

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE MEJORA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOCICLETA YAMAHA
FZ16 UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE OPERACIONES.**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumnos:

Francisco Javier Ignacio Inostroza González

Lucas Alfredo Moreno Toro

Profesor Guía:

Ing. Andrés Aránguiz Garrido

2018

RESUMEN.

Keywords: mantenimiento, motocicleta, SMED, 5s.

La presencia de elementos innecesarios, fuentes de suciedad y desorden en el lugar de trabajo, es una constante que se puede apreciar en procedimientos tanto industriales, mecánicos o cualquiera que requiera la realización de varias tareas para su cumplimiento exitoso. Estos factores indeseables, representan un aumento de los tiempos muertos y por consiguiente los tiempos totales de mantenimiento y reparación. El presente trabajo de título tiene como objetivo la creación de un plan de mantenimiento para una motocicleta Yamaha modelo FZ16 a través de dos metodologías, SMED y 5s, de manera que permitan solucionar los problemas asociados con la presencia de desorden, tiempos muertos y la falta de estandarización necesaria en los procesos. Para el cumplimiento de este objetivo, se empezó por identificar mediante inspecciones el estado en el que se encontraba la motocicleta, esto por medio de la revisión de sus componentes, revisando el catálogo existente para la selección y definición de tareas de mantenimiento. Una vez definidas estas tareas, se efectuaron los procedimientos mientras eran grabados con una cámara GoPro modelo Hero sesión 5, para tener un registro audio visual que permitiera una posterior revisión, esto con el fin de la identificación de los factores a corregir, los que generan suciedad, propiciarán el desorden y que en definitiva ocasionarán un aumento en los tiempos muertos de mantenimiento. Se efectuaron 3 rondas de videos de procesos de mantenimiento, una vez terminada cada una, se realizó la revisión y el análisis para la corrección de los factores indeseables.

Terminadas las 3 rondas de videos se concluyó que la estandarización, la limpieza y el orden en el lugar de trabajo son fundamentales para un mejor y más eficiente trabajo esto, puesto que una vez finalizadas las aplicaciones de las metodologías en cuestión se redujeron en un 60% los tiempos efectivos de mantenimiento y se corrigieron las circunstancias que gestaban desorden.

Apoyado con estos resultados se definió un plan de mantenimiento que implique una mayor disponibilidad del activo, este plan está basado en la prefactibilidad técnica y económica del proyecto planteado.

INDICE

RESUMEN.

SIGLAS.

SIMBOLOGÍAS.

INTRODUCCIÓN.	1
OBJETIVO GENERAL.	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	3
CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	5
1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	7
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN.	7
1.1.1. Mantenimiento.	7
1.1.2. Mejora continua.	7
1.2. MOTOCICLETA.	7
1.2.1. Yamaha.	8
1.3. MOTOCICLETA POR ANALIZAR.	9
1.3.1. Yamaha FZ16.	9
1.4. MARCO GENERAL.	10
1.5. PROBLEMÁTICA.	11
1.5.1. Fuga de aceite en la suspensión delantera.	11
1.5.2. Freno trasero.	12
1.5.2.1. Desgaste de balatas de freno trasero.	12
1.5.2.2. Cristalización de balatas.	13
1.5.2.3. Mal frenado.	13
1.5.3. Neumático trasero perforado.	14
1.5.4. Manubrio torcido.	14

1.5.5.	Cadena.	15
1.5.5.1.	Cadena destensada.	15
1.5.5.2.	Mala lubricación de la cadena de transmisión.	15
1.5.6.	Aceite de motor.	16
1.5.7.	Freno delantero.	16
1.5.8.	Filtro de aire.	17
1.5.9.	Bujía.	18

1.6. DEFINICIÓN DE ACCIONES Y TAREAS DE MANTENIMIENTO A REALIZAR. 18

1.6.1.	Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera.	18
1.6.2.	Freno trasero.	19
1.6.2.1.	Cambio de balatas.	19
1.6.2.2.	Limpieza de balatas.	19
1.6.2.3.	Mal frenado.	20
1.6.3.	Parchar neumático trasero.	20
1.6.4.	Centrar manubrio.	20
1.6.5.	Cadena.	20
1.6.5.1.	Tensado de cadena.	20
1.6.5.2.	Lubricación de cadena de transmisión.	20
1.6.6.	Análisis de aceite de motor.	21
1.6.7.	Sangrado de freno delantero.	23
1.6.8.	Cambio y limpieza de filtro de aire.	23
1.6.9.	Cambio de bujía.	23

CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS Y PROPUESTAS DE MEJORA. 25

2.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS Y PROPUESTAS DE MEJORA.	27
2.1.	CONTEXTUALIZACIÓN.	27
2.2.	METODOLOGÍA SMED	27
2.2.1.	Antecedentes SMED.	28
2.2.2.	SMED como herramienta para reducir los tiempos de reparación.	28
2.3.	METODOLOGÍA 5S	28
•	SEIRI –Organización.	29
•	SEITON- Orden.	29
•	SEISO – Limpieza.	29
•	SEIKETSU – Estandarización.	29

•	SHITSUKE - Disciplina y hábito.	29
2.3.1.	Beneficios de las 5S.	30
2.4.	PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.	30
2.4.1.	Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera.	30
2.4.2.	Cambio y limpieza de balatas.	33
2.4.3.	Parchar neumático trasero.	35
2.4.4.	Centrar manubrio.	36
2.4.5.	Tensado y lubricación de cadena.	36
2.4.6.	Cambio de aceite de motor.	38
2.4.7.	Sangrado de freno delantero.	41
2.4.8.	Cambio y limpieza de filtro de aire.	41
2.4.9.	Cambio de bujía.	45
2.5.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS SMED Y 5S	46
2.5.1.	Metodología SMED.	46
2.5.1.1.	Primera ronda.	46
2.5.1.2.	Segunda ronda	52
2.5.1.3.	Tercera ronda	55
2.5.2.	Metodología 5s.	57
2.5.2.1.	Aplicación de metodología primera s.	57
2.5.2.2.	Aplicación de metodología segunda s:	58
2.5.2.3.	Aplicación de metodología tercera s:	59
2.5.2.4.	Aplicación de metodología cuarta s:	60
2.5.2.5.	Aplicación de metodología quinta s:	60
CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD.		63
3.	DEFINICIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD.	65
3.1.	CONTEXTUALIZACIÓN.	65
3.1.1.	Plan de mantenimiento:	65
3.1.2.	Disponibilidad.	65
3.1.3.	Prefactibilidad.	65
3.2.	PLAN DE MANTENIMIENTO DEFINIDO.	66
3.2.1.	Plan de mantenimiento por kilometraje.	66
3.2.2.	Plan de mantenimiento por tiempo.	67

3.3. PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO.	68
3.3.1. Prefactibilidad económica del proyecto.	68
3.3.2. Prefactibilidad técnica del proyecto.	74
CONCLUSIONES.	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS.	83
ANEXO A: ANÁLISIS DE ACEITE REALIZADO EN LA EMPRESA MOBIL.	85
ANEXO B: PASO A PASO PARA LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEFINIDAS.	89

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1-1. Logo de Yamaha.	9
Figura 1-2. Motocicleta FZ16.	10
Figura 1-3. Horquilla de motocicleta FZ16.	11
Figura 1-4. Freno trasero de motocicleta FZ16.....	12
Figura 1-5. Balatas de motocicleta FZ16.	13
Figura 1-6 Neumático motocicleta FZ16.	14
Figura 1-7. Manubrio motocicleta FZ16.....	15
Figura 1-8. Partes de una cadena.	16
Figura 1-9. Freno delantero de motocicleta FZ16.....	17
Figura 1-10. Retén de telescópica FZ16.	19
Figura 1-11. Bomba vampiro.	22
Figura 1-12. Informe de análisis de aceite.	22
Figura 1-13. Bujía FZ16.....	24
Figura 2-1. Telescópicas de motocicleta FZ16.	32
Figura 2-2. Telescópicas de motocicleta FZ16.	32
Figura 2-3. Tornillo de tope de motocicleta FZ16.	33
Figura 2-4. Despiece de telescópica de motocicleta FZ16.....	33
Figura 2-5. Despiece de parte rueda trasera de motocicleta FZ16.....	35
Figura 2-6. Manubrio motocicleta FZ16.....	36
Figura 2-7. Partes de una cadena.	37
Figura 2-8. Lubricante de cadena Repsol.....	38
Figura 2-9. Carter FZ16.	39
Figura 2-10. Tapón nuevo del Carter.	40
Figura 2-11. Llenado de aceite.....	40
Figura 2-12. Ranura de desprendimiento de asiento.....	42
Figura 2-13. Motocicleta FZ16.	43
Figura 2-14. Despiece soporte de filtro de aire.	43
Figura 2-15. Compresor Bauker.....	44
Figura 2-16. Ranura de tornillo.....	45
Figura 2-17. Cámara GoPro.	47
Figura 2-18. Bodega - taller	47
Figura 2-19. Caja de herramientas.	48
Figura 2-20. Bodega – taller.	51
Figura 2-21. Herramientas marcadas.	52
Figura 2-22. Objetos removidos.....	58

Figura 2-23. Herramientas del taller. 59

Figura 2-24. Limpieza de taller. 60

Figura 3-1. Tipos de motos más vendidas.....69

Figura 3-2. Comparación de reducción de tiempos de mantenimiento.....75

Figura 3-3. Comparación de reducción de costos de mantenimiento. 76

Figura A-3-4.Viscosímetro. 85

Figura A-3-5. Plancha de presencia de agua. 86

Figura A-3-6. Seta Flash. 86

Figura A-3-7. RDE-Spectroil Q100. 87

Figura A-3-8. ICP. 88

Figura A-3-9. Liquid Autosampler. 88

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3-1. Plan de mantenimiento según kilometraje.....66

Tabla 3-2. Plan de mantenimiento según tiempo.....67

Tabla 3-3. Las motos más vendidas. 70

Tabla 3-4. Cotización Yamaha.....71

Tabla 3-5. Mantenimiento cada 3 meses.....72

Tabla 3-6. Cotización técnicos del proyecto. 73

Tabla 3-7. Mantenimiento por meses.....74

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS.

SIGLAS.

SMED= Single-Minute Exchange of Die.

DC CDI=Capacitor Discharge Ignition.

ABS=Antiblockiersystem.

JIT= Just inTime.

ICP= Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente.

SIMBOLOGÍAS.

[m]= metros

[km]=kilómetros

[min]= minuto.

[mm]= milímetro.

[cc]= centímetros cúbicos.

[l]= Litro.

[cm³]= centímetros cúbicos.

INTRODUCCIÓN.

El poseer un vehículo motorizado se ha vuelto indispensable para la sociedad actual puesto que representa comodidad y autonomía a la hora de transportarse de un lugar a otro. En este ámbito la “Motocicleta” o “moto” así comúnmente llamada, ha tomado un lugar preponderante a la hora de decidir qué tipo de vehículo adquirir para movilizarse; anteriormente las personas no las utilizaban o compraban porque eran muy peligrosas, ya que no contaban con la seguridad y la tecnología que hay actualmente. Ahora las motocicletas se adaptan a tu estilo de vida, es decir, existen distintos tipos de motos de acuerdo con tu entorno.

El cuidar y realizar un correcto mantenimiento a la motocicleta también implica cuidar la propia integridad del usuario, ya que, cualquier fallo inesperado representa una repercusión directa en la integridad física del usuario, es por eso que mantener la motocicleta en un estado adecuado adquiere tal importancia.

El mantenimiento es el conjunto de acciones oportunas de planificación, programación, ejecución, supervisión y control, continuo y permanente dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de un activo. Para poder garantizar la disponibilidad operacional del activo, el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente a través de planes que contengan fines, metas y objetivos precisos y claramente definidos.

En este caso se tiene como objeto de estudio una motocicleta Yamaha Fz16, con la cual se quiere lograr el desarrollar una propuesta para la mejora en el plan de mantenimiento existente por catálogo, esto mediante herramientas de gestión de operaciones, para así poder reducir los tiempos efectivos de mantenimiento y gestionar un plan de mejora continua del mantenimiento realizado.

La gestión de operaciones es la administración de los recursos productivos de la organización con la finalidad de generar una planificación, organización, control y mejora de los sistemas que producen bienes y servicios.

Para realizar el mantenimiento a la motocicleta se tiene que tener el catálogo y conocimientos técnicos propios de la motocicleta, también el hecho de tener un taller ordenado que facilite un correcto mantenimiento será el principal reto por asumir; Para realizar tal tarea se implementarán dos herramientas de gestión de operaciones las cuales serán la metodología SMED y 5s.

OBJETIVO GENERAL.

Crear un plan de mantenimiento en una motocicleta Yamaha FZ16 a través de distintas metodologías para una mayor disponibilidad del activo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar mediante inspección el estado actual de motocicleta Yamaha FZ16 mediante revisión de los componentes que ésta posee, revisando catálogo para la selección y definición de tareas de mantenimiento.

Efectuar procedimientos para la realización de tareas de mantenimiento mediante metodología SMED y 5s para reducción de tiempos efectivos de reparación y mantenimiento.

Definir un plan de mantenimiento basado en los resultados de las tareas de mantenimiento realizadas para la evaluación de la prefactibilidad técnica y económica del proyecto.

CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN.

1.1.1. Mantenimiento.

El mantenimiento se define como aquellas acciones que tienen como objetivo la preservación de un activo para cumplir una función requerida y a la vez poder alargar la vida útil de este. Se pueden encontrar 4 tipos de mantenimientos, en los que encontramos Reactivo o Correctivo, Preventivo, Predictivo y Proactivo.

1.1.2. Mejora continua.

El proceso de mejora continua pretende mejorar productos, servicios y procesos a través de una revisión de forma continua de las operaciones de los distintos procesos productivos, con el fin de poder disminuir y racionalizar costos que pueden ser tanto de operación como de mantenimiento, detectar problemas, entre otros factores que nos permiten la optimización. Generalmente se le asocia a la mejora continua con metodologías que se enfocan al proceso, proporcionando una visión continua, medición y retroalimentación en el rendimiento del proceso.

1.2. MOTOCICLETA.

Un estadounidense llamado Sylvester Howard Roper invento la que se le podría llamar la primera motocicleta en 1867, la cual estaba compuesta por un motor de cilindros a vapor mediante un accionamiento por carbón. Esta se consideró como la primera motocicleta hasta que Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler construyeron una motocicleta con cuadro y de cuatro ruedas en 1885, la cual tenía la gran diferencia de tener un motor de combustión interna con 0,5 caballos de fuerza y que alcanzaba los 18km/h.

Una motocicleta, más conocida en el lenguaje vulgar como “moto” es un vehículo motorizado de dos ruedas, el cual cumple el objetivo de trasladar al o los ocupantes de un lugar a otro. Normalmente la transmisión de potencia se le transfiere a la rueda trasera, pero también hay casos en que la potencia es transmitida al delantero o incluso en algunos casos a ambas. Hay varios parámetros para la clasificación general de motos, por ejemplo: la cilindrada de las motocicletas fluctúan entre los 50 cm³ hasta los 2294 cm³, hay motos de 2 tiempos y 4 tiempos, tipos de

refrigeración existentes, si son carburadas o inyectadas, entre otros. Actualmente se cuenta con una amplia cantidad de modelos, siendo los siguientes tipos de motocicletas los más comunes:

- Scooters
- Maxi Scooters
- Custom
- Racing
- Trail
- Chopper
- Motocross
- Motos GT-Custom
- Naked

Este último es el tipo de motocicleta mencionada será el modelo a dirigirse, ya que es el tipo de moto con el cual se cuenta y al cual se enfocará este trabajo, cabe resaltar que es la motocicleta con mejor venta por debajo de los 200cc según los datos otorgados por ANIM.

Naked, que proviene de la palabra en español “desnudo” por su principal característica que es llevar el motor al aire, no cubierto con un carenado y dejando la parte mecánica de la moto al descubierto, como el caso de las deportivas. Otra principal característica es su cómoda posición manillar ancho, dimensiones compactas y un asiento a la altura de todas las tallas de usuarios, además de muy manejables, moto cómoda para ciudad y perfectamente apta para circular por grandes carreteras y recorrer largas distancias.

Las motocicletas Naked se han puesto muy de moda en los últimos tiempos y esto ha traído una gran alza en la demanda que gran parte de las marcas como Aprilia, Ducati, KTM, Honda, Kawasaki, BMW, Suzuki, entre otras, como Yamaha también, que es la marca que nos convoca.

1.2.1. Yamaha.

Yamaha Motors Company es una empresa japonesa privada parte de Yamaha Corporation, la cual está especializada en quads, motocicletas, motonieves, motores fuera de borda, motos de agua y motores de vehículos.

La misión de la empresa Yamaha es crear Kando, Kando es una palabra japonesa la cual representa sentimientos de emoción y satisfacción. Kando es alegría, una profunda alegría que nos inspira asumir cada reto. Entendemos que nuestro futuro está en la sonrisa de cada cliente.

La visión de esta empresa es creer mucho en la innovación habilidad que tiene los empleados de dicha empresa para afrontar los desafíos a los que se ven obligados a superar, para complacer al cliente y de crear nuevos campos de negocio.

Uno de los modelos de motocicletas contemplados en catálogo de Yamaha es la “Yamaha FZ16” que será el modelo por estudiar.



Fuente: <http://www.yamahamotos.cl/>

Figura 1-1. Logo de Yamaha.

1.3. MOTOCICLETA POR ANALIZAR.

A continuación, se presentará la motocicleta a analizar para en una primera instancia conocer los componentes que pueden poseer alguna especie de falla, para así posteriormente poder asignarles tareas de mantenimiento específicas a cada uno de los componentes o elementos visualizado con fallas.

1.3.1. Yamaha FZ16.

La Yamaha FZ16 y FZ16-S son motocicletas que como se sabe, son fabricadas por la empresa Yamaha Motors Company basándose en un modelo Naked. Es una moto de 4 tiempos con una capacidad de 153 cm³, cuenta con 5 velocidades, el suministro de combustible es a través de carburador, refrigerada por aire, embrague húmedo de múltiples discos, y con un encendido tanto de patada como eléctrico DC CDI.



Fuente: Imagen propia, motocicleta FZ16.

Figura 1-2. Motocicleta FZ16.

1.4. MARCO GENERAL.

Como toda maquinaria o equipo, la motocicleta a analizar cuenta con un manual de usuario, en el que se encuentra despiece, mantenimientos generales, recomendaciones, entre otros puntos importantes dados por el fabricante. Los mantenimientos dados por el fabricante son únicamente basados en estudios dentro de parámetros de operación óptimos, los cuales en la mayoría de las ocasiones están muy alejados de los parámetros de operaciones verdaderos que tiene la motocicleta, tanto por el tiempo de operación, factores climáticos, lugares por los que la motocicleta circula, ocupantes transportados por la motocicleta, entre otros. Lo que podría producir un desgaste anticipado según de algunos elementos, lo que haría variar el tiempo de mantenimiento dado por el fabricante en relación con el mantenimiento verdadero que la moto necesitaría bajo los parámetros de operación que le da el o los usuarios.

La motocicleta es utilizada a diario, con un recorrido de aproximadamente 60 km por día, recorriendo mayoritariamente terrenos urbanizados. Además de esto la motocicleta también circula por baches, calles de tierra, etc. en ocasiones la motocicleta traslada a 2 personas por lo que el esfuerzo que realiza la motocicleta normalmente será aún mayor.

La mantención que se le realiza a la motocicleta en cuestión es mínima, y siendo un mantenimiento Correctivo el que se le aplica en la mayoría de las veces a los componentes.

1.5. PROBLEMÁTICA.

Mediante inspecciones superficiales y experiencia de operadores se observaron una serie de problemas visuales que a corto plazo quizás no produzcan una falla catastrófica, pero probablemente a lo largo del tiempo si ocurra. Siendo algunos de estos elementos críticos por lo cual se le realizará un mantenimiento preventivo. Se visualizaron distintos tipos de síntomas de fallas los cuales son:

1.5.1. Fuga de aceite en la suspensión delantera.

La fuga de aceite se visualizó en la parte delantera de la motocicleta, específicamente en la telescópica izquierda, las telescópicas son las encargadas de amortiguar, dar seguridad y una mayor comodidad a él o los ocupantes de la motocicleta. Con el transcurso del tiempo y a raíz de la constante pérdida de aceite, llegará a un punto en el que el aceite no será el suficientemente necesario para producir el amortiguamiento, lo que le dará todo el trabajo de amortiguar a una sola telescópica, ocurriendo en la otra el siempre evitable contacto metal-metal.

Si esto sucediera tendríamos un grave problema, ya que este contacto produciría un desgaste, además de partículas del mismo material las cuales agravaría el problema aún más. Esto nos podría llevar a un desgaste abrasivo dentro del cilindro, lo que nos podría resultar como consecuencia producir una mayor pérdida de aceite como la pérdida total del cilindro.



Fuente: Imagen propia, horquilla de motocicleta FZ16.

Figura 1-3. Horquilla de motocicleta FZ16.

1.5.2. Freno trasero.

El freno trasero de la motocicleta FZ16 es un freno de campana o también llamado freno de tambor, el cual ocasiona el frenado a través de la fricción que se genera entre la balata y el tambor de la rueda trasera. La desventaja fundamental de este tipo de freno es que, al aplicar una gran fuerza para efectuar un frenado de emergencia, este se frena trabando la rueda trasera y pudiendo así generar posteriormente un posible accidente.



Fuente: Imagen propia, freno trasero de motocicleta FZ16.

Figura 1-4. Freno trasero de motocicleta FZ16.

1.5.2.1. Desgaste de balatas de freno trasero.

Por efecto del constante y brusco frenado debido a su uso diario. Los frenos se desgastan de manera agresiva, en ocasiones generando un desgaste irregular. Al no percatarse a tiempo del excesivo desgaste de las balatas podría producirse un roce metal-metal entre las zapatas y el tambor, lo que dañaría el tambor, el tambor tiene un rango de desgaste para poder rectificarlo, el que, si es superado, vuelve el daño irreversible.



Fuente: Imagen propia, balatas de motocicleta FZ16.

Figura 1-5. Balatas de motocicleta FZ16.

1.5.2.2. Cristalización de balatas.

Al momento de frenar los tambores están expuestos a altas temperaturas, causando que la superficie de la balata que hace contacto con el tambor se comience a endurecer, aumentando el tiempo y distancia de frenado de la motocicleta, lo que es muy peligroso, especialmente en condiciones de lluvia o frenados de emergencia, además de generar un molesto ruido al aplicar el frenado.

1.5.2.3. Mal frenado.

Además de la cristalización y el excesivo ruido es una falla que a diferencia de las demás, esta se ubicó estando la motocicleta en funcionamiento. El mal frenado es causa del desgaste de balatas en la parte trasera de la motocicleta, al generarse este desgaste la varilla de freno, que es una varilla cuya función mecánica es ser la conexión entre el pedal de freno y el tambor de freno, esta varilla es regulable, por lo que al ir teniendo un desgaste en las balatas esta se puede regular para que siga cumpliendo su función. Al estar la balata muy desgastada y la varilla regulada al máximo, hace que la balata tope con el tambor incluso estando sin pisar el freno, por lo que se recomienda no esperar hasta que la balata este completamente gastada para hacer el cambio ya que pierde sus funciones, para evitar esto debemos hacer una inspección y una mantención cada aproximadamente una semana.

1.5.3. Neumático trasero perforado.

Se visualizó el neumático y se encontró que este tenía un clavo que lo atravesaba. Por el hecho que el neumático tiene el clavo en la perforación, este no pierde aire, lo cual, si no se hubiera notado visualmente, difícilmente se note al estar en uso. Esto es muy peligroso ya que no se sabe hace cuanto está este ahí, lo que podría haber terminado en un accidente si el clavo hubiese salido de la perforación estando la motocicleta en uso.



Fuente: Imagen propia, neumático motocicleta FZ16.

Figura 1-6 Neumático motocicleta FZ16.

1.5.4. Manubrio torcido.

Esto ocurrió debido a una caída sufrida en la motocicleta. Al tomar mal una curva, se perdió el equilibrio e impacta la parte lateral derecha de la motocicleta contra el piso y siendo arrastrada alrededor de 10[m], haciendo perder el centrado del manubrio respecto a la rueda.



Fuente: Imagen propia, manubrio motocicleta FZ16.

Figura 1-7. Manubrio motocicleta FZ16

1.5.5. Cadena.

La función principal de la cadena es generar la transmisión de potencia entre el motor a través de un piñón llamado “piñón de ataque” valga la redundancia, y la llanta trasera a través de una corona o sprocket.

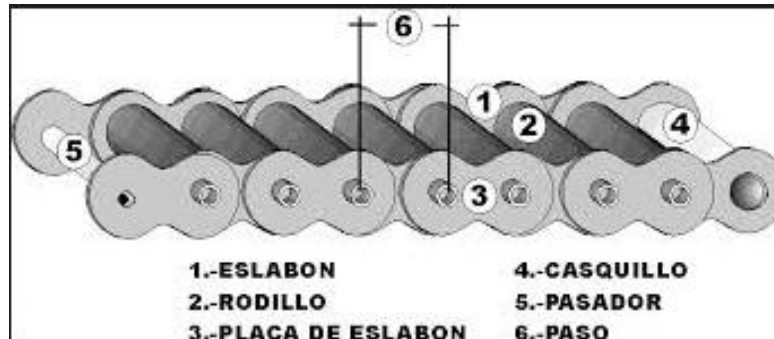
1.5.5.1. Cadena destensada.

Fue otro punto defectuoso en esta inspección ya que se notó la cadena floja. Este fenómeno se retribuye al frenado de motor que se realiza también en ocasiones para salvaguardar en parte el estado de los frenos, y para aminorar la distancia de frenado de la motocicleta. Esto produce un alargado de la cadena como se diría coloquialmente, lo que puede producir un salto de eslabón, que podría trancar bruscamente la cadena, efectuando un repentino frenado y posteriormente una probable caída.

1.5.5.2. Mala lubricación de la cadena de transmisión.

Además del mal tensado de la cadena, se visualizó otro punto importante que fue la mala lubricación en esta misma. La mala lubricación en la cadena podría aminorar la vida de cadena, ya que como se mencionó en el inicio, la motocicleta circula en ocasiones por caminos o calles de

tierra. Esto puede producir que una o varias partículas se introduzcan entre la cadena y el sprocket, produciéndose un desgaste abrasivo de 3 cuerpos, lo que podría dañar uno o varios rodillos de la cadena produciendo un roce metal-metal entre el sprocket y el casquillo.



Fuente: <https://previa.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>.

Figura 1-8. Partes de una cadena.

1.5.6. Aceite de motor.

No se mencionó anteriormente, pero la motocicleta Yamaha FZ 16 en cuestión cuenta con un tablero o tacómetro el cual no se encuentra en condiciones para realizar la totalidad de sus funciones. Este tablero marca solamente lo que sería la velocidad a la cual circula la motocicleta, omitiendo: revoluciones, estado de llenado del estanque de gasolina y kilometraje recorrido.

Se realizó una estimación del kilometraje de la motocicleta desde su último cambio de aceite, tomando en cuenta la distancia recorrida día a día por el o los usuarios de esta. Se concluyó en la realización de un análisis de aceite en una reconocida institución en el rubro como lo es la compañía Mobil para conocer el estado de las partes internas del motor a través del aceite.

1.5.7. Freno delantero.

El freno delantero de la motocicleta es un freno de disco o también llamado ABS lo que hace referencia a un sistema antibloqueo de ruedas por su traducción desde el alemán Antiblockiersystem, el que consta de una parte fija y una móvil. La parte fija corresponde a lo que sería el Caliper, donde van ubicadas las pastillas de freno que son las encargadas de realizar el frenado a través de fricción con la parte móvil del freno que sería el disco de freno. El objetivo que tienen este tipo de frenos y que marca la diferencia con el freno de tambor es básicamente lo que se mencionó anteriormente que era el sistema antibloqueo de ruedas, ya que, en condiciones adversas como la lluvia o caminos de tierra, el freno de tambor si es accionado bruscamente se

bloquea provocando caídas o accidentes según sea el caso, a diferencia del ABS que como se explicó anteriormente, evita este bloqueo y una posterior caída.

El freno de la motocicleta si vio con falta de líquido de frenos, lo que podría ser algo extremadamente grave. Una posible falla podría ser que la manguera tuviera una fuga y esté votando el líquido, lo que podría ocasionar un accidente al dejar el freno sin líquido de frenos en un frenado de emergencia.



Fuente: Imagen propia, freno delantero de motocicleta FZ16.

Figura 1-9. Freno delantero de motocicleta FZ16.

1.5.8. Filtro de aire.

El filtro de aire es un elemento el cual cumple la función de eliminar tanto partículas sólidas o agua para que estas no ingresen al carburador, que es donde se hace la mezcla entre el aire y la gasolina, posteriormente generando una explosión.

El mantenimiento dado por el fabricante es parcializado cada 3.000[km], donde se recomienda una limpieza y si fuera necesario a los 12.000[km] un cambio de este elemento. Como se dijo anteriormente en el marco general, los mantenimientos dados por el fabricante son dados bajo parámetros de operación óptimos de uso, que en este caso deben estar muy alejados del uso real que tiene la motocicleta, ya que, la motocicleta circula por caminos donde predomina la tierra y esto puede generar un desgaste mayor en el filtro.

1.5.9. Bujía.

Es el elemento que produce el encendido de la mezcla de combustible y oxígeno en los cilindros, mediante una chispa, en un motor de combustión interna. En este caso se generará el cambio de este elemento por el kilometraje que recomienda el fabricante para el cambio de la bujía.

1.6. **DEFINICIÓN DE ACCIONES Y TAREAS DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.**

Para cada uno de los elementos seleccionados que componen la motocicleta Yamaha Fz16 que se visualizaron en la problemática con algún defecto o en mal estado, se le dieron distintas tareas de mantenimiento según sea el caso de cada uno de estos elementos. Estos se subdividirán al igual que en la problemática, dando a conocer las tareas de mantenimiento seleccionadas para cada una.

1.6.1. Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera.

Para las telescópicas de la suspensión delantera se decidió hacer un mantenimiento Correctivo-Preventivo, el cual consta en hacer un cambio del aceite con el que son llenadas las telescópicas, aceite que es el encargado de amortiguar el impacto que genera la motocicleta al pasar por un bache o algo por el estilo. Además del cambio del aceite se visualizó que lo que hacía que se generará la pérdida de aceite era un retén que no estaba en óptimas condiciones lo cual generaba la pérdida, el retén estaba dañado y el resorte que este debía tener estaba fuera de lugar. Por esto se hará un cambio tanto de retén como de aceite, el guardapolvo, que es el encargado de que no entre polvo por la parte superior del retén, se conservará, ya que a través de la experiencia de los mecánicos es un elemento el cual en la mayoría de los casos no se cambia.



Fuente: Imagen propia, retén de telescópica Yamaha FZ16.

Figura 1-10. Retén de telescópica FZ16.

1.6.2. Freno trasero.

Para cada uno de los componentes visualizados como defectuosos del freno trasero se le asignaron distintas tareas de mantenimiento como se verá a continuación.

1.6.2.1. Cambio de balatas.

Se visualizaron las balatas de freno trasero y se vio que en realidad el desgaste que tenían no era excesivo, incluso la balata aún tenía lo necesario para un tiempo más de uso, independiente de eso se realizó el cambio por una nueva. A raíz de esto solo se tomó la tarea de una limpieza periódica, la cual según el mantenimiento dado por el fabricante debería ser cada 3.000[km], pero como se dijo anteriormente las condiciones dadas por el fabricante no son las mismas que le da el usuario, por ende, se decidió hacer una revisión y limpieza cada una semana tanto de la balata como del tambor.

1.6.2.2. Limpieza de balatas.

Para la cristalización de balatas se visualizó en la imagen mostrada en la problemática una diferencia de grises en esta, la parte más clara es la parte de la balata sin cristalizar, por otro lado, la parte gris más oscura muestra el sector de la balata cristalizado. En este caso y similarmente con la anterior se decidió la tarea que involucra un lijado o en otra medida un limado de la balata, específicamente en el sector cristalizado, y así posteriormente siendo limpiado el polvo emanado en la balata como en el tambor.

1.6.2.3. Mal frenado.

Como se mencionó anteriormente, el problema del mal frenado al igual que el de desgaste de balatas fue solucionado al acordar el cambio de esta, y así de esta manera poder solucionar ambos problemas sin dejar de realizar las tareas definidas anteriormente.

1.6.3. Parchar neumático trasero.

En este caso específico del neumático solo se tomó la decisión de llevar el neumático a una vulcanización especializada en motocicletas, para la eliminación de este elemento que lo perforó y una posterior reparación del neumático.

1.6.4. Centrar manubrio.

Para el manubrio torcido se tomó la decisión de enderezarlo a través del desmontaje de las telescópicas, se seleccionó esta manera debido a que cuando se realice el cambio del aceite de las telescópicas, al montarlas se puede alinear el manubrio con su centro de manera fácil.

1.6.5. Cadena.

Para cada uno de los componentes o elementos que se visualizaron con posibles fallas, se le asignaron las siguientes tareas según corresponda.

1.6.5.1. Tensado de cadena.

Para el caso de la cadena destensada solo se adoptó la medida de un tensado y revisión del mismo en intervalos de tiempo de una semana, el catálogo dado por el fabricante no da un parámetro cronológico para esta medida, por lo cual se encontró que una semana es un tiempo óptimo para poder visualizar una posible falla antes de que ocurra.

1.6.5.2. Lubricación de cadena de transmisión.

A diferencia del punto anterior este punto a trabajar si consta con un mantenimiento dado por el fabricante, solo que se decidió el cambio de este. El mantenimiento dado por el fabricante hace referencia a que la cadena debe ser lubricada cada 500[km], luego de ser lavada la motocicleta o haber circulado con lluvia. Se planteó hacer este mantenimiento del limpiado y lubricado de cadena cada una semana, tomando en cuenta lo que circula la motocicleta aproximadamente en este periodo de tiempo es de entre 350[km]- 400[km] lo cual no está muy alejado de lo

recomendado por el fabricante, pero, se seleccionó este periodo por la comodidad de poder hacerlo cada fin de semana. Si en algún caso excepcional el kilometraje semanal fuera mayor al estimado, se tomaría la medida de realizar solamente el lubricado antes de usar la motocicleta, y el mantenimiento completo llegado el día correspondiente.

1.6.6. Análisis de aceite de motor.

Respecto al aceite de motor se tomó la medida de realizar un análisis de aceite como se mencionó en la problemática, el cual se seleccionó la empresa Mobil para hacerse cargo del estudio de este. Este estudio busca conocer el estado actual del aceite que posee el motor de la motocicleta, analizar por ejemplo si este cuenta con partículas que pueden ser abrasivas, partículas de agua, también conocer viscosidad a 40° y 100°C, entre otros puntos a analizar, buscando posteriormente algún tipo de recomendación por parte de la empresa que realizó el estudio y generar o concluir en conjunto una medida a tomar.

Para tomar la muestra se procede a colocar la manguera mostrada en la figura 11 en la parte superior del vampiro y por último colocar la parte del hilo del tarro en la parte posterior del vampiro. Se introduce la manguera al Carter y luego de esto se toma la primera, la cual no es significativa según la empresa Mobil, ya que esta está completamente contaminada con residuos que se ubican en la parte posterior del motor, por lo que recomiendan eliminar esa muestra y tomar una segunda. Al tomar la segunda muestra se sigue el mismo procedimiento, solo que esta vez se intenta dejar la manguera en un lugar dentro del Carter donde no choque con ningún tipo de elemento por lo mencionado anteriormente. Se procede a bombear hasta lograr llenar el tarro, luego rápidamente se cierra y se llena una especie de ficha con datos técnicos, fechas y otras cosas solicitadas por la empresa Mobil, la cual va pegada en la parte exterior de los tarros.

Algo importante al terminar esta experiencia es verificar que los tarros queden bien sellados para que no haya un posible derrame de aceite tanto de los tarros como se mencionó anteriormente, como de las mangueras que llenaron estos. Se colocan en bolsas Ilko los tarros y las mangueras la que posteriormente deben ser llevadas a la empresa Mobil, para que esta se encargue de eliminar este material contaminado y realice el análisis de aceite al aceite.



Fuente: Imagen Propia, bomba vampiro.

Figura 1-11. Bomba vampiro.

Cabe resaltar que se pudo generar la posibilidad de poder asistir al análisis de aceite generado en la empresa Mobil, en Laboratorio Servicio Técnico Gerencia Lubricantes. El procedimiento que se realizó en el laboratorio se mostrará con mayor detalle en la parte de anexos, donde se explicará el procedimiento y los equipos utilizados.

Luego de la realización de esta ruta, se obtuvieron los siguientes resultados:

VISCOSIDAD 40°C cSt	88,26	
VISCOSIDAD 100°C cSt	11,64	
PUNTO DE INFLAMACION °C	<180	
PQ INDEX	54	
AGUA %	0,2	
CONTENIDO DE HOLLIN	0,18	
	RDE	ICP
HIERRO ppm	81,5	76,8
COBRE ppm	3,8	2,3
PLOMO ppm	6	1,6
ALUMINIO ppm	39,5	35,7
ESTAÑO ppm	1,8	0,4
PLATA ppm	0	0,1
CROMO ppm	1,8	0,1
NIQUEL ppm	0,4	0,1
MOLIBDENO ppm	46,2	55,1
TITANIO ppm	0,2	0,1
SILICIO ppm	18,5	12,3
SODIO ppm	21,1	16,6
POTASIO ppm	1,3	1,7
BORO ppm	49,1	49,1
VANADIO ppm	0,3	0,1
MAGNESIO ppm	755	835
CALCIO ppm	1583	1571
FOSFORO ppm	970	876
CINC ppm	1145	1055

Fuente: Informe enviado por Mobil.

Figura 1-12. Informe de análisis de aceite.

A raíz de este informe enviado por la empresa Mobil se generaron 4 observaciones muy importantes, como fueron:

- La muestra presenta dilución por combustible, debido a que se inflama a los 180°C
- Alto contenido de agua presente en la muestra, verificar fuga de refrigerante o fuga externa.
- Verificar metales de desgaste como lo son el Fierro y Aluminio, se encuentran fuera de lo normal, son indicativo de desgaste severo en el sistema.
- Alto contenido de Sodio presente en el sistema, indica presencia de agua en el sistema, verificar fuga o contaminación externa.

A raíz de este análisis se decidió hacer un cambio de aceite y filtro de aceite.

1.6.7. Sangrado de freno delantero.

Para el caso del freno delantero se notó un bajo nivel en cuanto al líquido de freno que debe poseer la motocicleta, por lo cual se tomó la medida de realizar una inspección visual a lo que es la manguera que va desde el mencionado freno hasta el Caliper, para así poder detectar una posible fuga en dicha manguera. Luego se tomó la tarea de realizar un sangrado de freno, que consta en realizar un tipo de Flushing con ingresando líquido de freno nuevo y expulsando el ya utilizado.

1.6.8. Cambio y limpieza de filtro de aire.

El filtro de aire se revisó y se concluyó en realizar el cambio de este componente, no tenía un gran deterioro, pero por el hecho de que el fabricante recomienda hacer limpieza cada 3.000[km] y un cambio de este cada 12.000[km], y que por condiciones de uso que como se mencionó anteriormente, la motocicleta circula por caminos de tierra entre otras cosas, por ende, hará que el deterioro que este tendrá será mayor y en un menor tiempo, se decidió hacer el cambio.

1.6.9. Cambio de bujía.

La bujía se revisó y se concluyó en realizar el cambio de este componente, no se vio un gran deterioro del elemento, pero según el kilometraje recomendado por el fabricante se dice que se debería generar el cambio del componente a los 12.000[km], kilometraje el cual ya está cumplido.



Fuente: <http://www.motochile.cl/accesorios-repuestos-yamaha-fz-16>.

Figura 1-13. Bujía FZ16.

CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS Y PROPUESTAS DE MEJORA.

2. APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS Y PROPUESTAS DE MEJORA.

2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.

A continuación, se abordará la temática de las metodologías que se aplicaron a los distintos procesos de mantenimiento realizados en la motocicleta Yamaha FZ16, los cuales en una primera instancia se aplicó en un taller ubicado en las parguinsonias 2309, Troncos Viejos, Villa Alemana, donde la principal idea es demostrar como pueden ser disminuidos los tiempos de reparación y mantenimiento al aplicar las metodologías mencionadas en el capítulo anterior como lo son SMED y 5S. En una tercera instancia será utilizado un taller mecánico facilitado por el profesor Ing. Andrés Aránguiz ubicado en el edificio C del departamento de mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María sede José Miguel carrera.

Al realizar una primera ronda de videos grabando los procesos de mantenimientos realizados, se procedió a analizarlos para buscar errores, tiempos muertos y maneras de poder mejorar este proceso enfocándonos básicamente en la metodología SMED. En cambio, para buscar aplicar la metodología 5S se buscaron errores o problemas asociados al taller más que al proceso, ya sea el orden de este, la limpieza, la clasificación, entre otros.

2.2. METODOLOGÍA SMED

La sigla SMED proveniente de las palabras en inglés Single Minute Exchange of Die es un sistema de mejora continua de procesos la cual busca reducir tiempos de alistamiento o en este caso de mantenimiento de máquinas. El objetivo que busca esta metodología es poder disminuir dichos tiempos a números de un dígito o menos de 10 minutos.

Cabe destacar que no es posible en todos los casos ya sea de mantenimiento como de alistamiento generarlos en menos de 10[min], ya que todas las maquinarias o equipos tienen tiempos distintos de reparación. Sin embargo, SMED reduce drásticamente los tiempos de cambio y reparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas en el punto de vista de operaciones o producción según sea el caso.

2.2.1. Antecedentes SMED.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), una de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño. Partiendo de las ideas y conceptos generados por **Shigeo Shingo**, las cuales permitieron hacer realidad el “Just in Time” cómo revolucionario sistema de producción, mediante la reducción a un dígito de minuto del tiempo necesario para cambiar las herramientas o preparar éstas a los efectos del siguiente proceso de producción, se hizo posible reducir a su mínima expresión los niveles de inventario, volviendo más flexibles los procesos productivos, reduciendo enormemente los costos e incrementando los niveles de productividad.

2.2.2. SMED como herramienta para reducir los tiempos de reparación.

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata, no sólo cuenta el efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, los tiempos muertos de producción, los excesos de inventarios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva.

El tiempo es una variable esencial, la cual debe ser gestionada con suma atención dada la fundamental trascendencia que ella tiene tanto para la satisfacción de los clientes / consumidores, como en la rentabilidad del negocio.

Tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de herramientas se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio. El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos.

Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

2.3. METODOLOGÍA 5S

Para cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua. Las 5S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios.

Siempre se pueden evitar ineficiencias, evitar desplazamientos, y eliminar despilfarros de tiempo y espacio

Su objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una mera cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia

Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- SEIRI –Organización.

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

- SEITON- Orden.

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

- SEISO – Limpieza.

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.

- SEIKETSU – Estandarización.

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

- SHITSUKE - Disciplina y hábito.

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA - son operativas. La cuarta fase - ESTANDARIZACIÓN: ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores - Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas. La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO: permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario. Las CINCO FASES componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra.

Se podrían definir las 5S Como un estado ideal en el que: los materiales y útiles innecesarios se han eliminado, todo se encuentra ordenado e identificado, se han eliminado las

fuentes de suciedad, existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos, y todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

2.3.1. Beneficios de las 5S.

La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo, esto permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo, así los trabajadores se comprometen ya que se valoran sus conocimientos y aportaciones.

La mejora continua se hace una tarea de todos, manteniendo y mejorando permanentemente el nivel de 5S se puede conseguir una mayor productividad, la cual se traduce en menores: averías, nivel de existencias o inventarios, accidentes, tiempo para el cambio de herramientas, movimientos y traslados inútiles.

Mediante la Organización, el Orden y la Limpieza se puede lograr un mejor lugar de trabajo para todos, puesto que se consigue espacio, orgullo del lugar en el que se trabaja, mayor cooperación, trabajo en equipo. Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas. - Mayor conocimiento del puesto.

2.4. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.

Para cada uno de los componentes de la motocicleta visualizados con algún tipo de defecto o falla, se definieron distintas tareas de mantenimiento para cada uno de estos según sea el caso. En este punto, y luego de haber definido lo que eran las metodologías por utilizar, se darán a conocer en detalle las tareas de mantenimiento, junto con problemas ocurridos, tiempos perdidos o muertos y la aplicación de las metodologías antes mencionadas para cada elemento.

2.4.1. Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera.

Como se mencionó en el capítulo anterior, se decidió realizar un cambio de retenes y aceite de la suspensión delantera, para esto, se contactó con un técnico para poder conocer a grandes rasgos cómo atacar el problema. Este mantenimiento a diferencia de otros, solo se realizará una vez, ya que, sería un gasto excesivo el cambio tanto de retenes como de aceite, para luego cambiarlo sin que cumpla el tiempo establecido. Por otro lado, se tomarán los tiempos que demoran el montaje y desmontaje, se estimará el tiempo equivalente al limpiado y llenado de telescópicas, y por último se compararán los tiempos.

Se procede a colocar la moto en posición para poder desmontar la rueda delantera, esta es quitada, al igual que el pasador que la contiene. Luego se quita el tornillo de la varilla del

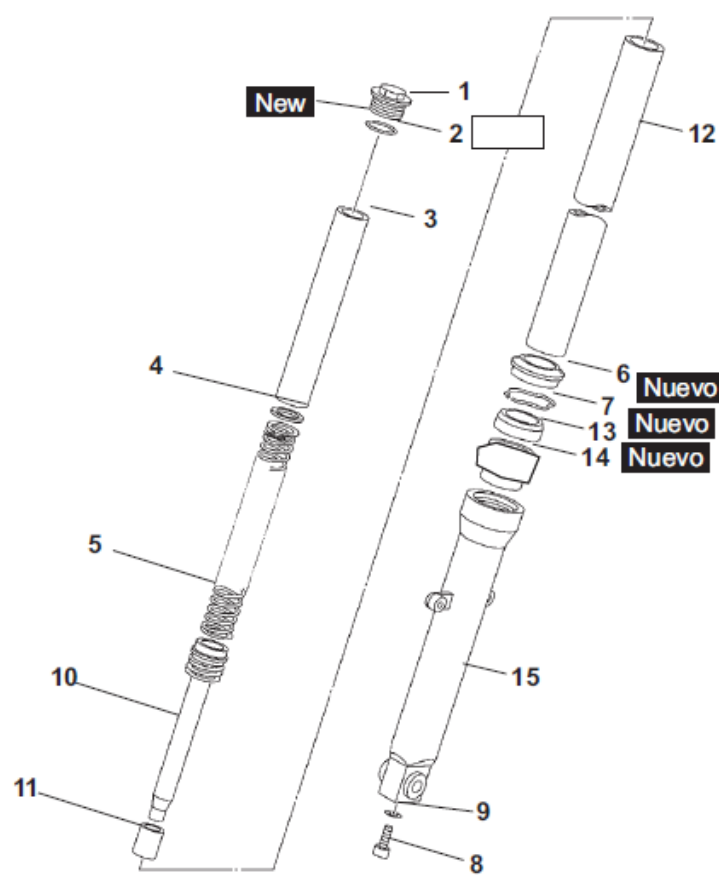
amortiguador designado con el número 8 mostrado en la figura 1 para dejar caer el aceite ya utilizado, luego de quitar todo el aceite de la barrase vuelve a colocar el tornillo evitando que siga goteando. Al querer hacer lo mismo con el otro este no soltaba, por lo que se tuvo que abrir por la parte superior quitando el tornillo de tope designado con el número 1, luego quitando el tornillo de soporte 2 y 3 mostrados en la figura 2, sacar la telescópica para poder vaciar su líquido. Al intentar quitar el tornillo de tope de la otra telescópica, ocurrió el problema que este estaba muy apretado, y al intentar soltarlo se rodó como se muestra en la figura 3. Al no tener las herramientas necesarias no se pudo seguir, por lo cual al día siguiente se debió ir a un taller mecánico especializado para poder seguir con el procedimiento.

Llegando al taller mecánico mencionado anteriormente se procedió a intentar nuevamente con un dado número 22, obteniendo un resultado sin éxito, por lo cual se decidió limar las 6 caras del tornillo como se muestra en la figura 3 para que esta tuviera un menor perímetro y poder así sacar este con un dado número 21. Al poder quitar este tornillo de tope con el dado número 21, se procedió a quitar el tornillo de la varilla del amortiguador sin conseguirlo, se vio que, en el interior del tubo exterior, el elemento designado con el número 10 giraba conforme el tornillo de la varilla del amortiguador, por lo que se tomó la decisión de trabarlo con un eje de rueda con una tuerca en su extremo no fijo.

El fijar una tuerca que calzara con la cabeza o parte superior del elemento 10, se trabó el otro extremo con un dado número 20, seguido con una extensión y terminando con la denominada chicharra. Por el lado contrario otra chicharra con una extensión de una llave Allen para hacer una contra fuerza y soltar el tornillo, luego se procedió a sacar los elementos internos que se habían y se limpiaron.

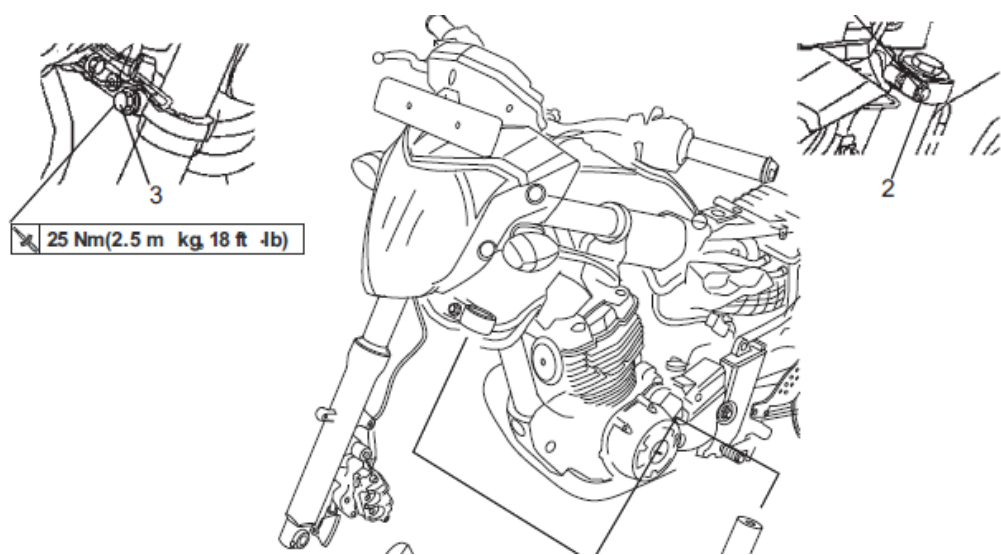
Luego de la limpieza se procedió a la instalación de los componentes según el despiece que se mostrará en las siguientes imágenes, dejando sin instalar solamente el tornillo de tope. Se procedió llenar con aceite Bell-Ray 10W por la parte superior del tubo exterior, llenando la telescópica con 459 cc de aceite, siguiendo con colocar el tornillo de tope para cerrar la barra.

Por último, se montaron las telescópicas y se apretaron los tornillos de soporte para dejar estas fijas, luego se procedió a colocar el tapabarro delantero, la rueda delantera, el Caliper y el eje de rueda, terminando por revisar el apriete de todas las tuercas y pernos visibles.



Fuente: Manual de usuario de motocicleta Yamaha FZ16.

Figura 2-1. Telescópicas de motocicleta FZ16.



Fuente: Manual de usuario de motocicleta Yamaha FZ16.

Figura 2-2. Telescópicas de motocicleta FZ16.



Fuente: Imagen propia, tornillo de tope de motocicleta FZ16.

Figura 2-3. Tornillo de tope de motocicleta FZ16.



Fuente: Imagen propia, despiece de telescópica de motocicleta FZ16.

Figura 2-4. Despiece de telescópica de motocicleta FZ16.

2.4.2. Cambio y limpieza de balatas.

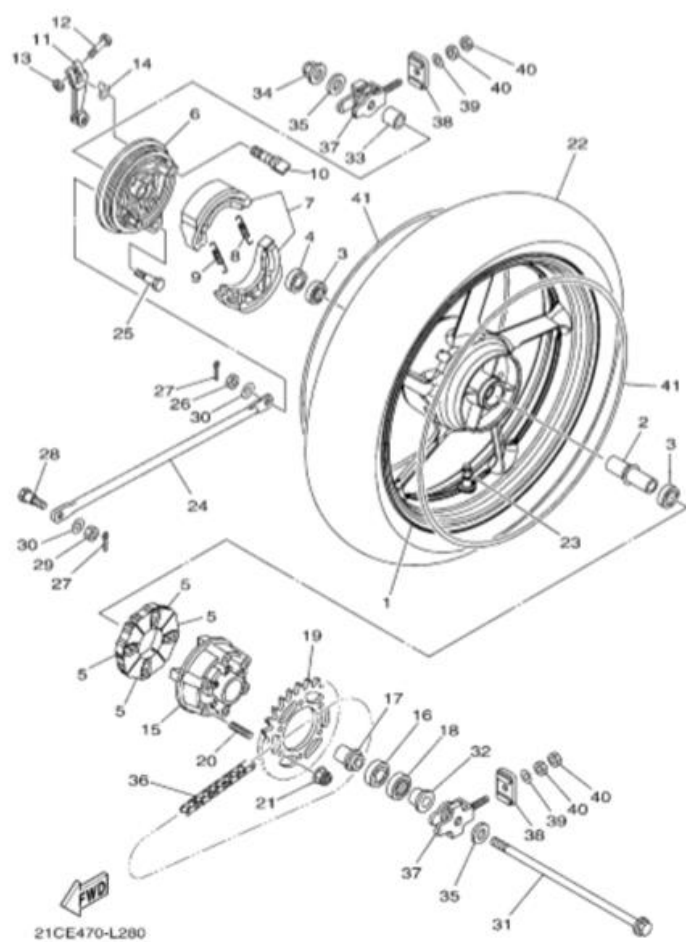
Para continuar lo visto en el primer capítulo acerca del elemento de frenado trasero, se le realizará cambio de balatas, esto para solucionar los problemas asociados con el desgaste y la cristalización de estas.

De igual manera, una vez realizado el cambio se le tienen que realizar las tareas de inspección y de mantenimiento de ser requerido, estas tareas son periódicas, las cuales son realizadas por experiencia de los operarios.

Para empezar el proceso de mantenimiento a los elementos de frenado de la rueda trasera, se procede a colocar la moto en posición para poder desmontar la rueda trasera, para esto se suelta el eje de la rueda representado con el número 31 con una llave tipo cruz, una vez afuera el eje, se procede a desprender los cojinetes número 3 de cada lado para así poder desprender la placa de zapata del freno, para poder así acceder a las, una vez desprendidas se procede a retirar los resortes número 8 y número 9 para poder así manipular a libertad las balatas.

Con estos elementos ya desprendidos de la placa de zapata del freno, se procede a revisar su estado, generalmente después de un tiempo de uso estos elementos presentan signos de cristalización, la cual se elimina pasando una lija por el sector en donde se concentra la cristalización; se tiene que pasar de forma pareja por todo este elemento, con el objetivo de que una vez instaladas no haya un desgaste disparejo y así conservar de la mejor manera y por el mayor tiempo posible en buenas condiciones el elemento de frenado.

Una vez lijadas las balatas y removido el polvo que queda en consecuencia de esta misma acción, se procede a instalar de nuevo todos los elementos que fueron desprendidos, empezando por los resortes 8 y 9 los cuales se colocan para unir los elementos número 7, una vez juntos estos elementos se introduce este conjunto de elementos en la placa de zapata del freno número 6 y a su vez se coloca esta placa en la rueda trasera para así poner todo en posición de instalación, una vez ahí se colocan nuevamente los cojinetes número 3, para que una vez todos estos elementos juntos y alineados, se pueda introducir nuevamente el eje de la rueda trasera número 6 en su totalidad y apretándolo finalmente con una llave tipo cruz.



Fuente: Manual de usuario motocicleta FZ16.

Figura 2-5. Despiece de parte rueda trasera de motocicleta FZ16.

2.4.3. Parchar neumático trasero.

A diferencia de las demás tareas de mantenimiento esta tarea será un mantenimiento Correctivo, el cual solo se efectuará una vez y será explicado según lo que se visualizó solamente.

Para esta tarea se necesita concurrir a un taller mecánico especializado en este tipo de problema, donde se procedió a llevar la motocicleta a una vulcanización para poder arreglar dicho neumático.

Se procede a levantar la moto, con una llave de cruz número 22 soltar la tuerca, quitar la golilla y a la vez quitar el pasador de la rueda trasera de la motocicleta, quita el plato porta bandas, desmonta la cadena y saca libremente la rueda.

Le saca el aire al neumático, desmonta este y procede con quitar un clavo el cual perforaba el neumático. Coloca un parche en la perforación y mediante calor sella este, luego se verifica la acción de este y se monta, se infla se pone en posición, se coloca la cadena y posteriormente el eje, se tensó la cadena y se aprieta la tuerca.

2.4.4. Centrar manubrio.

En este caso se procedió a soltar los tornillos 2 y 3 como se visualizó en la figura número 2-2 para poder así con mayor facilidad poder mover la rueda delantera para dejarla bien centrada. Con una llave punta y corona número 14 se soltó el tornillo número 3 y con una llave punta y corona número 10, el tornillo número 2 para luego apretar entre ambas rodillas la rueda delantera y moviendo con las manos el manubrio hacia el lado derecho, para así poder dejar centrado de buena manera el manubrio, como último solo se procedió a verificar bien la posición de centrado y apretar los tornillos 2 y 3 con sus respectivas llaves.



Fuente: Imagen propia, manubrio motocicleta FZ16.

Figura 2-6.Manubrio motocicleta FZ16.

2.4.5. Tensado y lubricación de cadena.

Como se mencionó en el capítulo anterior, se le encontraron dos fallas a la cadena, estas fueron el destensado y la mala lubricación que esta presentaba.

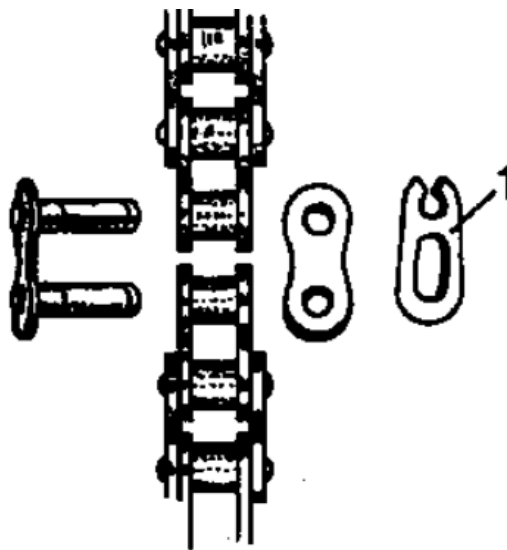
Dados estos antecedentes se decidió realizar un proceso de mantenimiento basado en el tensado y la lubricación a la cadena; Este proceso se realizará de manera semanal, con el fin de evitar los problemas mecánicos que estas fallas implican.

Para empezar el proceso de mantenimiento al elemento de transmisión de potencia de la motocicleta, se procede a colocar está en posición para poder desmontar la rueda trasera, una vez en posición se procede a soltar el eje de la rueda representado con el número 31 en la figura número

2-6, con una llave tipo cruz, una vez afuera el eje, se procede a desprender los tiradores de cadena número 37, retirando las tuercas número 40 con una llave de 12 y luego los cojinetes número 3 son retirados manualmente de cada lado para así poder desprender la cadena del sprocket indicado con el número 19 y posteriormente retirar la rueda, para poder así tener suelta la cadena, esto con el fin de manipularla de manera más cómoda; cabe mencionar que al ser esta la cadena original de la motocicleta no puede ser retirada de la rueda dentada del motor debido a que no posee el pasador número 1 indicado en la figura 13.

Una vez retirado el sprocket número 19, se procede a limpiar la cadena con distintos paños para poder eliminar la suciedad superficial que esta posee, antes de aplicar el Lubricante indicado en la figura 14. Lista la limpieza superficial se procede a montar el sprocket en la rueda para poder así ambos volver a ser montados, una vez en posición se instala la cadena en el sprocket y luego los tensores de cadena número 37 sin apretar las tuercas número 40, luego se introducen manualmente los cojinetes número 3, una vez realizado esto se coloca el eje número 31 para poder así apretar las tuercas número 40 hasta la marca indicada en el tensores de cadena, lo cual valga la redundancia le otorga la tensión adecuada a la cadena.

Una vez tensada la cadena se procede a aplicar el lubricante Repsol, el cual tiene que estar a una distancia de 5 cm aproximadamente de la cadena al momento de ser aplicado. Una vez aplicado se da por finalizado el proceso de mantenimiento a la cadena.



Fuente: <https://valar.wordpress.com/2009/05/05>.

Figura 2-7. Partes de una cadena.



Fuente: Imagen propia, lubricante de cadena.

Figura 2-8. Lubricante de cadena Repsol.

2.4.6. Cambio de aceite de motor.

Para generar el cambio de aceite se requiere un filtro de aceite para l motocicleta Yamaha FZ16 y 1200[cc] de aceite Castrol 20W50 para motores de 4 tiempos. Para comenzar se procede a colocar la motocicleta en una posición estática con la pata de apoyo para así hacer más fácil el desprendimiento del tapón del Carter como se ve en la figura número 9, se procede a quitar dicho tapón con un dado número 17 y a la vez se quita la lata del filtro de aire con una llave número 10 para así dejar caer el aceite en un recipiente metálico, cabe resaltar que, al realizar el cambio de aceite junto con otros mantenimientos, el tapón es lo primero en quitarse y lo último en colocarse para así asegurar la salida de la mayor parte del aceite utilizado.



Fuente: Imagen propia, Carter.

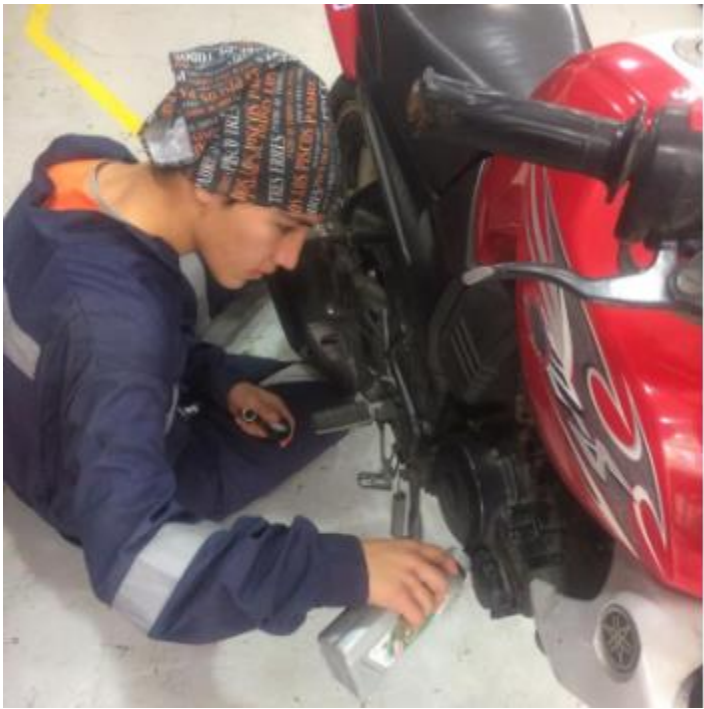
Figura 2-9. Carter FZ16.

Al terminar todos los mantenimientos previstos, se procede a colocar el tapón donde ocurre un problema. Este problema consta en que se coloca en mala posición el tapón, lo que genera una pérdida del hilo interior del Carter, por lo que el tapón queda inservible y se toma la decisión de recrear el hilo con un macho de roscar para así colocar como tapón un tornillo de mayor diámetro. Donde se compra un tornillo el cual su largo era excesivamente mayor al necesario, por lo que se procede a cortar este como se ve en la figura número 10, y así finalmente colocar este nuevo tapón y llenar con los 1200[cc] de aceite como se ve en la figura número 11.



Fuente: Imagen propia, tapón de Carter.

Figura 2-10. Tapón nuevo del Carter.



Fuente: Imagen propia, llenado de aceite.

Figura 2-11. Llenado de aceite.

2.4.7. Sangrado de freno delantero.

Se le realizó un sangrado de freno al freno delantero de la motocicleta, debido a que este frenaba de manera deficiente. Se comenzó con quitar el tapón de goma del despiche del Caliper, y colocar en este la manguera para sangrado de freno, se prosiguió con una llave número 12 a soltar gradualmente el tornillo de purga, y luego se sigue con quitar la cubierta del cilindro maestro de freno, donde ocurre el problema de que un tornillo estaba rodado, para lo cual se tomó la decisión de colocar un destornillador de paleta, luego golpearlo hasta generar que este se quede impregnado en el tornillo para así girarlo lentamente y poder quitar dicho tornillo. Luego de quitarlo se decide con el esmeril, generar una ranura al tornillo para poder así con un destornillador de paleta, colocarlo y quitarlo fácilmente.

Se prosiguió a quitarsujetador de diafragma del depósito del cilindro maestro de freno y posteriormente el diafragma del depósito del cilindro maestro de freno para así aplicar el aceite DOT 4 recomendado por el fabricante, hasta llegar al límite máximo. Se sigue con colocar diafragma del depósito del cilindro maestro de freno, afirmarlo con una mano, y con la otra presionar el freno delantero hasta que comience a salir por el otro extremo.

Se procede a colocar el diafragma del depósito del cilindro maestro de freno y posteriormente el sujetador del diafragma del depósito del cilindro maestro de freno, colocar los tornillos y apretar con la llave 12 el tornillo de purga.

2.4.8. Cambio y limpieza de filtro de aire.

Continuando lo visto en el primer capítulo acerca del filtro de aire, se realizará un cambio de este elemento para solucionar los problemas asociados con el ingreso de partículas sólidas o de agua al carburador.

A pesar de que se cambia el componente, se le tiene que hacer un mantenimiento semanal, el cual consta de una limpieza del elemento filtrador de aire y a la caja contenedora de este mismo.

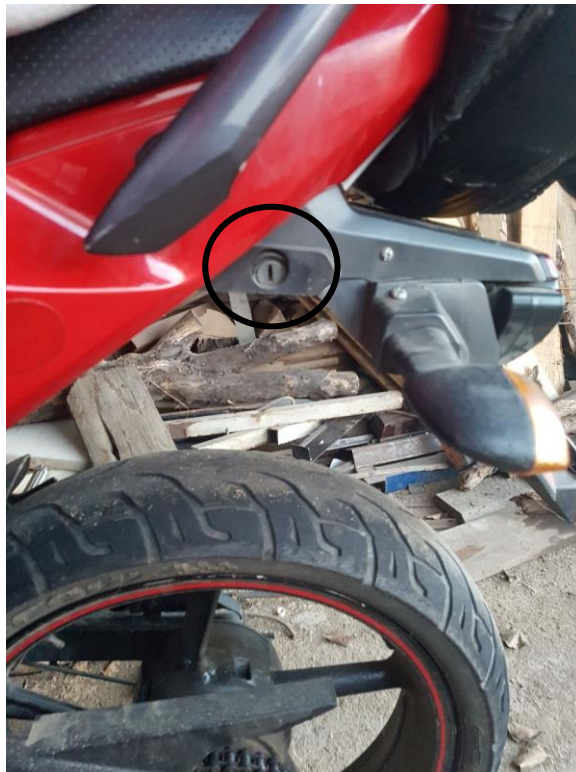
Para empezar el proceso de mantenimiento al filtro de aire, hay que empezar por retirar el asiento de la motocicleta la cual se suelta introduciendo la llave de la motocicleta en la ranura de desprendimiento del asiento, como se muestra en la figura12, para que la motocicleta quede como se ilustra en la figura 13.

Una vez fuera el asiento, se sueltan los tornillos número 15 y número 24 de la figura14 con un destornillador de cruz, para liberar la tapa de la caja de filtro indicado con el número 11 para así poder sacar el elemento de filtro de aire número 12, de la caja de filtro de aire número 10, una vez fuera este elemento, se procede a limpiar con el elemento compresor mostrado en la figura 15, mientras se realiza este proceso, se limpia con un trapo la caja del filtro de aire número 10 de cualquier suciedad presente.

Una vez realizadas estas dos tareas, se procede a introducir nuevamente el elemento de filtro de aire en la caja del filtro, una vez listo esto, se coloca la tapa de filtro de aire en posición

para atornillar los tornillos número 15 y número 24 para que quede de nuevo todo en su posición original.

Durante la realización del primer proceso de mantenimiento al filtro de aire, uno de los tornillos involucrados, el número 15, el cual se encontraba rodado, lo que imposibilitaba el retiro de este mismo y a su vez imposibilitaba el poder retirar la tapa del filtro de aire. Para solucionar este problema, en primera instancia se decidió intervenir el tornillo en cuestión con un esmeril, como se ilustra en la figura 16, para poder así agrandar la ranura del tornillo y poder retirarlo, una vez afuera, se cambió el tornillo en cuestión y se evitó sobre apretarlo en los siguientes procesos.



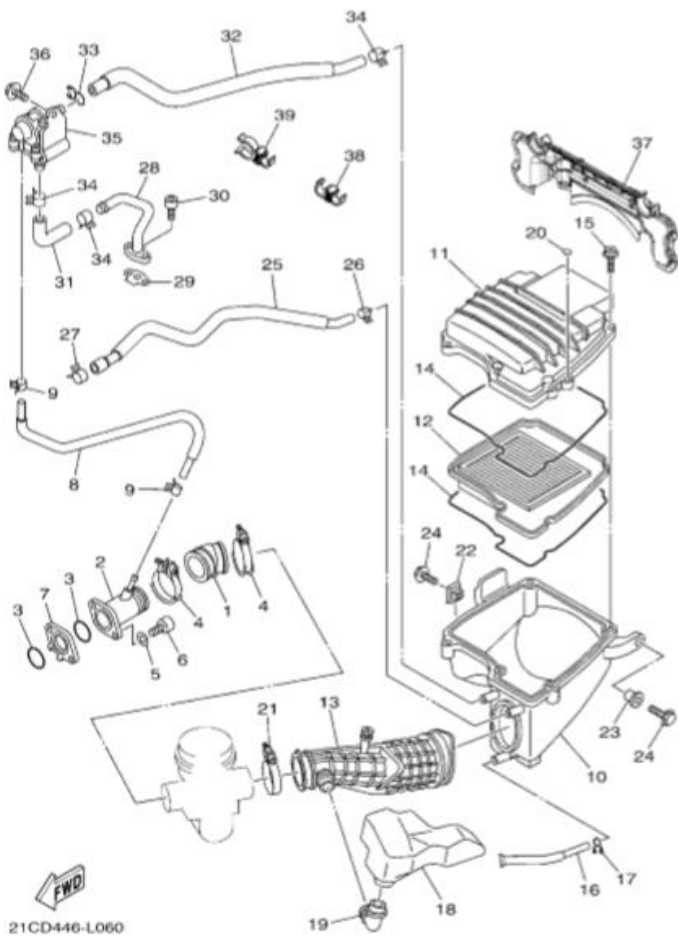
Fuente: Imagen propia, ranura de desprendimiento de asiento.

Figura 2-12. Ranura de desprendimiento de asiento.



Fuente: Imagen propia, motocicleta FZ16.

Figura 2-13. Motocicleta FZ16.



Fuente: Manual de usuario de FZ16.

Figura 2-14. Despiece soporte de filtro de aire.



Fuente: <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/1325477>.

Figura 2-15. Compresor Bauker.



Fuente: Imagen propia, ranura de tornillo.

Figura 2-16. Ranura de tornillo.

2.4.9. Cambio de bujía.

Para quitar la bujía se requiere una llave especial, en este caso esta llave se encuentra en la parte posterior del asiento, en un pequeño kit de herramientas que da el fabricante al vender la motocicleta. Donde se pueden encontrar variedad de llaves punta y corona con las medidas 8, 10 y 12, destornilladores de paleta y cruz, distintas llaves Allen de medidas 3, 4, 5 y 6, un alicate, y la mencionada llave para quitar la bujía, llave que es una especie de dado, pero de una forma más alargada.

Se procede a quitar el cable de bujía, colocar la llave de bujía en la bujía y así soltar suavemente hasta lograr el desprendimiento de esta, y posteriormente quitarla cuidadosamente con la mano. Se tomó la nueva bujía y se procedió a colocarla en el mismo lugar que la anterior, apretarla con la llave de bujías, y finalmente colocar el cable de bujía.

2.5. APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS SMED Y 5S

En este punto se abordará el cómo se enfrentaron los problemas surgidos al momento del mantenimiento, utilizando las metodologías antes mencionadas para eliminar los tiempos muertos y cuál fue la estandarización aplicada para evitar que estos problemas vuelvan a ocurrir.

2.5.1. Metodología SMED.

Como se explicó anteriormente, esta metodología se basa en el realizar registros audiovisuales de todos los procedimientos de mantenimiento que se le realizaron a la motocicleta Yamaha FZ16 vistos y descritos anteriormente, esto con el fin de revisarlos una vez terminados para identificar los factores que representan una pérdida de tiempo o tiempo muerto en el procedimiento realizado y eliminarlos.

Cabe mencionar que se realizaron 3 rondas de videos y que la metodología no abarca los procedimientos uno por uno, si no que más bien abarca a una ronda de videos entera, así se identifican y se corrigen para una siguiente ronda de videos los elementos o acciones que están significando un gasto de tiempo innecesario.

Algunas de las medidas aplicadas en esta metodología se repetirán en el análisis realizado con la otra metodología, como es de esperarse ya que ambas atacan el identificar factores que tienen que ser eliminados.

2.5.1.1. Primera ronda.

La primera ronda de videos fue realizada con una cámara GoPro Hero Sesión 5 mostrada en la figura 17, en las parrillas 2309, Troncos Viejos, Villa Alemana, en el taller del operador, mostrado en la figura 18, el cual sirve la mayor parte del tiempo como bodega, por lo que contiene muchos elementos que no son necesarios a la hora de realizar el proceso de mantenimiento.



Fuente: Imagen propia, cámara GoPro.

Figura 2-17. Cámara GoPro.



Fuente: Imagen propia, taller propio.

Figura 2-18. Bodega - taller

Tal como era de esperarse, esta ronda fue en la que más factores causantes de tiempos muertos se identificaron, ya que, el taller en si no estaba adecuadamente ordenado, sino que, más bien tenía espacio sin ocupar, espacio en el cual se posicionó la motocicleta para realizar la primera ronda de vídeos.

En esta se identificó que los principales motivos que causaban pérdida de tiempo eran:

- 1) No tener las cajas de herramientas ordenadas



Fuente: Imagen propia, caja de herramientas.

Figura 2-19. Caja de herramientas.

- 2) No tener las herramientas adecuadas.

- 3) Las herramientas no estaban marcadas para su fácil identificación.

- 4) Elementos extras en los distintos tipos de mantenimiento fuera de alcance (dígase compresor en el proceso de mantenimiento al filtro de aire, lubricador de cadena en el caso del mantenimiento a la cadena)

- 5) Conversaciones que no aportan al trabajo.

Estos factores fueron identificados como factores en común de todos los mantenimientos realizados en la primera ronda de videos, sin embargo, hay factores puntuales que se detectaron en cada mantenimiento, se procederá a enumerar cada uno de ellos y cuál fue el tiempo efectivo de cada mantenimiento.

Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera:

Estos procesos se realizaron una sola vez y no se repetirán en la siguiente ronda por el excesivo gasto que habría que incurrir si se realizara más de una vez, hecho que se explicó en el capítulo 1, para un segundo mantenimiento y para visualizar la disminución de los tiempos

efectivos de este, se realizará el procedimiento de quitar, limpiar y todo lo involucrado con este problema, solo que se estimará según el tiempo del primer mantenimiento será el llenado de las telescópicas y el limpiado de los elementos internos.

Estos dos procesos se realizaron de manera simultánea ya que al montar las telescópicas, se puede alinear el manubrio con su centro de manera fácil.

En este caso se detectó que el principal factor que influyó en la demora del mantenimiento fue el hecho de no tener las herramientas adecuadas, para solucionar un imprevisto, el que en este caso puntual fue que se rodó un perno y lo que significó una demora excesiva, en esta misma ronda se solucionó el problema y se volvió a realizar para así tener un tiempo estimativo más cercano a la realidad de lo que fue el primer proceso.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 1 hora 5 minutos.

Limpieza de balatas y tensado de cadena:

Como se mencionó anteriormente estos dos procesos en una primera instancia se realizaron por separado, pero una vez terminados, se llegó a la conclusión que se podían hacer en paralelo, ya que para ambos había que desmontar la rueda trasera.

Cuando se realizó el mantenimiento a ambos elementos en paralelo se encontró que el principal motivo de pérdida de tiempo era el no tener las cajas de herramientas ordenadas, el hecho de que las herramientas a utilizar no estaban marcadas, por ende, se perdía mucho tiempo en la búsqueda de la herramienta adecuada y que elementos extras, como en este caso lo es el lubricador de cadena no se encontraba a mano a la hora de requerirlo.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 44 minutos.

Parchar neumático Trasero:

Como se mencionó anteriormente este mantenimiento fue del tipo correctivo y se realizó en una sola ocasión, por lo cual no es sujeto a estudio mediante la metodología SMED.

Sangrado de freno delantero:

Al igual que en el resto de los cambios de aceite realizados, este mantenimiento se realizará solamente una vez, pero al igual que en el caso del cambio de aceite de las telescópicas, se realizará el procedimiento, solo que se estimara el tiempo de llenado de este, tiempo que es mínimo.

Los tiempos muertos en este caso se ven asociados a un tornillo del sujetador del diafragma del depósito del cilindro maestro de freno, tornillo que se le realizó una ranura con un esmeril angular, por ende, se tuvo una pérdida de tiempo asociada a buscar, enchufar el esmeril y realizar la ranura.

Tiempo efectivo de 1er mantenimiento: 15 minutos.

Limpieza de filtro de aire:

En este mantenimiento, aparte de los factores mencionados anteriormente como “comunes” a la hora de tener tiempos muertos en el proceso de mantenimiento, al momento de realizarle limpieza a las piezas extraídas no se encontraban a mano los distintos paños y toalla nova industrial y el hecho de tener el elemento compresor fuera del alcance inmediato de los operadores, por lo que el hecho de tener que acarrear y hacerle un espacio significa una demora. Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 12 minutos

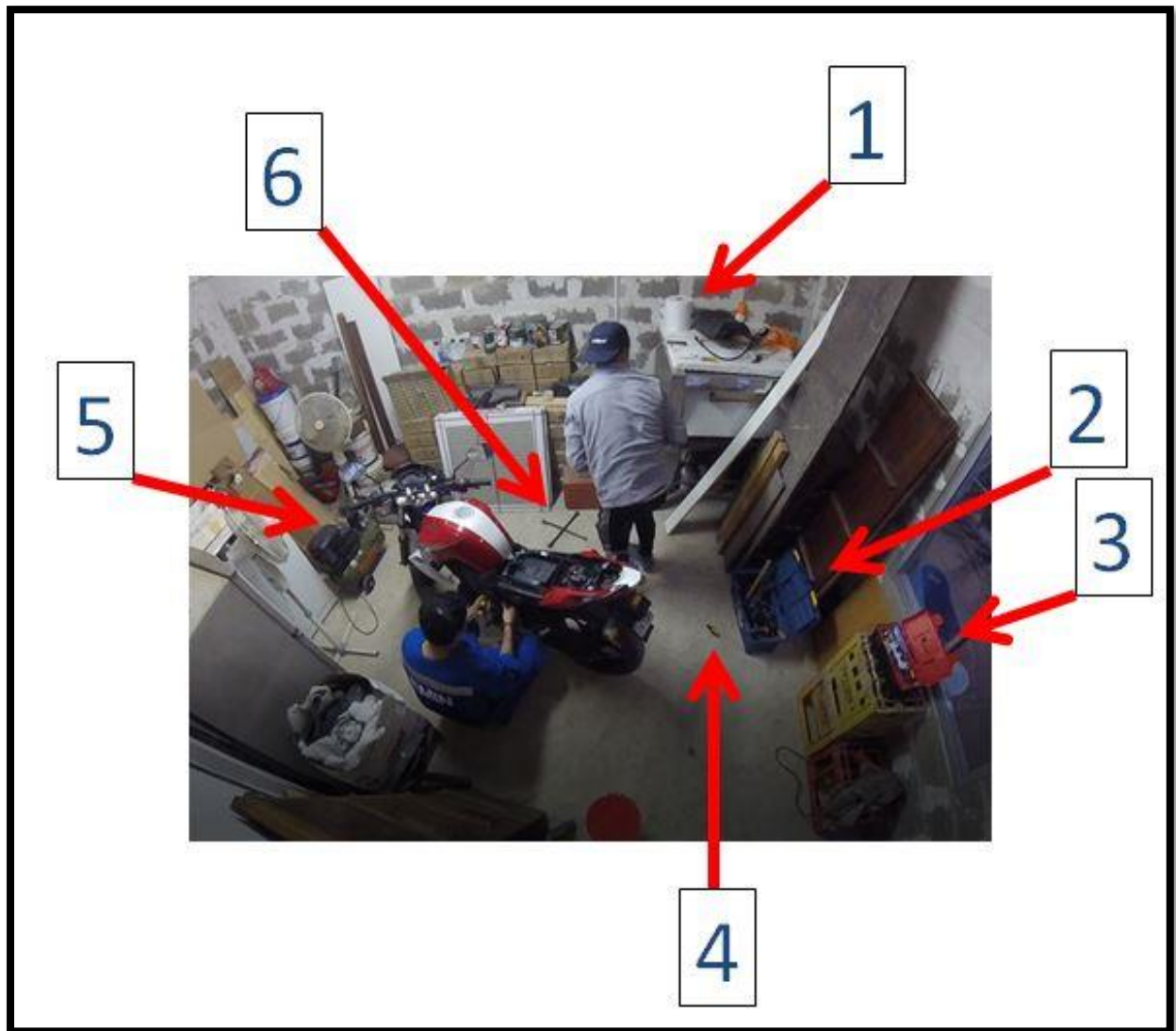
Cambio de bujía:

Para esta tarea de mantenimiento la reducción de tiempos no fue significativa, ya que es un mantenimiento simple y corto, aun así, se pudieron disminuir los tiempos de cambio de este elemento.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 8 minutos.

Una vez lista la primera ronda de vídeos, se llegó a la conclusión de que el taller en donde se estaban realizando las diversas tareas de mantenimiento, no era el adecuado y que por más que se aplicaran las distintas metodologías siempre se iba a encontrar factores repetitivos, ya que, como se explicó anteriormente este lugar era una bodega, la cual tenía espacios libres y que se decidió a usar como taller ya que no se contaba con otro espacio para poder realizar los mantenimientos y grabarlos.

A manera de ilustración, la figura 32 aparte de mostrar el lugar en donde se estaban realizando los mantenimientos, da un ejemplo de cómo se identifican los factores que implican una distracción o pérdida de tiempo, estos indicados con números que se procederá a explicar:



Fuente: Imagen propia, bodega- taller.

Figura 2-20. Bodega – taller.

1)Se identifica que el elemento “toalla nova industrial” con la cual se realiza limpieza a las piezas desprendidas se encontraba lejos del alcance de los operarios y que se debería instalar en un rodillo para sacar trozos de toalla nova de manera más fácil y rápida.

2)Se indica una caja de herramientas que no está correctamente ordenada ni ubicada.

3)Se identifica una caja de herramientas más pequeña que se encuentra desordenada y fuera del alcance de los operarios

4)Indica un destornillador que se encuentra botado en el suelo, sin una correcta identificación y que representa un posible riesgo para los operarios, si es que se pisa sin querer, pudiendo provocar un accidente, por ende, se entiende que para una próxima ocasión deberá estar en su caja de herramientas correspondiente.

5)En este caso se identifica el elemento compresor fuera del alcance de los operarios y a su vez lejos de un enchufe que lo alimente.

6) Se identifica una llave del tipo cruz en el suelo, siendo que debería estar colgada o en un lugar que permita su fácil utilización.

2.5.1.2. Segunda ronda

En esta segunda instancia se tomaron los puntos que fueron identificados como comunes para todos los procedimientos y se corrigieron antes de empezar a realizar los distintos procesos y sus respectivas grabaciones, las soluciones a los problemas serán identificadas a continuación:

1) No tener las cajas de herramientas ordenadas:

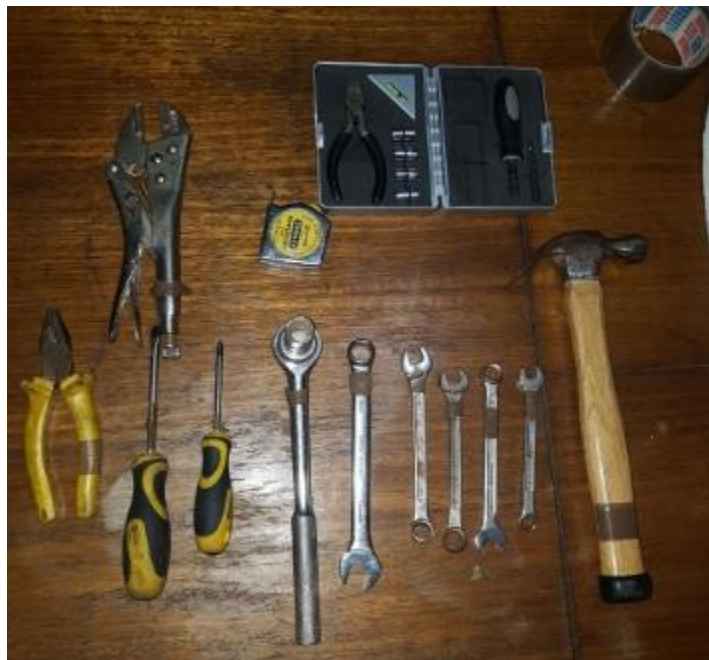
Para este punto se tomó la medida de ordenar las cajas de herramientas, adquirir más de estas para que cada una contenga cierto tipo de herramientas

2) No tener las herramientas adecuadas.

Este punto fue solucionado gracias al departamento de mecánica de Universidad Técnica Federico Santa María sede José Miguel Carrera, quien facilitó las herramientas requeridas.

3) Las herramientas no estaban marcadas para su fácil identificación:

El problema de la falta de identificación de las herramientas se solucionó adhiriendo una cinta a las herramientas que eran más requeridas.



Fuente: Imagen propia, herramientas marcadas.

Figura 2-21. Herramientas marcadas.

4) Elementos extras en los distintos tipos de mantenimiento fuera de alcance:

Se destino un lugar para dejar los elementos extras ordenados.

5) Conversaciones que no aportan al trabajo.

Ya que la comunicación es prácticamente inevitable entre los humanos, se tomó la medida de que las conversaciones no tienen que impedir la realización de las actividades, lo que quiere decir que no hay que dejar de hacer lo que se está haciendo por conversar.

Una vez tomadas estas medidas y corregidas las acciones que representaban causantes de tiempos muertos, se procedió a realizar la segunda ronda de procedimientos y videos.

En esta segunda instancia, al ya tener varias medidas tomadas, hubo que ser más minucioso a la hora de revisar los registros audiovisuales, en estos se encontraron menos causantes de tiempos muertos en comparación con la primera, estos factores se enumeran a continuación:

Pérdidas de tiempo exageradas en apretar y soltar tornillos

Las herramientas más utilizadas están marcadas, pero al marcar de igual forma este grupo de herramientas, no es fácil ubicar una herramienta en específico.

Estos factores fueron identificados como factores en común de todos los mantenimientos realizados en la segunda ronda de videos, se procederá a describir lo identificado en cada uno de los procesos, lo que se mejoró en cada uno respecto a la primera ronda y cuál fue la diferencia de tiempo efectivo de mantenimiento entre el 1er y 2do mantenimiento:

Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera:

Como fue mencionado anteriormente, por un tema de costos, este procedimiento fue realizado solo en una instancia, por lo cual se estimaron solamente los tiempos de llenado de las telescópicas. Además, se vio que al quitar las telescópicas se podía también enderezar el manubrio, por lo cual se realizaron los dos a la misma vez.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 1 hora 15 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 30 minutos.

Tiempo reducido: 45 minutos.

Limpieza de balatas y tensado de cadena:

El problema ocurrido en primera instancia era que no se tenían las herramientas propias a este mantenimiento correctamente marcadas, problema que no surgió en una segunda instancia ya que se había corregido, sin embargo al realizar este mantenimiento se llegó a la conclusión que a pesar de tener marcadas las herramientas más ocupadas con una cinta adhesiva, sería más provechoso que esta cinta tuviese escrita una descripción como la medida de la llave o algún dato que permita su identificación inmediata y permita después conocer las marcas prácticamente de memoria al momento de querer identificarlas.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 44 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 27 minutos.

Tiempo reducido: 17 minutos.

Sangrado de freno delantero:

Como se mencionó, en un primer mantenimiento se tuvo un problema donde se visualizó un tornillo rodado, por lo cual se debió realizar una ranura con un esmeril angular para poder quitar dicho tornillo con un destornillador de paleta, el tiempo de reducción entre el primer mantenimiento y el segundo es visiblemente notorio.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 15 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 10 minutos.

Tiempo reducido: 5 minutos.

Limpieza de filtro de aire:

El problema ocurrido en primera instancia era que al momento de realizar limpieza a los elementos que fueron desprendidos, los paños y toalla nova industrial no se encontraban a mano, este problema no incide en una segunda instancia, ya que se había corregido y ahora se tenían esos elementos a mano, el otro problema era el no tener el compresor (elemento con el cual se le realiza limpieza al filtro de aire) a mano, en esta ocasión ya se encontraba enchufado, listo y cerca para cuando fue requerido.

A pesar de estas mejoras, durante la realización de este proceso fue cuando se percató que había una pérdida de tiempo significativa al momento de soltar los tornillos y posteriormente realizado el mantenimiento, volver a apretarlos, hecho que será sujeto de estudio para una tercera ronda.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 12 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 7 minutos.

Tiempo reducido: 5 minutos.

Cambio de bujía:

Pese a que como se mencionó anteriormente el tiempo reducido entre un cambio y otro es mínimo, se decidió de todas maneras realizar el mantenimiento las veces correspondientes, ya que, cada vez que se realizaba se tenía una pérdida mínima de tiempo.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 8 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 6 minutos.

Tiempo reducido: 2 minutos.

Una vez lista la segunda ronda de vídeos, se llegó a la conclusión de que el taller en donde se estaban realizando las diversas tareas de mantenimiento, no era el adecuado y que por más que se aplicaran las distintas metodologías siempre se iba a encontrar factores repetitivos, ya que, como

se explicó anteriormente este lugar era una bodega, la cual tenía espacios libres y que se decidió a usar como taller ya que no se contaba con otro espacio para poder realizar los mantenimientos y grabarlos.

2.5.1.3. Tercera ronda

Una Vez terminada la segunda ronda de vídeos, se procede a tomar medidas para eliminar los factores que fueron identificados en esta segunda instancia y corregirlos.

Como se mencionó anteriormente, terminada la segunda ronda de vídeos se llegó a la conclusión que el taller que se estaba ocupando no era el más idóneo, por lo cual, la tercera ronda de videos fue realizado en un taller mecánico ubicado en el edificio C del departamento de mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María sede José Miguel Carrera.

En la segunda ronda de vídeos, se identificaron problemas en común para todos los procesos de aquella ronda, los cuales fueron atacados de la siguiente forma:

Pérdidas de tiempo exageradas en apretar y soltar tornillos:

Este factor de demora fue encontrado mientras se realizaba el mantenimiento al filtro de aire en la segunda ronda de vídeos, para evitar que siguiera sucediendo esto se tomó la medida de adquirir destornilladores eléctricos.

Las herramientas más utilizadas están mal marcadas:

Este factor de demora fue percibido mientras se realizaba el mantenimiento al freno trasero y la cadena, el hecho de identificar las herramientas que eran más requeridas y marcarlas, soluciono en parte el problema original encontrado en la primera ronda y atacado en la segunda, que era el no tenerlas señaladas para su fácil identificación, una vez solucionado en la segunda ronda mediante la implementación de adhesivos a las herramientas, sirvió de pie para el siguiente paso, agregarle una pequeña descripción a estos adhesivos, con la dimensión de la llave o dado, medida que se implementó para esta tercera instancia.

Una vez tomadas estas medidas y corregidas las acciones que implican pérdidas de tiempo, se procedió a realizar la tercera y última ronda de procedimientos y videos, en la cual solo se aprecian las diferencias de tiempo en comparación a la segunda ronda, todas las mejoras y observaciones hechas en los distintos procesos serán descritas a continuación:

Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera:

Como fue mencionado anteriormente, por un tema de costos, este procedimiento fue realizado solo en una instancia, por lo cual el tiempo de llenado de las telescópicas fue estimado según el mantenimiento anterior.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 1 hora y 15 minutos

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 30 minutos.

Tiempo efectivo 3er mantenimiento: 23 minutos.

Tiempo reducido: 52 minutos.

Limpieza de balatas y tensado de cadena:

El problema que se encontró en la segunda ronda de videos, asociado a los procesos de mantenimiento al freno trasero y la cadena, era que las herramientas marcadas no estaban correctamente marcadas e igual significaba una pérdida de tiempo el tener que reconocerlas, al incorporar una pequeña descripción en la cinta de cada herramienta soluciono el problema, haciendo más rápido el proceso de mantenimiento al tener ya las cajas de herramientas ordenadas, con las herramientas adecuadas y correctamente marcadas.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 44 minutos

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 27 minutos.

Tiempo efectivo 3er mantenimiento: 15 minutos.

Tiempo reducido: 29 minutos.

Sangrado de freno delantero:

Como en los cambios de aceite realizados anteriormente para poder tomar un tiempo de cambio como por ejemplo el del líquido de freno delantero, se realiza el procedimiento, pero en base a los mantenimientos anteriores se estima el tiempo de llenado.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 15 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 10 minutos.

Tiempo efectivo 3er mantenimiento: 7 minutos.

Tiempo reducido: 8 minutos.

Limpieza de filtro de aire:

Durante la realización de la segunda ronda de vídeos, se identificó que un problema era el tiempo que se perdía al soltar y apretar los pernos al iniciar y finalizar el proceso de mantenimiento, este problema se solucionó con la adquisición de destornilladores eléctricos para cada uno de los operarios, lo que significó una disminución en el tiempo efectivo de mantenimiento.

Tiempo efectivo 1er mantenimiento: 12 minutos.

Tiempo efectivo 2do mantenimiento: 7 minutos.

Tiempo efectivo 3er mantenimiento: 5 minutos.

Tiempo reducido: 7 minutos.

Una vez terminada la tercera ronda de procesos de mantenimiento y sus respectivos registros audiovisuales, llegamos a la conclusión que la metodología ocupada cumplió el objetivo planteado y significó una considerable minimización de los tiempos efectivos de mantenimiento

en lo que respecta a los procedimientos a la motocicleta Yamaha FZ16, todos los procesos se redujeron en más del 50% del tiempo original, esta disminución se debe en gran parte a la metodología SMED, pero también influye la utilización complementaria de la metodología 5s, la cual se procederá a explicar más adelante en este trabajo.

A la vez cabe destacar que todos los tiempos tomados fueron aproximados al número mayor, es decir si era un tiempo de 5 minutos con 20 segundos, se aproximó a 6 minutos para así poder realizar más fácilmente la suma de los tiempos.

2.5.2. Metodología 5s.

Como se explicó anteriormente, esta metodología se basa en crear procedimientos de mejora continua, mediante la identificación de algunos factores que están comprendidos en la inicial de 5 palabras japonesas de inicial S.

Estas palabras son: Seiri(organización), Seiton (orden), Seiso(limpieza), Seiketsu(estandarización), Shitsuke(disciplina y hábito).

A continuación, se procederá a explicar el cómo fue utilizada esta metodología de forma complementaria con la anterior (SMED).

2.5.2.1. Aplicación de metodología primera s.

La Clasificación u Organización (Seiri) consiste en separar lo que realmente sirve de lo que no; en identificar lo necesario de lo innecesario, finalizada la primera ronda de vídeos se identificaron varios objetos que eran innecesarios, teniendo en cuenta que como se mencionó en anterioridad, el taller utilizado figura número 22 era usado como bodega antes de los procedimientos realizados a la motocicleta Yamaha FZ16.

Estos elementos innecesarios en el proceso de mantenimiento eran varios, entre ellos: ventiladores, planchas de cerámica, planchas de madera de distintos tamaños, cajas plásticas vacías, planchas de aluminio, tarros de pintura, entre otros.

Estos objetos fueron removidos como se muestra en la figura número para poder así realizar en la futura ronda un mantenimiento con más espacio y tener un ambiente menos desordenado.



Fuente: Imagen propia, objetos removidos.

Figura 2-22. Objetos removidos.

En la segunda ronda de vídeos se llegó a la conclusión que para una tercera ronda se realizarán los procesos en un taller ubicado en el departamento “C” de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede José Miguel Carrera.

2.5.2.2. Aplicación de metodología segunda s:

El orden (Seiton) implicó en situar los necesarios, una vez terminada la primera ronda, se situó las cajas de herramientas y los elementos que eran específicamente necesarios para cada proceso de mantenimiento cerca de los operarios, como así también las piezas que se iban sacando durante los procesos se van dejando a mano.

De esta forma se reducen los tiempos de búsqueda, tanto de herramientas como de piezas, se ocupa menos espacio, se reducen los tiempos de cambio y el punto que está más próximo a la metodología SMED es que se evitan interrupciones en el proceso, reduciendo así el tiempo de mantenimiento efectivo, tiempo que se redujo al generarse el cambio de taller. La imagen que se mostrara a continuación hace referencia a la diferencia que se tenía en una primera instancia en comparación con el orden de las herramientas del taller de mantenimiento.



Fuente: imagen propia, herramientas del taller.

Figura 2-23. Herramientas del taller.

2.5.2.3. Aplicación de metodología tercera s:

El Limpiar implica Integrar la limpieza como parte del trabajo y que esta se convierta en una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario, así se elimina la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza y así se enfoca en eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

Se procedió a realizar limpieza antes de la primera ronda de videos, esto para reducir la suciedad base, después de haber acabado se realizó una limpieza del taller, esto se llevó a cabo una vez terminada la extracción de los objetos innecesarios del taller como se muestra en la figura número 24.



Fuente: imagen propia, limpieza de taller.

Figura 2-24. Limpieza de taller.

Durante la realización de los procesos de mantenimiento, cada vez que se utilizaba toalla nova industrial, se acumulaba para después ser botada toda de una sola vez.

Las ventajas obtenidas al momento de limpiar fueron el tener un lugar de trabajo limpio, lo que a su vez aumenta la disposición y motivación de los técnicos.

El tener el sitio limpio Incrementa la vida útil de las herramientas y el equipo a utilizar lo que una vez Incrementa la calidad de los procesos realizados

Terminada la segunda ronda de procedimientos se realizó la limpieza adecuada, pero de igual manera se realizará la tercera ronda en otro taller.

2.5.2.4. Aplicación de metodología cuarta s:

La estandarización consiste en corregir los errores identificados en los puntos anteriores, creando formas de solucionar y mantener un ambiente de orden en el taller y que el mantenimiento se haga de la forma más rápida y sencilla posible.

Parte de esta estandarización consto en situar los objetos necesarios cerca del área de trabajo y a mano, como se mencionó en la metodología SMED se procedió a marcar las herramientas que son más utilizadas por los mantenedores, esto se ilustra en la figura número 21.

2.5.2.5. Aplicación de metodología quinta s:

La disciplina consiste en establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza, promover el hábito del

autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología y así promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor.

Se tomó la medida el indicar y dejar registro de las fuentes de suciedad y desorden que vayan apareciendo en medida que se van realizando los procedimientos de mantenimiento.

Una vez terminada la aplicación de las 5 S en los procedimientos de mantenimiento, se identificó como ventaja que se creó un hábito de organización, orden y limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas.

**CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS
RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD.**

3. DEFINICIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD.

3.1. CONTEXTUALIZACIÓN.

En el siguiente capítulo se abordará la definición de un plan de mantenimiento para la motocicleta ya mencionada, a través de las tareas de mantenimiento dadas en el capítulo anterior, para así generar el mantenimiento más óptimo para poder lograr la mayor disponibilidad de dicho activo. Luego de esto se hará una comparación entre los valores dados por la concesionaria respecto a todos los mantenimientos realizados y los valores definidos por los técnicos para realizar los mismos. Y, por último, se evaluará la prefactibilidad que tendría este proyecto tanto por la parte técnica como económica.

3.1.1. Plan de mantenimiento:

Un plan de mantenimiento es un tipo de modelo de gestión de activos, el cual se basa en la programación de mantenimiento mediante alguna actividad por ejemplo periódicas preventivas o predictivas, donde se tiene como finalidad darles una disponibilidad mayor a los activos de una empresa. Se suelen dar tareas personalizadas y oportunas a cada uno de estos, intentando identificar la frecuencia de ocurrencia de las fallas, dándole variables de control y signando tareas únicas según cual sea la actividad.

3.1.2. Disponibilidad.

Es la capacidad que tiene un activo, de poder desempeñarse en forma normal para una función requerida, bajo condiciones dadas y en un intervalo de tiempo establecido.

3.1.3. Prefactibilidad.

La prefactibilidad consta en un estudio el cual se genera antes de comenzar a evaluar detalladamente el proyecto, este supone un análisis preliminar el cual tiene como objetivo conocer la viabilidad que tendría esta idea de ser convertida en un proyecto.

3.2. PLAN DE MANTENIMIENTO DEFINIDO.

Se definió que la motocicleta Yamaha FZ16 circula alrededor de 1000 [km] mensuales aproximadamente, por lo que se dio un plan de mantenimiento según kilometraje y otro según tiempo. El plan de mantenimiento según tiempo podría ser muy útil en el caso que no se lleve una buena cuenta de los kilometrajes o si es que el uso de la motocicleta no fuera constante.

Cabe destacar que el plan de mantenimiento definido se aleja un poco de lo dado por el fabricante ya que las condiciones bajo las que circula la motocicleta no son óptimas como las condiciones de las pruebas que hace el fabricante.

3.2.1. Plan de mantenimiento por kilometraje.

Este tipo de plan de mantenimiento surge por la necesidad de mantener en óptimas condiciones los componentes de la motocicleta una vez haya recorrido ciertos kilómetros, por el desgaste natural que implica su uso prolongado, con el objetivo de prevenir una falla grave.

A continuación, se mostrará gráficamente el plan de mantenimiento que se generó a los elementos visualizados en la problemática, donde se le deben realizar las tareas de mantenimiento definidas en el punto 1.6 del capítulo 1.

Tabla 3-1. Plan de mantenimiento según kilometraje.

	Cada 500 KM	Cada 1000 KM	3000 KM	6000 KM	9000 KM	12000 KM
Cambio de aceite y filtro						X
Lubricación y tensado de cadena	X					
Cambio de Bujía						X
Limpieza de filtro de aire			X	X	X	CAMBIO
Verificar líquido defreno delantero			X	X	X	CAMBIO
Centrado de manubrio				X		
Presión neumáticos	X					
Lubricación general		X				
Reapriete general		X				
Inspección de retenes y aceite telescópicas			X	X	X	CAMBIO
Limpieza de balatas	X					CAMBIO

Fuente: Elaboración propia.

Como se sabe, gran parte de los fabricantes, incluyendo a Yamaha, entregan sus planificaciones de mantenimiento según kilometraje, lo que en ocasiones no es lo más recomendable ya que, aunque el kilometraje sea poco, los componentes de igual manera necesitan un mantenimiento pasado un tiempo definido. En ocasiones las motocicletas podrían sufrir alguna falla que impida su uso por un periodo de tiempo o simplemente no se usan por algún motivo que no sea necesariamente una falla, por eso se genera de manera complementaria un plan de mantenimiento mediante tiempo para los componentes mencionados.

3.2.2. Plan de mantenimiento por tiempo.

Este tipo de plan de mantenimiento se origina por la necesidad de establecer un plazo entre intervenciones a los componentes del activo, cuando se este no se esté ocupando por cualquier motivo o cuando el tacómetro de la motocicleta no esté cumpliendo sus funciones y por ende no indique el kilometraje recorrido, lo cual implica la necesidad de tener un plan de mantenimiento a plazos fijos porque sería imposible guiarse por los kilómetros recorridos.

A continuación, se mostrará gráficamente el plan de mantenimiento que se generó a los elementos visualizados en la problemática, donde se le deben realizar las tareas de mantenimiento definidas en el punto 1.6 del capítulo 1.

Tabla 3-2. Plan de mantenimiento según tiempo.

	Cada 15 días	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	1 año
Cambio de aceite y filtro						X
Lubricación y tensado de cadena	X					
Cambio de Bujía						X
Limpieza de filtro de aire			X	X	X	CAMBIO
Verificar líquido de freno delantero			X	X	X	CAMBIO
Centrado de manubrio				X		
Presión neumáticos	X					
Lubricación general		X				
Reapriete general		X				
Inspección de retenes y aceite telescópicas			X	X	X	CAMBIO
Limpieza de balatas	X					CAMBIO

Fuente: Elaboración propia.

En casos puntuales como es el ejemplo de los aceites de motor y de las telescópicas, el cambio de aceite debe realizarse si no es a los 12.000[km] a un año, independiente de si el kilometraje que tuvo la motocicleta es menor a estos 12.000[km]. En el caso del líquido de frenos, no sería necesario cambiarlo si no se usa dice el fabricante, en cambio en este plan de mantenimiento nuevo, independiente del uso que tenga el líquido, se requiere el cambio en este caso cada un año.

En contraste con los mantenimientos mencionados anteriormente, en el caso de las balatas de freno, el cambio de bujía, el cambio del filtro de aire y el centrado de manubrio, no sería necesario el cambio o centrado como sea para el caso del manubrio, si la motocicleta no tiene uso. No sería necesario ya que el filtro de aire, balatas y la bujía no tendrían un desgaste si no son usadas y en el caso del centrado de manubrio si no se produce una caída o algo similar no requeriría un centrado, aunque si un reapriete como se ve cada 6 meses.

También relacionado tanto con el plan de mantenimiento por kilometraje como por tiempo, se generaron procedimientos de trabajo para cada uno de los componentes visualizados con fallas vistas en el punto 1.5 correspondiente a la problemática, para así poder realizar las tareas de mantenimiento vistas en el punto 1.6, correspondiente a las tareas de mantenimiento dadas para cada uno de los componentes.

Estos procedimientos de trabajo nombrados se podrán visualizar en la parte de los anexos, donde se dará el paso a paso a seguir.

3.3. PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

3.3.1. Prefactibilidad económica del proyecto.

El estudio de la prefactibilidad económica tiene como objetivo organizar la información de carácter monetario que otorgó el desarrollo de las actividades relacionadas con los mantenimientos realizados a la motocicleta Yamaha modelo FZ16, con el fin de evaluar la rentabilidad económica que tendría, antes de iniciar con detalles el estudio y análisis comparativo que tendría el proyecto propuesto.

Hoy en Chile, aproximadamente por cada ocho autos que salen a la calle a circular, una moto ingresa al parque vehicular. Esa es la proporción que grafica el crecimiento del mercado de las motos en Chile, que ya se acercan a las 400 mil unidades en todo el país a un ritmo de crecimiento de entre 40 y 50 mil al año.

Según datos del Registro Civil, a diciembre de 2012 se registraban 378.948 unidades. De acuerdo con las últimas informaciones de la Asociación Nacional de Importadores de Motocicletas (ANIM), el 2016 ya se vendieron 538.278 unidades, el 6,9% del parque automotriz.

Las más vendidas tienen motores de 200 centímetros cúbicos, como lo indica la figura número 1 preferidas por las mujeres porque son más livianas y fáciles de maniobrar.

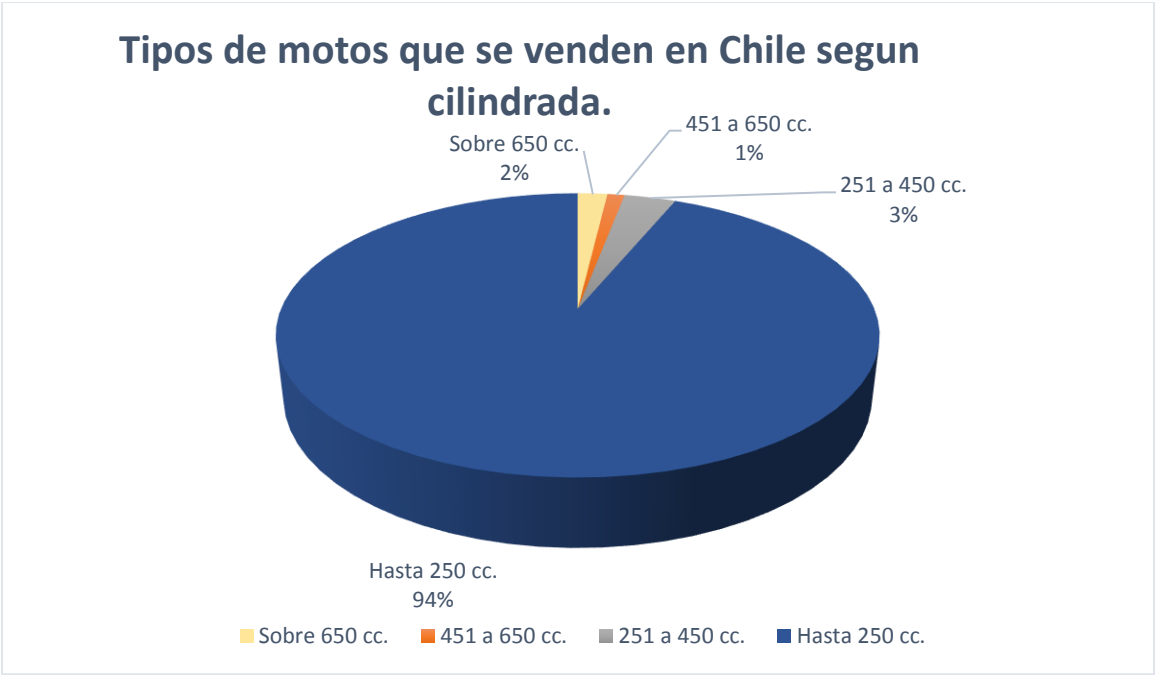


Figura 3-1. Tipos de motos más vendidas.

Fuente: Elaboración propia, datos ANIM.

El gráfico fundamenta el segmento de mercado al cual se está apuntando, más del 90% del mercado de motocicletas está asociado a motos que poseen hasta 250 cc, que corresponde a las motos de calle.

En Chile hay 480 modelos de motos, lo que demuestra un mercado altamente atomizado y que ha cautivado especialmente al público masculino, que representa el 94% de los compradores.

Cabe mencionar que la motocicleta que es objeto de estudio en este proyecto es la motocicleta de calle más solicitada en el mercado chileno, tal cual lo indica la tabla número 3, lo cual significa que, el realizar la comparación de precios entre la concesionaria y realizar de manera independiente lo que serían los mantenimientos que necesita la motocicleta, es de sumo interés público, por el hecho que se mencionó anteriormente.

A continuación, las motos de calle más vendidas, en orden descendente:

Tabla 3-3. Las motos más vendidas.

Moto - Modelo	Precio aproximado
Yamaha FZ-16	\$1.300.000.
Euromot HJ-125-7	\$649.900
Honda CB150 Invicta	\$1.390.000
UM Renegade 200	\$999.000
Honda XR 125	\$1.349.000
Keeway SuperLight 200	\$1.290.000
Honda New storm	\$949.000
Euromot GXT-200	\$999.900
Honda Elite - 125	\$899.000
Kinlon L150 GY-3	\$850.000

Fuente: Elaboración propia, datos ANIM.

Para evaluar de manera objetiva este punto se realizó una comparación, tal cual como se mencionó en la contextualización, la cual consta en realizar una cotización en la concesionaria oficial que tiene Yamaha Motors Company en la ciudad de Viña del Mar y contrastar estos precios con los obtenidos al realizar los procedimientos de mantenimiento de manera independiente, abarcando todo lo relacionado, dígase el valor obtenido al comprar los repuestos originales, los insumos y la mano de obra requerida, estimando un precio a las horas hombre teniendo en cuenta que los tiempos de mantenimiento y reparación son bastante menores cuando son realizados de manera independiente a cuando son realizados en la concesionaria.

En la concesionaria se realizaron las cotizaciones de todos los mantenimientos que se vieron en la problemática y las tareas de mantenimiento que se definieron en el punto número 1.6 del capítulo 1.

Se envió un correo a la concesionaria de Yamaha y estos respondieron con la siguiente tabla de valores.

Tabla 3-4. Cotización Yamaha.

MANTENIMIENTO GENERAL	
Cambio de aceite y filtro	
Lubricación y tensado de cadena	
Cambio de Bujía	
Cambio de filtro de aire	
Sangrado de freno delantero	
Centrado de manubrio	
Presión neumáticos	
Lubricación general	
Reapriete general	
SUBTOTAL	\$ 105.000
Cambio de retenes y aceite	
Retén (2)	\$ 14.980
Aceite (2)	\$ 21.980
Mano de obra	\$ 45.696
SUBTOTAL	\$ 82.656
Cambio balatas	
Balata	\$ 15.000
Mano de obra	\$ 10.000
SUBTOTAL	\$ 25.000
TOTAL	\$ 212.656

Fuente: Concesionaria Yamaha.

Cómo se puede apreciar, la empresa tiene los primeros 9 mantenimientos tabulados como mantenimiento general, esto quiere decir que, si un cliente desea hacer uno de estos mantenimientos en específico a su motocicleta y no la totalidad de ellos, deberá pagar la totalidad asociada al mantenimiento general, la cual como se puede apreciar en la tabla anterior, es de \$105.000.

Además, y tal como fue solicitado se entregaron los valores respecto a los mantenimientos que no están considerados dentro de un mantenimiento general, los cuales son el cambio de retenes y aceite de las barras telescópicas y el cambio de los elementos de frenado de la rueda trasera de la motocicleta.

Según lo entregado por la concesionaria, el cambio de retenes y aceite a las barras telescópicas, incluyendo insumos y mano de obra tiene un valor de \$82.656. El caso de las balatas, incluyendo insumos y mano de obra tiene un valor asignado por la concesionaria de \$25.000.

A continuación, se mostrarán los valores que tendrían los mantenimientos cada 3 meses según la cotización que se le realizó a la concesionaria Yamaha Motors Company en la ciudad de Viña del Mar.

Tabla 3-5. Mantenimiento cada 3 meses.

	mes 3	mes 6	mes 9
Mantenimiento general	\$ 105.000	\$ 105.000	\$ 105.000

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, al generar estos procesos de mantenimiento en la concesionaria, se tendría que desembolsar un gran valor por lo que respecta a un mantenimiento general, sin mencionar que se tendría un cambio de aceite muy seguido, lo que no es malo, pero de igual manera se estaría incurriendo en un gasto innecesario, ya que el aceite tiene vida útil de 12.000[km] lo que corresponde aproximadamente y en el caso específico de esta motocicleta a 1 año de uso.

Estos 3 mantenimientos tendrían un costo total de \$315.000. Y al año se le deberían realizar los mantenimientos generales más los específicos mencionados anteriormente, lo que nos daría el valor total de la cotización que son \$212.656.

A manera de contrastar y poder realizar una comparación objetiva de los valores entregados por la concesionaria, se efectuó la compra de los repuestos y posteriormente la realización de los procesos de mantenimiento de manera independiente, los cual arrojó los siguientes valores.

Tabla 3-6. Cotización técnicos del proyecto.

MANTENIMIENTO GENERAL	
Cambio de aceite y filtro	\$ 15.000
Lubricación y tensado de cadena	\$ 5.000
Cambio de Bujía	\$ 4.000
Cambio de filtro de aire	\$ 7.000
Sangrado de freno delantero	\$ 4.000
Centrado de manubrio	\$ 5.000
Presión neumáticos	\$ 0
Lubricación general	\$ 5.000
Reapriete general	\$ 5.000
Mano de obra	\$ 30.000
SUBTOTAL	\$ 80.000
Cambio de retenes y aceite	
Retén (2)	\$ 13.000
Aceite (2)	\$ 10.000
Mano de obra	\$ 20.000
SUBTOTAL	\$ 43.000
Cambio balatas	
Balata	\$ 10.000
Mano de obra	\$ 10.000
SUBTOTAL	\$ 20.000
TOTAL	\$ 143.000

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de la cotización entregada por Yamaha, en una primera instancia los mantenimientos llamados generales fueron desglosados según el costo de los insumos de cada uno de estos y dándole un valor a la mano de obra de la totalidad de estos.

Cabe destacar que se agrupó de esta manera los procedimientos para que la comparación fuera consistente solamente, pero esto no quiere decir que los mantenimientos generales no se puedan realizar de forma individual. También se les dieron valores monetarios a mantenimientos que no se tenían contemplados de esta manera, como sería el caso de los reaprietes, centrado de manubrio o de una lubricación general.

A continuación, se mostrarán los valores que se tendrían en los respectivos meses 1, 3, 6 y 9 según los técnicos.

Tabla 3-7. Mantenimiento por meses.

	mes 1	mes 3	mes 6	mes 9
Lubricante de cadena	\$ 5.000		\$ 5.000	
Lubricación y tensado de cadena	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 4.000
Limpieza de balatas	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 4.000
Lubricación general	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000
Reapriete general	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000
Inspecciones y limpieza		\$ 5.000	\$ 5.000	\$ 5.000
	\$ 23.000	\$ 23.000	\$ 28.000	\$ 23.000

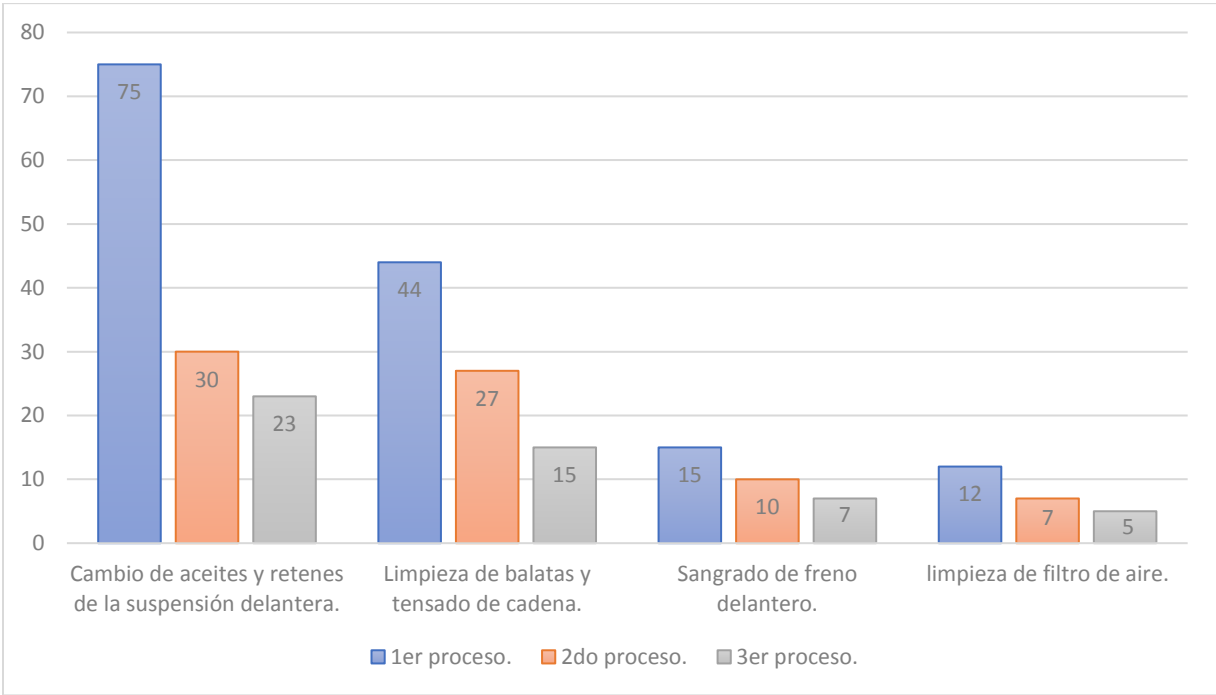
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, la totalidad del precio asociado a los mantenimientos que se realizan en un año de manera independiente son visiblemente menores a los dados por la concesionaria de Yamaha. La totalidad en estos 4 tendrían un valor de \$97.000, respecto a los mantenimientos generados por año tendrían un valor de \$143.000, lo que es ampliamente menor a los valores dados por Yamaha, lo que, a manera de conclusión indica que el proyecto planteado si es económicamente perfectible.

3.3.2. Prefactibilidad técnica del proyecto.

El estudio de la prefactibilidad técnica tiene como objetivo organizar la información que otorgó el desarrollo de las actividades relacionadas con los mantenimientos realizados a la motocicleta Yamaha modelo FZ16, con el fin de evaluar que el proyecto propuesto puede ponerse en marcha mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y el cómo mantenerlo en funcionamiento.

La metodología propuesta para el cumplimiento de los objetivos dados, fue la SMED en gran parte y complementariamente la metodología de las 5s, se probó en 3 instancias, como se explicó anteriormente, reduciendo efectivamente los tiempos de mantenimiento y reparación hasta en un 70% como lo fue en el caso del proceso de mantención a la suspensión delantera y el enderezamiento de neumático delantero, en donde se redujo de 75 minutos a 23 minutos, dando como diferencia 52 minutos como indica la figura número 2, lo cual demuestra que la metodología usada cumple las expectativas propuestas.



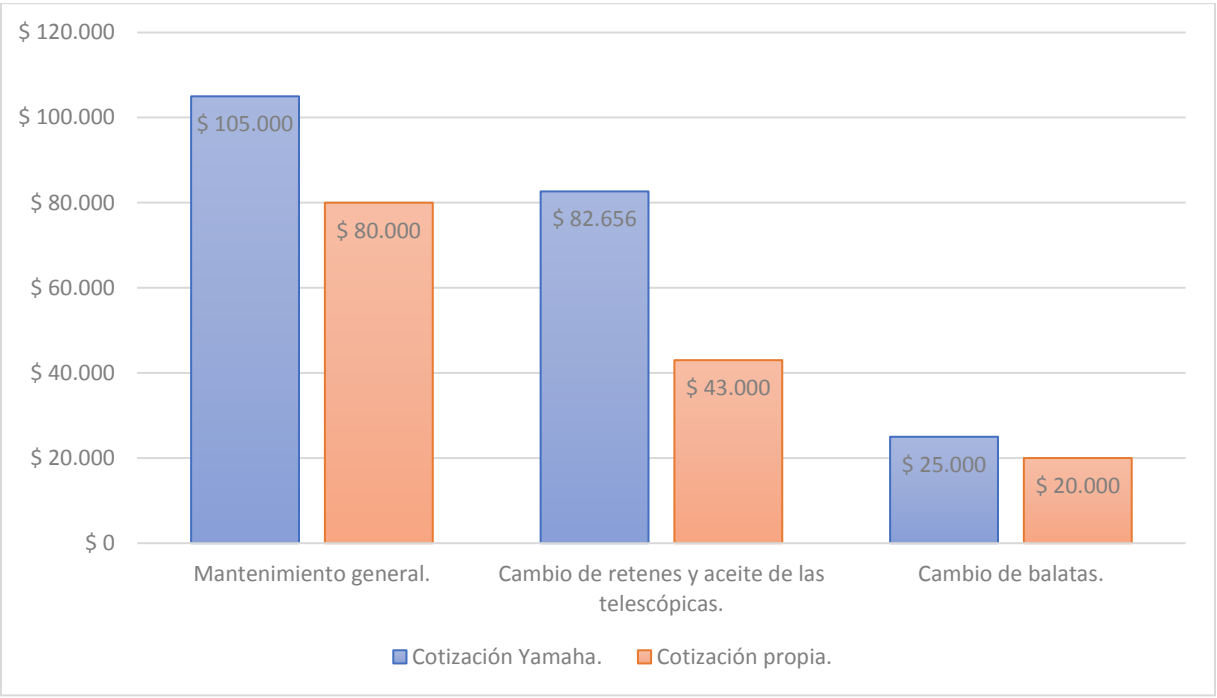
Fuente: Imagen propia, reducción de tiempos de mantenimiento.

Figura 3-2. Comparación de reducción de tiempos de mantenimiento.

A continuación, se procederá a mostrar los porcentajes de reducción de tiempos efectivos de mantenimiento del último proceso en relación al primer proceso:

- Cambio de aceite y retenes de la suspensión delantera: 70% de tiempo menos.
- Limpieza de balatas y tensado de cadena: 65% de tiempo menos.
- Sangrado de freno delantero: 53% de tiempo menos.
- Limpieza de filtro de aire: 58% de tiempo menos.

Por otro lado, y como se abordó anteriormente en el estudio de la prefactibilidad económica, el realizar los procesos de mantenimiento necesarios para mantener el activo en condiciones óptimas de manera independiente, siempre será más económico que mandar a hacer los respectivos procedimientos a la concesionaria como se ilustrará en la figura 3.



Fuente: Imagen propia, reducción de costos de mantenimiento.

Figura 3-3. Comparación de reducción de costos de mantenimiento.

A continuación, se mostrará la diferencia de precios que existe entre realizar los procesos en la concesionaria y realizarlos de manera independiente:

- Mantenimiento general: \$25.000.
- Cambio de retenes y aceite en las telescópicas: \$39.656.
- Cambio de balatas: \$5000.

Otro punto importante por considerar es el tiempo estimado de entrega, donde bajo la utilización a cabalidad de las metodologías mencionadas anteriormente se tendría un tiempo efectivo de trabajo de 1 hora con 8 minutos, sumándole 15 minutos de descanso entre un mantenimiento y otro, se obtendría que la totalidad de los mantenimientos se podrían realizar en 2 horas con 8 minutos. A diferencia de la concesionaria que luego de ir a entregar la motocicleta indican que esta puede ser recogida el día posterior lo que representa aproximadamente 8 horas de trabajo, lo cual, si lo llevamos al punto de vista monetario significa una clara reducción de costos en horas hombre.

Si bien y como es de esperarse todos los años los precios tanto de repuestos como de horas hombre suben, de igual manera comprar y reemplazar los repuestos de manera independiente seguirá siendo más factible económicamente que realizarlo en concesionaria.

Los problemas que involucra el proyecto planteado son en gran parte técnicos, ya que no todos los operarios poseen el conocimiento técnico adecuado para intervenir la motocicleta, por ende, el hecho de haber realizado un registro audiovisual junto con las instrucciones paso a paso

de cada procedimiento servirá para su estudio y posterior realización si es que se cuenta con ese problema. Por otro lado, un mal registro audiovisual puede significar un inconveniente a la hora de querer revisarlos para identificar factores a corregir, por lo cual se tiene que probar la o las cámaras a utilizar antes de ejecutar la metodología propuesta.

En lo que respecta a la tecnología utilizada para la aplicación de la metodología SMED para la mejora de procedimientos y reducción de los tiempos efectivos de mantenimiento, se utilizó una cámara GoPro Hero sesión 5, la cual actualmente tiene un valor en el mercado aproximado de 200.000, sin embargo, la metodología no exige que sean registrados los procesos con este tipo de cámara en específico, puede ser con cualquiera que permita, una vez terminados los procesos, revisarlos de manera meticulosa, lo que implica que la cámara a utilizar de preferencia tiene que ser de una gama no tan baja, para que la rapidez de importación de los videos (de la cámara a un ordenador) y la resolución de esta no signifiquen un impedimento a la buena utilización de la metodología en cuestión.

Los insumos y herramientas utilizados para la realización del proyecto no escapan de los que normalmente debería tener un taller mecánico, con la ventaja que se pueden disponer de manera prácticamente inmediata (un día como máximo de espera luego de ser requerido), de ser el caso de utilizar un taller propio y como fue el caso en la primera y segunda ronda de videos registrados correspondientes a los procesos de mantenimiento de la motocicleta Yamaha FZ16.

De todas formas, para algunos de los distintos tipos de procedimientos realizados se tuvo que disponer de insumos que no se encontraban presentes, más si estaban presupuestados tales como:

- Lubricante de cadena Repsol.
- aceite para motor Castrol SAE 20W50.
- Compresor de aire Bauker.

Los cuales tuvieron que ser comprados, excepto el compresor, elemento con el cual se disponía, lo que significa que no fue motivo de gasto para el proyecto, sin embargo, estudiando su implicancia en un futuro uso del proyecto, se puede prescindir de este, ya que se pueden utilizar otros elementos para realizar la limpieza preventiva al filtro de aire.

Los resultados obtenidos arrojan una clara disminución de los tiempos efectivos de mantenimiento, esto acompañado de la experticia que proporciona a los técnicos el tener que realizar los procedimientos varias veces corrigiendo los errores previos.

Eventualmente, este trabajo se puede llevar a cabo en un taller real, puesto que los resultados obtenidos son positivos. Existiendo una diferencia amplia entre el 1er y el último proceso registrado, tanto en materia de tiempo como de eficiencia, abre una ventana a la posible utilización de esta metodología para la reducción de tiempos efectivos en cualquier taller mecánico de motocicletas, si no también, podrá ser utilizada en otros procesos tanto industriales como mecánicos.

Por tanto, una vez realizadas las comparaciones competentes entre lo que sería la realización de un proceso de mantenimiento a la motocicleta Yamaha modelo FZ16 sin ningún tipo de metodología, es decir, llevarla a la concesionaria una vez recorrido el kilometraje expresado según catálogo y la realización autónoma de la compra de repuestos y la realización de los procesos de mantenimiento bajo la metodología propuesta, da a conocer la gran brecha tanto monetaria, como en lo que respecta a los tiempos efectivos de demora una vez que la motocicleta entra a los procedimientos y sale en un estado óptimo, que existe entre realizar el mantenimiento en la concesionaria o realizarlos bajo la metodología propuesta, lo cual nos indica que la realización del proyecto planteado es prefactible tanto económica como técnicamente para iniciar posteriormente y con detalles el estudio y análisis comparativo de las ventajas y desventaja que tendría este proyecto.

CONCLUSIONES.

Con la problemática existente, la realización del proyecto en sí se centró en encontrar la mejor solución a esta, en una primera instancia la revisión del catálogo dio pie para seleccionar e inspeccionar los componentes críticos que la motocicleta posee, para la posterior definición de las tareas de mantenimiento correspondientes, sin embargo se concluye que no hay que dejarse fiar totalmente por los mantenimientos sugeridos por el catálogo, ya que ahí las condiciones de operación están idealizadas, muy diferente de las condiciones en las que se opera en realidad, por lo que crear e implementar un plan de mantenimiento adecuado a las condiciones reales de uso es más recomendable si se quiere preservar la motocicleta en condiciones óptimas.

Una vez terminada la realización y el estudio del proyecto en cuestión, se evaluó que las soluciones propuestas, dígame la metodología utilizada, permitió efectivamente el cumplimiento de los objetivos propuestos, esto debido a que el hecho de grabar todos los procedimientos realizados, significa una ayuda importante, ya que se puede apreciar en primera persona los errores que se van cometiendo y los factores que posee el lugar de trabajo que no son beneficiosos para la correcta realización de las tareas propuestas, así mismo la metodología en cuestión permite una gestión de soluciones más práctica y sencilla, pudiendo aplicarlas antes de empezar la siguiente ronda de procesos de mantenimiento.

Se concluye que el realizar la compra de los repuestos y realizar los procesos de mantenimiento y reparación adecuado de manera independiente, es más conveniente económicamente hablando, que el realizarlo en la concesionaria oficial y que en general la gente recurre a este medio por un tema de comodidad ya que solo tiene que llevarla y no necesita abordar de manera profunda el catálogo, ni tiene que ir a hacer las compras de los repuestos y por ende tampoco tiene que realizar los procesos de mantenimiento y reparación, sino que, solo confía en la calidad que representa el realizar estos procedimientos en la concesionaria oficial.

Para culminar el proyecto en cuestión, se evaluó, según los resultados obtenidos tanto en materia de tiempo como de dinero, que la implementación de este es pre factible tanto económica como técnicamente hablando, por la reducción drástica de los tiempos efectivos de mantenimiento, la experiencia que deja el realizar los mantenimientos de manera periódica, el poder revisar los procedimientos las veces que se estime conveniente para su mejor ejecución y el ahorro monetario que implica el hecho de comprar los repuestos de manera independiente y así dejar de ser solo el operario del vehículo en cuestión, y convertirse también en el mantenedor, mecánico y total responsable de este.

BIBLIOGRAFÍA

- Yamaha. Manual de servicio motocicleta FZ16.
- Yamaha. Catálogo de repuestos FZ16.
- Preparación rápida de máquinas. “El sistema SMED”. Ing. Francis Paredes Rodríguez Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Francisco Rey Sacristán, (2005), “Las 5s orden y limpieza en el puesto de trabajo”.

ANEXOS.

ANEXO A: ANÁLISIS DE ACEITE REALIZADO EN LA EMPRESA MOBIL.

Junto a Don Marcelo Díaz San Martín, se realizó una introducción sobre conceptos generales, puntos a visualizar del aceite y objetivos a cumplir en esta ruta de chequeo del aceite, se procedió iniciando la ruta dando a conocer el nombre del equipo, y su función.

Se partió por el Viscosímetro HVM 472, donde se midió la viscosidad del aceite a 40°C y a 100°C, siguiendo por una plancha, la cual indicaba si el aceite contaba con agua en su composición. Se prosiguió a pasar por la máquina Seta Flash, la cual era la encargada de ver el punto de inflamación que tenía el aceite en cuestión, posterior a esto se realizaron dos tipos de análisis, los cuales generaban un mismo estudio, pero, se explicó que se usaba uno u otro según lo que el cliente necesitaba saber del aceite. Ambos tenían un distinto rango del tamaño de la partícula a medir, primero se analizó el aceite en la máquina ICP, y luego la máquina RDE, ambas nos dirían con cuántas partículas y de qué composición son las partículas con las cuales cuenta el aceite a hora de la prueba. Y para finalizar esta ruta se dirigió a la máquina Liquid Autosampler, la cual es la encargada de dar a conocer el hollín con el que cuenta el aceite.



Fuente: <http://www.paclp.com/lab-instruments/viscometer>.

Figura A-3-4. Viscosímetro.



Fuente: Imagen propia, plancha de presencia de agua.

Figura A-3-5. Plancha de presencia de agua.



Fuente: Imagen propia, Seta Flash.

Figura A-3-6. Seta Flash.



Fuente: Imagen propia, RDE.

Figura A-3-7. RDE-Spectroil Q100.



Fuente: Imagen propia, ICP.

Figura A-3-8. ICP.



Fuente: Imagen propia, liquid autosampler.

Figura A-3-9. Liquid Autosampler.

ANEXO B: PASO A PASO PARA LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEFINIDAS.

Limpieza de balatas.

- 1) Colocar motocicleta en posición de desmontaje de rueda.
- 2) Soltar eje N31 con llave tipo cruz.
- 3) Desprender manualmente cojinetes N3.
- 4) Desprender manualmente placa de zapata de freno N6.
- 5) Desprender manualmente balatas N7 de placa de zapata de freno.
- 6) Retirar manualmente resortes N8 y 9.
- 7) Revisar visualmente el estado de las balatas.
- 8) Pasar lija a balatas para eliminar cristalización.
- 9) Instalar manualmente resortes 8 y 9 para unir balatas N7.
- 10) Introducir balatas N7 en placa de zapatas de freno N6.
- 11) Introducir manualmente placa de zapatas N6 en la rueda trasera.
- 12) Introducir manualmente cojinetes N3.
- 13) Introducir manualmente eje N31 en su totalidad.
- 14) Apretar eje N31 con llave tipo cruz.

Tensado y lubricado de cadena.

- 1) Colocar motocicleta en posición de desmontaje de rueda trasera.
- 2) Soltar y retirar eje N31 con llave tipo cruz.
- 3) Retirar tuercas N40 con llave N12.
- 4) Desprender manualmente tiradores de cadena N37.
- 5) Retirar manualmente cojinetes N3.
- 6) Desprender la cadena del sprocket N19.
- 7) Retirar la rueda.
- 8) Limpiar manualmente con trapos la cadena.
- 9) Montar sprocket N19 en la rueda.
- 10) Colocar rueda en posición de montaje.
- 11) Instalar cadena en el sprocket N19.
- 13) Instalar los tiradores N37 sin apretar tuercas N40.
- 14) Introducir manualmente cojinetes N3.
- 15) Introducir eje N31.
- 16) Apretar tuercas N40 con llave de 12 hasta la marca indicada en el tirador de cadena

N40.

- 17) Aplicar lubricante Repsol a 5 cm de distancia de la cadena.

Limpieza de filtro de aire.

- 1) Introducir llave de la motocicleta en ranura de desprendimiento del asiento.
- 2) Retirar asiento de motocicleta.
- 3) Soltar tornillos N15 y 24 con destornillador de cruz.
- 4) Retirar tapa de la caja de filtro N11.
- 5) Desprender manualmente elemento de filtro de aire N12 de la caja de filtro de aire N10.
- 6) Limpiar elemento de filtro de aire con elemento compresor de aire.
- 7) Limpiar con trapo caja de filtro de aire N10 de cualquier suciedad presente.
- 8) Introducir manualmente elemento de filtro de aire N12 en la caja de filtro de aire N10.
- 9) Posicionar tapa de filtro de aire n11 en posición para instalar.
- 10) Apretar tornillos n15 y n 24 con destornillador tipo cruz para sujetar la tapa de filtro de aire N11.
- 11) Colocar manualmente asiento.

Cambio de aceite.

- 1) Retirar tapón del Carter con llave N19.
- 2) Dejar escurrir el aceite.
- 3) Quitar tornillos de tapa de filtro de aceite con llave N10.
- 4) Retirar filtro de aceite.
- 5) Dejar escurrir el aceite en su totalidad.
- 6) Colocar filtro de aceite.
- 7) Colocar tornillos de tapa de filtro de aceite con llave N10.
- 8) Colocar tapón del Carter con llave N19.
- 9) Llenar con 1200 cc de aceite 20W50 de 4 tiempos el Carter.

Cambio de retenes y aceite de telescópicas.

- 1) Remover tornillos de varilla del amortiguador con llave Allen N5.
- 2) Dejar caer el aceite de las telescópicas en su totalidad.
- 3) Quitar tornillo de soporte de las barras con llave N14.
- 4) Desprender las barras telescópicas.
- 5) Quitar tornillo de tope con una llave N22.
- 6) Remover elementos internos.
- 7) Limpiar elementos internos
- 8) Quitar guardapolvo y retenes.
- 9) Limpiar parte exterior de las barras.
- 10) Colocar retenes y guardapolvos.
- 11) Colocar elementos internos.
- 12) Colocar tornillo de varilla del amortiguador con llave Allen N5.
- 13 llenar las barras con 459 cc de Aceite 10W.

- 14) Insertar tornillos de tope con llave N22
- 15) Montar y apretar barras telescópicas con llave N14.

Sangrado de freno delantero.

- 1) Quitar tapón de goma de despiche del Caliper
- 2) Colocar manguera de goma en el despiche
- 3) Retirar tornillos con destornillador de paleta y cruz.
- 4) Quitar sujetador de diafragma del depósito del cilindro maestro de freno.
- 5) Quitar diafragma del depósito del cilindro maestro de freno.
- 6) Llenar con liquido de freno DOT-4 el depósito de líquido de freno.
- 7) Colocar Diafragma del depósito del cilindro maestro.
- 8) Colocar sujetador de diafragma del depósito del cilindro maestro.
- 9) Colocar tornillos con destornillador de paleta y cruz.
- 10) Colocar tapón de goma de despiche del Caliper

Cambio de bujía.

- 1) Desprender cable de bujía.
- 2) Colocar llave de bujía sobre la bujía y girar hacia la izquierda hasta que sea posible desprenderla.
- 3) Retirar bujía.
- 4) Colocar bujía nueva.
- 5) Colocar llave de bujía sobre la bujía y girar hacia la derecha hasta que quede correctamente posicionada.
- 6) Quitar llave de bujía.
- 7) Colocar cable de bujía.