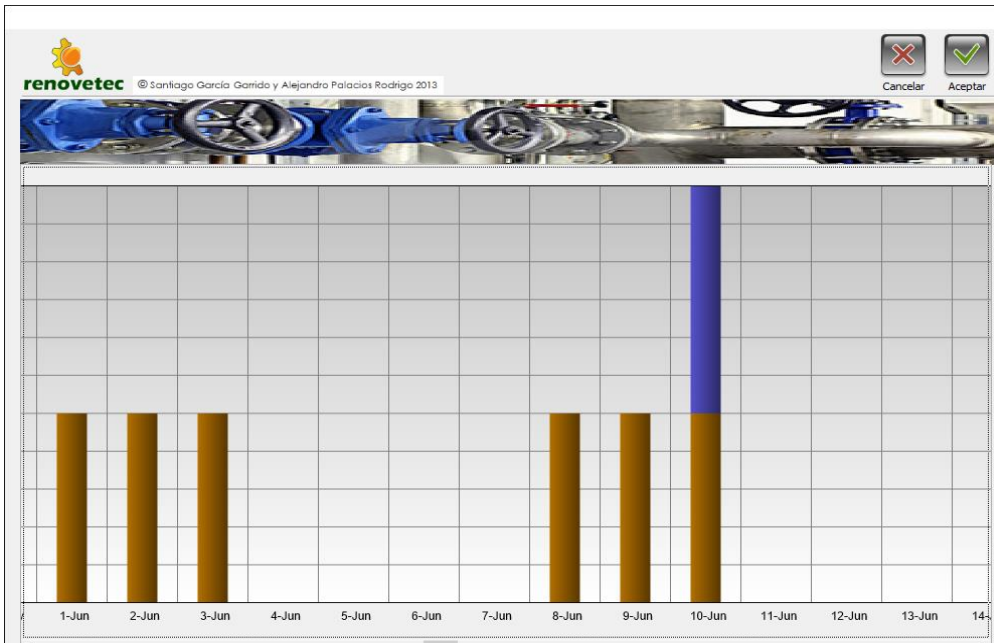
**Listado de tareas preventivas para este tipo de equipo**

Especialidad :	Frecuencia :	Tiempo estimado :	Máquina parada - en marcha :	Necesidad de Permiso de trabajo :	Descripción de la tarea :
LUBRICACION	Mensual	250	P	SI	SUSTITUIR ACEITE DE MOTOR Y FILTRO DE ACEITE
MECANICA	Mensual	250	P	SI	INSPECCIÓN Y AJUSTE DE LA TENSION DE LA CORREA
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	SISTUIR FILTRO DE COMBUSTIBLE
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	SUSTITUIR EL FILTRO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE DEL
MECANICA	Trimestral	500	P	SI	COMPROBACIÓN DE LAS BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO
ELÉCTRICA	Semestral	1000	P	SI	INSPECCIÓN DEL ARRANCADOR
ELÉCTRICA	Semestral	1000	M	SI	INSPECCIÓN DEL ALTERNADOR
MECANICA	Semestral	1000	P	SI	REAPRIETE DE LOS PERNOS Y TUERCAS DEL MOTOR
LIMPIEZA TÉCNIC	Semestral	1500	P	SI	LIMPIEZA DE LAS TOBERAS DE INYECTORES
LIMPIEZA TÉCNIC	Semestral	3000	P	SI	COMPROBACIÓN Y LIMPIEZA DE INYECTORES
MECANICA	Semestral	3000	P	SI	COMPROBACIÓN DEL TURBOCOMPRESOR
MECANICA	Anual-D	18000	P	SI	SISTITUIR EL LIQUIDO REFRIGERENTE

[Validar Programación](#)

Sistema :	Especialidad :	Frecuencia :	Estado :	TipoOrden :	Fecha :
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	01/05/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	08/05/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	15/05/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	22/05/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	29/05/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	06/07/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	13/07/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	20/07/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	27/07/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	03/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	10/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	17/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	24/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	31/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	07/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	14/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	21/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	28/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	05/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	12/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	19/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	26/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	02/11/2022

Sistema :	Especialidad :	Frecuencia :	Estado :	TipoOrden :	Fecha :
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	27/07/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	03/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	10/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	17/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	24/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	31/08/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	07/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	14/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	21/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	28/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	05/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	12/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	19/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	26/10/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	02/11/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	09/11/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	16/11/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	23/11/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	30/11/2022
GRUPO ELECTROGENO	LUBRICACIÓN	Semanal	Abierta	Preventivo	07/12/2022
GRUPO ELECTROGENO	ELÉCTRICA	Trimestral	Abierta	Preventivo	25/06/2022
GRUPO ELECTROGENO	ELÉCTRICA	Trimestral	Abierta	Preventivo	25/09/2022
GRUPO ELECTROGENO	MECANICA	Anual-D	Abierta	Preventivo	10/06/2022



**Anexo 4. Ficha técnica de motor John deere 3029TF150**

## PowerTech™ 3029T Motor Diesel para Plantas de Generación

### RANGOS

Potencia Prime a 1800 rpm (60 Hz)                      58 hp (43 kW)  
Potencia Standby a 1800 rpm (60 Hz)                    64 hp (48 kW)

POTENCIA PRIME es la potencia nominal que un motor es capaz de entregar con una carga variable por un ilimitado número de horas de uso por año. Clasificación basada en ISO 3046 y SAE J1995.

POTENCIA STANDBY es la potencia nominal del motor disponible con cargas variables por hasta 500 horas de uso al año. Clasificación basada en ISO 3046 y SAE J1995. El rango de generación calculado para aplicaciones en standby está basado en una potencia mínima del motor (-5% nominal) para cumplir o exceder el 100% de desempeño en plantas de generación standby.

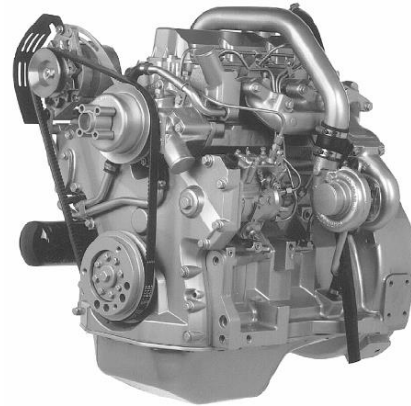
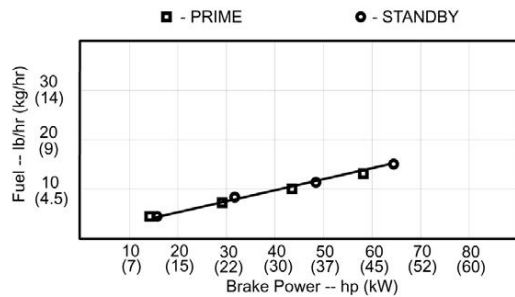
CERTIFICACIONES DE EMISIONES TIER I: CARB y EPA

### DATOS DE DESEMPEÑO

RPM (Hz)	Generator Efficiency %	Fan Power		Power Factor	Calculated Gen Set output			
		hp	kW		Prime		Standby	
					kWe	kVa	kWe	kVa
1800 (80)	88-92	4	3	0.8	35-37	44-46	39-41	49-51



### POTENCIA A 1800 RPM (60 Hz)



Fotografías pueden mostrar equipo no estándar.

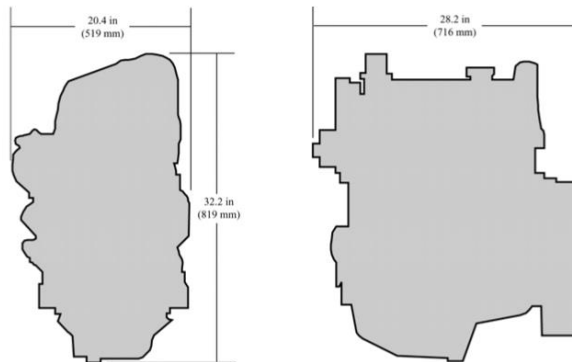


**PowerTech™**  
**3029T Motor Diesel**  
 para Plantas de Generación

**DATOS GENERALES**

Modelo	3029TF150	Aspiración	Turbocargado
Número de cilindros	3	Longitud – pulg. (mm)	28.2 (716)
Desplazamiento – L (pulgadas cúbicas)	2.9 (177)	Ancho – pulg. (mm)	20.4 (519)
Diámetro y corrida – pulgadas (mm)	4.19 x 4.33 (106 x 110)	Altura – pulg. (mm)	32.2 (819)
Relación de compresión	17.2:1	Peso - lb. (kg)	697 (316)
Tipo de motor	En línea, 4 tiempos		

**DIMENSIONES**



**CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS**

**Cigüeñal balanceado dinámicamente**

- Muñones endurecidos por inducción para largas horas de confiable servicio
- Diseño robusto para mover maquinaria desde el frente del cigüeñal
- Soportado por cinco cojinetes de bancada

**Bielas de acero forjado**

- El diseño de unión de biela de 45° permite la utilización de cojinetes de biela más grandes para mayor durabilidad

**Camisas de cilindro reemplazables de tipo húmedo**

- Proveen excelente disipación de calor
- Maquinado de precisión para larga vida
- Reconstruible a especificaciones originales

**Fácil de aplicar y de instalar**

- Soportes de montaje a los lados del bloque facilitan instalación
- Todos los puntos de conexión en localizaciones comunes hacen más fácil instalar

**Tamaño compacto**

- Su corta longitud es ideal para instalación dentro de gabinetes o montadas en patín
- Posición de montaje del turbocargador alta o baja para cumplir los requerimientos de montaje

**Desempeño de clase mundial**

- Excelente economía de combustible y bajo consumo de aceite

**Controles del sistema de combustible**

- Gobernador mecánico comprobado y confiable
- Gobernado con caída de velocidad entre 3-5%
- Paro eléctrico de 12V o 24V

*Especificaciones y diseño sujetos a cambio sin previo aviso*



John Deere Power Systems  
 3801 W. Ridgeway Ave.  
 PO Box 5100  
 Waterloo, IA 50704-5100  
 Tel. (800) 533-6446  
 Fax (319) 292-5075

John Deere Power Systems  
 Usine de Saran  
 La Foulonnerie - B.P. 11013  
 45401 Fleury-les-Aubrais Cedex  
 Francia  
 Tel. (33) 2 38 82 61 19  
 Fax (33) 2 38 82 60 00