

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

**PLAN DE MANTENIMIENTO A CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA PARA
AUTOMÓVILES**

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniería
de Ejecución en MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumnos:

Fabian Emilio Zúñiga Figueroa

Profesor Guía:

Mg. Ing. Andrés Aránguiz Garrido

RESUMEN

KEYWORDS: MANTENIMIENTO, CAJA DE CAMBIOS, CONVERTIDOR

Taller fundado alrededor del año 2010 con la finalidad de arreglar y detectar problemas de funcionamiento en las cajas de cambios automáticas ya que se vio en la necesidad de sus clientes en dedicar de lleno el servicio al arreglo de estas por una alta demanda que se genera y también que es negocio rentable para el mundo automotriz.

Como primera etapa se describirán los antecedentes generales que posee el taller mecánico desglosando los horarios, su ubicación geográfica y también lo que es la misión y su visión hacia el futuro que tendrá este taller. Se explica el proceso productivo, ya sea, desde que llega el vehículo con problemas hasta que se le entrega al cliente.

Se dará a conocer la problemática que consiste en, que hoy en día el uso de autos con transmisión automática ha aumentado y por ende su funcionamiento se ha visto perjudicado por el mal uso que le dan los conductores y a la vez hay pocos talleres establecidos que se dedican al mantenimiento de las transmisiones automáticas. Para luego identificar todo lo que contemplan los sistemas involucrados que tiene el vehículo, para así escoger el sistema crítico por medio análisis de criticidad, se verá el riesgo que poseen a través de una ecuación.

También se identificará su número de prioridad de riesgo que es un elemento utilizado en el FMECA que son las acciones en contra de sus modos de fallos, que también es importante al momento de encontrar problemas y a la vez corregirlas antes de tiempo.

Por último, estarán todo lo que contemplan los tipos de mantenimiento y sus respectivas tareas que se deben ejercer en sus respectivas pautas de trabajo junto con sus listas de comprobación. Se especificarán los costos de mantenimiento que tendrá el taller mecánico para en si llevar un orden en general en los gastos que tendrá este.

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

RPN	:	Número de prioridad de riego.
SHA	:	Seguridad, higiene, ambiente.
FF	:	Frecuencia de fallas.
IO	:	Impacto operacional.
FO	:	Flexibilidad operacional.
CM	:	Costo de mantenimiento.
FMEA	:	Análisis de modo de fallas.
DIN	:	Instituto alemán de normalización.
SAE	:	Sociedad de ingenieros automotrices.
SKF	:	Fábrica sueca de rodamientos.
RPM	:	Revoluciones por minuto.
\$	:	Peso chileno.

SIMBOLOGÍA

hr	:	Hora.
kg	:	Kilogramo.
min	:	Minuto.
mm	:	Milímetros.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.	ANTECEDENTES GENERALES	4
1.1.1.	Ubicación geográfica	4
1.1.2.	Misión y visión de una empresa	4
1.1.3.	Turnos de trabajo	5
1.2	PROCESO PRODUCTIVO	5
1.3.	PROBLEMÁTICA	6
1.4.	SISTEMAS INVOLUCRADOS	7
1.4.1.	Sistema de transmisión	7
1.4.2.	Sistema de frenado	8
1.4.3.	Sistema de refrigeración	8
1.4.4.	Sistema de suspensión	9
1.4.5.	Sistema eléctrico	10
1.4.6.	Sistema de inyección	10
1.5.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y SELECCIÓN DE SUBSISTEMA CRITICO	11
1.5.1.	Frecuencia de fallas	11
1.5.2.	Impacto operacional	12
1.5.3.	Flexibilidad operacional	13
1.5.4.	Costos de mantención	13
1.5.5.	Impacto a la seguridad, higiene y ambiente (SHA)	14

CAPITULO 2: ANÁLISIS Y FUNCIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN

2.	ANÁLISIS Y FUNCIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN	17
2.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CRITICO	17
2.2.	DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	17

2.2.1.	Convertidor	17
2.2.2.	Cuerpo de válvulas	18
2.2.3.	Enfriador	18
2.2.4	Filtro de transmisión	19
2.2.5.	Corona	19
2.2.6.	Discos de fricción	20
2.3.	ANÁLISIS SIPOC	21
2.4	ANÁLISIS DE MODO DE FALLAS, EFECTO Y CRITICIDAD (FMECA)	22
2.4.1	Numero de prioridad de riesgo	23
2.4.1.1.	Severidad	23
2.4.1.2	Ocurrencia	24
2.4.1.3.	Detección	25

CAPITULO 3: PAUTAS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

3.	PAUTAS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO	30
3.1.	¿QUE ES EL MANTENIMIENTO?	30
3.2.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	30
3.2.1.	Mantenimiento correctivo	30
3.2.2.	Mantenimiento preventivo	31
3.2.3.	Mantenimiento predictivo	31
3.2.4.	Mantenimiento cero horas (Overhaul)	32
3.2.5.	Mantenimiento sistemático	32
3.2.6.	Mantenimiento en uso	33
3.3.	TAREAS DEL MANTENIMIENTO	33
3.3.1.	Inspección visual	33
3.3.2.	Pintado	34
3.3.3.	Ajustes	34
3.3.4.	Limpieza	35
3.3.5.	Lubricación	35
3.4.	PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	36
3.5.	COSTOS DE MANTENIMIENTO	39
3.5.1	Costos operacionales	40
3.5.2.	Costos generales	41
3.5.3.	Costos totales	41
	CONCLUSIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	46

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Proceso productivo
- Figura 1-2. Sistema de transmisión
- Figura 1-3. Frenos de un vehículo
- Figura 1-4. Sistema de refrigeración
- Figura 1-5. Sistema de suspensión
- Figura 1-6. Sistema de eléctrico de un vehículo
- Figura 1-7. Sistema de inyección
- Figura 1-8. Matriz de riesgo
- Figura 2-1. Caja de cambios 4HP14
- Figura 2-2. Principales partes de un convertidor
- Figura 2-3. Exterior e interior de un cuerpo de válvulas
- Figura 2-4. Enfriador
- Figura 2-5. Filtro de transmisión
- Figura 2-6. Corona
- Figura 2-7. Discos de fricción
- Figura 2-8. Análisis SIPOC
- Figura 2-9. Análisis SIPOC del sistema de transmisión
- Figura 2-10. FMECA de caja de cambios automática
- Figura 2-11. Hoja de información
- Figura 3-1. Caja de cambio automática
- Figura 3-2. Mantenimiento preventivo
- Figura 3-3. Mantenimiento predictivo
- Figura 3-4. Overhaul
- Figura 3-5. Mantenimiento sistemático
- Figura 3-6. Mantenimiento en uso
- Figura 3-7. Individuo inspeccionando visualmente
- Figura 3-8. Carcaza de caja de cambio
- Figura 3-9. Ajuste a tornillo
- Figura 3-10. Antes y después de limpieza de caja automática
- Figura 3-11. Lubricación
- Figura 3-12. Kit de repuestos
- 3-13 Costos operacionales en peso chileno

3-14 Costos operacionales en dolares

3-15 Costos generales en peso chileno

3-16 Costos generales en dolares

3-17 Flujo de caja en peso chileno

3-18 Flujo de caja en dolares

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Horario de trabajo (hrs)

Tabla 1-2. Frecuencia de fallas

Tabla 1-3. Impacto Operacional

Tabla 1-4. Flexibilidad operacional

Tabla 1-5. Costos de mantención

Tabla 1-6. Impacto a la seguridad, higiene y ambiente (SHA).

Tabla 1-7. Riesgo

Tabla 2-1. Severidad

Tabla 2-2. Ocurrencia

Tabla 2-3. Detección

Tabla 2-4 Matriz de NPR

Tabla 3-1. Pauta de trabajo

INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo de título se dará a conocer los antecedentes generales del taller mecánico P&Z, lo cual pertenece a uno de los pocos talleres en la región que se dedica a la reparación de caja de cambios automática.

Todo comienza con la problemática ya que los autos con transmisión automática en los últimos años vienen creciendo su producción como en 2018 que se registró una venta de autos automáticos en Chile de 125.000 unidades, debido a que la gente prefiere su comodidad y eficiencia para tanto el uso en ciudad como en carretera.

Es debido a esto que se han visto en la necesidad de generar talleres a lo largo del país que se especialicen en la reparación de estos componentes que son fundamentales para el correcto funcionamiento de un vehículo, ya que el mantenimiento que se ejecuta es deficiente por lo tanto este trabajo busca establecer algunas tareas de mantenimiento para así alargar la vida útil.

Para ello se conocerá el proceso productivo que conlleva el taller P&Z que se dedica a la mantención de las cajas automáticas con el fin de conocer tanto los componentes como las principales fallas que afectan a las cajas automáticas generando las bases para realizar un correcto FMECA.

Un plan de mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, enfocadas a conservar algún elemento, o bien restaurarlo a un estado en el cuál él pueda realizar una función requerida.

Para generar un buen plan de mantenimiento se debe estudiar o realizar análisis para determinar la importancia de los componentes del sistema. Sabiendo eso se podrá generar un plan de mantenimiento focalizado en los componentes más críticos e importantes para el funcionamiento correcto y con la finalidad de entregar los costos de mantenimiento que tenga el taller, para así tener un control periódico ya sea un mantenimiento preventivo para que el vehículo tenga una vida útil más prolongada.

Dicho lo anterior, en el presente trabajo se plantearán los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Proponer un plan de mantenimiento para la caja automática Peugeot 4HP14, mediante la recopilación de información de los componentes que constituyen esta, con el fin de generar pautas de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de transmisión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el funcionamiento de los sistemas que componen un vehículo con el fin de determinar el subsistema crítico que posee este mediante la fórmula de riesgo.
- Jerarquizar modos de fallos que tiene el elemento crítico mediante la utilización de Análisis de modos de fallas, efecto y criticidad (FMECA) para la determinación de las tareas asociadas al mantenimiento.
- Generar ordenes de trabajo con la intención de establecer la correcta ejecución de estos y obteniendo los costos asociados al mantenimiento.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. EMPRESA

El taller mecánico automotriz P&Z se dedica a lo que es el arreglo de cajas de cambios automáticas para automóviles se dedican a detectar las fallas más ocurrentes que estas presentan tales como la partida misma partida del motor, problemas en funcionamiento al interior de la caja, problemas con el cuerpo de válvulas, con el selector de cambios, entre otros. Fue fundada alrededor del año 2010 por Patricio Zuñiga ya que se vio en la necesidad de sus clientes en dedicarse de lleno a lo que es el arreglo de este tipo de cajas de cambios por la alta demanda que se generaba y que es un negocio rentable hacia el futuro ya que la tecnología avanza cada vez más rápido y que algún día todos los autos serán con este tipo de transmisión automática.

1.1.1. Ubicación geográfica

El lugar en donde se llevará a cabo el mantenimiento a la caja automática será en el taller mecánico automotriz P&Z ubicada en la calle Alcalde Galleguillo Gatica, Villa Alemana en la quinta región de Valparaíso, Chile. Se encuentra a pocos minutos de la estación Las Américas.

1.1.2. Misión y visión de una empresa

La misión de una empresa siempre se verá enfocada principalmente en la actividad o labor que se ejecutara, por otro lado, la visión son las metas que se propone la empresa hacia futuro, estas metas tienen el objetivo de ser reales y alcanzables, ya que estas deben ser llevadas a cabo en su totalidad, a la vez estas también deben motivar e incentivar a sus trabajadores para así lograr un ambiente de trabajo óptimo, rindiendo mejor, obteniendo así una mayor producción.

A continuación, se presenta la misión y visión del taller mecánico P&Z:

Misión: “Proveer un buen servicio de calidad sobre el mantenimiento automotriz en general, conservando los autos de nuestros clientes y sus cajas automáticas en un estado de manipulación eficiente y seguro, satisfaciendo todas las necesidades y expectativas que desea el cliente en el mejor tiempo posible. Sabiendo que su vehículo, su presupuesto y usted son lo más importante”

Visión: “Llegar a ser el taller más reconocido por arreglar cajas automáticas de automóviles, a un nivel de confianza muy grande en toda la Quinta Región, ofreciendo un servicio

de calidad, honestidad, precios accesibles y confianza. Aparte de poder conseguir que nuestros clientes estén aún más satisfechos y puedan obtener uno de los mejores servicios.

1.1.3 Turnos de trabajo

Los horarios estipulados por el taller mecánico P&Z son unitarios, por lo tanto, cada integrante del taller debe cumplir con el siguiente horario.

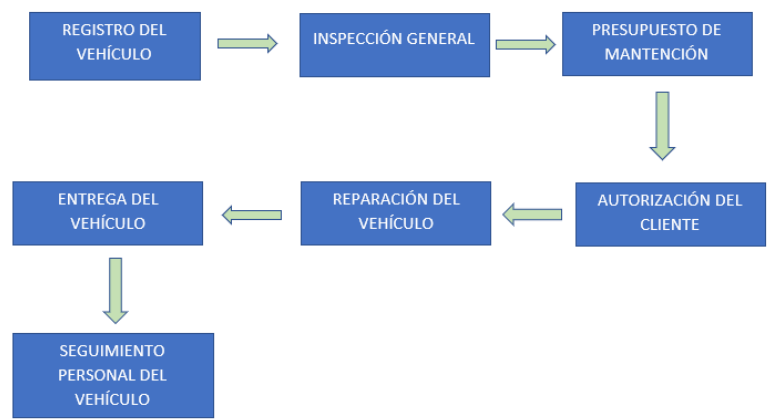
Tabla 1-1. Horario de trabajo (hrs).

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingos
9:00-16:30	9:00-16:30	9:00-16:30	9:00-16:30	9:00-16:30	9:00-14:30	Libres

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

1.2. PROCESO PRODUCTIVO

El primer paso en el proceso productivo al momento de efectuar un mantenimiento a un automóvil es el registro de este luego de haber llegado al taller de improvisito o agendando una cita previa. Lo segundo es la inspección completa del vehículo para conocer las averías respectivas que presente, es importante preguntar al conductor y dueño de este que problemas está presentando, luego de especificar los problemas o daños que tenga se estima un presupuesto de mantenimiento para que este sea presentado al conductor/ cliente ya sea mostrando lo que se le efectuara, el costo que tendrá el mantenimiento y el tiempo que demorara. El cliente tiene que ver si acepta la propuesta de mantenimiento, si es positivo se lleva a cabo la reparación hecha por el mecánico a disposición, pasado el tiempo estimado se entrega el vehículo en las mismas condiciones en que lo entrego, a esto se refiere que no tenga manchas de grasa o que el interior del vehículo se encuentre sucio y como finalización se lleva un seguimiento al vehículo reparado para que exista una buena relación de preocupación hacia el auto del cliente para tener buenos comentarios del trabajo realizado.



Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 1-1. Proceso productivo.

1.3. PROBLEMÁTICA

Actualmente en Chile la transmisión manual sigue siendo la principal opción al momento de elegir un vehículo, ya que originalmente el patrón es en versiones más básicas y económicas. Pero espaciosamente está adoptando una nueva tendencia en diferentes mercados, donde está siendo proscripta a un segundo plano de uso y al momento de elegir un auto nuevo.

Pero hoy en día la realidad es muy diferente hace 10 años atrás, donde las cajas automáticas han poseído una evolución rotunda como en su tecnología y en sus configuraciones (de 3 marchas, aumentaron a 10 marchas, un doble embrague).

Aunque en Europa eligen una caja manual en vehículos compactos y económicos, pero el nivel es muy bajo y cada vez la transmisión manual va a fijarse como menor tendencia.

En sí, la caja automática es mucho menos compleja al momento de manejar, con tan solo apretar el cambio a parada, neutro, reversa, directo y apretar el acelerador hay una partida mucho más rápida y sin mayor esfuerzo, no retrocede en subidas, es mayormente más seguro y como en viajes de largas horas. Pero la mayoría de los usuarios no le dan el uso apropiado a las cajas automáticas, que por ende tienden a fallar, no se les hace mantenimiento como corresponde, viajes muy largos sin descansos, etc. Según una encuesta realizada a diversas personas de la quinta región el 67% tiene automático y les fallo exactamente por mal uso y no mantenimiento correcto en centros especializados.

La mayoría de estas cajas no tienen solución debido al alto costo de mantención (\$1.400.000 aproximadamente, depende netamente del daño que ha doblegado la caja, esto es un estimativo), hay talleres, pero no 100% especializados en arreglar este tipo de cajas, por ende, se buscará, se

implementará y se dará una solución con un plan de mantenimiento para así poder mantener en buen estado las cajas automáticas para que no se disminuyan su rutina y se logre un buen uso de estas, con lo cual la persona lleve un orden, mantenciones al día y proporcionar una mayor vida útil a su automóvil.

Listado fallas más comunes de automático.

- 1-Al sentir el cambio de velocidad la transmisión presenta patinado en todas las marchas.
- 2-Aceleración pobre a bajas velocidades
- 3- La caja no cambia de marcha
- 4-No realiza cambios de velocidad y está neutralizada
- 5- Ruido.
- 6- Eje propulsor desalineado o desequilibrado.
- 7-Rodamiento o balero central de apoyo defectuoso.
- 8-Golpeteo

1.4. **SISTEMAS INVOLUCRADOS**

1.4.1 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión es el encargado de transmitir potencia del motor al eje de transmisión y al diferencial para permitir que las ruedas motrices generen movimiento. En el caso de una caja de cambios automática el torque que genera la transmisión utiliza diferentes relaciones de transmisión lo cual regulan la energía de rotación sin la necesidad de apretar un embrague ya que lo genera con un convertidor de par, en cambio una caja de transmisión manual lo genera activando el pedal de embrague, ira pasando cambio cada marcha al aumentar las revoluciones.



Fuente: <https://www.motor.es>.

Figura 1-2. Sistema de transmisión.

1.4.2. Sistema de frenado

Un vehículo cuando se encuentra en movimiento trabaja con energía cinética ya sea que se refiere a un medio de su masa por la velocidad al cuadrado, que en pocas palabras es energía en movimiento y para lograr que el auto se detenga los frenos usan la fricción lo cual en los discos de frenos se convierte en calor (un sistema de detención puede llegar a una temperatura tan alta como los 500°C incluso más.). Este sistema inhibe el movimiento y son unos del sistema de seguridad mas importantes dentro de un vehículo.

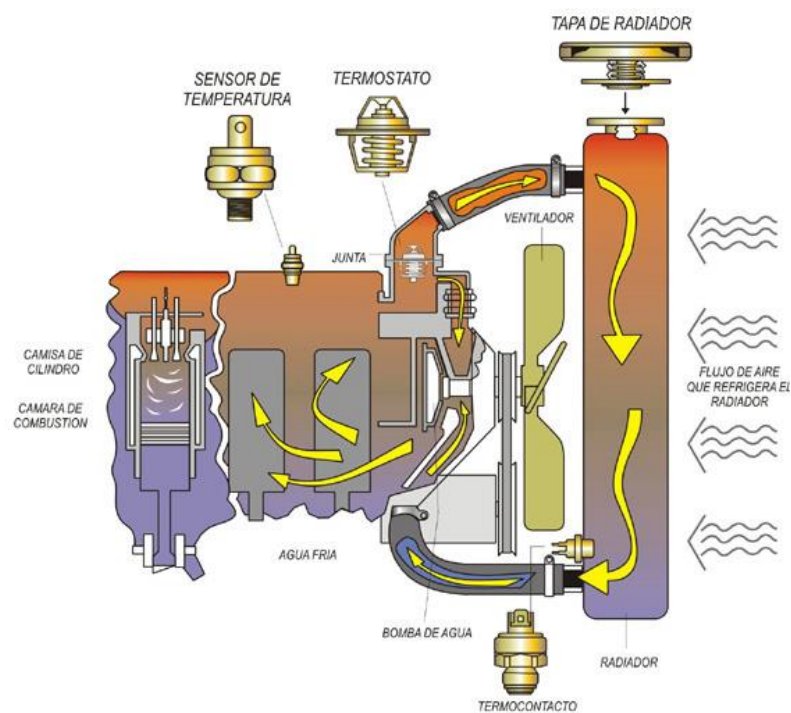


Fuente: <https://www.autofacil.es>.

Figura 1-3. Frenos de un vehículo.

1.4.3. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración consiste en que una bomba de agua que esta accionada por el motor activa el líquido refrigerante para que este circule en todo su recorrido a una velocidad parecida a la del motor. En este caso la bomba aspira el líquido refrigerante de la parte posterior del radiador y está la impulsa al interior del motor a través de pequeños espacios que se generan en la cámara de combustión, luego de haber completado el ciclo el líquido sale por la parte superior de la culata para llegar al radiador y cuando llega a este se desplaza por los paneles de refrigeración que cuenta este elemento. Gracias al sistema de refrigeración se alcanzan temperaturas optimas de 10°C a 80°C ya sea de salida y entrada respectivamente.



Fuente: <https://www.ro-des.com/>

Figura 1-4. Sistema de refrigeración.

1.4.4. Sistema de suspensión

Este sistema permite el movimiento proporcional de las ruedas y los ejes que compiten un automóvil para que puedan moverse de una manera diferencial ante los movimientos no rectos de un auto y así disminuir las sacudidas violentas que están presentes por ejemplo en caminos de tierra o en terrenos arenosos.

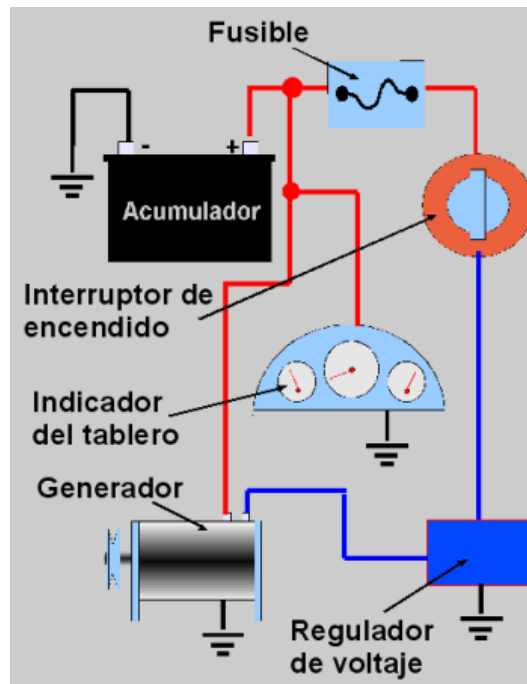


Fuente: <https://talleractual.com/>

Figura 1-5. Sistema de suspensión.

1.4.5. Sistema eléctrico

Es responsable del funcionamiento de luces, todo tipo de señalización de vehículos, el encendido y también responsable del arranque de este, su elemento primordial es la batería que almacena la energía eléctrica para el funcionamiento óptimo de todos los elementos que pueda tener el sistema eléctrico en sí.

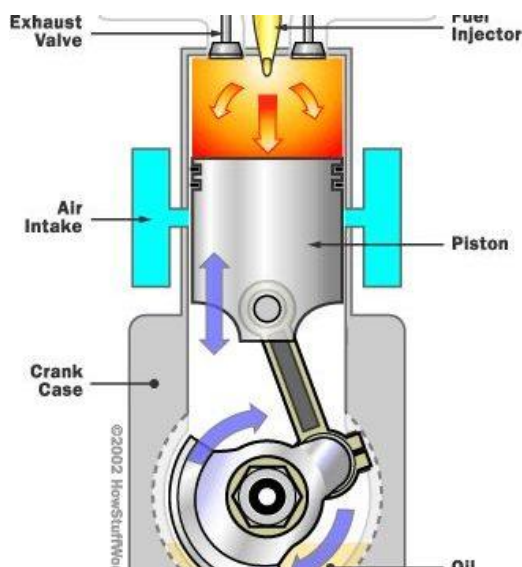


Fuente: <https://www.tuteorica.com>

Figura 1-6. Sistema eléctrico de un vehículo.

1.4.6. Sistema de inyección

Este sistema prepara la mezcla de combustible con aire, ya sea que cuando este último entra en la admisión y cruza el sistema de carburación, este funciona al igual que un pulverizador de pintura, en cuanto más aire entra mayor es la fuerza que empuja el combustible en la cámara de combustión.



Fuente: <https://revistamoto.com/>

Figura 1-7. Sistema de inyección.

1.5. **ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y SELECCIÓN DE SUBSISTEMA CRÍTICO**

Para poder llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento preventivo, es necesario hacer un análisis de criticidad que es una metodología para poder definir qué subsistema se deberá analizar para identificar con certeza el elemento crítico de la caja de cambios automática, creando una estructura que nos lleva la toma de decisiones y de poder elegir con seguridad el elemento crítico. Para esto, se hace una matriz de riesgo según la frecuencia de fallas multiplicado por su consecuencia que integra a el impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento e impacto en SHA (seguridad, higiene y ambiente). Todo esto tiene una ecuación de riesgo lo cual es la siguiente:

$$RIESGO = FF * [(IO * FO) + CM + SHA]$$

1.5.1. **Frecuencia de fallas**

Como su denominación lo indica es el número de veces que se repite una falla o evento dentro de un periodo de tiempo, en este caso serán fallas por un rango de tiempo equivalente a un año. A continuación, se presenta la tabla de frecuencia de fallas.

En este caso los valores que contemplan la frecuencia de fallas se especifican desde que un elemento no falla hasta un valor de 5 fallas por año que pueda tener cualquiera de los elementos dichos y definidos anteriormente.

Tabla 1-2. Frecuencias de fallas.

Frecuencia de fallas	Clasificación
3 fallas por año o mas	4
2 fallas por año	3
1 falla por año	2
Sin fallas	1

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

1.5.2. Impacto operacional

En este caso son los efectos que tiene al momento de darle mantenimiento causados en la producción ya sea si afecta alguna pieza con el proceso de arreglo de la caja automática.

El impacto operacional que contempla la siguiente tabla va desde que el elemento que falla no genera ni un costo de producción, también se especifica el impacto a nivel de producción que tiene que ver si el elemento que falla en la caja de cambios automática tiene algún problema crítico con el funcionamiento de esta y por último la parada total que indica que el elemento que falle detendrá al vehículo en este caso por completo sin realizar su función principal que es moverse.

Tabla 1-3. Impacto Operacional.

Impacto operacional	Clasificación
75% de impacto	10
50% de impacto	6
25% de impacto	3
Menor al 25%	1

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

1.5.3. Flexibilidad operacional

Se da como la posibilidad de realizar un cambio drástico para continuar con el proceso de efectuar el mantenimiento a la caja automática sin incurrir en costos o pérdidas considerables. Esto está completamente relacionado con la gestión de repuestos ya que al realizar algún pedido de repuesto cabe recalcar que este elemento tendrá una demora de días.

Tabla 1-4. Flexibilidad operacional.

Flexibilidad operacional	Clasificación
La reparación dura más de 12 horas	4
La reparación dura entre 3 a 12 horas	3
La reparación dura hasta 3 horas	1

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

1.5.4. Costos de mantención

En este punto se toman todos los costos que implica realizar el mantenimiento a la caja de cambios automática para automóvil.

Justificando los valores entregados en la tabla siguiente van desde rango menores a \$100.000 y mayores a \$1.000.000 ya que el mantenimiento de algún elemento critico que tenga la caja de cambios bordeara esos valores aproximadamente.

Tabla 1-5. Costos de Mantención.

Costos de mantención	Clasificación
Mayor de \$200.000	3
Entre \$51.000 a \$200.000	2
Menor de \$50.000	1

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

1.5.5. Impacto a la seguridad, higiene y ambiente (SHA)

Enfocado en evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente ya que hoy en día es demasiado importante lo que tiene que ver con la seguridad del mantenedor en este caso, al igual que el medio ambiente como tiene que ver con el tema de los desechos como el aceite que tienen que ser depositados en barriles que no contengan fugas y que estén con toda su documentación.

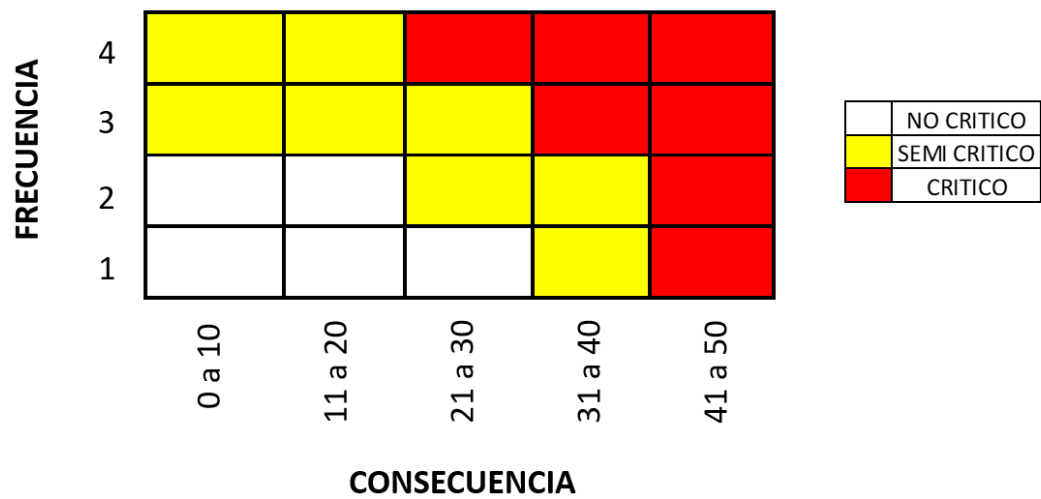
La siguiente tabla abarca todo tipo de percance que tenga el personal al momento de efectuar un mantenimiento relacionado con la seguridad, higiene y ambiente que es demasiado importante el cuidado de este.

Tabla 1-6. Impacto a la seguridad, higiene y ambiente (SHA).

Impacto en el SHA	Clasificación
Provoca altos daños de seguridad, higiene y ambiente	7
Provoca daños menores de seguridad, higiene y ambiente	5
Provoca daño ambiental que no daña las normas ambientales	3
No provoca daños a personas, instalaciones o al medio ambiente.	1

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

Una vez obtenido los resultados de la matriz, se realiza un análisis de riesgo para ver cuál es el sistema más crítico del vehículo que es el sistema de transmisión y se da una jerarquización según su frecuencia de fallas y consecuencia desde el más crítico, medianamente crítico y por último el no crítico.



Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

Figura 1-8. Matriz de riesgo.

Tabla 1-7. Riesgo.

Riesgo = FF*[(IO*FO) +CM+SHA]							
Equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	Total	Jerarquización
Sistema de transmisión	2	10	4	3	7	90	CRÍTICO
Sistema de frenado	1	6	3	2	5	25	NO CRÍTICO
Sistema de refrigeración	3	3	3	2	3	32	SEMI CRÍTICO
Sistema de suspensión	1	3	4	3	5	20	NO CRÍTICO
Sistema eléctrico	3	1	1	1	1	5	NO CRÍTICO
Sistema de inyección	1	6	3	3	5	26	NO CRÍTICO

Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

Con respecto al análisis de riesgo visto anteriormente se llega a la conclusión que el sistema de transmisión que es el encargado de transmitir potencia del motor al eje de transmisión y al diferencial para permitir que las ruedas motrices generen movimiento, siendo este el más critico dentro de los principales sistemas de un automóvil. Por otro lado, nos da los sistemas semicritico que en este caso solo fue el sistema de refrigeración y por último tenemos a los sistemas no críticos que esta el sistema de frenado, suspensión, eléctrico y de inyección.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y FUNCIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN

2. ANÁLISIS Y FUNCIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CRITICO

El activo involucrado será en específico una caja de cambios automática que determina en si la mejor relación entre la velocidad y la potencia que efectúa el motor del automóvil, donde a diferencia de una caja de tipo mecánico, el cambio o marcha se transmite por medio de un convertidor.

En este caso tenemos a una caja automática de marca Peugeot 4HP14 que básicamente nos especifica la potencia del motor que son 4HP, aparte la cilindrada que es la suma del volumen de todos los cilindros que contiene el motor en este caso tiene 1400cc.



Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-1. Caja de cambios automática Peugeot 4HP14

2.2 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

Cada caja automática tiene componentes o subsistemas similares por lo tanto se dará una leve descripción de estos.

2.2.1. Convertidor

Este mecanismo como principal función es realizar la conexión entre la caja de cambios y el motor del vehículo. El convertidor contiene tres partes principales que son la bomba que básicamente es la que se encarga de impulsar el aceite por medio de sus alabes hasta llegar a la

turbina lo cual esta direcciona el aceite con presión contra las aspas para hacerlas girar y por último está el estator que su función es redirigir el aceite ocupado por la turbina anteriormente y este entregarlo al impulsor cambiando su dirección y así permitir el flujo de aceite.

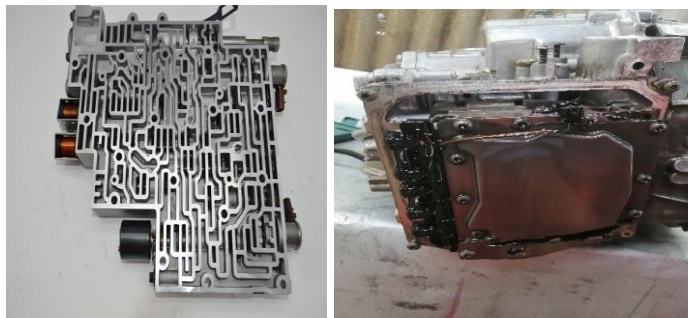


Fuente: <https://www.pruebaderuta.com/wp-content/uploads/2015/07/partesconvertidor.jpg>

Figura 2-2. Principales partes de un convertidor.

2.2.2. Cuerpo de válvulas

La principal función del cuerpo de válvulas es transportar el líquido de transmisión automática más conocida como ATF por sus diferentes vías de frenos y embragues para que se puedan realizar correctamente los cambios o marchas del automóvil. Este mecanismo está compuesto por sensores ya sean de presión, temperatura y velocidad, también contiene en su interior actuadores o solenoides electrohidráulicos, válvulas, filtros, etc.



Fuente: elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-3. Exterior e interior de un cuerpo de válvulas.

2.2.3. Enfriador

Tal su denominación y principal función es enfriar el aceite de la transmisión automática ya que hace un intercambio de calor con el líquido refrigerante que almacena la caja en su interior para así mantener estable la temperatura y la viscosidad del ATF ya que, si llega a fallas y el aceite

trabaja sobrecalentado, se acelera el proceso de oxidación por lo tanto acorta la vida útil y también generaría daños al interior de la caja de cambios automática.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-4. Enfriador.

2.2.4. Filtro de transmisión

Su función principal es filtrar y atrapar los desechos y contaminantes que van hacia la bomba de aceite, está ubicado sobre la bandeja de transmisión. En el interior del filtro se puede encontrar con imanes para atraer cualesquiera partículas metálicas para así impedir alguna falla de la transmisión del automóvil.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-5. Filtro de transmisión.

2.2.5. Corona

Particularmente la corona está compuesta por engranajes rectos, helicoidales y rodamientos de rodillo cónico esta es una de las partes más importantes de la caja de cambios

automática ya que con este subsistema permite dar par motor a las ruedas para que este se ponga en movimiento.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-6. Corona.

2.2.6. Discos de fricción

Tienen la misma función que un embrague de una caja mecánica por lo tanto su función es transmitir potencia por medio de estos discos de fricción se presionan uno contra otros bajo presión y así engranan y por lo tanto el vehículo empieza a moverse. Cabe recalcar que haciendo cambios de aceite cuando lo amerita se podrá proteger de su desgaste y así no aumentar su temperatura.



Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020

Figura 2-7. Discos de fricción.

2.3. ANÁLISIS SIPOC

Es un sistema de ayuda que permite reunir las ideas planteadas de un proceso con el propósito de amortizar las necesidades que presente el cliente al momento de efectuar un mantenimiento y así ayuda a facilitar el proceso y generar un mayor entendimiento desde que llega el vehículo al taller hasta que se le entrega al cliente.

Como sus siglas lo indican SIPOC significa:

- 2. S —————> Suppliers (Proveedor)
- 3. I —————> Input
- 4. P —————> Process (Proceso)
- 5. O —————> Output
- 6. C —————> Cliente



Fuente: <https://qualityway.wordpress.com/>

Figura 2-8. Análisis SIPOC.

En el proceso de mantenimiento del sistema de transmisión automática se proporciona un análisis SIPOC para llevar a cabo un proceso mucho más fácil y organizado, a continuación, se presenta el análisis dicho.

ANÁLISIS SIPOC				
PROVEEDOR	INPUT	PROCESO	OUTPUT	CLIENTE
Motor del vehículo de combustion interna de 1400cc	Movimiento rotativo de motor	Seleccionar la marcha del motor asegurando que las revoluciones fluctuen entre 2000 a 3000 rpm	Generar la potencia motriz ya sea incrementando el torque a bajas revoluciones o viceversa	Ruedas motrices del vehículo

Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

Figura 2-9. Análisis SIPOC del sistema de transmisión.

2.4. ANÁLISIS DE MODO DE FALLAS Y CRITICIDAD (FMECA)

En pocas palabras FMECA de las siglas en idioma estadounidense Failure Mode Analysis and Effects, es una de las herramientas más simples en temas de mantenimiento para identificar las fallas que tiene un sistema o elemento, en este caso como es el componente de la caja de cambios automática es el convertidor de par que se encuentra en el interior de la estructura proporcionando el desplazamiento del vehículo.

Este análisis nos da como resultados demasiadas ventajas tales como documentar y darle seguimiento a los activos más críticos que tiene esta caja de cambios y así darle una mayor seguridad al mecánico al momento de efectuar el mantenimiento, por otra parte, reducir tiempos de trabajo ya que se sabrá qué actividades debe efectuar.

A continuación, se presenta el análisis de modos de fallas a modo explicativo para luego introducirlo a una tabla resumen.

7. Función principal:

Este aspecto toma como principal característica la función principal que cumple el objeto que se le está aplicando el FMECA, este objeto puede ser tanto del equipo completo o bien de un componente de este.

8. Falla funcional:

En este punto se deben especificar las fallas, una total como también una parcial que posea el equipo o el componente que se está analizando, para así posteriormente realizar los siguientes pasos del FMECA enfocándose en estas fallas.

9. Modos de fallo:

Los modos de fallo se enfocan principalmente en las fallas más pequeñas dentro del equipo que causan o contribuyen a que se produzca la falla funcional del equipo.

10. Efectos de falla:

En este punto se deben mencionar los efectos que se producen por cada modo de fallo dentro del equipo con lo cual se contribuye posteriormente a realizar el plan de mantenimiento.

11. Acciones correctivas:

Corresponde a las acciones que se deben realizar en el equipo con el fin de mitigar el efecto producido por la falla que afecta al equipo.

2.4.1 Número de prioridad de riesgo (RPN)

Número de riesgo prioritarios (RPN) es un elemento importante utilizado en FMECA es la elección de una acción en contra de los modos de fallo. Son los valores de umbral en la evaluación de estas acciones. Después de clasificación de la severidad, ocurrencia y detección de la RPN se puede calcular fácilmente multiplicando estos tres números, se presenta la ecuación matemática del número de prioridad de riesgo.

$$RPN = S * O * D$$

Donde:

RPN = Numero de prioridad de riesgo
 S = Severidad
 O = Ocurrencia
 D = Detección

Esto tiene que ser hecho por y para todo el proceso / o diseño. Una vez hecho esto, es fácil de determinar las áreas de mayor preocupación. Los modos de fallo que tienen el mayor RPN se debe dar la máxima prioridad para la acción correctiva. Esto significa que no siempre los modos de fallo con los números de mayor gravedad que debe ser tratada primero. No puede haber fallas menos graves, pero que ocurren con más frecuencia y son menos detectables. A continuación, se presentan los parámetros del número de prioridad de riesgo que proviene de una norma internacional que es la Norma SAE J- 1739.

2.4.1.1 Severidad

Para determinar este parámetro es la estimación de la gravedad del efecto de falla del cliente. Para esto se utiliza una tabla de nivel de 1 que indica una consecuencia sin efecto hasta el nivel 10 que es una consecuencia grave.

Tabla 2-1 Severidad.

Efecto	Criterios: Severidad del efecto	N °
Peligroso sin advertencia	Graduación muy alta de la severidad cuando un modo de fallo potencial afecta a la operación segura del ítem e implica incumplimiento con la disposición gubernamental sin la advertencia.	10
Peligroso con advertencia	Graduación muy alta de la severidad cuando un modo de fallo potencial afecta a la operación segura del ítem e implica incumplimiento con la disposición gubernamental con la advertencia.	9
Muy Alto	Ítem inoperable (pérdida de función primaria).	8
Alto	El ítem es operable, pero en el nivel reducido del funcionamiento. Cliente muy descontento.	7
Moderado	El ítem es operable, pero el ítem(s) de la comodidad o de la conveniencia es inoperable. Cliente descontento.	6
Bajo	El ítem es operable, pero el ítem(s) de la comodidad o de la conveniencia es operable a un nivel reducido de funcionamiento. Cliente algo descontento.	5
Muy Bajo	El ítem de ruido y ajuste final no aceptable. La mayoría de los clientes notan los defectos (sobre el 75%).	4
Menor	El ítem de ruido y ajuste final no aceptable. El 50% de los clientes notan estos defectos.	3
Muy menor	El ítem de ruido y ajuste final no aceptable. Los defectos son notados por menos del 25% de los clientes.	2
Ninguno	Ningún efecto	1

Fuente: Norma SAE J-1739.

2.4.1.2 Ocurrencia

Esta tabla indica básicamente por niveles la probabilidad de fallas que pueda tener los componentes, tiene 10 niveles, siendo el menor nivel indicando que es una falla poco probable y como máximo nivel teniendo una falla persistente. A continuación, se aprecia la tabla indicada por la norma SAE que es la Sociedad de Ingenieros Automotores que es un conjunto de normas que regulan prácticamente todos los materiales y elementos que componen un vehículo (autos, camiones, motores industriales) digamos todo lo relacionado con mecánica, comprende clasificaciones para aceros, aleaciones de todo tipo, compuestos sintéticos, gomas, aceites, mangueras, etc.

Tabla 2-2. Ocurrencia.

Probabilidad de Falla	Índice de fracasos probables durante el tiempo del diseño	Nº
Muy Alto: Falla persistente	≥100 para miles de items	10
	50 para miles de items	9
Alto: Falla frecuente	20 para miles de items	8
	10 para miles de items	7
Moderado: Fallas ocasionales	5 para miles de items	6
	2 para miles de items	5
	1 para miles de items	4
Bajo: Relativamente pocas fallas	0.5 para miles de items	3
	0.1 para miles de items	2
Remoto: La falla es poco probable	≤0.01 para miles de items	1

Fuente: Norma SAE J-1739.

2.4.1.3 Detección

Es la probabilidad de que la falla sea detectada antes de que llegue al cliente, igualmente se da con 10 niveles siendo el nivel mínimo que es demasiado efectivo encontrar la falla y por otro lado está el nivel máximo donde hay una duda absoluta con respecto a la falla del componente. A continuación, se observa la tabla indicada por la norma SAE.

Tabla 2-3. Detección.

Detección	Probabilidad de la detección por control del diseño	Nº
Duda Absoluta	El control del diseño no detecta una causa potencial o del modo de falla subsecuente; o no hay control del diseño	10
Muy Remoto	La probabilidad muy alejada de que el control del diseño detecte una causa potencial o del modo de falla subsecuente	9
Remoto	La probabilidad alejada de que el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de falla subsecuente	8
Muy Bajo	La probabilidad muy baja el control del diseño detectará un causa potencial o del modo de falla subsecuente	7
Bajo	La probabilidad baja el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	6
Moderado	La probabilidad moderada de que el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	5
Moderado Alto	La probabilidad moderado alta de que el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	4
Alto	La alta probabilidad de que el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	3
Muy Alto	La probabilidad muy alta de que el control del diseño detectará una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	2
Casi Seguro	El control del diseño detectará casi ciertamente una causa potencial o del modo de fallo subsecuente	1

Fuente: Norma SAE J-1739.

Una vez obtenido los resultados del número de prioridad de riesgo que está presente en el FMECA, se realiza una jerarquización de los modos de falla del sistema de transmisión. Dado esta clasificación, se dan parámetros desde un elemento crítico, medianamente crítico y no crítico.

- Crítico: número de riesgo mayor es entre 289 y 1000.
- Medianamente crítico: número de riesgo entre 81 y 288.
- No crítico: número de riesgo de 1 a 80.

Estos datos numéricos están basados por una matriz de riesgo donde los valores oscilan desde el 1 a 1000 siendo este el mayor riesgo potencial, para reafirmar ya sea el mecanismo general que está fallando y desde luego el subcomponente que presenta síntomas de falla.

A continuación, se deja en evidencia la matriz de riesgo utilizada para efectuar el número de prioridad de riesgo.

Tabla 2-4. Matriz de NPR

1	3	5	7	9	12	16	20	21	27	28	36	25	45	42	54	49	63	64	80	90
2	6	10	14	18	24	32	40	42	54	56	72	50	90	84	108	98	126	128	160	180
3	9	15	21	27	36	48	60	63	81	84	108	75	135	126	162	147	189	192	240	270
4	12	20	28	36	48	64	80	84	108	112	144	100	180	168	216	196	252	256	320	360
5	15	25	35	45	60	80	100	105	135	140	180	125	225	210	270	245	315	320	400	450
6	18	30	42	54	72	96	120	126	162	168	216	150	270	252	324	294	378	384	480	540
7	21	35	49	63	84	112	140	147	189	196	252	175	315	294	378	343	441	448	560	630
8	24	40	56	72	96	128	160	168	216	224	288	200	360	336	432	392	504	512	640	720
9	27	45	63	81	108	144	180	189	243	252	324	225	405	378	486	441	567	576	720	810
10	30	50	70	90	120	160	200	210	270	280	360	250	450	420	540	490	630	640	800	900
2	4	6	8	10	14	18	15	24	30	32	40	35	50	48	60	56	70	72	81	100
4	8	12	16	20	28	36	30	48	60	64	80	70	100	96	120	112	140	144	162	200
6	12	18	24	30	42	54	45	72	90	96	120	105	150	144	180	168	210	216	243	300
8	16	24	32	40	56	72	60	96	120	128	160	140	200	192	240	224	280	288	324	400
10	20	30	40	50	70	90	75	120	150	160	200	175	250	240	300	280	350	360	405	500
12	24	36	48	60	84	108	90	144	180	192	240	210	300	288	360	336	420	432	486	600
14	28	42	56	70	98	126	105	168	210	224	280	245	350	336	420	392	490	504	567	700
16	32	48	64	80	112	144	120	192	240	256	320	280	400	384	480	448	560	576	648	800
18	36	54	72	90	126	162	135	216	270	288	360	315	450	432	540	504	630	648	729	900
20	40	60	80	100	140	180	150	240	300	320	400	350	500	480	600	560	700	720	810	1000

Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 05/10/2020.

A continuación, se presenta el FMECA del sistema de transmisión automática:

Hoja de información	Sistema/Activo									
	VEHICULO									
	Sub-Sistema/ Componente									
	SISTEMA DE TRANSMISION									
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODOS DE FALLAS	EFFECTOS DE FALLAS	S	D	O	RPN	ACCIONES CORRECTIVAS	
TRANSMITIR POTENCIA DESDE EL MOTOR DE COMBUSTION HACIA LAS RUEDAS MOTRICES	A	CAJA DE CAMBIOS ES INCAPAZ DE TRANSMITIR POTENCIA DEL MOTOR HACIA LAS RUEDAS MOTRICES	1	ROTURA DEL CONVERTIDOR DE TORQUE	NULA TRANSFERENCIA DE POTENCIA ENTRE LA CAJA Y EL MOTOR DEL VEHICULO	9	9	8	648	CAMBIO TOTAL DEL CONVERTIDOR DE PAR
			2	FUGA DE ACEITE EN CARCAZA	DISMINUCIONES EN LA PRESION Y NIVEL DE ACEITE	6	3	5	90	REPARAR LA CARCAZA O CAMBIAR EMPAQUETADURAS
			3	DISCOS DE EMBRAGUE GASTADOS	ALTAS REVOLUCIONES BAJO TOQUE	4	3	8	96	CAMBIOS DE DISCOS DE EMBRAGUE
			4	FILTROS TAPADOS	MENOR CAUDAL DE ACEITE DENTRO DE LA CAJA	5	7	1	35	CAMBIOS DE FILTROS
			5	AUMENTO DE TEMPERATURA	SOBRECALENTAMIENTO DEL ACEITE	7	4	1	28	REVISAR EL ESTADO DEL RADIADOR DE ACEITE
			6	OBSTRUCCION DE CANALES HIDRAULICOS	MENOR CAUDAL DE ACEITE DENTRO DE LA CAJA	4	7	3	84	LIMPIEZA TOTAL DE CANALES HIDRAULICOS
			7	SELECTORA DE CAMBIOS EN MAL ESTADO	NO PASA EL CAMBIO A LAS REVOLUCIONES CORRECTAS	4	6	2	48	REEMPLAZO DE SELECTORA DE CAMBIOS
			8	OBSTRUCCION DE CUERPO DE VALVULAS	ACEITE INTERNO DE LA CAJA ES INCAPAZ DE LLEGAR AL ACCIONAMIENTO PARA QUE EL VEHICULO SE DESPLAZE YA QUE PASAR LAS MARCHAS	4	7	5	140	LIMPIEZA DEL CUERPO DE VALVULAS
			9	ROTURA DE RODAMIENTO	PRESENCIA DE PARTES METALICAS DENTRO DE LA CAJA POR ROTURA DE DESCANSOS DE RODAMIENTOS	8	9	2	144	CAMBIO TOTAL DE RODAMIENTO
			10	ROTURA DE EJE INTERNO	INCAPACIDAD DE TRASMISTIR LA POTENCIA EN EL ARBOL DE ENGRANAJES PRODUCIENDO TRABAMIENTO DE RUEDAS DENTADAS	8	9	2	144	CAMBIO TOTAL DE EJE INTERNO

Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 09/01/2021.

Figura 2-10. FMECA de caja de cambios automática.

REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONCECUENCIAS				H1/S1/O1/ N1	H2/S2/O1/N2	H3/S3/O3/N3	ACCION A FALTA DE			TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARSE POR
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4			
1	A	1	S	S			N						EFFECTUAR CAMBIO TOTAL DEL CONVERTIDOR	200.000KM	MECANICO
1	A	2	S	N	N	N	N	N	N				CHEQUEO A CARCAZA	1 AÑO/ 10000KM	MECANICO
1	A	3	S	N	N	N	N	N	N				CAMBIO DISCO DE FRICCION	50000KM	MECANICO
1	A	4	S	N	N	N	N	N	N				CAMBIO DE FILTROS	10000KM	MECANICO
1	A	5	S	N	N	N	N	N					LIMPIEZA DE RADIADOR	20000KM	MECANICO
1	A	6	S	N	N	N	N	N					LIMPIEZA CONDUCTOS HIDRAULICO	20000KM	MECANICO
1	A	7	S	N	N	N	N	N	N				CAMBIO TOTAL DE LA CAJA DE CAMBIOS	CORRECTIVA	MECANICO
1	A	8	S	N	N	N	N	N					LIMPIEZA CUERPO DE VALVULAS	20000KM	MECANICO
1	A	9	S	N	N	N	N	N	N				CAMBIO DE RODAMIENTO	CORRECTIVO	MECANICO
1	A	10	S	N	N	N	N	N	N				CAMBIO DE EJE	CORRECTIVO	MECANICO

Fuente: Elaboración propia basado en datos de fecha 09/01/2021.

Figura 2-11. Hoja de información.

Aquí se presenta la hoja de información de cada modo de fallo expuesto en el FMECA visto anteriormente con su respectiva actividad para mantener un mantenimiento efectivo, se seleccionaron los diez modos de falla que presenta el sistema de transmisión hidráulica.

CAPÍTULO 3: PAUTAS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

3. PAUTAS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO

3.1 ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

El mantenimiento consiste en la combinación de las acciones técnicas y administrativas, incluyendo supervisores, enfocadas a conservar un elemento, o bien restaurarlo a un estado en el cual puede realizar su función requerida.

3.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.2.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se basa en que, si sucede algún evento se procede a hacer un cambio en el menor tiempo posible ya que este mantenimiento espera que falle el elemento o la máquina para hacer el mantenimiento. En este tipo de mantenimiento la planificación y programación es inexistente y su reparación depende netamente de que si se encuentra el repuesto.



Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-1. Caja de cambios automática.

3.2.2. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento pretende disminuir la frecuencia de sus paradas que no están programadas, por lo tanto, se efectúa en el momento más indicado, las acciones que se pueden encontrar son inspecciones visuales, inspección de temperatura, este mantenimiento se realiza con una programación ya establecida previamente.



Fuente: www.bsginstitute.com

Figura 3-2. Mantenimiento preventivo.

3.2.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste informar de manera constante del estado y operatividad de la máquina o elemento, por medios de variables físicas como temperatura, vibraciones, consumo de energía, entre otras. Las cuales puedan variar en la función de la máquina o elemento. Este mantenimiento es el más caro ya que necesita unos equipos de medición son caros y necesitan personal calificados.



Fuente: www.emb.cl/electroindustria/

Figura 3-3. Mantenimiento predictivo.

3.2.4. Mantenimiento cero horas (Overhaul)

Este tipo de mantenimiento consiste en revisar las maquinas o elementos cada cierta cantidad de horas antes de que aparezcan fallas y al momento de aparecer una falla considerable en el cual afecte a la confiabilidad de la máquina y de su uso, se produce a hacer cambios de elementos hasta que el elemento o máquina quede en cero horas, es decir, como si estuviera nuevo.



Fuente: ntsperu.com/servicios.html

Figura 3-4. Overhaul.

3.2.5. Mantenimiento sistemático

Este tipo de mantenimiento es el más certero y eficaz, combina la experiencia del operador más el uso de instrumentos de alta precisión. Al igual que el mantenimiento preventivo es el más caro ya que los equipos son caros y necesitan una capacitación a los trabajadores.



Fuente: www.vibtem.cl

Figura 3-5. Mantenimiento sintomático.

3.2.6. Mantenimiento en uso

Este tipo de mantenimiento como su nombre lo dice consiste en hacer mantención a la maquina o elemento cuando este está trabajando siempre y cuando no genere un riesgo al elemento o máquina y a la persona el cual efectuó el mantenimiento. Consiste en inspección visual, lubricación, limpieza, entre otras.



Fuente: www.redeweb.com

Figura 3-6. Mantenimiento en uso.

3.3 TAREAS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento tiene demasiadas aristas y una de ellas son las tareas que se ejecutan, lo que conlleva a hacer un trabajo con orden y con exactitud, cabe destacar que son demasiadas importantes para hacer cualquier tipo de mantenimiento.

A continuación, se presentan las tareas de mantenimiento.

3.3.1. Inspección visual

Esta actividad consiste en realizar una inspección por medio de la vista, esto consiste en ver daños en la superficie, esta tarea es de proceso rápido, algunos instrumentos para hacer este tipo de tareas son lupas, linternas, etc.



Fuente: serki.com.mx

Figura 3-7. Individuo inspeccionando visualmente.

3.3.2. Pintado

Esta tarea en el caso de la caja de cambios automática es optativa solo por estética y presentación al momento de efectuar mantenimiento y consiste en pintar todo lo que es carcasa exterior de la caja, generalmente las cajas de cambio el único pintado que reciben es al momento de su construcción.

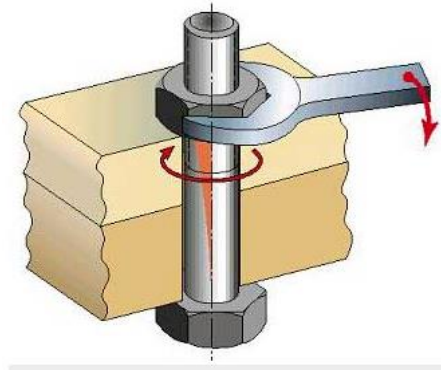


Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/012/2020.

Figura 3-8. Carcaza de caja de cambios.

3.3.3. Ajustes

Esta acción se refiere al apriete o soltura de algún elemento que tenga la caja de cambios ya sea para desmontar o montar este elemento primordial del vehículo. Como se parecía en la imagen, los principales elementos que se deben sacar al momento del desarme de la caja de transmisión automática son principalmente pernos y tornillos que se encuentran en la carcasa de la caja.



Fuente: evolution.skf.com

Figura 3-9. Ajuste a tornillo.

3.3.4. Limpieza

Consta de limpiar partes importantes de elementos y así también el sistema en general que es la caja de cambios, para que se mantenga en buen estado, ya que la suciedad a las algunas máquinas impide el buen funcionamiento de esta, ya que el aceite con el polvo de mezclan y puede ser dañino para los engranajes, alabes que posee al interior la caja de cambios.

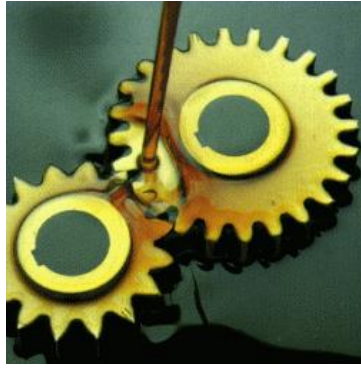


Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura: 3-10 Antes y después de la limpieza de caja de cambios automática.

3.3.5. Lubricación

Consiste en revisar los niveles de aceite o agregar aceite a la caja de cambios automática para que pueda realizar bien su función, principalmente la caja de cambios en su interior lleva alrededor de 5 litros de aceite.



Fuente: www.ecured.cu

Figura 3-11. Lubricación.

3.4 **PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO**

Después de que se ejecutaran análisis y técnicas del mantenimiento como se vio anteriormente, en donde se llevó a cabo un estudio del elemento más crítico que posee la caja de cambios automática y como resultado final dio que el convertidor de par es el elemento que al momento de fallar lamentablemente el automóvil no puede funcionar ya que es un subsistema primordial, por lo tanto a este elemento se le debe aplicar si o si un mantenimiento correctivo y preventivo dependiendo lo que quiera el cliente ya que afectaría al final netamente en los costos de mantenimiento y que quiere decir esto primeramente de que al momento en que se presente una falla se haga el cambio absoluto del elemento para si aumentar la vida útil de la caja de cambios o en el otro caso es mandar el convertidor de par a un sujeto que este especializado en el tema de convertidores y maquinas herramientas para que con la ayuda de estas herramientas este pueda abrir el elemento. Entonces a continuación se efectuará con una seguidilla de pasos el cómo cambiar el convertidor de par solo para el caso de que se le tenga que efectuar un mantenimiento correctivo. Cabe recalcar que al momento de efectuar un cambio de este elemento se tendrá que efectuar pautas de trabajo y check list periódico de cómo se va comportando este elemento con el paso del tiempo para que también se vaya teniendo un orden y que a la vez aumente la vida útil de este elemento en general.

Tabla 3-1. Pauta de trabajo.

Pauta de Trabajo - Extracción de convertidor de par						
Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos con dado hexagonal n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos con dado hexagonal n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer caliper de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche de 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja 2.5lts	Mecánico			
7		Sacar toda agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Desprender el convertidor	Mecánico			

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Cabe recalcar que después de entregar una pauta de trabajo y ejecutar esta, solo se llega al paso de desarme ya que después de inspeccionar cada subsistema de la caja de cambios automática viene la parte del diagnóstico de la transmisión por eso es importante llevar a cabo un cuidado periódico para que revisando si el proceso ejecutado se llevó a cabo con éxito, por lo tanto, se siguen tareas rutinarias entregadas en la lista de comprobación que se muestra a continuación.

Taller Mecánico automotriz P&Z

Check List Recepción

Item	Actividad	Si	No
1	Verificar tornillo de despiche si tiene alguna filtración	☐	☐
2	Verificar limpieza del convertidor	☐	☐
3	Verificar nivel de aceite que tiene la caja de cambios	☐	☐
4	Verificar funcionamiento	☐	☐
5	Verificar área de trabajo limpia.	☐	☐
6	Verificar si tiene algún sonido anómalo	☐	☐

Observaciones:

Nombre ITO

Fecha

Firma

En síntesis, el proceso de check list sirve para realizar actividades repetitivas e ir cumpliendo una lista de requisitos para comprobar que las actividades se estén cumpliendo satisfactoriamente.

Este procedimiento de pautas de trabajo y la lista de comprobación se deberán ejercer cada 25.000 kilómetros recorridos que tenga el vehículo o cuando falle correctivamente para así llevar un control del estado en que se encuentre la caja de cambios automática para prolongar su vida útil al paso del tiempo.

3.5 **COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Toda empresa, emprendimiento tiene costos con su única finalidad de que si el negocio es rentable o no, en este caso se ve involucrado el negocio de planes de mantenimiento hacia cajas de transmisión automática que consiste en el desarme y armado para detectar problemas de ciertos elementos antes de que ocurra alguna falla, efectuando diferentes tipos de análisis y también siguiendo sus respectivas pautas de trabajo junto con los check list para llevar un orden y seguimiento al automóvil del cliente en sí.

En este caso los costos estarán enfocados en un cambio completo de convertidor de par ya que siempre que se le hará mantenimiento a la caja que llegue se compra un kit completo que posee varios repuestos ya sean, filtros, empaquetaduras, abrazaderas, o’rings, discos de fricción.



Fuente: www.cajasautomaticas.cl

Figura 3-12. Kit de repuesto para cajas automáticas.

Dicho lo anterior se presentan las tablas de costos que implica el mantenimiento de una caja de cambios automática, cabe recalcar que se consideran costos por herramientas ya que el taller posee con todo tipo de implementos ya sean las llaves que se utilizan para soltar pernos, la bencina blanca, brocha y aire comprimido para efectuar la limpieza, en fin, para realizar cada pauta de trabajo que se le entrega al mecánico encargado. Cabe recalcar que todos los costos están en Peso Chileno (\$) y en Dólares.

3.5.1 Costos operacionales

Los costos operacionales se deben al gasto que tiene la empresa en sí, aquí se puede encontrar valores herramientas, los insumos que son el aceite que se ocupa para efectuar los mantenimientos, los repuestos necesarios, también es importante el cuidado personal por lo tanto hay costos de elementos de protección personal, en la siguiente imagen se aprecia el costo en peso chileno y en dólares.

FLUJO DE CAJA (CLP)	
Gastos operacionales	COSTO MENSUAL
HERRAMIENTAS	\$ 20.000
INSUMOS	\$ 120.000
REPUESTOS	\$ 250.000
TAMBORES DE ACEITE	\$ 150.000
OVEROLES (6 MESES)	\$ 12.000
GUANTES (6 MESES)	\$ 2.000
ROPA DE SEGURIDAD (3 MESES)	\$ 50.000
CASCOS DE SEGURIDAD (MESES)	\$ 2.000
ANTIPARRAS	\$ 1.000
TOTAL	\$ 607.000

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-13. Costos operacionales en peso chileno

FLUJO DE CAJA (USD)	
Gastos operacionales	COSTO MENSUAL
HERRAMIENTAS	\$ 28
INSUMOS	\$ 167
REPUESTOS	\$ 349
TAMBORES DE ACEITE	\$ 209
OVEROLES (6 MESES)	\$ 17
GUANTES (6 MESES)	\$ 3
ROPA DE SEGURIDAD (3 MESES)	\$ 70
CASCOS DE SEGURIDAD (MESES)	\$ 3
ANTIPARRAS	\$ 1
TOTAL	\$ 847

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-14. Costos operacionales en dólares

3.5.2 Costos generales

Este tipo de costo ve los costos fijos que tiene la empresa en este caso se aprecia el sueldo que tiene el mecánico, los pagos que se le realiza al personal dependiendo de la tarea que efectúen al momento de efectuar un mantenimiento ya sea la colación, los pagos de movilización, a continuación, se aprecia la tabla de costos generales en peso chileno y dólares.

SUELDO	\$ 550.000	\$ 6.600.000
MOVILIZACION	\$ 14.000	\$ 168.000
COLACION	\$ 70.000	\$ 840.000
LEY SOCIAL	\$ 110.000	\$ 1.320.000
TOTAL	\$ 744.000	\$ 8.928.000

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-15. Costos generales en peso chileno.

Gastos generales	
SUELDO	\$ 767
MOVILIZACION	\$ 20
COLACION	\$ 98
LEY SOCIAL	\$ 153
TOTAL	\$ 1.038

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-16. Costos generales en dólares.

3.5.4. Costos totales

Luego de obtener los costos operacionales y costos generales del taller se suman para obtener los costos totales mensuales y un estimado anual, a continuación, se presentan los costos mensuales y anuales.

Gastos operacionales	COSTO MENSUAL	2021
HERRAMIENTAS	\$ 20.000	\$ 240.000
INSUMOS	\$ 120.000	\$ 1.440.000
REPUESTOS	\$ 250.000	\$ 3.000.000
TAMBORES DE ACEITE	\$ 150.000	\$ 1.800.000
OVEROLES (6 MESES)	\$ 12.000	\$ 144.000
GUANTES (6 MESES)	\$ 2.000	\$ 24.000
ROPA DE SEGURIDAD (3 MESES)	\$ 50.000	\$ 600.000
CASCOS DE SEGURIDAD (MESES)	\$ 2.000	\$ 24.000
ANTIPARRAS	\$ 1.000	\$ 12.000
TOTAL	\$ 607.000	\$ 7.284.000
Gastos generales		
COLACION		
SUELDO	\$ 550.000	\$ 6.600.000
MOVILIZACION	\$ 14.000	\$ 168.000
COLACION	\$ 70.000	\$ 840.000
LEY SOCIAL	\$ 110.000	\$ 1.320.000
TOTAL	\$ 744.000	\$ 8.928.000

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-17. Costos en peso chileno.

Gastos operacionales	COSTO MENSUAL	2021
HERRAMIENTAS	\$ 28	\$ 335
INSUMOS	\$ 167	\$ 2.008
REPUESTOS	\$ 349	\$ 4.184
TAMBORES DE ACEITE	\$ 209	\$ 2.510
OVEROLES (6 MESES)	\$ 17	\$ 201
GUANTES (6 MESES)	\$ 3	\$ 33
ROPA DE SEGURIDAD (3 MESES)	\$ 70	\$ 837
CASCOS DE SEGURIDAD (MESES)	\$ 3	\$ 33
ANTIPARRAS	\$ 1	\$ 17
TOTAL	\$ 847	\$ 10.159
Gastos generales		
SUELDO	\$ 767	\$ 9.205
MOVILIZACION	\$ 20	\$ 234
COLACION	\$ 98	\$ 1.172
LEY SOCIAL	\$ 153	\$ 1.841
TOTAL	\$ 1.038	\$ 12.452

Fuente: Imagen propia basado en datos de fecha 13/12/2020.

Figura 3-18. Costos en dólares.

CONCLUSIONES

Se concluye que en el primer objetivo específico se cumple, ya que se entregó la información necesaria del taller mecánico P&Z ya sea la ubicación geográfica, sus antecedentes generales, como también su misión y visión que es algo primordial al momento de proponerse objetivos como empresa. Por medio de análisis de riesgo se pudo jerarquizar todos los sistemas del vehículo, ya sea por la fórmula de dicho análisis y seleccionar el elemento crítico que posee este.

También se especificaron cada elemento primordial que posee una caja de transmisión automática ya sea especificando la función cumplen estos. Luego por medio de análisis de modos de fallas, efecto y criticidad como también el número de prioridad de riesgo se logró determinar el elemento más crítico.

Para finalizar con las pautas que conlleva un mantenimiento de este tipo que son muy importante al momento de realizar cada tarea ya que, si no se llevan a cabo puede ocurrir un accidente al no seguir el procedimiento indicado, ya que también sirve para llevar un orden al momento de realizar un mantenimiento con el fin de aumentar la vida útil.

Se dieron a conocer los costos que tendrá este mantenimiento a grandes rasgos para tener un beneficio económico en el futuro y a la vez para el cliente pueda aumentar la vida útil de su vehículo en general, ya que se llevará un orden de mantenimientos que se le irán efectuando a lo largo de su desempeño como vehículo.

En síntesis, se cumple el objetivo general planteado que es proponer un plan de mantenimiento al taller mecánico P&Z con la finalidad de dar una larga vida útil a las cajas automáticas que se vayan presentando en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Profesor Andrés Aránguiz G. Capítulo 2: Conceptos básicos de gestión del mantenimiento [diapositivas]. Viña del Mar, Universidad Técnica Federico Santa María: Departamento Mecánica. 201_. 48 diapositivas, col.
 - Consulta de precio a repuestos de convertidor de par [en línea]. <<https://www.euautorecambios.es/catalogo-piezas/convertidor-de-par>> [Fecha de consulta 09 de enero de 2021].
- 12.
- Consulta de costo de kit de repuestos para caja de automática [en línea] <articulo.mercadolibre.cl/MLC-477182681-kit-empaquetaduras-caja-automatica-peugeot> [Fecha de consulta 09 de enero de 2021].
- 13.

ANEXOS

Pauta de Trabajo - Extracción de corona

Lista de Actividades	Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
----------------------	----------	--------	-------	-------

1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer capiler de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja 2.5 lts	Mecánico			
7		Sacar agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Abrir caja de cambios	Mecánico			
11		Con una maseta pegar cuidadosamente el eje	Mecánico			
12		Desprender pernos hexagonales dado n° 27mm coronas	Mecánico			

Pauta de Trabajo - Cuerpo de válvulas

Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer capiler de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja 2.5lts	Mecánico			
7		Sacar agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Abrir caja de cambios	Mecánico			
11		Soltar solenoides del cuerpo de válvulas	Mecánico			
12		Desprender cuerpo de válvulas	Mecánico			
13		Luego limpiar con bencina blanca	Mecánico			
14		Secar con pistola de aire comprimido	Mecánico			

Pauta de Trabajo - Filtro de aceite

Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos nº 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos nº 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer capiler de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja	Mecánico			
7		Sacar agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Abrir caja de cambios	Mecánico			
11		Extraer pernos nº10mm	Mecánico			
12		Sacar filtro de aceite	Mecánico			

Pauta de Trabajo - Discos de fricción

Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer capiler de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja	Mecánico			
7		Sacar agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Abrir caja de cambios	Mecánico			
11		Cuidadosamente extraer el eje que porta los discos	Mecánico			
12		Sacar discos de fricción	Mecánico			
13		Secar con aire comprimido	Mecánico			

Pauta de Trabajo - Enfriador
--

Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Implementación de equipos de protección personal	Mecánico			
2		Suspender el vehículo con un elevador mecánico	Mecánico			
3		Proporcionar dos banquillos por debajo de la carrocería	Mecánico			
4		Soltar el tren delantero del vehículo	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar las dos ruedas delanteras	Mecánico			
		Soltar 4 pernos n° 17mm por cada rueda	Mecánico			
		Desplazar el sistema de freno	Mecánico			
		Extraer capiler de cada freno de disco	Mecánico			
5		Soltar perno de despiche 23mm	Mecánico			
6		Extraer aceite de la caja	Mecánico			
7		Sacar agua del radiador	Mecánico			
8		Extraer caja de cambios automática	Mecánico			
9		Soltar 17 pernos 27mm correspondientes a la carcasa de la caja	Mecánico			
10		Abrir caja de cambios	Mecánico			
11		Soltar abrazaderas con destornillador de paletas	Mecánico			
12		Extraer enfriador	Mecánico			

RESUMEN DE ENCUESTA REALIZADA A PERSONAS DE LA QUINTA REGION		
SEXO (M -F)	AUTO AUTOMATICO	FALLA POR MAL USO
F	SI	SI
M	NO	SI
M	NO	SI
M	SI	SI
M	SI	NO
F	SI	SI
F	SI	SI
M	SI	NO
F	NO	NO
F	NO	SI
M	NO	NO
F	SI	SI
F	SI	SI
M	SI	SI
M	SI	SI
F	NO	SI
F	NO	NO
M	SI	NO
M	NO	SI
M	SI	SI
F	SI	SI
F	SI	SI
F	NO	NO
F	SI	NO
M	SI	SI
M	SI	SI
M	NO	NO
M	NO	SI