



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS EN EL DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTOR CUMMINS DE ALTA POTENCIA.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Br. Victor Carlos Rivera Allauca

Asesor:

Ing. Sonia Isabel Espinoza Farias

Lima – Perú

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el(la) Bachiller **Victor Carlos Rivera Allauca**, denominada:

“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS EN EL DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTOR CUMMINS DE ALTA POTENCIA”

Ing. Sonia Isabel Espinoza Farias

ASESOR

Ing. Rembrandt Ubalde Enriquez

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Máximo Jesús Huambachano Martel

JURADO

Ing. Nancy Alejandra Ochoa Sotomayor

JURADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Victor y Julia por sus consejos y aliento para poder alcanzar mi sueño máspreciado. Por ser ejemplo de personas y enseñarme a que todo se puede lograr con humildad y dedicación.

Dedico este trabajo a mi hermana Elizabeth, mi sobrino Ángel y en especial a mi sobrina Gabriela por llegar a este mundo en una de mis mejores etapas de mi vida y ser la fuente de inspiración para poder lograr mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza que necesito para seguir adelante y proteger a mi familia.

A mis padres, por ser ejemplo de superación y el apoyo brindado a lo largo de esta etapa de estudios.

A la Universidad y maestros por brindarme los conocimientos necesarios para lograr la carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Antecedentes	13
1.1.1. <i>Presentación de la empresa</i>	13
1.1.1.1. <i>Misión</i>	14
1.1.1.2. <i>Visión</i>	14
1.1.1.3. <i>FODA</i>	16
1.2. Realidad Problemática.....	17
1.3. Formulación del Problema	19
1.3.1. <i>Problema General</i>	19
1.3.2. <i>Problema Específico</i>	19
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i>	19
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i>	19
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i>	19
1.3.2.4. <i>Problema específico 04</i>	19
1.4. Justificación.....	20
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	20
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	20
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	20
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	20
1.5. Objetivo	21
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	21
1.5.2. <i>Objetivo Específico</i>	21
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i>	21

1.5.2.2.	Objetivo específico 2	21
1.5.2.3.	Objetivo específico 3.....	21
1.5.2.4.	Objetivo específico 4.....	21
CAPÍTULO 2.	MARCO TEÓRICO	22
2.1.	Antecedentes	22
2.1.1.	Nacional.....	22
2.1.2.	Internacional	22
2.2.	Conceptos teóricos 1	23
2.2.1.	Descripción del motor.....	23
2.2.2.	Descripción del funcionamiento del motor	24
2.2.2.1.	Carrera de admisión.....	24
2.2.2.2.	Carrera de compresión	25
2.2.2.3.	Carrera de Explosión	25
2.2.2.4.	Carrera de escape	26
2.2.3.	Sistemas del motor QSK78	27
2.2.3.1.	Sistema de lubricación.....	27
2.2.3.2.	Sistema de refrigeración	28
2.2.3.3.	Sistema de combustible.....	30
2.2.3.4.	Sistema de admisión.....	31
2.2.3.5.	Sistema de escape.....	32
2.2.3.6.	Sistema de distribución	32
2.2.3.7.	Sistema electrónico.....	32
2.2.4.	Mejora de procesos	33
2.3.	Conceptos teóricos 2	33
2.3.1.	Tiempos muertos.....	33
2.4.	Conceptos teóricos 3	34
2.4.1.	Lean Manufacturing.....	34
2.4.2.	Técnica de los 8 desperdicios	34
2.4.2.1.	Sobreproducción	34
2.4.2.2.	Tiempo de espera	34
2.4.2.3.	Transporte.....	35
2.4.2.4.	Sobre proceso.....	35

2.4.2.5.	<i>Inventarios</i>	35
2.4.2.6.	<i>Defectos</i>	35
2.4.2.7.	<i>Movimientos</i>	35
2.4.2.8.	<i>Talento humano</i>	35
2.4.3.	<i>Técnica para el análisis de problemas 5W+2H</i>	36
2.4.4.	<i>Diagrama de Operaciones del Proceso</i>	36
2.4.5.	<i>Diagrama de Análisis del Proceso</i>	36
2.5.	Definición de términos básicos	37
2.5.1.	<i>Mejora Continua</i>	37
2.5.2.	<i>Satisfacción del Cliente</i>	37
2.5.3.	<i>Calidad de Servicio</i>	37
2.5.4.	<i>Servicios</i>	37
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		38
3.1.	Desarrollo el Objetivo 1	38
3.1.1.	<i>Mapeo de procesos del área</i>	38
3.1.2.	<i>Descripción del proceso de desarmado de motores cummins</i>	39
3.1.3.	<i>Observación del proceso</i>	42
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2.....	51
3.2.1.	<i>Detección de desperdicios en el proceso</i>	51
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3.....	59
3.3.1.	<i>Propuesta de solución</i>	59
3.3.2.	<i>Plan de acción</i>	61
3.4.	Desarrollo el Objetivo 4.....	68
3.4.1.	<i>Análisis cuantitativo – Cálculo del beneficio económico</i>	68
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES		71
4.1.	RESULTADOS.....	71
4.1.1.	<i>Condición inicial</i>	71
4.1.2.	<i>Resultado de la mejora</i>	72
4.2.	CONCLUSIONES	73
4.3.	RECOMENDACIONES	74

REFERENCIAS	75
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n. ° 1-1 Organigrama del MRC (Master Rebuild Center)	14
Figura n. ° 1-2 Distribución del MRC (Mater Rebuild Center)	15
Figura n. ° 1-3 Proceso del MRC (Master Rebuild Center)	15
Figura n. ° 1-4 FODA	16
Figura n. ° 2-1. Motor para Camión minero	23
Figura n. ° 2-2. Carrera de admisión	24
Figura n. ° 2-3. Carrera de compresión	25
Figura n. ° 2-4. Carrera de explosión	26
Figura n. ° 2-5. Carrera de escape	26
Figura n. ° 2-6. Diagrama del eliminador	28
Figura n. ° 2-7. Diagrama del sistema de refrigeración de motor	29
Figura n. ° 2-8. Diagrama del sistema de combustible	31
Figura n. ° 2-9. Diagrama del sistema electrónico del motor	33
Figura n. ° 3-1. Mapa de proceso general del MRC (Master Rebuild Center)	38
Figura n. ° 3-2. Mapeo de proceso del área de desarmado y evaluación de motor	39
Figura n. ° 3-3. Diagrama de flujo del proceso de desarmado y evaluación de motor	41
Figura n. ° 3-4. Diagrama de operaciones del proceso de desarmado y evaluación	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 3.1. Tiempos en horas empleados en los procesos de desarmado y evaluación (promedio primer semestre 2016)	42
Tabla n.º 3.2. Tiempos en horas empleados en los procesos de desarmado y evaluación (promedio primer semestre 2016)	42
Tabla n.º 3.3. Tiempos muertos registrados en horas (Promedio primer semestre 2016) Ver anexo n.º 2	50
Tabla n.º 3.4. Diagrama de análisis del proceso actual	53
Tabla n.º 3.5. Propuesta de mejora	59
Tabla n.º 3.6. Plan de acción	61
Tabla n.º 3.7. Diagrama de análisis de proceso propuesto	63
Tabla n.º 3.8. Tiempo actual en horas por orden de servicio (promedio primer semestre 2016)	68
Tabla n.º 3.9. Beneficio proyectado	69
Tabla n.º 4.1 Tiempo actual en horas por orden de servicio	71
Tabla n.º 4.2. Tiempo actual en horas por orden de servicio	71
Tabla n.º 4.3 Tiempo mejorado en horas por orden de servicio	72
Tabla n.º 4.4. Tiempo mejorado en horas por orden de servicio	72

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis “PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS EN EL DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTOR CUMMINS DE ALTA POTENCIA”, estaría aplicada al área del MRC (Master Rebuild Center) para motores Cummins modelos K2000, QSK45, QSK60 y QSK78, en el proceso de desarmado y evaluación de motores de alta potencia, con la finalidad de mejorar los tiempos eliminando los desperdicios que no agregan valor a cada actividad que se realiza en el proceso. Con esto se podrá obtener una mejor planificación y control en las distintas actividades dentro del área, para dar una mejor y rápida respuesta a los clientes sobre el estado y/o condiciones de sus motores, ya que ante el crecimiento económico en el sector minero, las exigencias de los clientes para conocer el estado de sus motores en el tiempo pactado son cada vez mayores.

Se considera que la empresa está presente en los sectores más relevantes de la economía, es por ello que se debe dar mayor importancia a las oportunidades de mejora para ser más eficientes, competitivos y cumplir con los compromisos pactados con los clientes. Es de suma importancia esta mejora porque traería beneficios tanto para los clientes como también para la empresa. Actualmente la empresa busca ser más rentable, es por ello que busca la aplicación de la mejora continua en cada proceso con la aplicación de metodologías de mejora que ayudaran ser más competitivos.

Al aplicar esta mejora se podrá reducir los tiempos muertos en las distintas actividades del desarmado y evaluación de motor, así mismo capacitar y certificar a los técnicos en los diversos modelos de motor, contar con una adecuada planificación de las actividades. Por lo tanto es importante mencionar que la propuesta de mejora va a contribuir significativamente a ser más eficientes.

Esta propuesta de mejora evitaría el empleo de tiempos que no agregan valor en los procesos ya que identifica las etapas críticas del proceso y cuantifica los tiempos muertos, así como también identifica los desperdicios o despilfarros en el proceso, para luego aplicar un plan de acción de mejora en el proceso y finalmente cuantificar los resultados. Ante lo mencionado resultaría beneficioso tanto para el cliente como para la empresa, ya que se evitaría el malestar de los clientes por la demora en dar respuesta sobre el estado de sus motores y las pérdidas económicas considerables para la empresa.

ABSTRACT

The development of this thesis "PROPOSED PROCESS IMPROVEMENT TO REDUCE DEAD TIMES IN THE DISARMAMENT AND EVALUATION OF HIGH POWER CUMMINS ENGINE", would be applied to the MRC (Master Rebuild Center) area for Cummins K2000, QSK45, QSK60 and QSK78, in the process of disassembling and evaluating high power motors, in order to improve the times by eliminating waste that does not add value to each activity that is performed in the process. With this, it will be possible to obtain a better planning and control in the different activities within the area, in order to give a better and faster response to the customers on the state and / or conditions of their engines, given the economic growth in the mining sector, The demands of customers to know the state of their engines in the agreed time are increasing.

It is considered that the company is present in the most relevant sectors of the economy, that is why greater importance should be given to improvement opportunities to be more efficient, competitive and comply with commitments made with customers. This improvement is of paramount importance because it would bring benefits to both the customers and the company. Currently the company seeks to be more profitable, that is why it seeks the application of continuous improvement in each process with the application of improvement methodologies that help to be more competitive.

By applying this improvement it will be possible to reduce downtime in the different activities of the disassembly and evaluation of engine, as well as to train and certify the technicians in the various engine models, to have an adequate planning of the activities. It is therefore important to mention that the proposed improvement will contribute significantly to be more efficient.

This improvement proposal would avoid the use of times that do not add value in the processes since it identifies the critical stages of the process and quantifies the dead time, as well as identifies the wastes or wastes in the process, and then apply a plan of action of Improvement in the process and finally quantify the results. In view of the above, it would be beneficial for both the customer and the company, as it would avoid the discomfort of customers by the delay in responding to the state of their engines and considerable economic losses for the company.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido del país ha da lugar al desarrollo de diferentes industrias y sectores productivos tales como la minería, es por ello que se necesita proporcionar un alto estándar de servicio al cliente.

La empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C a pesar de ser reconocida en el medio como una de la mejores dentro del rubro de comercialización de bienes y servicios, necesita seguir identificando nuevas oportunidades de mejora en los procesos para lograr los altos niveles de satisfacción de los clientes con los productos y/o servicios que ofrecen.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Presentación de la empresa

Cummins Inc. es el líder global en la industria energética y fabricante más importante del mundo de motores diesel de más de 200HP. También diseña sistemas de combustible, filtración, soluciones de emisión y sistemas electrógenos. Presta sus servicios en más de 160 países a través de su red de 550 centros de distribución independientes, de propiedad de la empresa y más de 5,000 sitios de distribución.

La empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C., es el distribuidor oficial de Cummins en el Perú y cubre las necesidades de sus clientes en distintos sectores de la economía, ofreciendo soluciones con los más altos estándares internacionales en motores diesel, generadores eléctricos, filtros, repuestos, alquiler de equipos y soporte en campo a través de sus cinco sucursales en el interior del país.

1.1.1.1. Misión

Contribuir eficientemente al desarrollo del país a través del fortalecimiento de nuestros clientes:

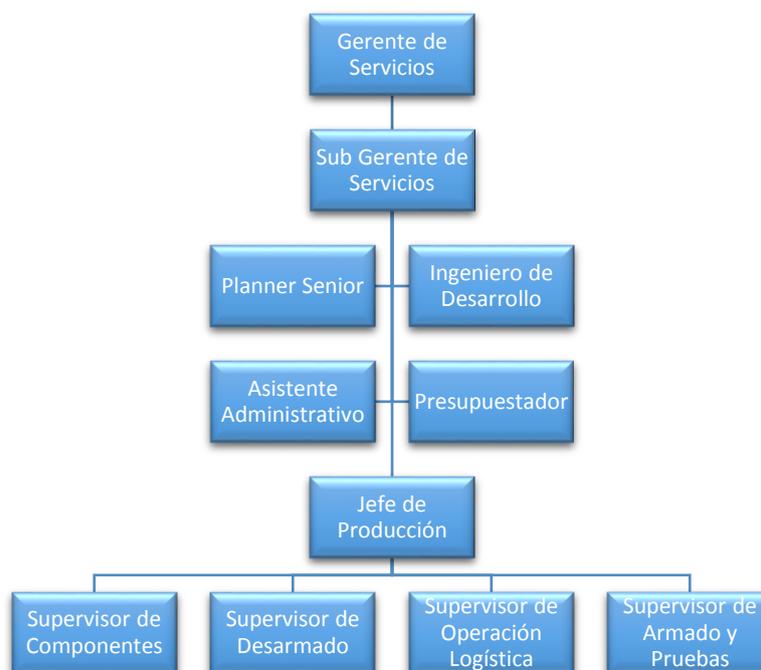
- Ofreciendo soluciones integrales de valor.
- Excediendo sus expectativas de servicio post venta.

Nos enfocamos en las industrias de minería, construcción y en soluciones de energía para los diferentes sectores de la economía; priorizando la seguridad, respetando el medio ambiente y las aspiraciones de nuestros diferentes grupos de interés.

1.1.1.2. Visión

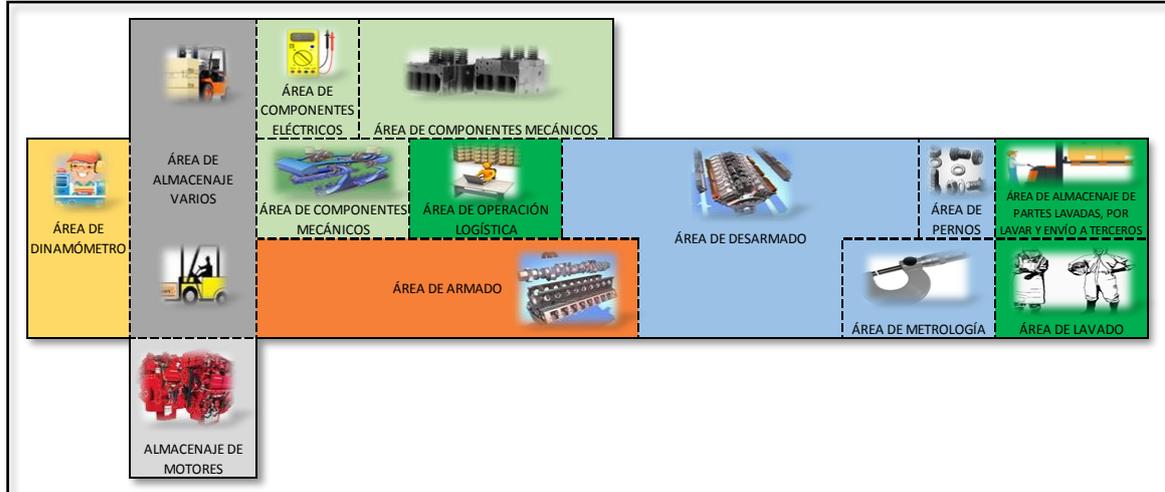
Ser reconocidos en el mercado como un socio con el cual es un agrado hacer negocios mutuamente beneficiosos basados en relaciones de confianza, donde el talento de su gente se refleja en la excelencia de su servicio.

Figura n. ° 1-1 Organigrama del MRC (Master Rebuild Center)



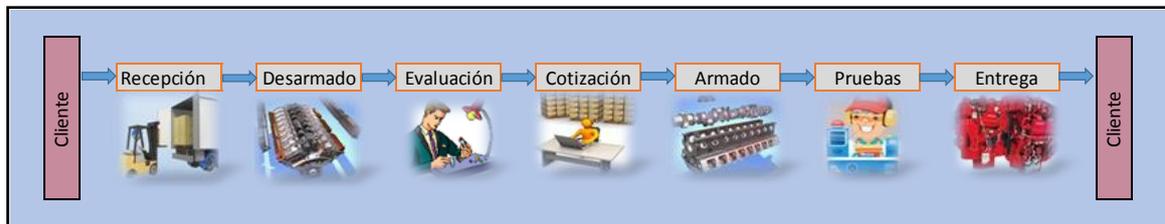
Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 1-2 Distribución del MRC (Mater Rebuild Center)



Fuente: Elaboración propia

Figura n. ° 1-3 Proceso del MRC (Master Rebuild Center)



Fuente: Elaboración propia

1.1.1.3. FODA

Figura n. ° 1-4 FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Precios competitivos. • Productos de calidad. • Marca reconocida a nivel mundial. • Servicios de garantía propia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento económico del país. • Nuevos proyectos del sector minero. • Tecnologías para el desarrollo.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta tardía a los clientes. • Poco personal técnico certificado. • Falta de repuestos en almacén. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos competidores en el mercado. • Conflictos sociales en el sector minero. • Fuga de talento por ofertas económicas.

Fuente: Elaboración propia

La empresa cuenta con un área de desarmado y evaluación, donde se desarma y evalúa el motor para ver las condiciones y/o estado en las que se encuentra el motor para posteriormente realizar un listado repuestos para su futuro armado ya sea por falla o reparación general. Para ello se realizan varias actividades como mediciones e inspecciones visuales para conocer el estado de las partes del motor ya sea para reutilizar, recuperar o descartar por fuera de servicio. Posteriormente a esto se realiza un listado final e informe técnico que es enviado al cliente, pero en muchos casos el presupuesto de los repuestos es entregado fuera de fecha es decir con días de retraso pactado con el cliente por causa de los tiempos muertos que existen en las distintas actividades.

En la actualidad se necesita ser más rentable, para ello es que se busca la mejora continua, aplicando metodologías y herramientas que ayuden a mejorar los procesos para disminuir los tiempos muertos.

1.2. Realidad Problemática

El rubro de comercialización de bienes de capital y servicios en el mundo actual las empresas tienen la necesidad de mejorar continuamente, ya que el desarrollo de los mercados y la alta competitividad a nivel global, hoy en día requieren de procesos eficientes que garanticen la satisfacción de las necesidades del mercado, pero para ser competitivos las empresas deben tener en cuenta aspectos fundamentales como la mejora de los procesos y la eliminación de los desperdicios derivados de dichos procesos, cuando estos no aportan valor añadido. Existe la posibilidad de que si no se toma en consideración estos aspectos las empresas dejarán de ser competitivos como ciertas compañías que alguna vez fueron conocidas como líderes mundiales en productividad y que se hallan cercadas en la actualidad por otras empresas de todo el mundo, y una de las razones es porque no se dieron cuenta de los cambios ocurridos en las necesidades del mercado global.

En ciertos países de Sudamérica la competitividad se ve afectada debido a los cambios que se genera en las necesidades del mercado, es por ello que se debe tener en cuenta la importancia del mejoramiento continuo para llegar a ser más competitivo.

En el Perú, dentro del rubro de comercialización de bienes de capital y servicios aplicados al sector minería, agricultura, pesca, construcción y energía, existen diversas empresas altamente competitivas que cubren las necesidades de los clientes cada vez más exigentes.

Dentro de este rubro se encuentra la empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C., que viene a ser el distribuidor oficial de Cummins en el Perú y cubre las necesidades de sus clientes en distintos sectores de la economía, ofreciendo soluciones con los más altos estándares internacionales en motores diesel, generadores eléctricos, filtros, repuestos, alquiler de equipos y soporte en campo a través de sus cinco sucursales en el interior del país.

La empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C. cuenta con el área de servicios motores de alta potencia y dentro de ella se encuentra el área de desarmado y evaluación de motores, el cual presenta causas como: poco personal calificado para los distintos modelos de motores, poca disponibilidad del puente grúa, asistencia al puesto del personal inadecuada, formatos de inventario de almacenaje de partes de motor incompletos,

distribución de espacios de almacenaje inadecuado y planificación inadecuada. Todo esto ocasiona un excesivo tiempo en los procesos de desarmado y evaluación de motores de alta potencia, así como la insatisfacción del cliente y pérdidas económicas para la empresa. De no resolver esta problemática el cliente insatisfecho buscará otra empresa que pueda brindar los servicios que ellos requieren y así la empresa afectada estaría perdiendo clientes y con ello pérdidas económicas.

La posible solución es implementar un plan de mejora de procesos para reducir los tiempos muertos y a su vez apoyarme en varias herramientas de la Ingeniería Industrial que me ayuden a explicar y/o responder sobre los diversos problemas y dar sus respectivas soluciones con los temas como los 8 desperdicios y mejora de procesos.

La mejora en el proceso beneficiará al cliente ya que será atendido en el tiempo pactado y a la empresa que le permitirá ser más competitivo y rentable, ya que sus procesos serán más eficientes.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera la mejora de procesos contribuiría en la reducción de tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿De qué manera se puede identificar los procesos que resultan críticos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia a fin de identificar los tiempos muertos?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿Cómo identificar los desperdicios para mejorar el proceso de desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿Cómo elaborar un plan de acción que mejore los procesos y reduzca los tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motores Cummins de alta potencia?

1.3.2.4. Problema específico 04

¿Cuál es el beneficio económico que se obtiene por la reducción de los tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La presente tesis se basa en el uso de teorías como: los 8 desperdicios y plan de acción 5W-2H, para que mediante estas técnicas se logre ser más eficientes en cada proceso que actualmente se aplica en la empresa. Además teniendo una mejora de procesos se puede dar una rápida respuesta al cliente sobre el estado y/o condición de su motor.

1.4.2. Justificación Práctica

La presente tesis busca mejorar los procesos en el desarmado y evaluación de motor de alta potencia, para eliminar los tiempos muertos que no agregan valor al proceso, aplicando técnicas para la mejora de procesos, y así dar una respuesta rápida al cliente relacionada a las condiciones de sus motores ya que ellos no pueden tener sus equipos detenidos porque esto les genera pérdidas económicas. La aplicación de esta propuesta de mejora traería beneficios tanto al cliente como para la empresa.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

La presente tesis pretende optimizar los tiempos en el proceso, identificando los puntos donde se pierden tiempos innecesariamente, es decir eliminando los tiempos muertos que no agregan valor al proceso, ya que si consideramos el costo de la mano de obra del personal técnico por hora, no resultaría beneficioso para la empresa.

1.4.4. Justificación Académica

La tesis pretende resolver problemas y reforzar conocimientos en la aplicación de técnicas para la mejora de procesos para reducir tiempos muertos, lo cual servirá de referencia para futuros investigadores.

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo General

Establecer una propuesta de mejora de procesos para reducir tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia.

1.5.2. Objetivo Específico

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Identificar los procesos que resultan críticos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia a fin de identificar los tiempos muertos.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Identificar los desperdicios para mejorar el proceso de desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Elaborar un plan de acción que mejore los procesos y reduzca los tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motores Cummins de alta potencia.

1.5.2.4. Objetivo específico 4

Calcular el beneficio económico que se obtiene por la reducción de los tiempos muertos en el desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacional

Claudio (2011) en sus tesis “Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria” concluyó: Con la implementación de las propuestas de mejora se logró ordenar y estabilizar los procesos que circunscriben el taller, así como eliminar las principales causas que mermaban su productividad y evitaban que logren los objetivos de calidad que garanticen su competitividad y sostenibilidad. Adicionalmente se debe resaltar que a partir de este estudio el taller puede considerar utilizar metodologías de excelencia para mejorar sus procesos en el futuro, y complementar la mejora de procesos, que es la base de la productividad de las empresas, con otras herramientas de la Ingeniería Industrial, las cuales no podrían funcionar de manera óptima sin el análisis desarrollado.

Lo citado nos sirve para tener presente existen también herramientas que nos ayudan a mejorar los procesos tal como la identificación de los desperdicios para eliminar los tiempos muertos que no agregan valor al proceso.

2.1.2. Internacional

Pico (2006) en su revista científica “El mapa de procesos: Elemento fundamental de un sistema de gestión de calidad para empresas de servicios en Venezuela” concluyó: Por medio del Mapa de Procesos se facilita el control de los aspectos claves a mejorar constantemente, lo cual permite aumentar el valor agregado de una organización. La planificación de las actividades que garantizan la eficiencia de los procesos claves, el detalle de los recursos, los documentos necesarios en las diferentes partes del proceso y los mecanismos de control, facilitan la identificación de aspectos que afectan el desempeño de la cadena de valor.

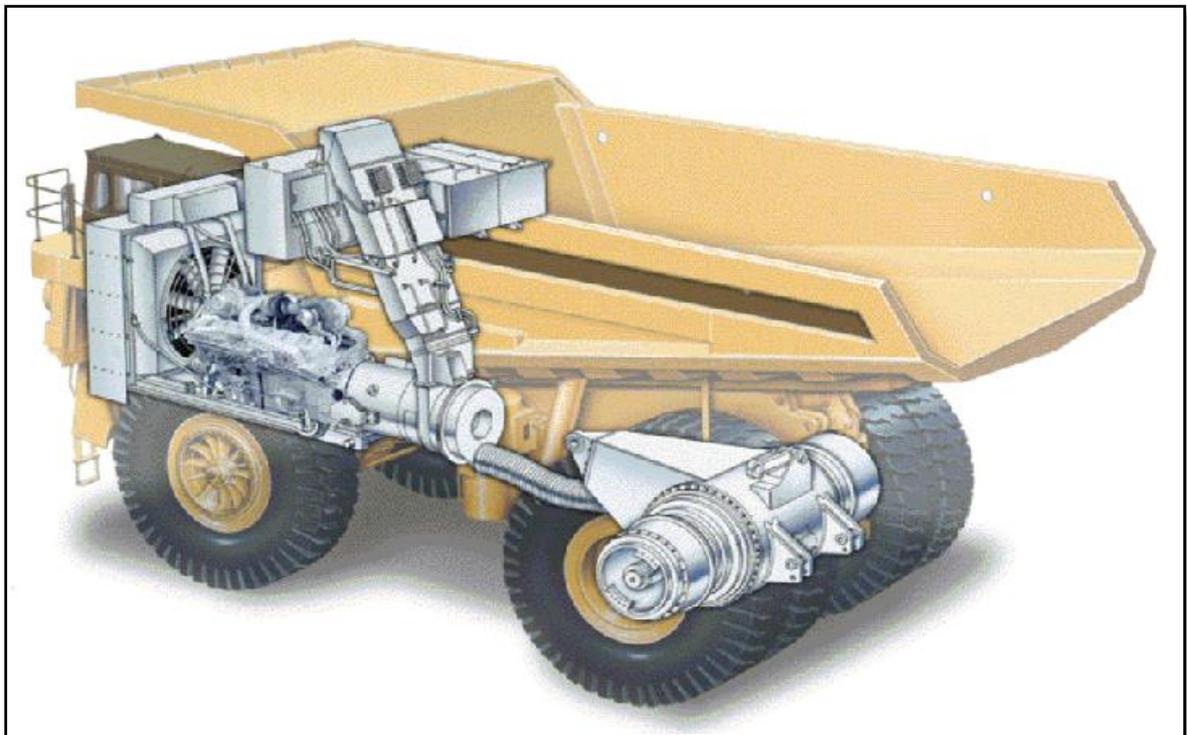
Lo citado nos sirve para tener en cuenta la importancia de la planificación de las actividades para que los procesos funcionen de manera eficiente, pero también es importante que todo el personal este comprometido para que el proceso mejore constantemente. Todo esto ayuda a que los resultados sean favorables tanto para el cliente como para la empresa.

2.2. Conceptos teóricos 1

2.2.1. Descripción del motor

El motor diesel modelo QSK78 es uno de los motores de mayor potencia de Cummins controlado electrónicamente, contiene 18 cilindros en "V" y con una cilindrada de 77.6 litros, con un sistema de inyección de combustible de alta presión logra obtener una potencia de 3,500 HP a 1,900 RPM y un torque de 10,157 Lb-Ft a 1,500 RPM.

Figura n.º 2-1. Motor para Camión minero



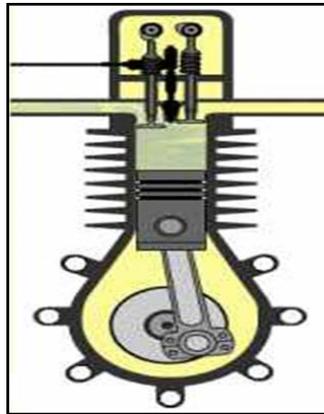
Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.2. Descripción del funcionamiento del motor

2.2.2.1. Carrera de admisión

Es el descenso del conjunto pistón y biela del punto muerto superior al punto muerto inferior, este desplazamiento hace succionar aire por las lumbreras cuando las válvulas de admisión ubicadas en las culatas están abiertas.

Figura n.º 2-2. Carrera de admisión

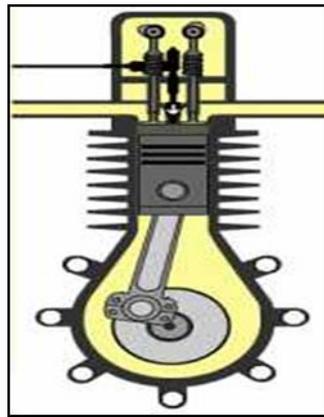


Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.2.2. Carrera de compresión

Es el ascenso del conjunto pistón y biela del punto muerto inferior al punto muerto superior, comprimiendo el aire ingresado a la cámara ya que las válvulas de admisión y escape ubicadas en las culatas se encuentran cerradas.

Figura n.º 2-3. Carrera de compresión

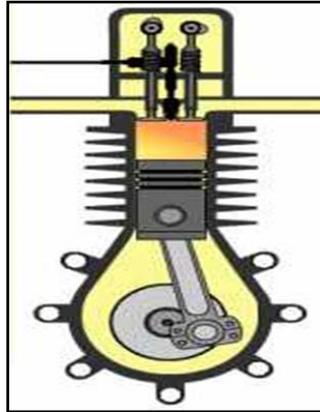


Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.2.3. Carrera de Explosión

Es la fase en la que una vez logrado comprimir el aire en la cámara de combustión y la alta temperatura, se inyecta el combustible a través del inyector, el cual genera la explosión, permitiendo el descenso del conjunto pistón y biela del punto muerto superior al punto muerto inferior.

Figura n.º 2-4. Carrera de explosión

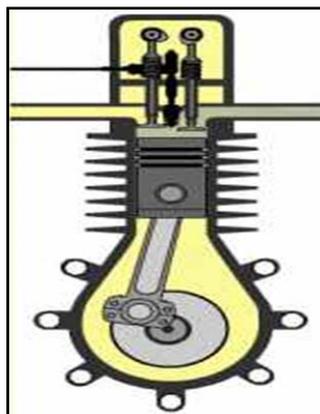


Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.2.4. Carrera de escape

Es el ascenso del conjunto pistón y biela del punto muerto inferior al punto muerto superior permitiendo la salida de los gases generados por la explosión, a través de las válvulas de escape que se encuentran abiertas.

Figura n.º 2-5. Carrera de escape



Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.3. Sistemas del motor QSK78

El motor diesel modelo QSK78 cuenta con los sistemas de combustible, admisión, escape, refrigeración, lubricación y eléctrico.

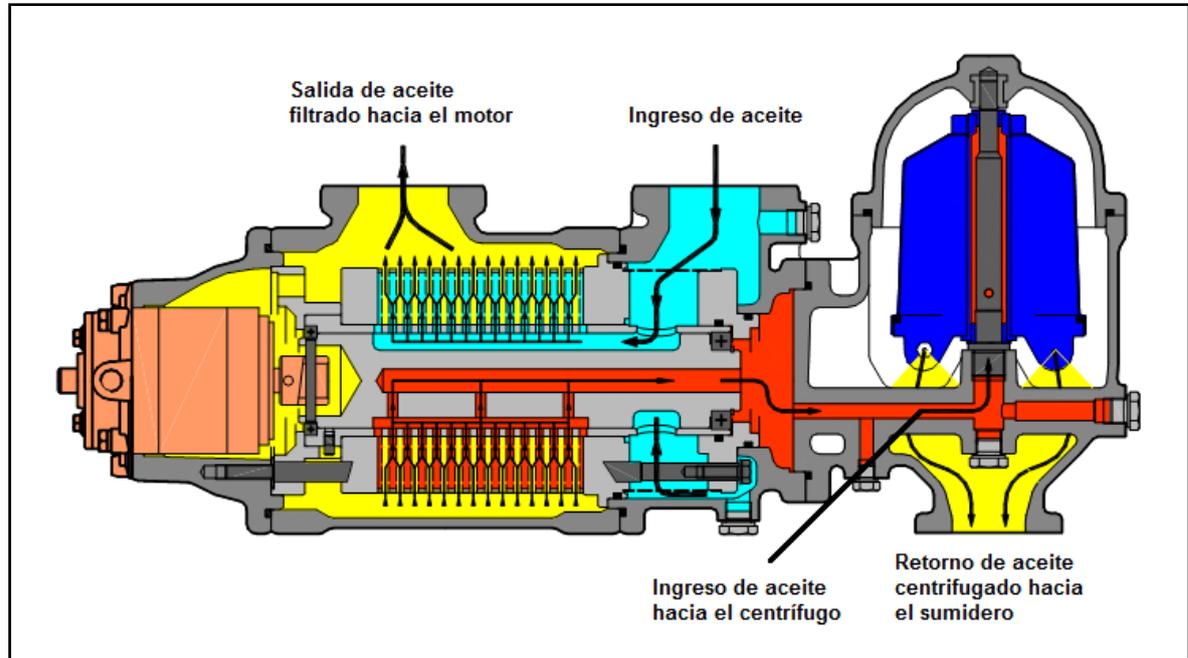
2.2.3.1. Sistema de lubricación

Este sistema tiene la función de generar una película de aceite entre las piezas en contacto impidiendo el contacto directo de las superficies para disminuir el rozamiento y aumentar la duración de las partes, refrigerar las partes lubricadas, facilita la estanquidad entre el pistón y camisa, así como también reduce el ruido. Pero es necesario tener en cuenta que lo mencionado se hace efectivo cuando exista un correcto cumplimiento del programa de mantenimiento de cambio de aceite especificado por el fabricante de acuerdo a las horas de trabajo del motor.

El sistema cuenta con una bomba de aceite de desplazamiento positivo con ejes del tipo sin fin, la misma bomba contienen las válvulas de alivio y reguladora de presión. Usa cinco elementos enfriadores de aceite instaladas en la parte central del motor en paralelo, un motor prelub que suministra aceite al motor antes del arranque, esto permite reducir el desgaste del motor.

El eliminador es un filtro automático de auto limpieza que permite aumentar la vida útil del motor, ya que 95% de aceite filtrado es enviado al motor y el 5% va al centrífugo de 2 micras para luego envía al cárter.

Figura n.º 2-6. Diagrama del eliminador



Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.3.2. Sistema de refrigeración

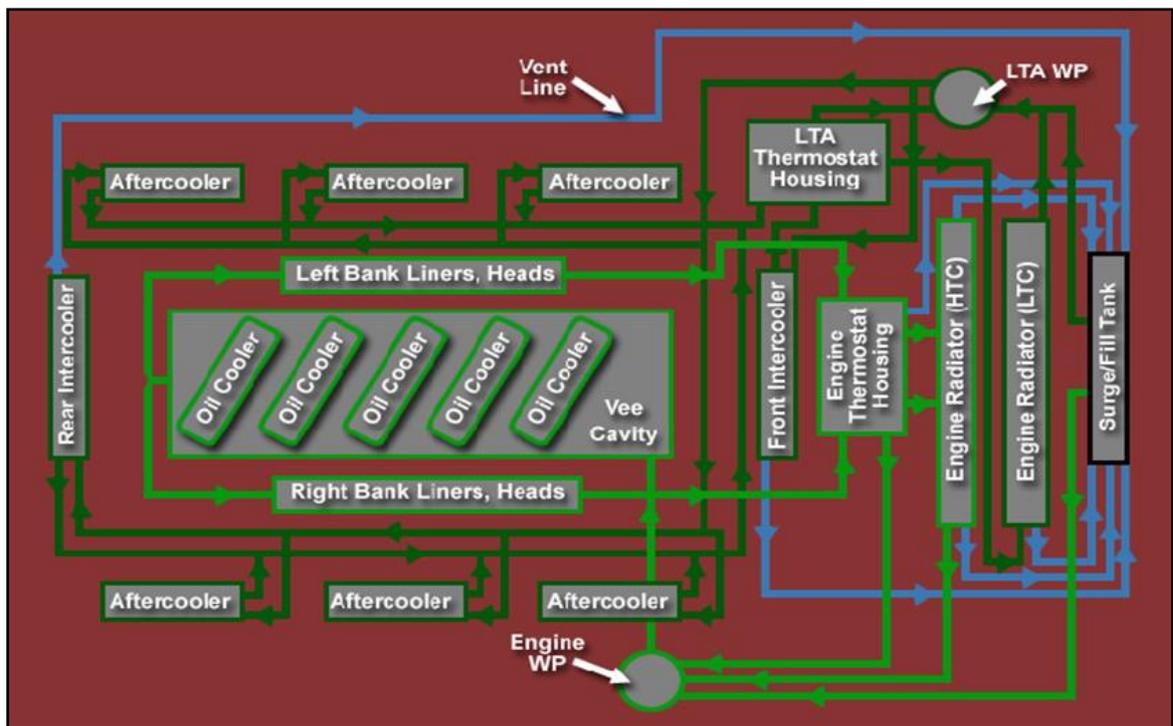
Este sistema es de gran importancia porque permite mantener una temperatura ideal de trabajo del motor para que sea más efectivo. Durante el funcionamiento del motor se producen altas temperaturas ocasionadas por la combustión y partes en movimiento, es por ello la importancia del sistema de refrigeración para evitar elevadas temperaturas del motor.

El motor QSK78 tiene dos sistemas de enfriamiento cada uno con bombas diferentes que son accionadas por los engranajes de distribución. El sistema de enfriamiento de baja temperatura es separado del enfriamiento principal del motor, controlado por 4 termostatos que trabajan a un rango de temperatura de 46C° a 57C°, permitiendo refrigerar el aire de admisión. El sistema de enfriamiento principal es controlado por 8 termostatos que trabajan a un rango de temperatura de 83C° a 95C°, permitiendo refrigerar las camisas, block, culatas, turbos, entre otras partes.

Los dos sistemas cuentan con radiadores independientes para disipar mejor el calor, lo único en común es el tanque.

El sistema de enfriamiento tiene un embrague del ventilador hidráulico que es controlado por el módulo de control electrónico a través de la electroválvula.

Figura n.º 2-7. Diagrama del sistema de refrigeración de motor



Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

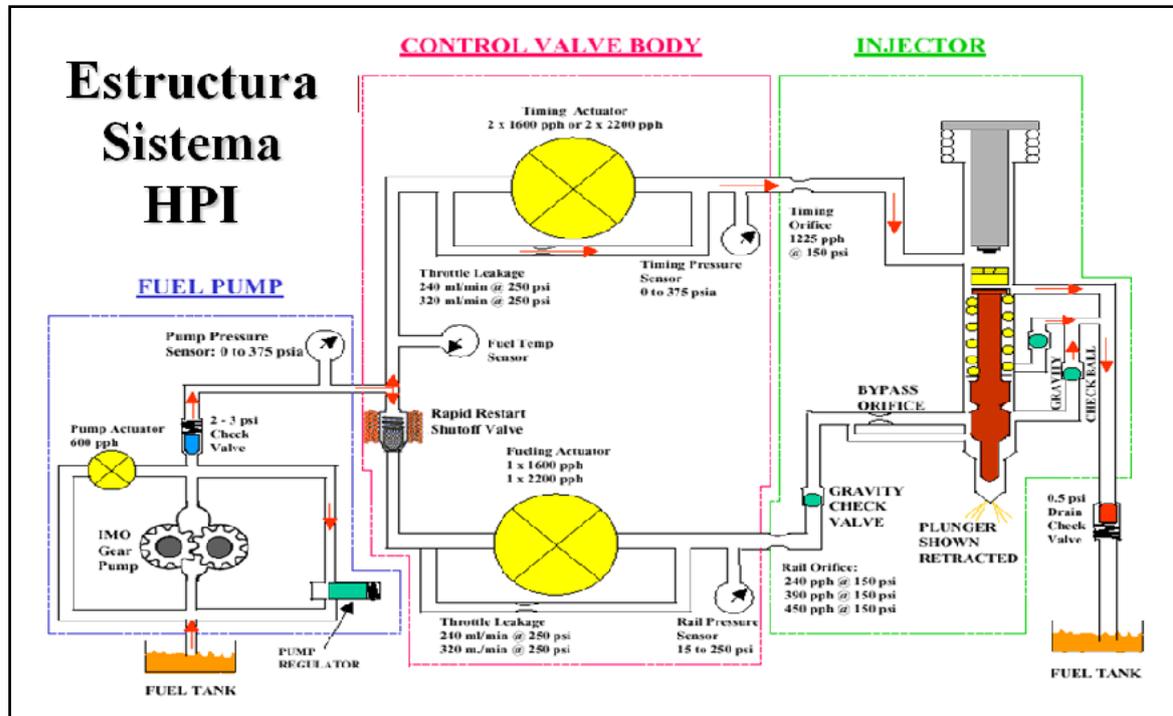
2.2.3.3. Sistema de combustible

Es el encargado de suministrar la cantidad necesaria de combustible limpio en el momento exacto hacia la cámara de combustión para el funcionamiento del motor.

El sistema de combustible de alta presión de inyección del motor QSK78 tiene accionamiento mecánico y controlado electrónicamente. Utiliza 18 inyectores y 6 filtros de combustible con separador de agua de 10 micras, necesario para la lubricación y refrigeración de los actuadores. La bomba de combustible es accionado por el engranaje de mando de accesorios del sistema de distribución, la presión de salida de combustible es controlada por el módulo de control electrónico a través de un actuador regulando la presión.

El funcionamiento de este sistema se inicia con la succión de la bomba previo a un filtrado, luego envía hacia el bloque de válvulas que es controlado electrónicamente, este envía la cantidades de combustible necesario hacia los rieles que se ubican en el lado derecho e izquierdo del motor para posteriormente enviar hacia los inyectores que va a pulverizar el combustible y lo restante del combustible es enviado nuevamente hacia el tanque.

Figura n.º 2-8. Diagrama del sistema de combustible



Fuente: Empresa Distribuidora Cummins Perú

2.2.3.4. Sistema de admisión

El sistema de admisión se encarga de enviar aire limpio hacia la cámara de combustión a través de las distintas partes que usa el sistema.

El motor QSK78 usa un sistema compuesto por turbo cargadores de dos etapas, que son 6 turbos de alta y 6 turbos de baja presión. Los intercooler reciben el flujo de aire filtrado de los turbos de baja para reducir la temperatura, luego el aire pasa por los turbos de alta presión que a su vez envía a hacia los aftercooler para reducir la temperatura del aire de admisión antes de ingresar a la cámara de combustión. La reducción de la temperatura de aire de admisión permite mejorar la capacidad para mayores altitudes y el desempeño del motor.

2.2.3.5. Sistema de escape

Este sistema se encarga de extraer los gases generados en la cámara por la combustión. Por medio del movimiento ascendente del pistón estos gases pasan a través de los múltiples de escape diseñados para reducir pérdidas de flujo. Los múltiples de escape están conectados por medio de bellows diseñados para minimizar la posibilidad de rotura del múltiple por medio de la expansión térmica, luego estos gases pasan por los conectores de escape y finalmente hacia los silenciadores.

2.2.3.6. Sistema de distribución

Este sistema permite la entrada de aire y salida de gases del cilindro mediante un conjunto de engranajes.

En el motor QSK78 tiene dos engranajes de cigüeñal que utiliza la fuerza de giro del cigüeñal para conducir a los demás conjuntos de engranajes. El engranaje frontal conduce a los engranajes compuestos de accesorios y eje de levas y el posterior a los engranajes de bomba de agua y aceite.

2.2.3.7. Sistema electrónico

El motor QSK78 usa el Módulo de Control Electrónico que viene a ser un sistema controlado electrónicamente para optimizar el control del motor y reducir las emisiones de escape. Este sistema controla la velocidad del motor y la presión de combustible, a través de sensores y actuadores. Otro sistema que usa el motor es el de monitoreo electrónico que se encarga de monitorear y registrar una amplia variedad de parámetros de operación del motor a través de los sensores. Existen parámetros exclusivos de este sistema que comparte con el módulo de control electrónico del motor. En conjunto estos dos sistemas hacen más eficiente el desempeño del motor para diferentes condiciones de trabajo.

2.4. Conceptos teóricos 3

2.4.1. Lean Manufacturing

Hernández et al (2013) Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Rajadell et al (2010) Entendemos por lean manufacturing (en castellano “producción ajustada”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

2.4.2. Técnica de los 8 desperdicios

Hernández et al (2013) El reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes.

2.4.2.1. Sobreproducción

Producir más cantidades de lo requerido por el cliente, esto conduce a generar más desperdicios porque se invierte innecesariamente tiempo, material, así como el incremento de movimientos y stock en almacenes. Ante ello es necesario producir lo que requiere el cliente cuando lo necesita.

2.4.2.2. Tiempo de espera

El tiempo de espera es el resultado de una mala planificación de trabajo o el proceso es inadecuado, personal parado esperando información, equipos y herramientas necesarias para desarrollar su labores. Los clientes esperando a ser atendidos.

2.4.2.3. Transporte

El traslado innecesario de equipo, herramienta, que no agrega valor al producto o servicio. Equipos y herramientas inadecuados para el trabajo.

2.4.2.4. Sobre proceso

Al aplicar pasos innecesarios para procesar un producto o servicio.

2.4.2.5. Inventarios

Uso excesivo de lugares de almacenamiento de materia prima o producto terminado como resultado de obtener más productos lo necesario.

2.4.2.6. Defectos

Repetir o corregir procesos. Trabajar nuevamente las imperfecciones de los productos devueltos.

2.4.2.7. Movimientos

Los movimientos que realiza el personal de un lugar a otro en busca de máquinas, herramientas y materiales, el cual deberían estar lo más cerca posible del lugar de trabajo para evitar movimientos innecesarios.

2.4.2.8. Talento humano

Falta de aprovechamiento de la capacidad y conocimiento de personal para detectar y eliminar los desperdicios, no capacitar al personal se estaría perdiendo su máximo potencial.

2.4.3. Técnica para el análisis de problemas 5W+2H

Es una herramienta que se utiliza para elaborar con claridad un plan de acción, ya que es una forma eficiente de organizar un plan para la mejora de procesos. Usada por las organizaciones por ser fácil y rápido en su elaboración y uso. La información que nos brinda es demasiado útil y clara para el plan de desarrollo.

Su construcción es fácil y simple, que consiste en la elaboración de un cuadro donde se debe responder 7 preguntas que se encuentran en inglés. La herramienta 5W+2H vienen establecidas por las iniciales de las palabras en inglés.

- What ¿Qué?-Tema-¿Qué se debe hacer?
- Why ¿Por qué?-Objetivo-¿Por qué se debe hacer?
- Where ¿Dónde?-Ubicación-¿Dónde se debe realizar la acción?
- When ¿Cuándo?-Tiempo-¿Cuándo se debe realizar la acción?
- Who ¿Quién?-Responsable-¿Quién es el responsable de realizar la acción?
- How ¿Cómo?-Método-¿Cómo se realizará la acción?
- How much ¿Cuánto?-Costo-¿Cuánto costará realizar la acción?

2.4.4. Diagrama de Operaciones del Proceso

Es una representación gráfica y simbólica que permite mostrar las principales operaciones e inspecciones presentes en el proceso para un producto o servicio. En este diagrama las operaciones e inspecciones deben estar correctamente enumeradas para poder conocer las operaciones e inspecciones presentes en el proceso de acuerdo a un orden determinado.

2.4.5. Diagrama de Análisis del Proceso

Es la representación gráfica detallada de la secuencia de todas las operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamiento que están presentes en el proceso. Puede aplicarse al operario, material o equipo, dependiendo de lo que se quiere analizar.

2.5. Definición de términos básicos

2.5.1. Mejora Continua.

Lee et al (2013) la mejora continua, basada en un concepto japonés llamado Kaizen, es la filosofía de buscar continuamente maneras de mejorar los procesos. La mejora continua implica identificar puntos de comparación con prácticas excelentes e instalar en el empleado un sentido de propiedad del proceso.

2.5.2. Satisfacción del Cliente.

Lee et al (2013) los clientes, internos o externos, están satisfechos cuando sus expectativas en cuanto al servicio o producto se cumplen o exceden. A menudo, los clientes utilizan el término general calidad para describir su nivel de satisfacción con un servicio o producto.

2.5.3. Calidad de Servicio.

Moliner (2001) define la calidad del servicio como el valor añadido que ofrecer, a un cliente cada vez más exigente, que busca en la actividad del consumo, aquel producto o servicio que puede satisfacer de una forma más óptima sus necesidades, ofreciéndole, en definitiva mejores resultados.

2.5.4. Servicios.

Lara (2002) un servicio es un producto intangible que involucra un esfuerzo humano o mecánico.

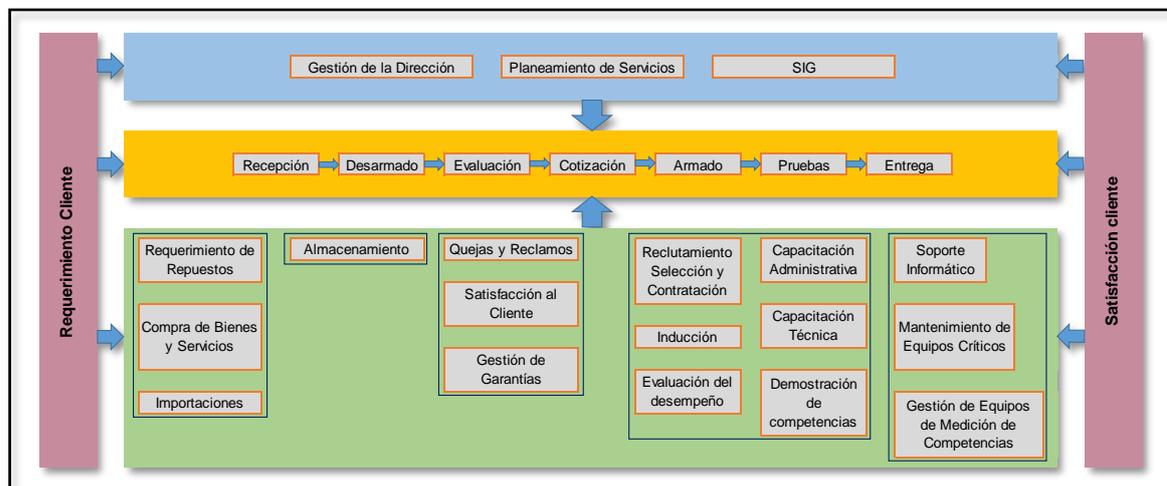
CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Desarrollo el Objetivo 1

3.1.1. Mapeo de procesos del área

Se debe realizar el mapeo de procesos previo al análisis, para identificar todos los procesos del área de desarmado y evaluación de motores de alta potencia, ya que nos permite comprender y mejorar los procesos.

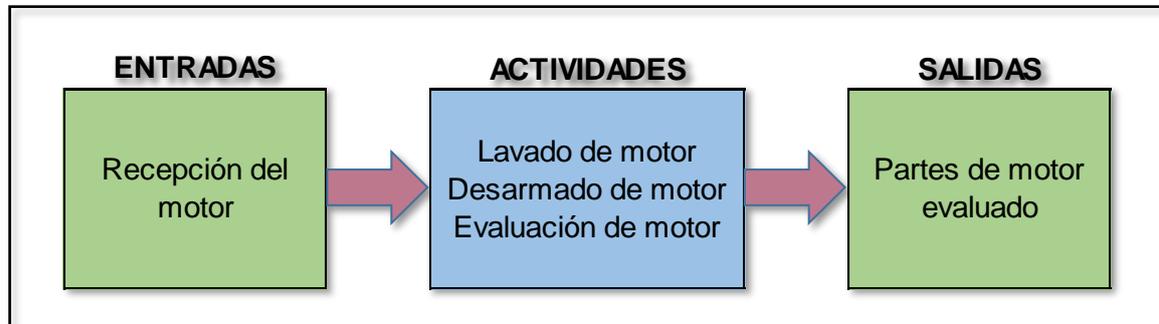
Figura n.º 3-1. Mapa de proceso general del MRC (Master Rebuild Center)



Fuente: Elaboración propia

El mapa de procesos clasifica dichos procesos en: estratégicos, operativos y apoyo para el cual se usará el operativo. Para este caso de estudio dentro del operativos se identifican los siguientes procesos: desarmado y evaluación. Estos procesos son realizados por el personal técnico y jefe de operaciones.

Figura n.º 3-2. Mapeo de proceso del área de desarmado y evaluación de motor



Fuente: Elaboración propia

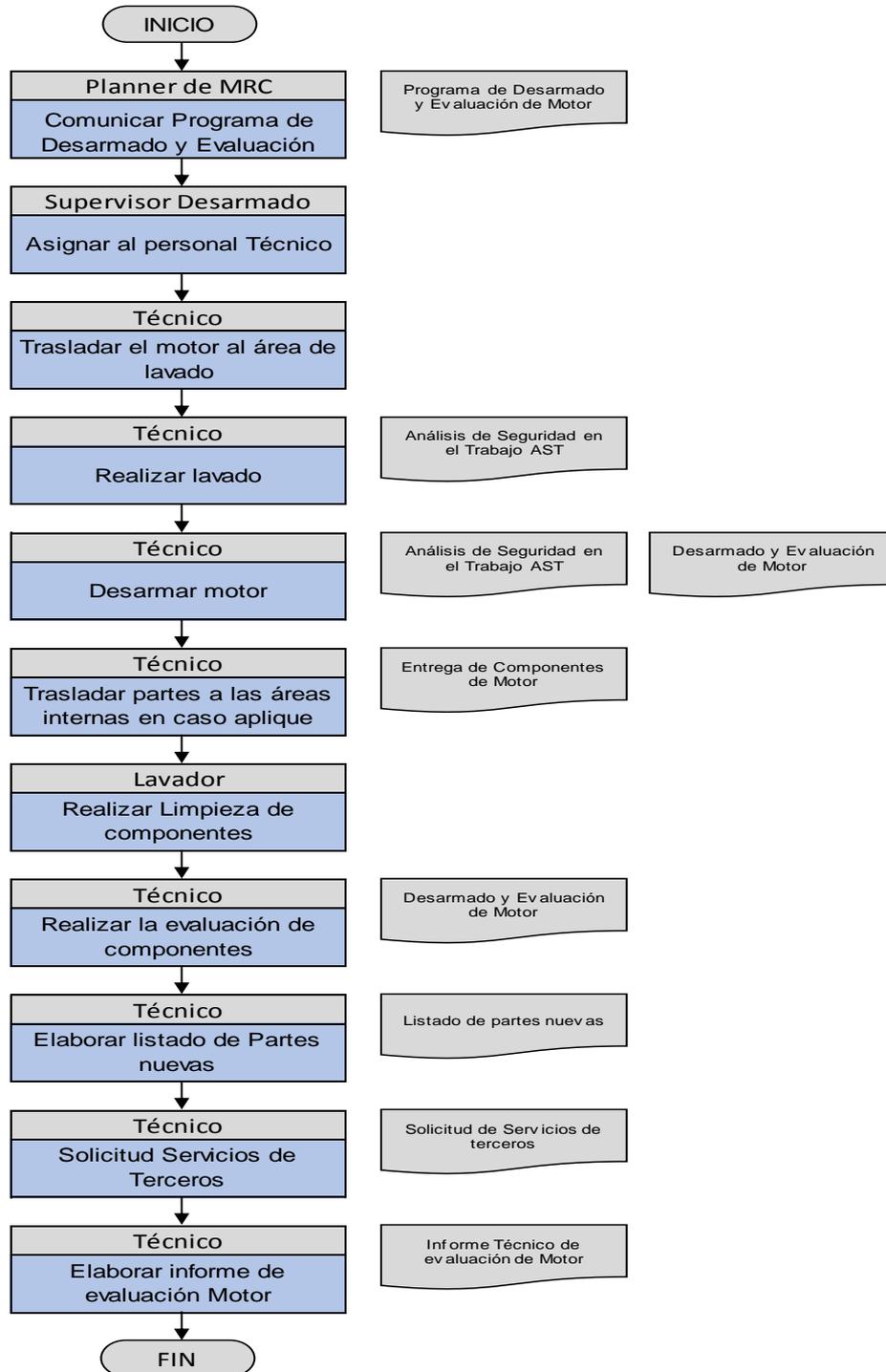
3.1.2. Descripción del proceso de desarmado de motores cummins

La empresa cuenta con varios procesos dentro de los cuales se nombrará los procesos de servicios que está compuesta por lavado, desarmado de periféricos, long block y short block, así como evaluación de partes de motor.

- a) **Lavado:** Es la parte inicial del desarmado, en esta etapa se procede a ingresar el motor a la zona de lavado, luego se cubren los orificios y conductos donde no pueda ingresar agua y tierra. Posteriormente a ello se drena los fluidos como aceite, combustible y refrigerante, para luego ser lavado el motor con agua a presión. Previo a ello el técnico encargado de lavar debe contar con sus equipos de protección personal necesarios para el lavado. Al finalizar el lavado se procede el ingreso del motor al área de desarmado.
- b) **Periféricos:** Se realiza el inventario de motor en general con la toma de fotos, apuntes de faltantes, para posteriormente realizar el pedido de repuestos faltantes. Finalizado esta etapa se procede a desarmar desmontando todos los periféricos que comprenden:
 - **Sistemas de Eléctrico:** Se desmontan los arnés que son los cables eléctricos, sensores de presión, temperatura y nivel, así como los ECM (Modulo de Control Electrónico), arrancadores y alternador.

- **Sistema de lubricación:** Se desmontan las mangueras de entrada y retorna de aceite, eliminador (filtrado de aceite) o cabezal de filtros de aceite, cárter, bomba de aceite y tubos de sección y retorno.
 - **Sistema de combustible:** Se desmontan mangueras y cañerías, cabezal de filtro, bomba, rieles de combustible y caja de válvulas (actuadores).
 - **Sistema de admisión:** Se desmontan tubos y mangueras de pase de aire, aftercooler, plataforma de turbos y turbos.
 - **Sistema de refrigeración:** Se desmonta las mangueras y tubos de pase de refrigerante, bomba de refrigerante principal, bomba LTA, caja de termostatos.
 - **Sistema de escape:** Se desmontan los tubos de salida de gases de escape y conectores.
- c) **Long block:** En esta etapa se desmontan los mandos de accesorios, turbos, levantadores de válvulas, balancines, inyectores, caja de balancines, engranajes del sistema de distribución, ejes de levas, culatas o cabeza de cilindros, enfriadores de aceite y de pistón, contrapesos y bielas.
- d) **Short block:** En esta etapa se desmontan las tapas de bancadas, cigüeñal, camisas de cilindro, bocinas de ejes de levas, guías y tapones de block.
- e) **Evaluación:** En esta etapa se procede a evaluar las partes del motor para saber su estado, realizar mediciones para saber su reusabilidad, así como la elaboración de solicitud de trabajos de terceros, listado de partes nuevas de motor, informes y almacenaje de partes a reutilizar.

Figura n.º 3-3. Diagrama de flujo del proceso de desarmado y evaluación de motor



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Observación del proceso

Se hizo la observación de las órdenes de servicio del primer semestre (enero-junio) del 2016 el cual se realizó como muestra un cuadro con los promedios de los tiempos empleados en cada etapa del proceso que a continuación se muestra. Ver anexo n.º 1.

Tabla n.º 3.1. Tiempos en horas empleados en los procesos de desarmado y evaluación (promedio primer semestre 2016)

Etapas	Descripción del proceso	Tiempos (horas)	Porcentaje %
Etapa1	Lavado	5 h	3%
Etapa 2	Desarmado	99 h	62%
Etapa 3	Evaluación	56 h	35%

Fuente: Elaboración propia

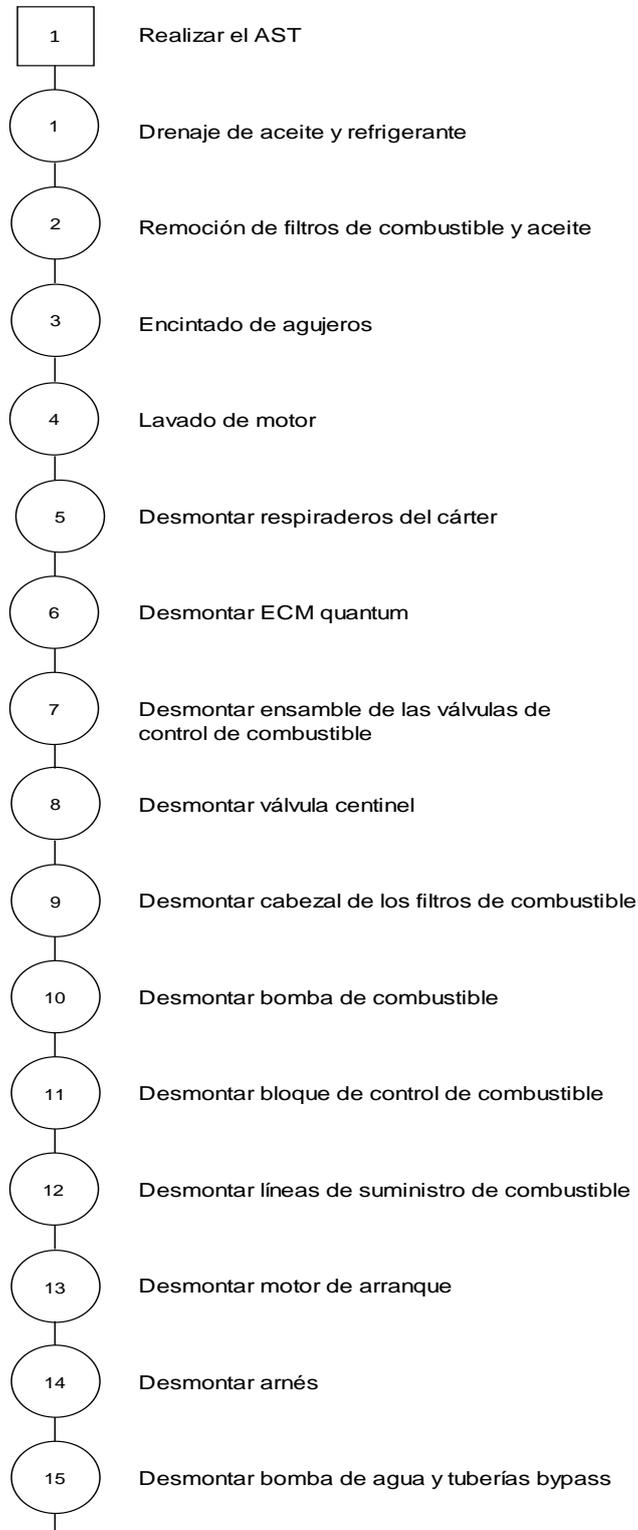
Tabla n.º 3.2. Tiempos en horas empleados en los procesos de desarmado y evaluación (promedio primer semestre 2016)

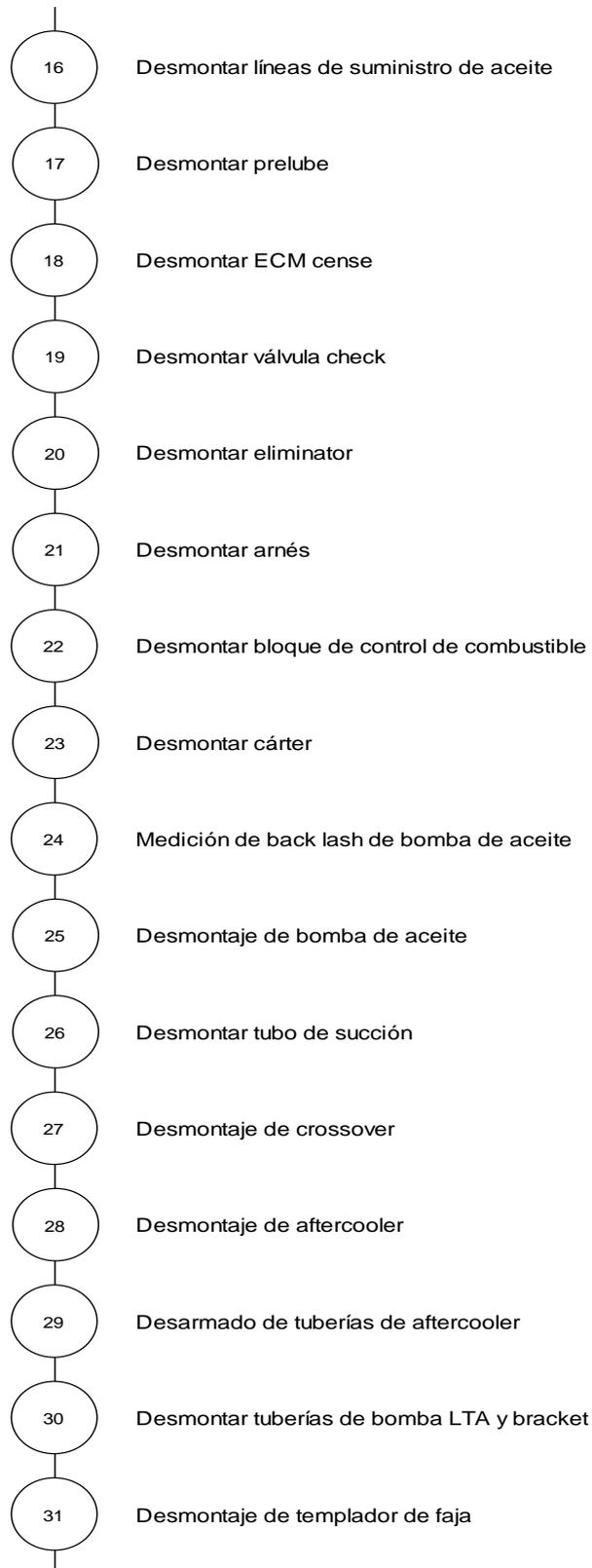


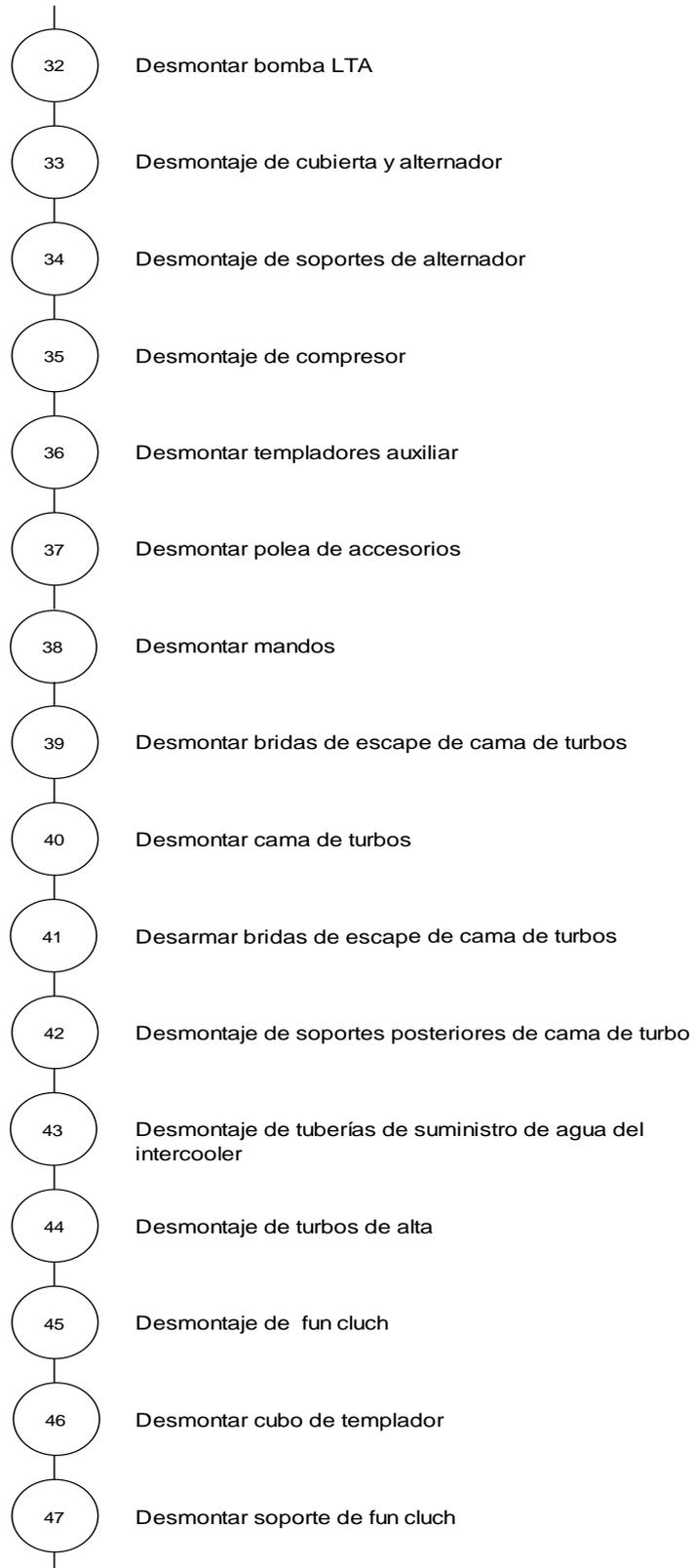
Fuente: Elaboración propia

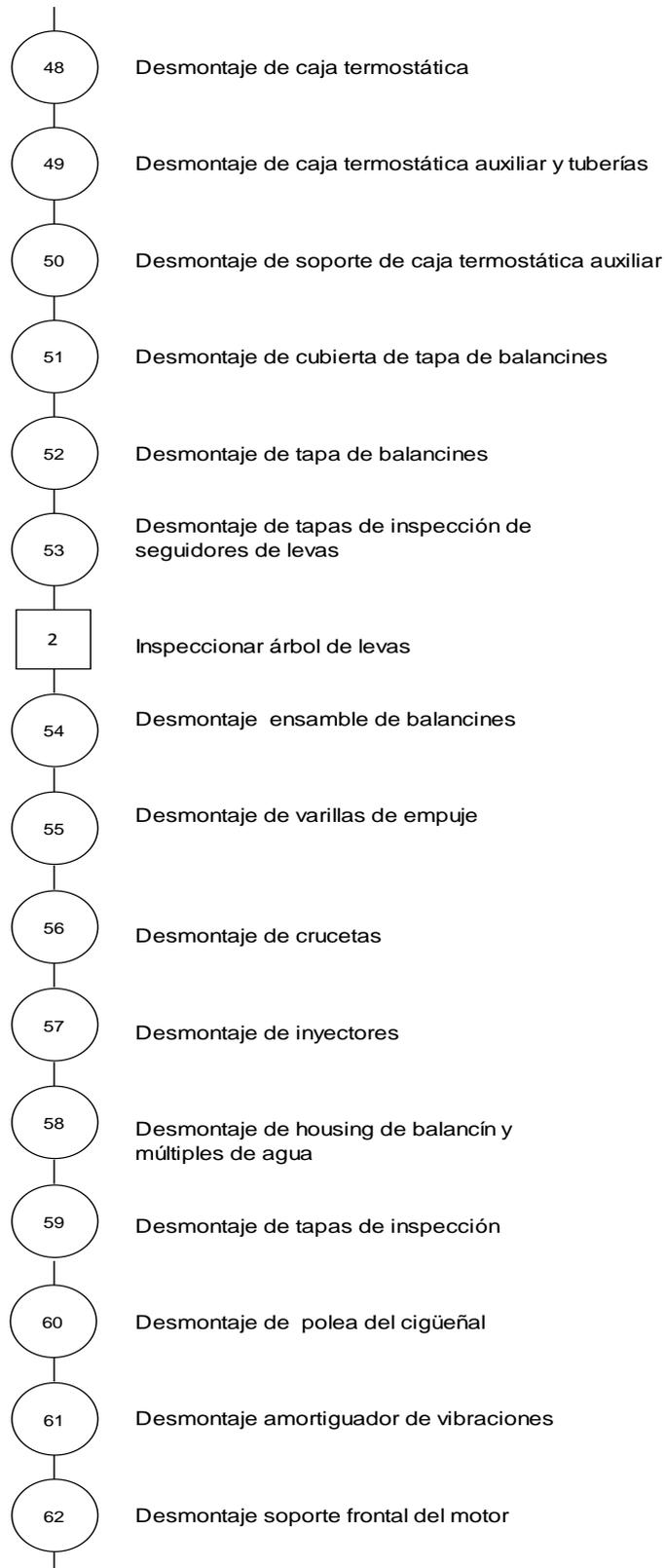
A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de desarmado y evaluación de motor.

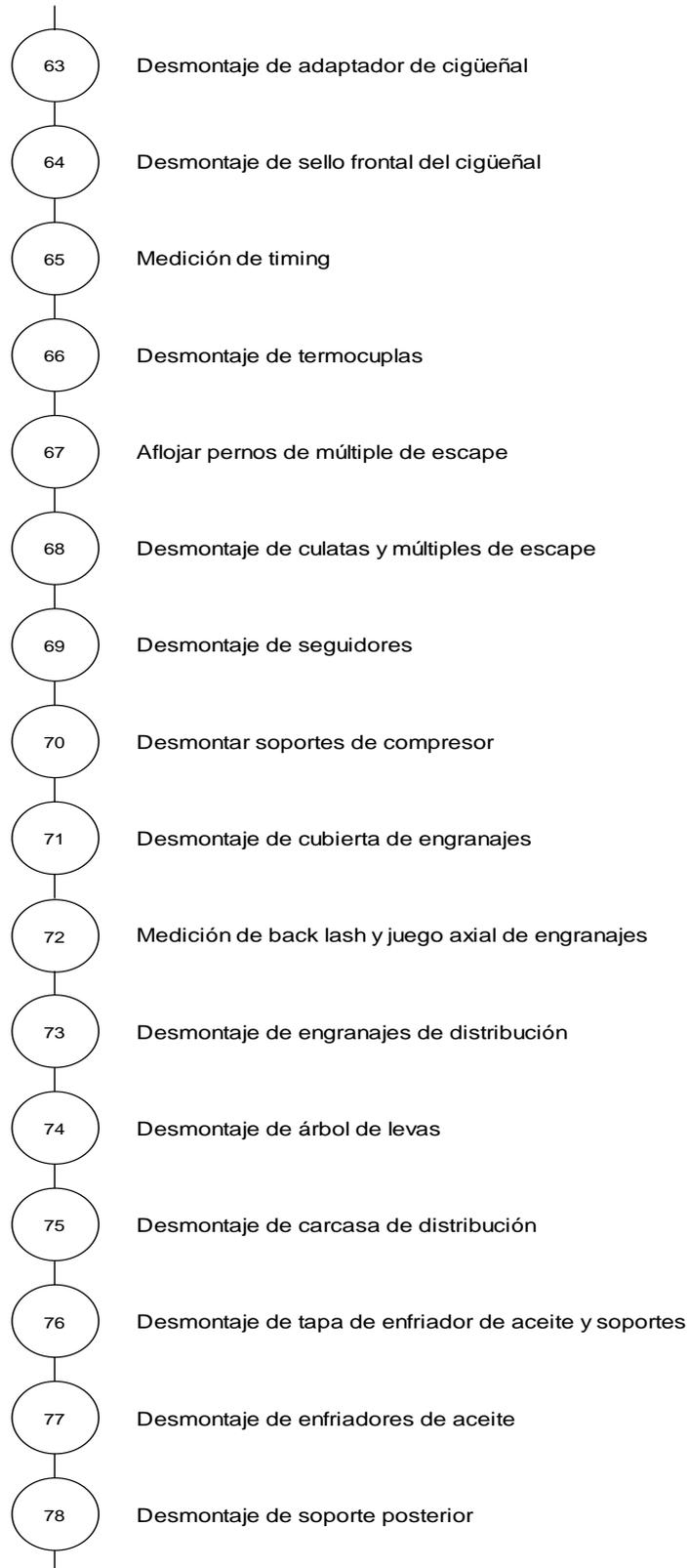
Figura n.º 3-4. Diagrama de operaciones del proceso de desarmado y evaluación

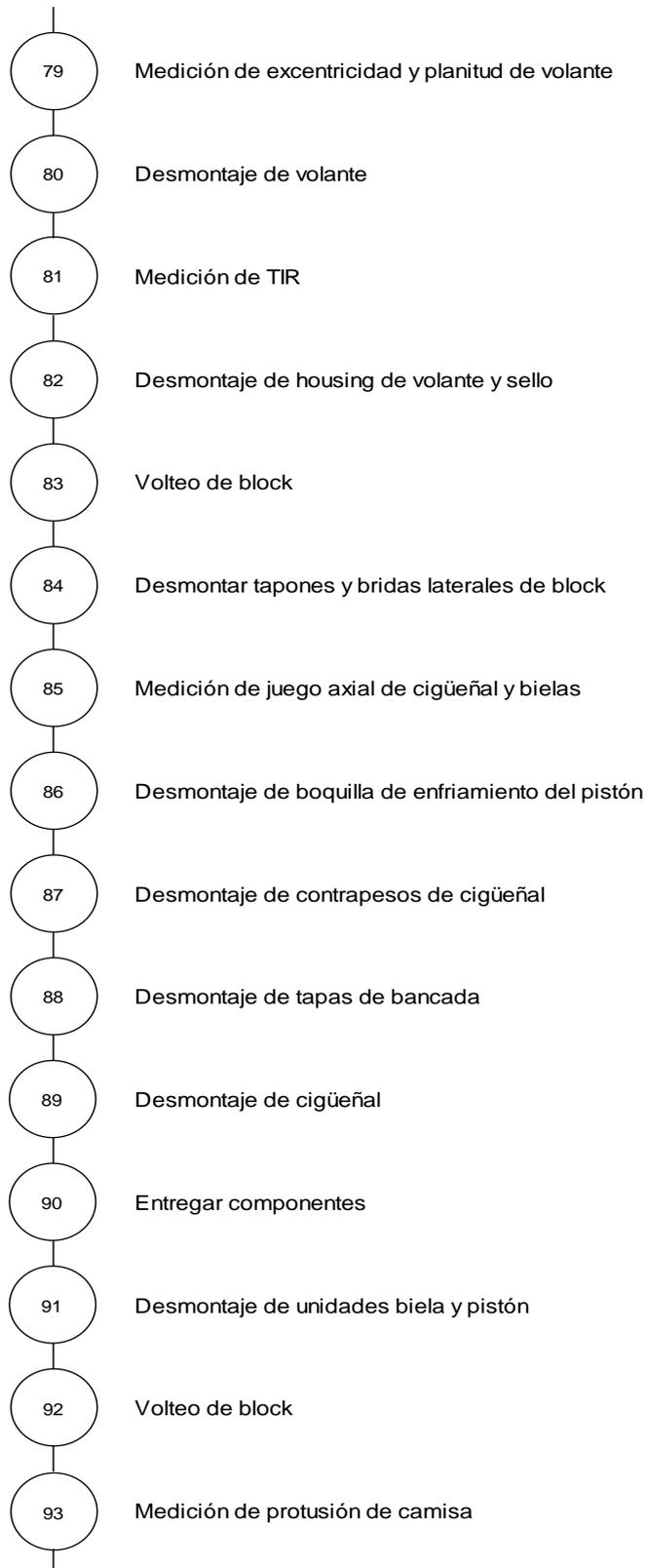


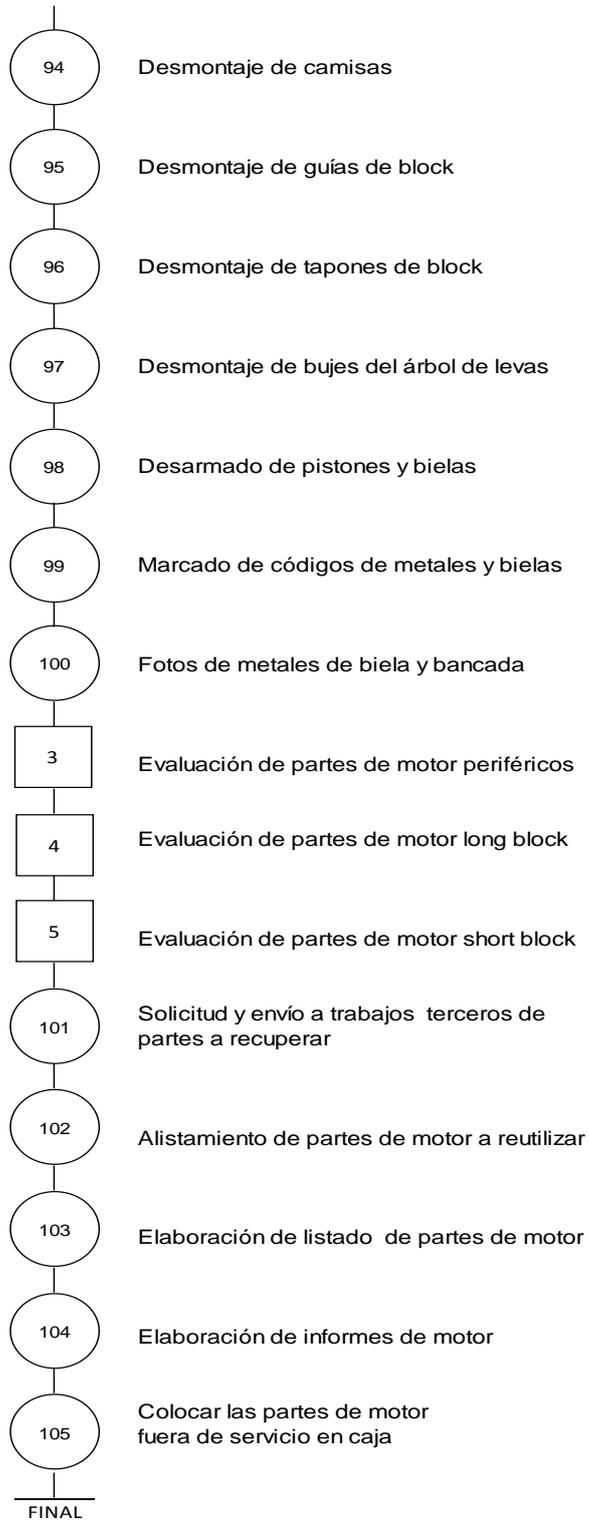












Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 3.3. Tiempos muertos registrados en horas (Promedio primer semestre 2016)
Ver anexo n.º 2.

DETALLE POR ORDEN DE SERVICIO			
ORDEN	DETALLE DEL DESPERDICIO	Tiempo (min.)	Tiempo total (horas)
1	Espera de montacarga	35	1 h
	Traer insumos	15	
	Traer escalera	10	
2	Traer herramienta H de izaje	15	4,5 h
	Buscar eslingas	15	
	Traer soportes de motor	15	
	Llevar herramienta H de izaje	15	
	Traer canastillas	15	
	Traer parihuelas	10	
	Traer puente grúa	25	
	Traer herramienta H de izaje	15	
	Llevar herramienta H de izaje	15	
	Consultar información	25	
	Traer herramientas especiales	10	
	Buscar elevadora hidráulica	15	
	Limpieza de bahía de trabajo	25	
	Traer y llevar escalera grande	10	
	Buscar stocka	15	
Llevar parihuelas con componentes	15		
Llevar canastillas con componentes	15		
3	Traer canastillas	15	4,5 h
	Traer parihuelas	10	
	Traer herramientas	10	
	Traer escalera	10	
	Traer puente grúa	25	
	Buscar eslingas	10	
	Buscar stocka	15	
	Llevar parihuelas con componentes	15	
	Traer soportes móvil	15	
	Llevar soporte móvil	15	
	Buscar mesa móvil	15	
	Entregar componentes	40	
	Llevar escalera	10	
	Limpieza de bahía de trabajo	25	
	Llevar canastillas con componentes	15	
Buscar mangueras de aire	10		
Buscar caja de madera	15		
4	Traer insumos	15	2 h
	Buscar stocka	15	
	Traer canastillas con componentes	15	
	Llevar canastillas	10	
	Traer parihuelas para envío de partes	10	
	Llevar partes para envío terceros	10	
	Traer caja para almacenaje	10	
	Consultar información	20	
Traer y llevar caja fuera de servicio	15		
TOTAL			12 h

Fuente: Elaboración propia

3.2. Desarrollo el Objetivo 2

3.2.1. Detección de desperdicios en el proceso

En el proceso de desarmado y evaluación de motores se pudo apreciar deficiencias para el desarrollo de las distintas actividades, el cual se identificó 7 tipos de desperdicios que son los causantes de las deficiencias durante el desarmado y evaluación de motor y que hasta el momento no fueron identificados para tomar una acción y poder corregirlo. A continuación se detalla los desperdicios encontrados:

- **Espera:** En el desarmado de motor es muy frecuente el uso del puente grúa, debido a que las partes del motor son muy pesados, esto implica que también las áreas de armado y componentes, por lo que en muchos casos origina la espera de 10 a 30 minutos. No hay un control adecuado que permita el uso correcto por prioridad es decir urgencias.
- **Defectos:** Existe demora durante el proceso de desarmado por parte de los técnicos, esto hace más difícil cumplir con los plazos de entregas. Existe poca experiencia por parte de los técnicos en el proceso de desarmado y manejo de información y software
- **Reprocesar:** Existe deficiencia en la reusabilidad de las partes del motor, esto quiere decir que hay una devolución de las partes para evaluar nuevamente. Falta de capacitación del personal técnico para los distintos motores.
- **Movimiento:** Diversos movimientos que son innecesarios al momento de traer canastillas, bandejas, parihuelas y caja de madera. Espacio insuficiente para poder guardar las canastillas, caja de maderas lo más cerca posible del área de trabajo.
- **Inventario:** Existe un formato de inventario de las partes a reusar, el cual está incompleto. Falta de un orden adecuado para el almacenaje de partes a reusar.

- **Transporte:** Los motores que envían los clientes se almacena fuera de área de trabajo y para transportar se espera demasiado el montacargas. Falta de comunicación anticipada para el uso del montacargas.
- **Talento humano:** Deficiencia en las distintas actividades de desarmado para mejorar. Falta de capacitación del personal para la calidad y mejora continua.

A continuación se muestra el diagrama de análisis del proceso Actual, donde se puede observar el excesivo transporte y demoras que no agregan valor.

Tabla n.º 3.4. Diagrama de análisis del proceso actual

				Operario/material/equipo							
Diagrama N°: 1		Hoja N°: 1		RESUMEN							
Objeto: MOTOR				Actividad	Act.	Prop.	Econ.				
				Actividad: DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTOR				Operación	105	-	-
								Transporte	31	-	-
Método: <u>Actual</u> / Propuesto				Espera	13	-	-				
				Inspección	5	-	-				
				Almacena	2	-	-				
Lugar: Área de Desarmado y Evaluación				Distancia	1655	-	-				
Operario: M.B.L N° 1				Tiempo	9610	-	-				
Compuesto por: C.R.R. Fecha: 08/12/16				Costo	-	-	-				
				M Obra	-	-	-				
Aprobado por: A.P.Z. Fecha: 09/12/16				Material	-	-	-				
				Total	-	-	-				
DESCRIPCIÓN	d (m)	t (min)	○	⇒	□	□	▽	Observación			
Realizar el AST		10									
Espera de monta carga		35									
Traslado del motor al área de lavado	350	30									
Traer insumos, traer y llevar escalera	90	25									
Drenaje de aceite y refrigerante		30									
Remoción de filtros de combustible y aceite		30									
Encintado de agujeros		20									
Lavado de motor		130									
Traer herramienta H, buscar eslinga y traer soporte de motor	120	45									
Trasladar motor a la bahía de trabajo	60	35									
Llevar herramienta H de izaje	50	15									
Traer canastillas y parihuelas	60	25									
Desmontar respiraderos del cárter		30									
Desmontar ECM quantum		15									
Desmontar válvulas de control de combustible		15									
Desmontar válvula centinel		15									
Desmontar cabezal de los filtros de combustible		30									

Desmontar bomba de combustible		25	●					
Desmontar bloque de control de combustible		15	●					
Desmontar líneas de suministro de combustible		20	●					
Desmontar motor de arranque		25	●					
Desmontar arnés		15	●					
Desmontar bomba de agua y tuberías bypass		30	●					
Desmontar líneas de suministro de aceite		25	●					
Desmontar prelube		15	●					
Desmontar ECM cense		10	●					
Desmontar válvula check		10	●					
Desmontar eliminador		40	●					
Desmontar arnés		25	●					
Desmontar bloque de control de combustible		25	●					
Traer puente grúa	60	25	●	●				
Traer herramienta H de izaje	50	15	●	●				
Desmontar cárter		90	●	●	●			
Consultar información		25	●	●	●			
Traer herramientas especiales	30	10	●	●	●			
Buscar elevadora hidráulica		15	●	●	●			
Medición de back lash de bomba de aceite		20	●	●	●			
Desmontaje de bomba de aceite		40	●	●	●			
Desmontar tubo de succión		30	●	●	●			
Llevar herramienta H de izaje	50	15	●	●	●			
Limpieza de bahía de trabajo		25	●	●	●			
Desmontaje de crossover		60	●	●	●			
Desmontaje de aftercooler		100	●					
Desarmado de tuberías de aftercooler		110	●					
Desmontar tuberías de bomba LTA y bracket		45	●					
Desmontaje de templador de faja		35	●					
Desmontar bomba LTA		40	●					
Desmontaje de cubierta y alternador		25	●					
Desmontaje de soportes de alternador		15	●					

Desmontaje de compresor		15	●					
Desmontar templadores auxiliar		10	●					
Desmontar polea de accesorios		20	●					
Desmontar mandos		20	●					
Desmontar bridas de escape de cama de turbos		60	●					
Traer y llevar escalera grande	40	10		●				
Desmontar cama de turbos		450	●					
Desarmar bridas de escape de cama de turbos		75	●					
Desmontaje de soportes posteriores de cama de turbo		30	●					
Desmontaje de tuberías de agua del intercooler		70	●					
Desmontaje de turbos de alta		200	●					
Desmontaje de fun cluch		55	●					
Desmontar cubo de templador		25	●					
Desmontar soporte de fun cluch		25	●					
Desmontaje de caja termostática		30	●					
Desmontaje de caja termostática auxiliar y tuberías		25	●					
Desmontaje de soporte de caja termostática auxiliar		20	●					
Desmontaje de cubierta de tapa de balancines		25	●					
Desmontaje de tapa de balancines		35	●					
Desmontar tapas de inspección de seguidores de levas		30	●					
Buscar stocka		15			●			
Llevar parihuelas con componentes	50	15			●			
Llevar canastillas con componentes	50	15			●			
Inspeccionar árbol de levas		180				●		
Desmontaje ensamble de balancines		60	●					
Desmontaje de varillas de empuje		30	●					
Desmontaje de crucetas		25	●					
Desmontaje de inyectores		25	●					
Traer canastillas	30	15			●			
Traer parihuelas	30	10			●			
Desmontaje de housing de balancín y múltiples de agua		220	●					

Desmontaje de tapas de inspección		30	●					
Desmontaje de polea del cigüeñal		20	●					
Desmontaje amortiguador de vibraciones		20	●					
Desmontaje soporte frontal del motor		15	●					
Desmontaje de adaptador de cigüeñal		15	●					
Desmontaje de sello frontal del cigüeñal		20	●					
Traer herramientas	30	10	●	●				
Medición de timing		120	●					
Traer escalera	30	10	●	●				
Desmontaje de termocuplas		40	●					
Aflojar pernos de múltiple de escape		170	●					
Traer puente grúa	60	25	●	●				
Buscar eslingas	30	10	●	●				
Desmontaje de culatas y múltiples de escape		190	●					
Desmontaje de seguidores		50	●					
Desmontar soportes de compresor		20	●					
Buscar stocka		15	●	●				
Llevar parihuelas con componentes	40	15	●	●				
Desmontaje de cubierta de engranajes		80	●					
Medición de back lash y juego axial de engranajes		85	●					
Desmontaje de engranajes de distribución		75	●					
Traer soporte móvil	40	15	●	●				
Desmontaje de árbol de levas		45	●					
Desmontaje de carcasa de distribución		25	●					
Desmontaje de tapa de enfriador de aceite y soportes		60	●					
Desmontaje de enfriadores de aceite		30	●					
Desmontaje de soporte posterior		30	●					
Medición de excentricidad y planitud de volante		90	●					
Desmontaje de volante		35	●					
Medición de TIR		40	●					

Desmontaje de housing de volante y sello		120	●				
Volteo de block		70	●				
Desmontar tapones y bridas de block		40	●				
Medición de juego axial de cigüeñal y bielas		90	●				
Desmontaje de boquilla de enfriamiento del pistón		35	●				
Desmontaje de contrapesos de cigüeñal		50	●				
Desmontaje de tapas de bancada		55	●				
Desmontaje de cigüeñal		100	●				
Llevar soporte móvil	40	15	●	●			
Buscar mesa móvil		15	●	●			
Entregar componentes		40	●	●			
Llevar escalera	30	10	●	●			
Desmontaje de biela y pistón		40	●				
Volteo de block		70	●				
Medición de protusión de camisa		90	●				
Desmontaje de camisas		40	●				
Desmontaje de guías de block		55	●				
Desmontaje de tapones de block		60	●				
Desmontaje de bujes del árbol de levas		110	●				
Traslado de block a tina de lavado	65	40	●	●			
Limpieza de bahía de trabajo		25	●	●			
Llevar canastillas con componentes	40	15	●	●			
Buscar mangueras de aire		10	●	●			
Desarmado de pistones y bielas		60	●				
Marcado de códigos de metales y bielas		95	●				
Fotos de metales de biela y bancada		85	●				
Buscar caja de madera		15	●	●			
Traer insumos		15	●	●			
Buscar stocka		15	●	●			
Traer canastillas con componentes	40	15	●	●			
Evaluación de partes de motor periféricos		1030	●	●			

Llevar canastillas	30	10						
Evaluación de partes de motor long block		1030						
Evaluación de partes de motor short block		30						
Solicitud y envío a trabajos terceros de partes a recuperar		40						
Traer parihuelas para envío de partes	30	10						
Llevar partes para envío terceros	30	10						
Alistamiento de partes de motor a reutilizar		540						
Almacenaje de partes de motor reutilizar								
Traer y llevar caja para almacenaje		10						
Elaboración de listado de partes de motor		420						
Consultar información		20						
Elaboración de informes de motor		120						
Colocar las partes de motor fuera de servicio en caja		30						
Almacenaje de partes de motor fuera de servicio								
Traer y llevar caja fuera de servicio		15						
Total	1655	9610	105	31	13	5	2	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Desarrollo el Objetivo 3

3.3.1. Propuesta de solución

Se establece la acción de mejora a los desperdicios detectados en el proceso de desarmado y evaluación de motor.

Tabla n.º 3.5. Propuesta de mejora

Desperdicio o despilfarro detectado	Descripción	Acción de mejora
Espera	En el desarmado de motor es muy frecuente el uso del puente grúa, debido a que las partes del motor son muy pesados, esto implica que también las áreas de armado y componentes, por lo que en muchos casos origina la espera de 10 a 30 minutos. No hay un control adecuado que permita el uso correcto por prioridad es decir urgencias	Planificar el uso correcto del puente grúa por prioridad, para poder cumplir con los plazos pactados con el cliente.
Defectos	Existe demora durante el proceso de desarmado por parte de los técnicos, esto hace más difícil cumplir con los plazos de entregas. Existe poca experiencia por parte de los técnicos en el proceso de desarmado y manejo de información y software	Capacitar a los técnicos para que puedan usar correctamente las herramientas de información y software.
Reprocesar	Existe deficiencia en la reusabilidad de las partes del motor, esto quiere decir que hay una devolución de las partes para evaluar nuevamente. Falta de capacitación del personal técnico para los distintos motores.	Capacitar a los técnicos sobre reusabilidad de partes de motor.

Movimiento	Diversos movimientos que son innecesarios al momento de traer canastillas, bandejas, parihuelas y caja de madera. Espacio insuficiente para poder guardar las canastillas, caja de maderas lo más cerca posible del área de trabajo.	Reubicar la zona de almacenamiento cerca al área de trabajo y contar con un asistente al puesto.
Inventario	Existe un formato de inventario de las partes a reusar, el cual está incompleto. Falta de un orden adecuado para el almacenaje de partes a reusar.	Corregir el formato de partes a reusar para facilitar su ubicación y en el orden correcto.
Transporte	Los motores que envían los clientes se almacena fuera de área de trabajo y para transportar se espera demasiado el montacargas. Falta de comunicación anticipada para el uso del montacargas.	Coordinar con anticipación el uso de montacargas.
Talento humano	Deficiencia en las distintas actividades de desarmado para mejorar. Falta de capacitación del personal para la calidad y mejora continua.	Capacitar al personal técnico para el desarrollo de la calidad y mejora continua

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Plan de acción

Tabla n.º 3.6. Plan de acción

PLAN DE ACCIÓN 5W+2H						
Qué	Quién	Cuándo	Cómo	Dónde	Por qué	Costo
Planificar uso de puente grúa	Jefe de servicios	dic-16	En una reunión interna	En el área de servicios motores	Para eliminar tiempo de espera	Cero
Capacitar al personal técnico	Ingeniero de Capacitación	dic-16	Con motores y herramientas electrónicas	En el Centro de capacitación	Para eliminar defectos	Inversión se considera media
Entrenamiento del personal	Ingeniero de Capacitación	dic-16	Con motores y guías de reusabilidad	En el Centro de capacitación	Para eliminar reprocesos	Inversión se considera media
Establecer funciones del asistente al puesto	Supervisor de asistencia logística	dic-16	En una reunión interna	En el área de asistencia logística	Para eliminar movimientos innecesarios	Cero
Completar y ordenar formatos	Técnico y supervisor de desarmado	dic-16	En una reunión interna	En el área de desarmado	Para mejorar el inventario de partes	Cero
Coordinar servicios de montacarga	Supervisor de desarmado	dic-16	En una reunión interna con el supervisor	En el área de desarmado	Para eliminar espera por transporte	Cero
Capacitar al personal técnico	Ingeniero de Calidad	dic-16	Con manual de calidad y mejora continua	En el aula de reunión interna	Para aprovechar el talento humano	Cero

Fuente: Elaboración propia

A continuación se describe como se realizará la propuesta respecto plan de acción.

- **Planificar el uso de puente grúa:** Actualmente existe mucha demora en esperar la disponibilidad del puente grúa. La mejora propuesta para este caso es planificar el uso de puente grúa con las demás áreas de acuerdo a las actividades que se realizaran en el día, ya que de esta manera permitirá que los trabajos puedan ser fluidos sin un tipo de espera.
- **Capacitar, entrenar al personal:** Actualmente existe poca experiencia por parte del personal en el proceso de desarmado y evaluación, esto genera defectos y reprocesos. La mejora propuesta es realizar un programa de capacitación y/o entrenamiento al personal técnico en coordinación con los encargados del Centro de Capacitación, donde se lleven los cursos de manejo de herramientas de información y software, guías de reusabilidad y certificación en los distintos modelos de motores.

Adicional a ello capacitar al personal con el apoyo del área de calidad, en cuanto al desarrollo de la calidad y mejora continua, para aprovechar el talento humano, ya que ellos son partícipes de la mejora que se pueden presentar durante el proceso.

- **Funciones del asistente al puesto:** Actualmente no está bien definida las funciones del asistente al puesto, ya que esto genera que su disponibilidad de atención sea inadecuada. La mejora propuesta es que su jefe inmediato pueda planificar las actividades que se realizarán en el día en coordinación con el encargado del área de desarmado y evaluación ya que de esta manera existirá la disponibilidad del asistente para que el desarrollo de las actividades no sea interrumpida. Adicional a ello se tiene que reubicar una zona de almacenamiento cerca al área de desarmado y evaluación, donde se pueda contar con canastillas, parihuelas y cajas de maderas para que el asistente al puesto pueda entregar al personal técnico cuando lo requiera. Esto evitará movimientos innecesarios en el desarrollo de las actividades.
- **Formatos de partes de motor:** Existe formatos de inventario de partes a reutilizar que necesitan ser corregidos. La mejora propuesta es corregir y completar los formatos de inventario para cada modelo, así como para los distintos sistemas del motor, con la ayuda del manual virtual del fabricante. Esto permitirá que las partes almacenadas sean completos y ordenados en forma adecuada.
- **Servicios de montacargas:** Los motores que envían los clientes son almacenados fuera del área de desarmado y evaluación y para su transporte al área se requiere de montacargas, el cual demora demasiado en atender el servicio. La mejora propuesta es coordinar con anticipación las actividades que se van a realizar en cuanto a transporte de motor con el montacargas. Esto permitirá que los servicios de montacargas puedan planificar sus trabajos y llegar a la hora indicada.

La mejora propuesta permitirá eliminar estos desperdicios que no agregan valor, mejorará el proceso y se reducirá las 12 horas de tiempos muertos encontrados en el área. A continuación se muestra el diagrama de análisis del proceso propuesto, el cual se puede observar que al aplicar la propuesta se reducirá los movimientos y demoras, con ello los tiempos muertos.

Tabla n.º 3.7. Diagrama de análisis de proceso propuesto

				Operario/material/equipo				
Diagrama N°: 1		Hoja N°: 1		RESUMEN				
Objeto: MOTOR				Actividad	Actual	Prop.	Econ.	
				Actividad: DESARMADO Y EVALUACIÓN DE MOTOR				Operación
				Transporte	-	3	-	
				Espera	-	0	-	
				Inspección	-	5	-	
				Almacena	-	2	-	
Método: Actual / <u>Propuesto</u>				Distancia	-	475	-	
Lugar: Área de desarmado y evaluación				Tiempo	-	8890	-	
Operario: M.B.L N° 1				Costo	-	-	-	
				M Obra	-	-	-	
Compuesto por: C.R.R. Fecha: 08/12/16				Material	-	-	-	
Aprobado por: A.P.Z. Fecha: 09/12/16				Total	-	-	-	
DESCRIPCIÓN	d (m)	t (min)	○	⇒	□	□	▽	Observación
Realizar el AST		10						
Traslado del motor al área de lavado	350	30						
Drenaje de aceite y refrigerante		30	●					
Remoción de filtros de combustible y aceite		30	●					
Encintado de agujeros		20	●					
Lavado de motor		130	●					
Trasladar motor a la bahía de trabajo	60	35						
Desmontar respiraderos del cárter		30	●					
Desmontar ECM quantum		15	●					
Desmontar válvulas de control de combustible		15	●					
Desmontar válvula centinel		15	●					
Desmontar cabezal de los filtros de combustible		30	●					
Desmontar bomba de combustible		25	●					
Desmontar bloque de control de combustible		15	●					
Desmontar líneas de suministro de combustible		20	●					
Desmontar motor de arranque		25	●					
Desmontar arnés		15	●					

Desmontar bomba de agua y tuberías bypass	30	●					
Desmontar líneas de suministro de aceite	25	●					
Desmontar prelube	15	●					
Desmontar ECM cense	10	●					
Desmontar válvula check	10	●					
Desmontar eliminador	40	●					
Desmontar arnés	25	●					
Desmontar bloque de control de combustible	25	●					
Desmontar cárter	90	●					
Medición de back lash de bomba de aceite	20	●					
Desmontaje de bomba de aceite	40	●					
Desmontar tubo de succión	30	●					
Desmontaje de crossover	60	●					
Desmontaje de aftercooler	100	●					
Desarmado de tuberías de aftercooler	110	●					
Desmontar tuberías de bomba LTA y bracket	45	●					
Desmontaje de templador de faja	35	●					
Desmontar bomba LTA	40	●					
Desmontaje de cubierta y alternador	25	●					
Desmontaje de soportes de alternador	15	●					
Desmontaje de compresor	15	●					
Desmontar templadores auxiliar	10	●					
Desmontar polea de accesorios	20	●					
Desmontar mandos	20	●					
Desmontar bridas de escape de cama de turbos	60	●					
Desmontar cama de turbos	450	●					
Desarmar bridas de escape de cama de turbos	75	●					
Desmontaje de soportes posteriores de cama de turbo	30	●					
Desmontaje de tuberías de agua del intercooler	70	●					
Desmontaje de turbos de alta	200	●					
Desmontaje de fun clutch	55	●					
Desmontar cubo de templador	25	●					

Desmontar soporte de fun cluch	25	●					
Desmontaje de caja termostática	30	●					
Desmontaje de caja termostática auxiliar y tuberías	25	●					
Desmontaje de soporte de caja termostática auxiliar	20	●					
Desmontaje de cubierta de tapa de balancines	25	●					
Desmontaje de tapa de balancines	35	●					
Desmontar tapas de inspección de seguidores de levas	30	●					
Inspeccionar árbol de levas	180				●		
Desmontaje ensamble de balancines	60	●					
Desmontaje de varillas de empuje	30	●					
Desmontaje de crucetas	25	●					
Desmontaje de inyectores	25	●					
Desmontaje de housing de balancín y múltiples de agua	220	●					
Desmontaje de tapas de inspección	30	●					
Desmontaje de polea del cigüeñal	20	●					
Desmontaje amortiguador de vibraciones	20	●					
Desmontaje soporte frontal del motor	15	●					
Desmontaje de adaptador de cigüeñal	15	●					
Desmontaje de sello frontal del cigüeñal	20	●					
Medición de timing	120	●					
Desmontaje de termocuplas	40	●					
Aflojar pernos de múltiple de escape	170	●					
Desmontaje de culatas y múltiples de escape	190	●					
Desmontaje de seguidores	50	●					
Desmontar soportes de compresor	20	●					
Desmontaje de cubierta de engranajes	80	●					
Medición de back lash y juego axial de engranajes	85	●					
Desmontaje de engranajes de distribución	75	●					

Desmontaje de árbol de levas		45	●					
Desmontaje de carcasa de distribución		25	●					
Desmontaje de tapa de enfriador de aceite y soportes		60	●					
Desmontaje de enfriadores de aceite		30	●					
Desmontaje de soporte posterior		30	●					
Medición de excentricidad y planitud de volante		90	●					
Desmontaje de volante		35	●					
Medición de TIR		40	●					
Desmontaje de housing de volante y sello		120	●					
Volteo de block		70	●					
Desmontar tapones y bridas de block		40	●					
Medición de juego axial de cigüeñal y bielas		90	●					
Desmontaje de boquilla de enfriamiento del pistón		35	●					
Desmontaje de contrapesos de cigüeñal		50	●					
Desmontaje de tapas de bancada		55	●					
Desmontaje de cigüeñal		100	●					
Desmontaje de biela y pistón		40	●					
Volteo de block		70	●					
Medición de protusión de camisa		90	●					
Desmontaje de camisas		40	●					
Desmontaje de guías de block		55	●					
Desmontaje de tapones de block		60	●					
Desmontaje de bujes del árbol de levas		110	●					
Traslado de block a tina de lavado	65	40	●	●				
Desarmado de pistones y bielas		60	●	●				
Marcado de códigos de metales y bielas		95	●					
Fotos de metales de biela y bancada		85	●					
Evaluación de partes de motor periféricos		1030				●		
Evaluación de partes de motor long block		1030				●		

Evaluación de partes de motor short block		30						
Solicitud y envío a trabajos terceros de partes a recuperar		40						
Alistamiento de partes de motor a reutilizar		540						
Almacenaje de partes de motor a reutilizar								
Elaboración de listado de partes de motor		420						
Elaboración de informes de motor		120						
Colocar las partes de motor fuera de servicio en caja		30						
Almacenaje de partes de motor fuera de servicio								
Total	475	8890	104	3	0	5	2	

Fuente: Elaboración propia

3.4. Desarrollo el Objetivo 4

3.4.1. Análisis cuantitativo – Cálculo del beneficio económico

Tabla n.º 3.8. Tiempo actual en horas por orden de servicio (promedio primer semestre 2016)

TIEMPO	VALOR (horas)	PORCENTAJE (%)
Actual	160 h	100%
Muerto	12 h	7,5%
Neto	148 h	92,5%

Elaboración propia

Detalle de la tabla:

$$\text{Tiempo neto} = \text{Tiempo actual} - \text{Tiempo muerto}$$

$$\text{Tiempo neto} = 160\text{h} - 12\text{h}$$

$$\text{Tiempo neto} = \mathbf{148\text{h}}$$

- El beneficio proyectado al eliminar los tiempos muertos detectados.

$$\text{Tiempo requerido por OS} = 160\text{h}$$

$$\text{Total de motores al mes} = 10$$

$$\text{Tiempo requerido al mes} = 160\text{h} \times 10$$

$$\text{Tiempo requerido al mes} = \mathbf{1\ 600\ h/mes}$$

- Horas efectivas trabajadas al mes por 10 técnicos.

$$\text{Total de horas efectivas} = 22\text{días} \times 9\text{h} \times 10$$

$$\text{Total de horas efectivas} = \mathbf{1\ 980\ h/mes}$$

- Cálculo del rendimiento.

$$n = \frac{\text{Tiempo requerido al mes}}{\text{Horas efectivas trabajadas al mes}}$$

$$n = \frac{1600 \text{ h/mes}}{1980 \text{ h/mes}}$$

$$n = 80,80 \%$$

Tabla n.º 3.9. Beneficio proyectado

Tiempo disponible	(h/mes)	1 980
Utilidad*	(\$/OS)	30 000
Tiempo actual	h/OS	160
Capacidad actual	OS/mes	10
Tiempo muerto	h/OS	12
Tiempo nuevo	h/OS	148
Capacidad nueva**	OS/mes	10,8
Eficiencia	%	80,8
Mejora proyectada	\$/año	288 000
% ahorro		8

Fuente: Elaboración propia

* Valor referencial aproximado.

** Se calcula manteniendo la eficiencia actual.

Detalle de la tabla:

- Cálculo de la capacidad nueva.

$$\text{Capacidad nueva} = \frac{\text{Tiempo disponible x eficiencia}}{\text{Tiempo de proceso nuevo}}$$

$$\text{Capacidad nueva} = \frac{1\,980 \times 80,80\%}{148}$$

$$\text{Capacidad nueva} = 10,8$$

- Cálculo de la mejora proyectada.

Mejora proyectada = (capacidad nueva – capacidad actual) x Utilidad económica x 12meses

$$\text{Mejora proyectada} = (10,8 - 10) \times 30\,000 \times 12$$

$$\text{Mejora proyectada} = \$ 288\,000$$

- Porcentaje de ahorro.

$$\% \text{ ahorro} = \frac{\text{Capacidad nueva} - \text{Capacidad actual}}{\text{Capacidad actual}}$$

$$\% \text{ ahorro} = \frac{10,8 - 10}{10}$$

$$\% \text{ ahorro} = 8\%$$

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Condición inicial

Tabla n° 4.1 Tiempo actual en horas por orden de servicio

Etapas	Descripción del proceso	Tiempos (horas)
Etapa1	Lavado	5 h
Etapa 2	Desarmado	99 h
Etapa 3	Evaluación	56 h

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 4.2. Tiempo actual en horas por orden de servicio



Fuente: Elaboración propia

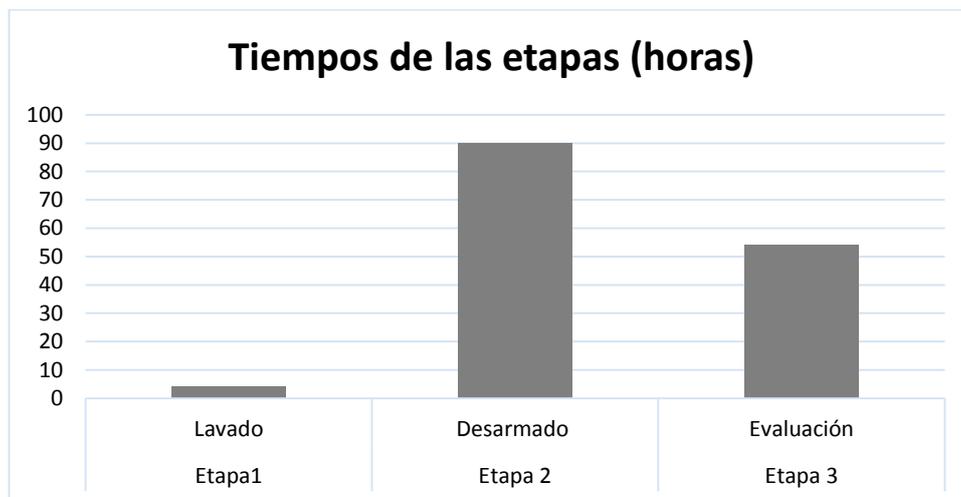
4.1.2. Resultado de la mejora

Tabla n° 4.3 Tiempo mejorado en horas por orden de servicio

Etapas	Descripción del proceso	Tiempos (horas)
Etapa1	Lavado	4 h
Etapa 2	Desarmado	90 h
Etapa 3	Evaluación	54 h

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 4.4. Tiempo mejorado en horas por orden de servicio



Fuente: Elaboración propia

4.2. CONCLUSIONES

Se concluye que al emplear la técnica de los 8 desperdicios del lean manufacturing en el proceso de desarmado y evaluación de motor Cummins de alta potencia en la empresa, se obtendrá las siguientes conclusiones:

- Se logró identificar las etapas críticas del desarmado y evaluación de motor, obteniendo los tiempos empleados en cada etapa que son: lavado 5 horas (3%), desarmado 99 horas (62%) y evaluación 56 horas (35%), siendo estas dos últimas donde se emplea mayor tiempo. Adicional a ello se identificaron los tiempos muertos en horas en el proceso que son 12 horas que representa el 7,5% del total de horas empleadas.
- Se logró identificar los desperdicios y las causas en el proceso de desarmado y evaluación, para luego brindar propuestas de solución y eliminar estos desperdicios que no agregan valor al servicio. Estos desperdicios identificados son: espera, defectos, reprocesar, movimiento, inventario, transporte y no aprovechar el talento humano.
- Se realizó propuestas de mejora para la empresa como: planificar el uso de puente grúa, capacitar al personal técnico, establecer funciones del asistente al puesto, completar formatos y coordinar servicios de montacargas, con la finalidad de eliminar los desperdicios encontrados en el proceso que no agregan valor al servicio, ya que estos desperdicios consumen 12 horas que representa el 7,5% del tiempo total aplicado en cada orden de servicio.
- Se logró calcular el beneficio económico al reducir los tiempos muertos, esto genera una mejora proyectada de \$ 288 000 al año, que representa un ahorro económico del 8% que beneficiaría de manera significativa tanto para la empresa como para el personal.

4.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al personal técnico el compromiso que debe mostrar para poder brindar aportes de mejora que les permita ser más eficientes y así evitar el consumo de tiempos muertos que generan retrasos en el trabajo que se realiza.
- Se recomienda estar pendiente de nuevas mejoras que se pueden presentar en las actividades y ser partícipe de las mejoras para contribuir en la satisfacción del cliente. Esto acompañado de una buena planificación para el desarrollo eficiente de los procesos.
- Se recomienda capacitar al personal técnico para desarrollar el potencial de sus habilidades y así dar un gran aporte para la mejora de los procesos. Esto ayudaría a reducir retrasos y tiempos muertos.
- Se recomienda aplicar herramientas o técnicas para mejorar los procesos y eliminar los tiempos muertos ya que esto trae beneficios económicos para la empresa y sus colaboradores.

REFERENCIAS

- Claudio, P. (2011). <http://tesis.pucp.edu.pe/>. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/947/CLAUDIO_LOAYZA_
PEDRO_MEJORA_PROCESOS_TALLER_MECANICO.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/:http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/947/CLAUDIO_LOAYZA_PEDRO_MEJORA_PROCESOS_TALLER_MECANICO.pdf?sequence=1)
- Falcón, O., Petersson, M., Benavides, S., & Sarmenteros, I. (2016). Los métodos cuantitativos en la mejora de los procesos del catering. *Scielo*, 70-77.
- Gómez, F. (1998). *Tecnología del Mantenimiento industrial*. Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Madrid.
- Lara, J. (2002). La gestión de la calidad en los servicios. *Redalyc*.
- Lee J., Larry P., & Manoj K. (2013). *Administración de Operaciones - Procesos y Cadena de Suministro*. Atlacomulco, México: Person Educación.
- Moliner, C. (2001). Calidad de Servicio y Satisfacción del cliente. *Redalyc*, 233-235.
- Pico, G. (2006). <http://redalyc.org/>. Obtenido de [http://redalyc.org/:
http://redalyc.org/articulo.oa?id=36412216](http://redalyc.org/:http://redalyc.org/articulo.oa?id=36412216)
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Descripción del proceso de desarmado y evaluación de motor	77
Anexo n.º 2. Descripción de los tiempos muertos en horas registrados en las actividades	81

Anexo n.º 1. Descripción del proceso de desarmado y evaluación de motor

ETAPA	ACTIVIDAD	DETALLES DE ACTIVIDAD	TIEMPOS	
			MINUTOS	HORAS
LAVADO	1 LAV	Traslado del motor al área de lavado	65	5 h
		Drenaje de aceite	15	
		Drenaje de refrigerante	15	
		Remoción de filtros de combustible	15	
		Remoción de filtros de refrigerante	15	
		Encintado de agujeros	20	
		Lavar motor	155	
PERIFÉRICOS	1 DES	Trasladar motor a bahía de desarmado	95	99 h
		Desmontar respiraderos del cárter	55	
		Desmontar ECM quantum	15	
		Desmontar válvulas de control de combustible	15	
		Desmontar válvula centinel	15	
		Desmontar cabezal de los filtros de combustible	30	
		Desmontar bomba de combustible	25	
		Desmontar bloque de control de combustible	15	
		Desmontar líneas de suministro de combustible	20	
		Desmontar motor de arranque	25	
		Desmontar arnés	15	
	2 DES	Desmontar bomba de agua y tuberías bypass	30	
		Desmontar líneas de suministro de aceite	25	
		Desmontar prelupe	15	
		Desmontar ECM cense	10	
		Desmontar válvula check	10	
		Desmontar eliminator	65	
		Desmontar arnés	25	
	3 DES	Desmontar bloque de control de combustible	25	
		Desmontar cárter	120	
		Medición de back lash de bomba de aceite	45	
		Desmontaje de bomba de aceite	65	
	4 DES	Desmontar tubo de succión	30	
		Desmontaje de crossower	85	
		Desmontaje de aftercooler	100	
		Desarmado de tuberías de aftercooler	110	

LONG BLOCK	5 DES	Desmontar tuberías de bomba LTA y bracket	45
		Desmontaje de templador de faja	35
		Desmontar bomba LTA	40
		Desmontaje de cubierta y alternador	25
		Desmontaje de soportes de alternador	15
		Desmontaje de compresor	15
		Desmontar templadores auxiliar	10
		Desmontar polea de accesorios	20
		Desmontar mandos	20
	6 DES	Desmontar bridas de escape de cama de turbos	70
		Desmontar cama de turbos	450
		Desarmar bridas de escape de cama de turbos	75
	7 DES	Desmontaje de soportes posteriores de cama de turbo	30
		Desmontaje de tuberías de suministro de agua del intercooler	70
		Desmontaje de turbos de alta	200
		Desmontaje de fun clutch	55
		Desmontar cubo de templador	25
		Desmontar soporte de fun clutch	25
		Desmontaje de caja termostática	30
		Desmontaje de caja termostática auxiliar y tuberías	55
	Desmontaje de soporte de caja termostática auxiliar	35	
	8 DES	Desmontaje de cubierta de tapa de balancines	50
		Desmontaje de tapa de balancines	35
		Desmontaje de tapas de inspección de seguidores de levas	30
		Inspeccionar árbol de levas	180
		Desmontaje ensamble de balancines	60
		Desmontaje de varillas de empuje	30
		Desmontaje de crucetas	25
Desmontaje de inyectores		25	
Desmontaje de housing de balancín y múltiples de agua		220	
Desmontaje de tapas de inspección		30	
9 DES		Desmontaje de polea del cigüeñal	20
	Desmontaje amortiguador de vibraciones	20	
	Desmontaje soporte frontal del motor	15	
	Desmontaje de adaptador de cigüeñal	15	
	Desmontaje de sello frontal del cigüeñal	20	

SHORT BLOCK	10 DES	Medición de timing	130
		Desmontaje de termocuplas	40
		Aflojar pernos de múltiple de escape	170
		Desmontaje de culatas y múltiples de escape	235
		Desmontaje de seguidores	50
	11 DES	Desmontar soportes de compresor	20
		Desmontaje de cubierta de engranajes	110
		Medición de back lash y juego axial de engranajes	85
		Desmontaje de engranajes de distribución	105
		Desmontaje de árbol de levas	60
		Desmontaje de carcasa de distribución	25
	12 DES	Desmontaje de tapa de enfriador de aceite y soportes	60
		Desmontaje de enfriadores de aceite	70
		Desmontaje de soporte posterior	65
	13 DES	Medición de excentricidad y planitud de volante	90
		Desmontaje de volante	35
		Medición de TIR	40
		Desmontaje de housing de volante y sello	135
	14 DES	Volteo de block	70
		Desmontar tapones y bridas laterales de block	40
Medición de juego axial de cigüeñal y bielas		90	
Desmontaje de boquilla de enfriamiento del pistón		35	
Desmontaje de contrapesos de cigüeñal		50	
Desmontaje de tapas de bancada		65	
Desmontaje de cigüeñal		100	
Desmontaje de unidades biela y pistón		40	
15 DES	Volteo de block	70	
	Medición de protusión de camisa	90	
	Desmontaje de camisas	40	
	Desmontaje de guías de block	55	
	Desmontaje de tapones de block	60	
	Desmontaje de bujes del árbol de levas	110	
	Traslado de block a tina de lavado	40	
16 DES	Desarmado de pistones y bielas	60	
	Marcado de códigos de metales y bielas	95	
	Fotos de metales de biela y bancada	100	

EVALUACIÓN	1 EVA	Evaluación de partes de motor periféricos	1075	56 h
		Evaluación de partes de motor long block	1030	
		Evaluación de partes de motor short block	40	
		Solicitud y envío a trabajos terceros de partes a recuperar	60	
		Almacenaje de partes de motor a reutilizar	550	
	2 EVA	Elaboración de listado de partes de motor	440	
		Elaboración de informes de motor	120	
		Almacenaje de partes de motor fuera de servicio	45	

Fuente: Elaboración propia

Anexo n.º 2. Descripción de los tiempos muertos en horas registrados en las actividades

DETALLE POR ORDEN DE SERVICIO				
Etapa	Actividad	DETALLE DEL DESPERDICIO	Tiempo (min.)	Tiempo total (horas)
Lavado	Traslado del motor al área de lavado	Espera de montacarga	35	1 h
	Lavar motor	Traer insumos	15	
	Lavar motor	Traer y llevar escalera grande	10	
Desarmado (Periféricos)	Trasladar motor a bahía de desarmado	Traer herramienta H de izaje	15	4,5 h
	Trasladar motor a bahía de desarmado	Buscar eslingas	15	
	Trasladar motor a bahía de desarmado	Traer soportes de motor	15	
	Trasladar motor a bahía de desarmado	Llevar herramienta H de izaje	15	
	Desmontaje de periféricos	Traer canastillas	15	
	Desmontaje de periféricos	Traer parihuelas	10	
	Desmontaje de periféricos	Traer puente grúa	25	
	Desmontaje de periféricos	Traer herramienta H de izaje	15	
	Desmontaje de periféricos	Llevar herramienta H de izaje	15	
	Desmontaje de periféricos	Consultar información	25	
	Desmontaje de periféricos	Traer herramientas especiales	10	
	Desmontaje de periféricos	Buscar elevadora hidráulica	15	
	Desmontaje de periféricos	Limpieza de bahía de trabajo	25	
	Desmontaje de periféricos	Traer y llevar escalera grande	10	
	Desmontaje de periféricos	Buscar stocka	15	
	Desmontaje de periféricos	Llevar parihuelas con componentes	15	
	Desmontaje de periféricos	Llevar canastillas con componentes	15	
Desarmado (Short block y long block)	Desmontaje de long block y short block	Traer canastillas	15	4,5 h
	Desmontaje de long block y short block	Traer parihuelas	10	
	Desmontaje de long block y short block	Traer herramientas	10	
	Desmontaje de long block y short block	Traer escalera	10	
	Desmontaje de long block y short block	Traer puente grúa	25	
	Desmontaje de long block y short block	Buscar eslingas	10	
	Desmontaje de long block y short block	Buscar stocka	15	
	Desmontaje de long block y short block	Llevar parihuelas con componentes	15	
	Desmontaje de long block y short block	Traer soporte móvil	15	
	Desmontaje de long block y short block	Llevar soporte móvil	15	
	Desmontaje de long block y short block	Buscar mesa móvil	15	
	Desmontaje de long block y short block	Entregar componentes	40	
	Desmontaje de long block y short block	Llevar escalera	10	
	Desmontaje de long block y short block	Limpieza de bahía de trabajo	25	
	Desmontaje de long block y short block	Llevar canastillas con componentes	15	
	Desmontaje de long block y short block	Buscar mangueras de aire	10	
	Desmontaje de long block y short block	Buscar caja de madera	15	
Evaluación	Evaluación de partes de motor	Traer insumos	15	2 h
	Evaluación de partes de motor	Buscar stocka	15	
	Evaluación de partes de motor	Traer canastillas con componentes	15	
	Evaluación de partes de motor	Llevar canastillas	10	
	Evaluación de partes de motor	Traer parihuelas para envío de partes	10	
	Evaluación de partes de motor	Llevar partes para envío terceros	10	
	Evaluación de partes de motor	Traer y llevar caja para almacenaje	10	
	Evaluación de partes de motor	Consultar información	20	
	Evaluación de partes de motor	Traer y llevar caja fuera de servicio	15	
TOTAL				12 h

Fuente: Elaboración propia