

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Diploma en opción al  
Título de  
Ingeniero Mecánico

Análisis de sistemas críticos y piezas de recambio en los autos Geely:  
Caso de estudio del Taller de Autos del Ejército Oriental.

**Autor:** Marianela Fuentes Hernández.

**Tutor:** Profesor Titular. Fernando D. Robles Proenza, Dr. C

Holguín, 2015



*"La técnica vale, lo que vale el hombre que la maneja."*

*Raúl Castro Ruz*

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a las personas que más quiero.*

*A mi madre y mi abuela por dedicarse a mí, a lo largo de tantos años de estudio y hacer posible que este día llegara.*

*A mi padre y a mis abuelos Juan y Abel, por su apoyo y preocupación.*

*A mis tíos que siempre me cuidan y quieren.*

*A todos mis primos y a mi hermana, porque quiero que este día llegue para ellos también.*

*A Clory, por siempre estar ahí para mí.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mi tutor, por todo el apoyo brindado.*

*Al personal trabajador del Taller de Autos del Ejército Oriental, especialmente a Gutiérrez y a Víctor.*

*A todos los profesores que me han ayudado y me han instruido en mi carrera.*

*A los amigos que he hecho a lo largo de estos 5 años, por el apoyo y la preocupación que me han mostrado en todo este tiempo.*

## **Resumen**

El presente trabajo se realizó en el Taller de Autos del Ejército Oriental, se basa en la investigación de los sistemas y piezas críticos del auto Geely. Para su realización se revisaron 254 órdenes de trabajo, realizadas en el periodo 2012-2014. Se realizó una familiarización con los datos técnicos del parque de vehículo, conformado alrededor de 30 autos de la marca estudiada, hasta finales del 2014. Se realizaron entrevistas a expertos del Taller, clientes y otros expertos. Después de realizado el estudio estadístico se determinaron los sistemas, piezas y agregados críticos. También se realiza un estudio de cargas, simulando en SolidWorks, el comportamiento estático del eje de la bomba de agua del Geely, dando sustento científico técnico a una modificación muy común en los talleres de autos de nuestro país. Se hace también una propuesta de modificación del flujo tecnológico del Taller de Autos del Ejército Oriental, que incidirá en la mejora de este importante taller automotor.

## **Abstract**

Present work it came true at Autos's Workshop of the Oriental Army, Geely is based in the investigation of the systems and critical pieces of the car. They checked 254 orders of work for his realization, accomplished in the period 2012-2014. A familiarization with the technical data of the park of vehicle came true, shaped about 30 cars of the check mark studied, to endings of 2014. Interviews to experts of the Workshop, customers and another experts came true. After of once the statistical study was accomplished they determined systems, pieces and critical aggregates. Also a study of loads is accomplished, play-acting in SolidWorks, the static behavior of the axle of the water pump of the Geely, giving scientific technical sustenance to a very common modification at the workshops of cars of our country. A proposal plucks up also modification of the technological flow of Autos's Workshop of the Oriental Army that will have an effect on the improvement of this important automotive workshop.

## Índice

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo I: Marco Teórico Conceptual .....	4
1.1 Breve Historia de los automóviles.....	4
1.2 Clasificación de vehículos automotores.....	5
1.3 Principales partes del automóvil .....	6
1.4 Características de las diferentes fuentes energéticas.....	21
1.5 Influencia de los automóviles al medio ambiente.....	24
1.7 Mantenimiento.....	28
1.8 Resultados preliminares de estudios a autos Geely realizados en el Centro de Revisiones Técnicas Automotor de Holguín. ....	33
Conclusiones Capítulo I.....	35
Capítulo II. Análisis de piezas y agregados de recambio en autos Geely en el Taller de autos del Ejército Oriental.....	36
2.1 Caracterización de la entidad técnico productiva. ....	36
2.3 Revisión de las Órdenes de Trabajo.....	39
2.4 Modificación de bombas de agua a autos Geely. ....	49
2.5 Análisis del sistema de mantenimiento y reparación de autos Geely en el Taller de autos del Ejército Oriental.....	52
2.5 Valoración del impacto ambiental. ....	57
2.6. Algunas consideraciones económicas.....	58
Conclusiones:.....	59
Recomendaciones.....	60
Bibliografía .....	61
Anexos.....	64

## **Introducción**

En la actualidad Cuba tiene grandes problemas con el transporte ya sea por el parque de vehículos obsoletos, por el mal concepto de costo de mantenimiento o por el vial que no está en buena condición. Aun así, se trabaja para alcanzar un nivel de desarrollo que permita resolver estos problemas. En los talleres de autos se realizan acciones de mantenimiento para mantener o restablecer la disponibilidad de los automóviles. El taller de autos del Ejército Oriental presta servicios de realización de mantenimientos técnicos y reparaciones, chapistería, pintura y tapicería, reparación de agregados mayores y menores, fabricación de partes, piezas y agregados a carros ligeros como el Geely, este es un auto moderno fabricado en China equipado con todo el confort y la tecnología necesaria para ser un auto de paseo, gracias a las relaciones de Cuba con ese país, se cuenta con una gran cantidad de ellos por toda la isla, ya sea como auto para el turismo o establecido para cargos importantes.

Geely Automobile es una marca automotriz china y el primer fabricante independiente de automóviles en la República Popular de China. La sociedad matriz es Geely Holding Group. Geely es una marca que comenzó en 1986 como fabricante de refrigeradores y aire acondicionado. En 1994, Geely comenzó a fabricar motocicletas y scooters. La producción de automóviles se inició en 1999. En 2005 Geely Automobile y Daewoo firmaron un acuerdo para desarrollar vehículos en Asia. En la actualidad, China cuenta con 57 marcas de automóviles propias. Geely es la novena empresa automovilística china por su cuota de mercado, muy lejos de los tres grandes de China: SAIC, BAIC y Dongfeng. Geely tiene una plantilla de unas 12.000 personas. Gestiona seis fábricas de montaje en toda China con una capacidad de producción total de 300.000 vehículos por año. El grupo posee asimismo unos 500 concesionarios y 600 puntos de servicio en todo el país.

El Ejército Oriental cuenta con autos Geely desde el 2008. Con ellos trabajan cuadros importantes de las Fuerzas Armadas, por lo que una parte de sus mantenimientos se realizan en el Taller de Autos del Ejército Oriental, el cual cuenta con excelentes mecánicos.



En estos momentos en los bancos de problemas de las FAR, el tema que más se pide analizar es la suspensión del Geely, pero teniendo en cuenta que este auto es relativamente de nueva adquisición de las FAR y que aún no hay una estabilidad en la entrada de piezas de repuesto es necesario realizar un análisis de piezas de recambio para así determinar cuál es el sistema con mayor cantidad de recambios al igual que piezas y agregados.

### **Problema de Investigación**

¿Cuáles son los sistemas y agregados con mayores cantidades de recambios, durante la explotación de los autos Geely en el Taller de Autos del Ejército Oriental?

### **Objeto de estudio**

Automóvil Geely, modelo CK, fabricación china.

### **Campo de acción**

Gestión de piezas de repuestos y reparación de autos Geely.

### **Hipótesis**

Si se determinan cuáles son los sistemas más afectados por las averías y las piezas de recambio más usadas, entonces se podrían proponer acciones para mejorar la actual política de mantenimiento y reparación de este vehículo.

### **Objetivo**

Determinar cuáles son los sistemas más afectados por averías y piezas de recambio más usadas.

### **Tareas a realizar**

- Revisar las órdenes de trabajo realizadas en los últimos tres años en el Taller de Autos del Ejército Oriental para determinar los componentes de mayor empleo, durante la explotación de los vehículos Geely.
- Proponer acciones para mejorar la estrategia de mantenimiento en autos Geely.
- Estudiar el actual flujo tecnológico productivo y proponer acciones para mejorarlo.
- Analizar las posibilidades de reacondicionamiento de piezas o sistemas críticos, como resultado del estudio realizado.

### **Métodos de Investigación.**

Para la realización del presente trabajo se emplean los siguientes métodos:

1.- Empíricos:

- Consulta a expertos: se realizó una serie de entrevistas a algunos de los técnicos especializados, con el objetivo de obtener una buena información para de esta forma dar solución al problema propuesto.
- Revisión de documentos: se utilizó para obtener datos relacionados con el comportamiento del vehículo analizado para la conformación del documento.

2.- Teóricos:

- Análisis y Síntesis: se usó para conocer las generalidades del fenómeno estudiado, ayudó a conocer las características principales del mantenimiento aplicado a dicho vehículo.

**Resultados esperados.**

Con la realización de este trabajo de investigación se espera determinar cuáles son las principales fallas del vehículo Geely, además de definir una política de mantenimiento preventiva adecuada para elevar la fiabilidad de los mismos.

## **Capítulo I: Marco Teórico Conceptual**

El automóvil es una máquina automotriz autopropulsada por un motor propio, destinada al transporte terrestre de personas o mercancías sin necesidad de carriles. En muchos lugares el término automóvil es utilizado por las personas para referirse a los autos ligeros, existen otros tipos de automóviles, como son camiones, autobuses, furgonetas, motocicletas, motocarros o cuatriciclos. La Ley 109 del código vialidad y tránsito salido en la Gaceta Oficial de Cuba No. 040 de forma ordinaria el 17 de septiembre de 2010 no comprende como automóvil los tractores agrícolas y otros vehículos de motor cuya utilización para el transporte vial tiene un carácter ocasional.

### **1.1 Breve Historia de los automóviles**

El primer automóvil con motor de combustión interna se atribuye a Karl Friedrich Benz de la ciudad alemana de Mannheim en 1886 con el modelo Benz Wheeler (rodante en inglés) o Motorwagen. Poco después, otros pioneros como Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach presentaron a su vez sus modelos. El primer viaje largo en un automóvil lo realizó Bertha Benz en 1888, al ir de Mannheim a Pforzheim, ciudades separadas entre sí por unos 105 km. Cabe destacar que fue un hito en la automovilística antigua, dado que un automóvil de esta época tenía como velocidad máxima unos 20 km/h, gastaba muchísimo más combustible de lo que gasta ahora un vehículo a esa misma velocidad y la gasolina se compraba en farmacias, donde no estaba disponible en grandes cantidades. El 8 de octubre de 1908, Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje con el Ford modelo T, lo que le permitió alcanzar cifras de fabricación hasta entonces impensables.

A finales del año 1898 llegó a La Habana el primer automóvil. Era un vehículo con motor de bencina, que alcanzaba apenas unos 10 km/h, con una apariencia endeble y bastante inseguro, y ni le hacía la competencia a los coches de caballos; pero esto solo ponía a pensar a las autoridades acerca de crear nuevas regulaciones del tránsito y por supuesto forzar al mejoramiento de los caminos aún polvorientos de la capital cubana. La máquina de hierros, palancas y correas que no pasaría de ser lo que hoy llamaríamos un "cacharrito", conmocionó a los habaneros y apenas seis meses

después llegó el segundo automóvil. Era un Rochet-Schneider adquirido en Lyon; perteneciente al farmacéutico Ernesto Sarrá, le costó 4 mil pesos, y se preciaba de sus ventajas: ocho caballos de fuerza y una velocidad máxima de 30 km/h. Con este auto, el doctor hacía el recorrido entre La Habana y la localidad de Güines en sólo hora y media. El tercer auto llegó a la capital cubana para repartir mercancías de la fábrica de cigarrillos H de Cabañas y Carvajal.

## **1.2 Clasificación de vehículos automotores**

Clasificación general de las máquinas de transporte automotor:

- Ligeras: destinados al transporte de pasajeros.
- De carga: destinados al transporte de carga.
- Ómnibus: destinados al transporte de pasajeros.
- Especiales: sirven para la ejecución de tareas especializadas. Por ejemplo: recolector de basura, furgones refrigerados, autocares, talleres móviles, volteos, ómnibus escolares y de turismo, cuñas tractoras y camiones cisternas.
- Militares: Vehículos de alta capacidad de paso, con características especiales para portar armamento y para garantizar las capacidades tácticas y de maniobras para lo que son destinados.

Clasificación de los automóviles según el esquema de las ruedas:

- De un eje motor: 4×2, 6×2, 8×2.
- De dos ejes motores: 4×4, 6×4.
- De tres ejes motores: 6×6.

Clasificación de los automóviles según la composición del sistema de transmisión:

- Con transmisión mecánica.
- Con transmisión que tiene elementos hidráulicos.
- Con transmisión hidrostática.
- Con transmisión eléctrica accionada por motor de combustión interna.
- Con transmisión eléctrica solamente.

### 1.3 Principales partes del automóvil

Estructura: Carrocería, Chasis, Bastidor.

Neumáticos.

Llantas.

Volante de dirección.

Motor: Grupo motopropulsor: motor, embrague, caja de cambios.

Palanca de cambios.

Transmisión.

Frenos.

Dirección.

Suspensión.

Sistemas auxiliares de seguridad y confort.

#### **Carrocería**

Actualmente los carros de turismo se fabrican con la carrocería como soporte o bastidor de los distintos conjuntos o sistemas que se acoplan en el vehículo, denominándose carrocería monocasco o autoportante.

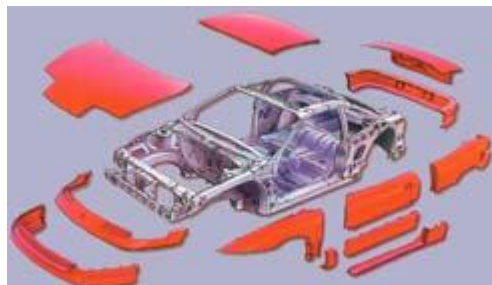


Figura 1. Carrocería (Fuente Manual de Mecánica de Coches)

Estas carrocerías se construyen con una estructura resistente a los esfuerzos a que está sometida, y en función a las posibles deformaciones, en caso de accidente, atendiendo a la seguridad pasiva y a los conjuntos que soporta.

Excepcionalmente, en los turismos "todo terreno", la carrocería se monta sobre un bastidor formado por largueros y travesaños.

### **Rueda**

La rueda tiene como misión transmitir la potencia y asegurar la dirección posibilitando su desplazamiento, es decir; sobre la rueda actúa la transmisión, la dirección y los frenos. Es el conjunto metálico y está formado por: la llanta es la parte donde se acopla la cubierta y el disco es la parte central que se une al buje o al tambor.



Figura 2. Rueda (Fuente Manual de Mecánica de Coches)

### **Neumático**

El neumático es la parte elástica. Está en contacto con el pavimento. Absorbe, aproximadamente, el 8% de las irregularidades del pavimento. Tiene la suficiente adherencia para poder transmitir la potencia del motor, el frenado y la dirección del vehículo. Tiene gran importancia en la estabilidad. Es un elemento fundamental en la seguridad activa.



Figura 3. Neumático (Fuente Manual de Mecánica de Coches)



Figura 4. Control de presión de inflado de neumáticos (Fuente Manual Ford)

### **Dirección**

Cuando se gira el volante las manguetas deben orientarse fácilmente en la dirección mandada; pero en cambio no es admisible que los choques contra las irregularidades del camino puedan alterar la dirección del vehículo, ni siquiera llegar a las manos del conductor, que no debe tener que sujetar con fuerza el volante en marcha normal.

La dirección debe ser irreversible, pero la irreversibilidad absoluta tampoco es admisible ya que el conductor necesitaría girar más el volante para cambiar de dirección y por tanto influye también en la comodidad del conductor que debe poder actuar sobre la dirección con rapidez y sin esfuerzos modestos. De modo que para conjugar las ventajas e inconvenientes se empleen una serie de recursos que hacen que la dirección sea casi siempre semirreversible.

Se habla de una dirección estable cuando el automóvil marchando en línea recta, al soltar el volante no se desvía ni a la derecha ni a la izquierda y cuando después de salir de una curva, el coche tiende a volver el volante a la marcha recta por sí mismo sin forzar el volante.

Para que la dirección montada sobre un eje rígido, reúna las condiciones antes señaladas, el diseño de los órganos presenta características especiales:

Ángulo de avance (cáster) (A): El pivote alrededor del cual se orienta la rueda no es vertical, sino que por debajo apunta hacia delante un cierto ángulo (1 a 7°) conseguido por la construcción del eje o interponiendo una cuña entre las ballestas y el eje.

Este ángulo proporciona fijeza a la dirección de la misma manera que las ruedecillas de los muebles se conservan orientadas porque su pivote es excéntrico y adelantado con relación a la disección de arrastre. Si el avance es demasiado pequeño, la dirección es vagabunda y si se invierte, la dirección reacciona bruscamente, es dura y peligrosa.

Ángulo de salida: El pivote tiene además una inclinación transversal llamada salida que está en el orden de (4 a 9 o) respecto a la vertical y que acerca la prolongación del eje del pivote al centro de la base de apoyo del neumático sobre el suelo y que sirve para disminuir el brazo de palanca resistente cuando se maniobra la dirección. Al virar la dirección se levanta un poco el coche y de este modo, por su propio peso tiende a la posición de marcha recta la cual está más baja, así ayuda al conductor a mantener la dirección del vehículo.

Ángulo de caída: Las manguetas no son horizontales, sino que forman un ángulo hacia abajo que tiende a conservar la rueda apretada hacia el eje evitando que la rueda se salga del eje.

Convergencia: Las ruedas delanteras vistas desde arriba se acercan por delante, es decir, convergen; lo cual compensa la tendencia de las ruedas a abrirse durante la marcha y contrarresta el esfuerzo que sufren los pivotes. Si el automóvil fuera de tracción delantera entonces la convergencia debe ser negativa (o divergencia), porque en este caso las ruedas motrices tienden a cerrarse.

La convergencia es el único ángulo que se regula durante la explotación ya que los otros tres se fijan durante la construcción del sistema de dirección.

### **Principio de funcionamiento de los motores de combustión interna (MCI).**

El motor de combustión interna es un conjunto de piezas que trabajan de forma coordinada para transformar la energía química del combustible, mediante un ciclo térmico de trabajo, en energía mecánica en forma de movimiento de rotación del árbol cigüeñal. El ciclo térmico de trabajo se realiza en el grupo cilindro-pistón, pertenecientes al mecanismo pistón – biela – manivela.



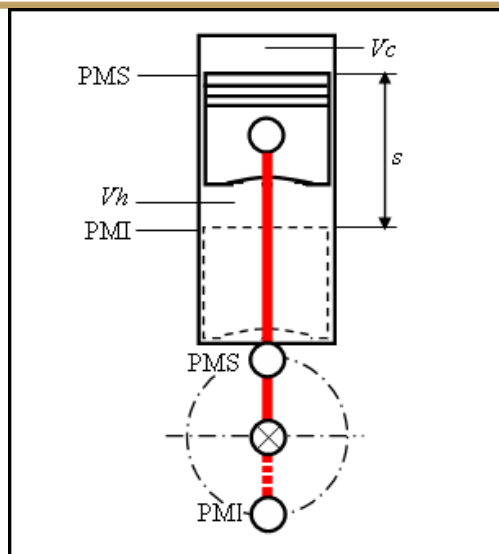


Figura 5. Mecanismo pistón – biela – manivela.

En este mecanismo se distinguen la carrera del pistón ( $s$ ), el punto muerto superior (PMS), el punto muerto inferior (PMI), el volumen del cilindro ( $V_h$ ) y el volumen de la cámara de compresión ( $V_c$ ). Por carrera del pistón, se entiende al desplazamiento que realiza el pistón cuando se mueve desde el PMS al PMI (o viceversa) y el volumen de la cámara de combustión, es el volumen que delimita el pistón en su posición de PMS dentro del cilindro.

Los procesos que ocurren en el cilindro del motor pueden ser divididos en cuatro tiempos o carreras. La carrera se refiere al movimiento del pistón desde una posición límite a la otra, por tanto, una carrera es el movimiento del pistón desde PMS a PMI o desde PMI a PMS. Cuando el ciclo completo de los procesos que ocurren en el cilindro requiere cuatro carreras (o dos revoluciones del cigüeñal), el motor se llama motor de cuatro carreras o motor de cuatro ciclos (motor de cuatro tiempos). Los cuatro tiempos son: admisión, compresión, explosión y escape.

**Admisión:** En la carrera de admisión, la válvula de admisión se abre. El pistón se mueve hacia abajo y una mezcla de aire y gasolina vaporizada se aspira desde el cilindro a través de la abertura de la válvula. Esta mezcla se distribuye a los cilindros por el sistema de alimentación y el carburador.

A medida que el pistón se mueve hacia abajo, se produce una caída de presión en el cilindro y la presión atmosférica en el exterior del motor empuja el aire dentro del cilindro. Este aire pasa previamente por el carburador donde se impregna de vapor de gasolina, continuando el recorrido por el múltiple de admisión y de aquí a la apertura de la válvula de admisión.

**Compresión:** Después que el pistón alcanza el punto muerto inferior o el límite inferior de su carrera comienza a moverse hacia arriba. Al tiempo que esto sucede la válvula de admisión se cierra, la válvula de escape está cerrada también, lográndose un cierre casi hermético. Al moverse el pistón hacia arriba (empujado al girar el eje cigüeñal y la biela) se comprime la mezcla de aire combustible. En el momento que el pistón llega al PMS, la mezcla ha sido comprimida a un séptimo o aún menos de su volumen original, aumentando la presión en el cilindro, por lo tanto, las moléculas chocan con mayor frecuencia dentro de las paredes del cilindro y cabeza del pistón, y entre sí más frecuentemente. El aumento de la frecuencia de los choques significa que un empuje más fuerte se registra sobre las paredes y cabeza; la presión es mayor, al igual que la temperatura. Por tanto cuando se comprime la mezcla de aire combustible, no solo sube la presión de aire en el cilindro, sino también aumenta la temperatura de la mezcla.

**Expansión:** Al alcanzar el pistón el PMS en la carrera de compresión se produce una chispa eléctrica en la bujía. La bujía consta esencialmente de dos electrodos aislados eléctricamente entre sí. El sistema de encendido conduce una sobrecarga de alto voltaje a las bujías, para producir la chispa, esta chispa enciende la mezcla de aire combustible, que comienza a quemarse muy rápidamente y la presión en el cilindro aumenta casi 42,2 kg/cm<sup>2</sup> o aún más. En estos momentos comienza a realizarse la carrera de Expansión, que se verifica por el movimiento del pistón desde el PMS al PMI estando las válvulas cerradas.

**Escape:** Al llegar el pistón al PMI nuevamente la válvula de escape se abre. Ahora, a medida que el pistón asciende en la carrera de escape, fuerza la salida de los gases quemados hacia el exterior del cilindro a través de la apertura de la válvula de escape. Cuando el pistón alcanza el PMS la válvula de admisión se abre una carga fresca de la mezcla aire combustible será aspirada dentro del cilindro según descienda el pistón otra vez hacia el PMI. Unos grados de giro del cigüeñal después que el pistón ha pasado por el PMS es que se cierra la válvula de escape. El tiempo que permanecen ambas válvulas abiertas simultáneamente se conoce como solape de las válvulas.

Las cuatro carreras anteriores se repiten continuamente durante el funcionamiento del motor. La explicación anterior es característica de los motores de cuatro tiempos, los cuales realizan un ciclo de trabajo en dos vueltas completas de giro del cigüeñal; para los motores de dos tiempos se realizan las mismas fases, pero con dos vueltas de giro del cigüeñal.

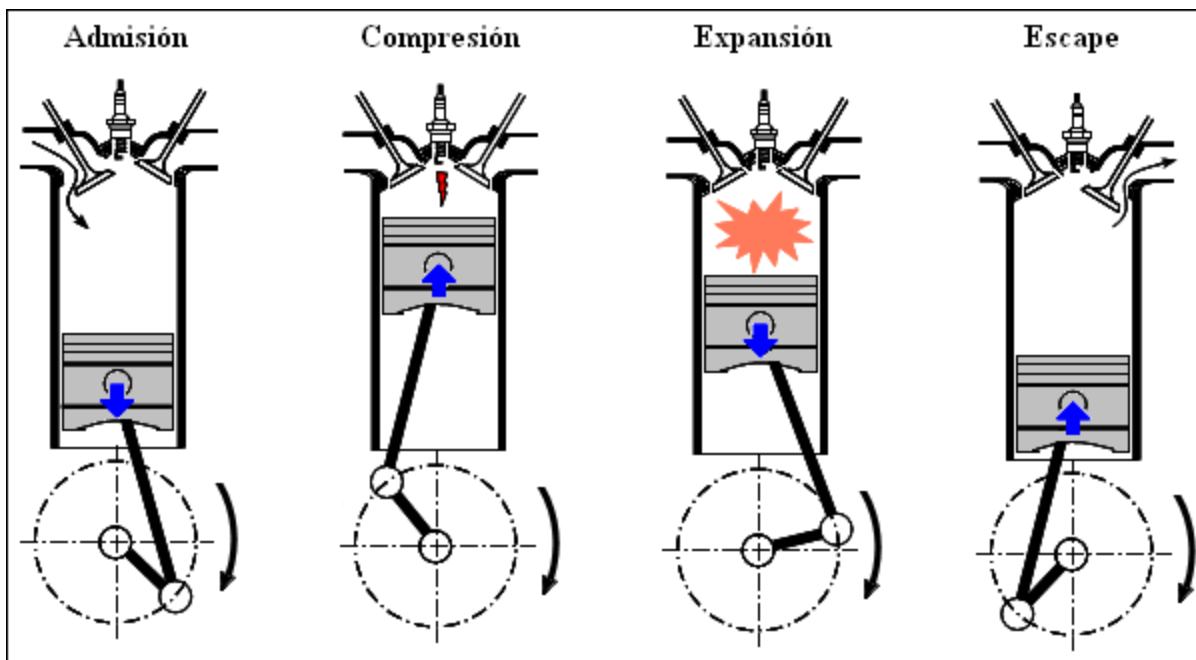


Figura 6. Ciclo de trabajo de un motor de cuatro tiempos con encendido por chispa.

## Clasificación de los motores

Por su utilización:

- Estacionarios: se emplean en las centrales eléctricas de pequeña y mediana potencia, para accionar equipos de bombeo en la agricultura, transportadores y otros.
- De transporte: se montan en los automóviles, tractores, aviones, barcos y locomotoras.

Por el tipo de combustible que consumen:

- De combustible líquido ligero: gasolina, benceno, keroseno y alcohol.

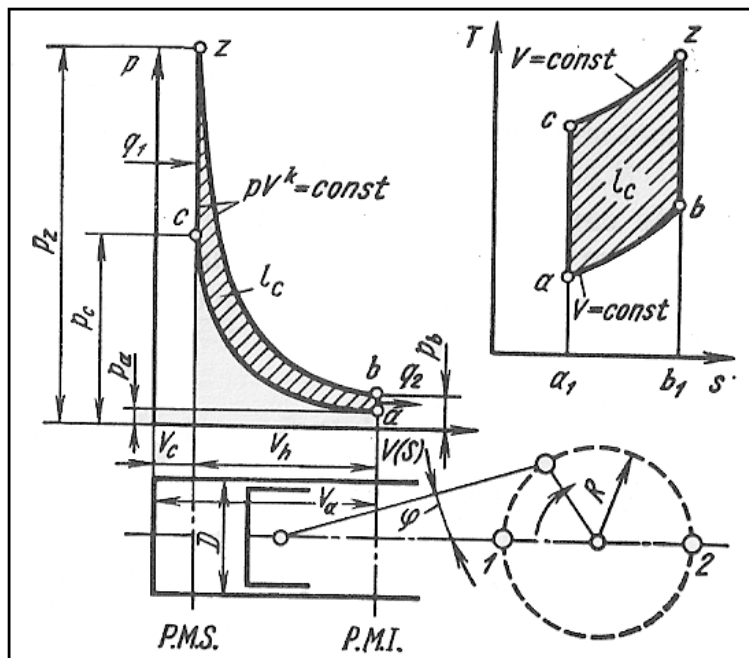


Figura 7. Ciclo de un motor alternativo con suministro de calor a volumen constante (Fuente: Jovaj, 1982).

- De combustible líquido pesado: aceite diésel, gas-oil y similares.

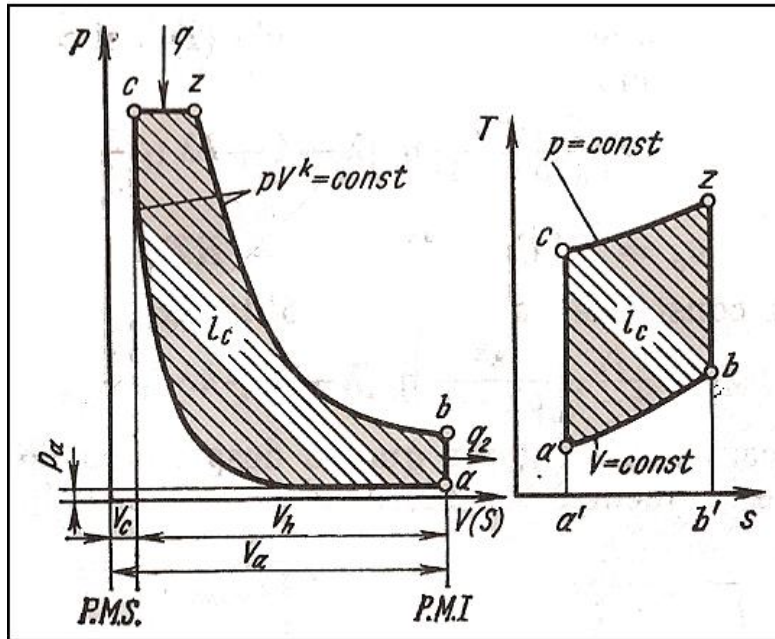


Figura 8. Ciclo de un motor alternativo con suministro de calor a presión constante (Fuente: Jovaj, 1982).

- De combustible gaseoso: gas de gasógeno, gas natural y otros.
- De combustible mixto: el combustible principal es un gas, pero para la puesta en marcha se utiliza un combustible líquido.

Por la manera de transformar la energía térmica en mecánica:

- De émbolo o alternativos: la combustión y la transformación se producen en el cilindro.
- De turbina de gas: la combustión se realiza en una cámara de combustión especial y la transformación ocurre en las paletas del rotor de la turbina de gas.
- Combinados: la combustión se realiza en un motor de émbolo, que es a la vez generador de gas, y la transformación ocurre parcialmente en el cilindro del motor de émbolo y parcialmente en las paletas del rotor de una turbina de gas (motor de pistones libres, motores alternativos con turbina de gases de escape y otros).

Por el método de efectuar el ciclo de trabajo (motores de pistón):

- De dos tiempos sin sobrealimentación (admiten aire de la atmósfera) y con sobrealimentación (toma de la mezcla a presión).
- La sobrealimentación puede ser por compresor accionado con una turbina de gas que funciona con los gases de escape; por compresor movido mecánicamente por el mismo motor y por dos compresores, uno de los cuales es accionado por una turbina de gas y el otro, por el mismo motor.
- De cuatro tiempos sin sobrealimentación y con sobrealimentación.

Por el procedimiento de refrigeración:

- De refrigeración por líquido.
- De refrigeración por aire.

Por la regulación de la mezcla al variar la carga:

- Motores con regulación de la calidad de la mezcla: al variar la carga, varía también la composición de la mezcla, enriqueciéndola o empobreciéndola según las necesidades.
- Motores con regulación de la cantidad de mezcla: al variar la carga, no varía la composición de la mezcla, sino la cantidad de la misma que entra en el motor.
- Motores con regulación mixta: la cantidad y la composición de la mezcla varía en función de la carga.

Por su estructura:

- Motores de émbolo, que por la disposición de los cilindros son: verticales en línea, horizontales en línea, en “V”, en estrella y con cilindros opuestos.
- Motores rotatorios de émbolo.

Por el procedimiento de preparar la mezcla, para los motores de émbolo:

- Con formación externa de la mezcla: la mezcla combustible se prepara fuera del cilindro. Así funcionan todos los motores de carburador y de gas y los motores en que el combustible se inyecta en el tubo de admisión.

- Con formación interna de la mezcla: durante la admisión en el cilindro no entra más que aire, y la mezcla de trabajo se forma dentro del cilindro. Así funcionan los motores Diésel, los de encendido por chispa en que el combustible se inyecta en el cilindro y los motores de gas en que éste último se hace llegar al cilindro al comenzar la compresión.

Por el procedimiento de encendido:

- Motores de encendido por chispa: la mezcla combustible se inflama por medio de una chispa eléctrica.
- Motores de encendido por compresión (Diésel).
- Motores de pre-combustión: el encendido de la mezcla por medio de chispa se produce en una cámara de combustión especial (antecámara) de pequeño volumen y después continúa la combustión en el cilindro.
- Motores de encendido del combustible gaseoso por una pequeña porción de aceite diésel que se inflama por compresión (proceso líquido - gaseoso).

## **El embrague**

El embrague es el conjunto que, situado entre el motor y la caja de cambios, tiene como misión:

- Acoplar (embragar) o desacoplar (desembragar) el motor de la caja de cambios.
- En el arranque, asegurar una unión progresiva.
- Desacoplar temporalmente el motor de los elementos de la transmisión al cambiar de marcha.



Figura 9. Embrague (Colectivo de autores)

## **La caja de cambios**

La caja de cambios es el conjunto que, situado entre el embrague y el eje motriz:

- Aprovecha al máximo la potencia del motor para vencer las variables resistencias del vehículo al desplazarse.
- Modifica la fuerza o la velocidad aplicada a las ruedas.
- En la misma proporción en que aumenta la fuerza, disminuye la velocidad (lo que se gana en fuerza se pierde en velocidad y a la inversa).

## **Transmisión**

El árbol de transmisión está situado entre la caja de cambios y el eje motriz. Tiene como misión transmitir el movimiento que sale de la caja de cambios hasta el eje motriz, transmitiéndolo a las ruedas. No existe cuando forma un solo conjunto el motor, caja de cambios y eje motriz.

El eje motriz (par cónico-diferencial) El eje motriz, también llamado puente motriz, puede estar situado en la:

- Parte delantera (vehículo de tracción delantera).
- Parte trasera del vehículo (vehículo de propulsión trasera).
- Parte delantera y trasera a la vez (vehículo de propulsión total - 4 x 4).

Lleva en su interior dos mecanismos:

- El par cónico piñón-corona, que reduce la velocidad y que cambia el movimiento longitudinal en transversal.
- El diferencial, que permite al tomar una curva, que la rueda exterior lleve más velocidad que la interior. La diferencia de vueltas equivale a la diferencia de espacio de recorrido. Lo que pierde la rueda interior la gana la exterior.

## **Sistema de frenos**

La misión del sistema de frenos es obtener una fuerza que se oponga al desplazamiento del vehículo, reteniéndolo para disminuir la velocidad o pararlo si es deseo del conductor.

Tipos:



Frenos de cinta o de banda: Utilizan una banda flexible, las mordazas o zapatas se aplican para ejercer tensión sobre un cilindro o tambor giratorio que se encuentra solidario al eje que se pretenda controlar. La banda al ejercer presión, ejerce la fricción con la cual se disipa en calor la energía cinética del cuerpo a regular.

Freno de disco: Un freno de disco es un dispositivo cuya función es detener o reducir la velocidad de rotación de una rueda. Hecho normalmente de acero, está unido a la rueda o al eje.

Freno de tambor: El freno de tambor es un tipo de freno en el que la fricción se causa por un par de zapatas o pastillas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda.

### **Según el tipo de accionamiento**

Freno neumático: El freno neumático es un tipo de freno cuyo accionamiento se realiza mediante aire comprimido. Se utiliza principalmente en trenes, camiones, autobuses y maquinaria pesada. Utiliza pistones que son alimentados con depósitos de aire comprimido mediante un compresor, cuyo control se realiza mediante válvulas. Estos pistones actúan como prensas neumáticas contra los tambores o discos de freno.

Frenos mecánicos: Es accionado por la aplicación de una fuerza que es transmitida mecánicamente, por palancas, cables u otros mecanismos a los diversos puntos del frenado. Se utiliza únicamente para pequeñas potencias de frenado y suele requerir frecuentes ajustes para igualar su acción sobre las ruedas.

Frenos hidráulicos: El Freno hidráulico es el que aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso incompresible. La presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción y se evita la necesidad de realizar diferentes ajustes. Su principal función es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido. El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda

**Freno de estacionamiento:** El freno de mano o freno de estacionamiento es un sistema que inmoviliza el vehículo cuando está parado, ya sea manual o automáticamente. También está disponible para parar el vehículo en caso de fallo del freno de servicio (función de emergencia). En la inmensa mayoría de los vehículos ligeros se acciona con la mano y mediante un cable acciona las ruedas traseras. Sin embargo, en vehículos pesados o por tradición se acciona mediante el pie. Es el caso del Chrysler Voyager y algunos Mercedes-Benz.

**Freno eléctrico:** El freno eléctrico (también conocido como freno de corrientes de Foucault) es un dispositivo que permite decelerar o detener un vehículo mediante accionamiento eléctrico. El más utilizado es el freno eléctrico "ralentizador", que se emplea en los camiones y vehículos pesados para el descenso de pendientes largas sin fatigar los frenos principales del vehículo.

### **Dispositivos especiales**

**Frenos ABS (Antilock Brake System):** El sistema antibloqueo de ruedas o frenos antibloqueo, del alemán Antiblockiersystem (ABS), es un dispositivo utilizado en aviones y en automóviles, que hace variar la fuerza de frenado para evitar que los neumáticos pierdan la adherencia con el suelo.

**Freno Prony:** El Freno de Prony es un freno dinamométrico, utilizado para medir la fuerza de los motores.

**Freno motor:** El freno de motor es el acto de usar el movimiento necesitado de energía de un motor de combustión interna para disipar energía y detener un vehículo. Este sistema de frenado es vital para la operación de los vehículos de carga pesada ya que es el más efectivo sistema de transformación de la energía de movimiento en calor y ruido sin someter la máquina a grandes esfuerzos nocivos para ésta.

**Freno de inercia.**

### **Sistema de suspensión**

La suspensión en un automóvil, camión o motocicleta, es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la

comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis y las ruedas, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.

### **Tipos de suspensión**

En la actualidad las suspensiones que se emplean en los automóviles de turismo son muy variadas, si bien todas están basadas en unos pocos sistemas diferenciados. En primer lugar se diferencian las suspensiones en las que ambas ruedas de un eje están unidas por medios elásticos, de tal manera que el movimiento de una se transmite a la otra, de las suspensiones en las que, por el contrario, ambas ruedas cuentan con elementos de suspensión que no están unidos dinámicamente. Estas últimas se denominan "independientes". Apareciendo un nuevo tipo de suspensiones denominadas "activas electrogeneradoras", que generan energía para los vehículos eléctricos.

### **Suspensión MacPherson**

La suspensión MacPherson es un tipo de suspensión habitualmente utilizada en los automóviles modernos. Toma su nombre de Earl S. MacPherson, un ingeniero que la desarrolló para su uso en 1951, en el modelo Ford Consul y después en el Zephyr. Puede ser utilizada tanto en el eje delantero como en el trasero, si bien habitualmente se utiliza en el delantero, donde proporciona un punto de apoyo a la dirección y actúa como eje de giro de la rueda. Estructuras similares para el eje trasero son denominadas suspensión Chapman.

Si bien tiene como ventajas su simplicidad y bajo costo de fabricación, tiene un problema geométrico, ya que debido a su configuración no es posible que el movimiento de la rueda sea vertical, sino que el ángulo vertical varía algunos grados durante su movimiento. Además transmite el movimiento directamente del asfalto al chasis, lo que provoca ruidos y vibraciones en el habitáculo. Es uno de los sistemas más empleados en el eje delantero. Este sistema solamente lleva un brazo oscilante, unido por un extremo al bastidor mediante cojinetes elásticos, y por el otro extremo a la

mangueta a través de la rótula. La mangueta por su parte superior está unida al amortiguador vertical. Este está dotado de una plataforma en la cual se apoya el muelle que lo rodea y, por el extremo superior, se apoyan la carrocería en el conjunto muelle-amortiguador. Esta disposición, además de cumplir su función como suspensión y amortiguación, también sirve como eje vertical de giro de las ruedas. Por lo tanto, el conjunto describe un ángulo proporcional al efectuado con el volante. La suspensión McPherson conforma un triángulo articulado formado por el bastidor, el brazo inferior y el conjunto muelle-amortiguador. Tiene una gran proyección en el mercado actual ya que el 87.5% de los autos tienen esta suspensión.

#### **1.4 Características de las diferentes fuentes energéticas.**

##### **Fuentes energéticas.**

En la actualidad existen una gran diversidad de fuentes energéticas para las máquinas entre las cuales podemos enumerar el empleo de la fuerza humana, tracción animal, motores eléctricos que usan la energía de baterías de acumuladores y celdas fotovoltaicas; motores de combustión interna, turbinas de gas y estaciones que emplean la energía de la fisión nuclear, la hidroeléctrica, la eólica, entre otras. Sin embargo son los MCI los que han tenido más amplia difusión en las máquinas automotrices producto a las características de adaptabilidad que presentan.

El empleo de motores eléctricos en automóviles ha tenido muchas limitaciones: por un lado aquellas que usan como fuentes energéticas baterías de acumuladores, presentan el inconveniente del gran volumen que las mismas ocupan, además del extremado peso. Por otro lado estas barreras necesitan ser recargadas muy frecuentemente. Las máquinas que usan baterías solares, al igual que las que usan baterías de acumuladores, son fuentes energéticas ecológicamente limpias; pero su eficiencia varía de acuerdo con la latitud, presenta además el inconveniente de que desarrolla baja potencia y son prácticamente inútiles de noche.

Por su parte los MCI han alcanzado mayor difusión en el transporte terrestre y se distinguen por su compacidad, alto rendimiento y durabilidad. La mayor parte de estos

motores funcionan con combustible líquido y una parte menor con combustible gaseoso.

En la actualidad los motores diésel encuentran más amplia difusión respecto a los motores de gasolina y ello obedece a algunas causas importantes:

- La elevada economía del combustible.
- El costo del combustible es más bajo.
- La aproximación de los índices energéticos, las dimensiones y las masas de los motores diésel.
- Acercamiento de los costos de producción entre los motores diésel y los de carburador.
- Elevada duración de la vida útil.
- Menor contaminación ambiental por los gases de escape.

### **Combustibles**

Los combustibles más utilizados para accionar los motores de los automóviles son algunos productos derivados del petróleo y del gas natural, como la gasolina, el gasóleo, gases licuados del petróleo (butano y propano), gas natural vehicular o gas natural comprimido. Fuera del ámbito de los turismos se utilizan otros combustibles para el accionamiento de vehículos de otros medios de transporte, como el fueloil en algunos barcos o el queroseno en las turbinas del transporte aéreo.

En algunos países también se utilizan biocombustibles como el bioetanol o el biodiesel. Los principales productores de bioetanol son Estados Unidos y Brasil, seguidos de lejos por la Unión Europea, China y Canadá, generalmente a partir de la fermentación del azúcar de productos agrícolas como maíz, caña de azúcar, remolacha o cereales como trigo o cebada. El biodiesel es producido principalmente por la Unión Europea y Estados Unidos, en su mayor parte a partir de la esterificación y transesterificación de aceites de plantas oleaginosas, usados o sin usar, como el girasol, la palma o la soja. Existe debate sobre la viabilidad energética de estos combustibles y cuestionamientos por el efecto que tienen al competir con la disponibilidad de tierras para el cultivo de alimentos. Sin embargo, tanto el impacto sobre el ambiente como el efecto sobre el

precio y disponibilidad de los alimentos dependen del tipo de insumo que se utilice para producir el biocombustible. En el caso del bioetanol, cuando es producido a partir de maíz se considera que sus impactos son significativos y su eficiencia energética es menor, mientras que la producción de etanol en Brasil a partir de caña de azúcar es considerada sostenible.

### **Accionamiento eléctrico**

Aunque hace muchos años que se utilizan los vehículos eléctricos en diferentes ámbitos del sector industrial, ha sido recientemente (por cuestiones políticas) que se han comenzado a producir en serie turismos con motor eléctrico. Si bien la autonomía de estos vehículos es muy limitada debido a la poca carga eléctrica almacenable en las baterías por unidad de masa, en un futuro esa capacidad podría aumentarse. El nivel de contaminación depende de cómo se genere la electricidad utilizada y de las fuentes de energía primaria que se utilicen (en España, la electricidad se genera aproximadamente en un 33 % de fuente nuclear, 33 % de centrales térmicas y el resto es hidráulica, solar y eólica).

La propulsión eléctrica tiene la principal desventaja en su peso, corta autonomía y excesivo tiempo de recarga (debido a las baterías); como ventajas, tienen la variación continua de velocidad, sencillez (no requiere embrague ni caja de engranes) y recuperabilidad de la energía al frenar.

### **Accionamiento híbrido**

Los híbridos pueden ser vehículos de combustión que mueven un generador para cargar baterías o vehículos con los dos sistemas (de combustión y eléctrico) instalados separadamente.

Recientemente se ha comenzado la comercialización de automóviles de turismo híbridos, que poseen un motor eléctrico principal (o uno en cada rueda). Además tienen un motor térmico de pistones o turbina que mueve a un generador eléctrico a bordo, para recargar las baterías mientras se viaja, que funciona cuando las baterías se descargan. Las baterías se recargan con la energía proporcionada por el generador

eléctrico movido por el motor térmico o al frenar el automóvil con regenerativos. Los turbogeneradores tienen ventajas de peso, limpieza, bajo mantenimiento y variabilidad de combustibles (en estas épocas de incertidumbre petrolera), ante los motores de pistones.

En todo caso siguen siendo vehículos de combustión con la opción eléctrica para desplazamientos cortos.

### **Otros sistemas de propulsión**

Otra forma de energía para el automóvil es el hidrógeno, que no es una fuente de energía primaria, sino un vector energético, pues para su obtención es necesario consumir energía. La combinación del hidrógeno con el oxígeno deja como único residuo vapor de agua. Hay dos métodos para aprovechar el hidrógeno, uno mediante un motor de combustión interna y otro mediante pilas de combustible, una tecnología actualmente cara y en pleno proceso de desarrollo. El hidrógeno normalmente se obtiene a partir de hidrocarburos mediante el procedimiento de reformado con vapor. Podría obtenerse por medio de electrólisis del agua, pero no suele hacerse pues es un procedimiento que consume más energía de la que después aporta.

También existen motores experimentales que funcionan por aire comprimido. El aire debe ser generado previamente con otro motor por lo que no son prácticos.

### **1.5 Influencia de los automóviles al medio ambiente**

En la Unión Europea, casi un tercio de toda la energía es utilizada en transporte. El uso de energía para el transporte va en aumento mientras que la proporción de energía destinada a otros usos permanece relativamente estable; entre 1980 y 1995, la energía destinada al uso del transporte aumentó alrededor de un 45%, mientras que la usada para fines industriales y otros propósitos decreció muy ligeramente (alrededor de un 0.5%).

La demanda de transporte va estrechamente unida al desarrollo económico. El transporte es un elemento muy significativo y necesario de la sociedad moderna, sin embargo, la creciente y perentoria necesidad que supone su existencia se considera,

cada vez más, una pieza clave de la larga lista de efectos secundarios no deseados que origina esta sociedad. Los atascos de tráfico hacen que las ciudades resulten menos agradables y reducen la eficiencia del sistema de transporte puesto que aumentan la duración del trayecto, el consumo de combustible y el estrés del conductor. Uno de los efectos medioambientales negativos del tráfico es su contribución a la contaminación atmosférica. Cada litro de combustible que se quema produce, aproximadamente, 100 gramos de monóxido de carbono, 20 gramos de compuestos orgánicos volátiles, 30 gramos de óxidos de nitrógeno, 2.5 kilogramos de dióxido de carbono y otra serie de sustancias que incluyen compuestos del plomo, del azufre así como partículas ligeras. Todos estos componentes están relacionados, en mayor o menor grado, con los problemas de contaminación atmosférica que causan desde efectos directos en la salud de los habitantes de una determinada ciudad, hasta consecuencias a nivel global, como es el efecto invernadero.

Sustancias contaminantes a tener en cuenta Gran número de las sustancias producidas por las actividades relacionadas con el transporte son consideradas, generalmente, como contaminantes. Los índices de producción (es decir, los factores de emisión) de algunas de estas sustancias se han investigado detalladamente y son, por tanto, bien conocidos, mientras que acerca de otras sustancias existen datos escasos que, con frecuencia, resultan insuficientes para ser representativos de las distintas actividades desarrolladas. En consecuencia, en la actualidad es posible encontrar factores de emisión para algunas sustancias contaminantes y para ciertos tipos de vehículo fijados partiendo de una base de datos sólida, mientras que, para otra clase de vehículos, sólo es posible encontrar estimaciones acerca de la magnitud de sus factores de emisión, y sobre el resto de las sustancias existe muy poca información.

**La lista general de sustancias contaminantes incluye:**

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (la legislación aún no lo considera propiamente como una sustancia contaminante, sin embargo aquí sí lo vamos a hacer debido a su contribución a la producción del efecto invernadero);

Monóxido de carbono (CO);



Compuestos volátiles de carácter orgánico (también llamados hidrocarburos) COV (HC);

- Óxidos de nitrógeno (NO X);
- Partículas en suspensión (PS);
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>);
- Compuestos de plomo (Pb);
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>);
- Amoníaco (NH<sub>3</sub>);
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O);
- Otros metales pesados: cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), selenio (Se);
- Ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).

Dentro de los Compuestos Volátiles de carácter Orgánico (COV) se incluye una larga lista de diferentes compuestos orgánicos que ocasionan diversos efectos sobre el medio ambiente y sobre la salud de los seres humanos; por lo tanto, es conveniente dividir estas sustancias en dos categorías distintas:

- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Hidrocarburos libres de metano (HCLMCOV).

Algunos de los hidrocarburos que están libres de metano, son compuestos mutágenos bien conocidos. Una conocida subcategoría de COV es la de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA), y otros compuestos simples como son el benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) y el butadieno - 1,3 (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>). Las partículas ligeras provocan también diferentes efectos dependiendo del tamaño de las partículas. Sería interesante, por tanto, conocer la distribución del tamaño de las PS.

El consumo de energía es considerado, mediante el cálculo de las sustancias contaminantes que contienen carbono, ya sea en el caso del tráfico rodado o cualquier otro tipo de transporte que no sea por carretera, como el primer parámetro a partir del cual se hace la estimación de otro tipo de emisiones.



Figura 10. Efectos de la contaminación atmosférica sobre los monumentos (Fuente: Medio Ambiente Energía y Transporte. Material didáctico escrito en el 2003. PDF.)



Figura 11. Efectos de la contaminación atmosférica sobre los niños (Fuente: Medio Ambiente Energía y Transporte. Material didáctico escrito en el 2003. PDF.)

Debido a que los automóviles más modernos son más seguros y menos contaminantes, muchos países ofrecen incentivos fiscales para que los propietarios desechen sus modelos antiguos y compren otros más nuevos. Permitiéndoles así obtener un bono económico de compra.

En España existe el plan REVIVE que incentiva la modernización del parque de vehículos automóviles, para incrementar la seguridad automovilística y la protección del medio ambiente. Dicho programa se aplica a los turismos nuevos de cilindrada inferior a 1,5 litros. Otros programas son el Plan Integral de Automoción compuesto por el Plan de Competitividad, dotado con 800 millones de euros, el Plan VIVE II y la apuesta por el vehículo híbrido eléctrico, con el objetivo de que en 2014 circulen por las carreteras españolas un millón de coches eléctricos. Para ello, se propone poner en marcha un programa piloto denominado Proyecto Novele, consistente en la introducción en 2009 y 2010, y dentro de entornos urbanos, de 2.000 vehículos eléctricos que sustituyan a coches de gasolina y gasóleo.

En Latinoamérica, el Gobierno de Ecuador impulsa un proyecto dirigido a renovar el parque de vehículos, siendo opcional para taxis y autobuses de más de 5 años de antigüedad, mientras que es obligatorio para los vehículos de alrededor de 30 años de antigüedad. Se ofrece un bono pagado en parte por el fabricante de automóviles y en parte por el gobierno -mientras más antiguo es el vehículo mayor es dicho bono. Por su parte, desde el 2011, Chile está haciendo una campaña para renovar el parque de autobuses, siendo los de mayor antigüedad, cambiados por buses más modernos. Esta campaña se llama Renueva tu Micro y va dirigida a todos los empresarios que deben jubilar sus antiguas máquinas que superen los 20 años o 1.000.000 de kilómetros. Algo similar ocurrió desde 1990, cuando comenzaron las bases amarillas de Licitación de Recorridos, debiendo renovar las máquinas anteriores a 1980 y con el tiempo se hace con las de esa década hasta la actualidad.

### **1.7 Mantenimiento**

La European Federation of National Maintenance Societies (1996) define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo

o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

El objeto del mantenimiento es, precisamente, reducir la incidencia negativa de los fallos, ya sea disminuyendo su número o atenuando sus consecuencias. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Todo lo que existe, especialmente si es móvil, se deteriora, rompe o falla con el correr del tiempo. Puede ser a corto plazo o a muy largo plazo. El solo paso del tiempo provoca en algunos bienes, disminuciones evidentes de sus características, cualidades o prestaciones. Del estudio de los fallos de los productos, equipos y sistemas es de lo que trata la fiabilidad. En sentido coloquial, decimos que alguien o algo es fiable si podemos confiar en él o ello. Asociamos fiabilidad a la capacidad de depender con seguridad de algo o alguien. Los sistemas creados por el hombre tienen por objeto satisfacer una determinada necesidad. Para ello deben funcionar de una forma específica en un determinado entorno. Antes o después, todos los sistemas llegan a un instante en el que no pueden cumplir satisfactoriamente aquello para lo que fueron diseñados. El fallo del sistema tendrá unas repercusiones que dependerán del tipo de sistema, y del tipo de misión que este desempeñando y del momento en que se produzca el fallo. Es deseable que los sistemas diseñados sean fiables, en el sentido de que el usuario pueda operarlos sin que exista un elevado riesgo de fallo. El nivel de fiabilidad, o seguridad de operación satisfactoria, dependerá de la naturaleza del objetivo del sistema. El que un sistema tenga cierta fiabilidad llevara un coste y un esfuerzo asociado, por lo que la exigencia de fiabilidad para un sistema debe adecuarse a su objetivo y trascendencia.

En el mundo, de las telecomunicaciones y la ingeniería el concepto de mantenimiento tiene los siguientes significados:

Cualquier actividad, como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones, necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación y reparación.

Conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo su cometido.

Rutinas recurrentes necesarias para mantener unas instalaciones (planta, edificio, propiedades inmobiliarias y otras) en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado.

### **Tipos de mantenimiento.**

- **Mantenimiento de conservación:** es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:
- **Mantenimiento correctivo:** que corrige los defectos o averías observados.
- **Mantenimiento correctivo inmediato:** es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.
- **Mantenimiento correctivo diferido:** al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.
- **Mantenimiento preventivo:** como el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. En el mantenimiento preventivo podemos ver:
- **Mantenimiento programado:** como el que se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.
- **Mantenimiento proactivo-predictivo:** que realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedará fuera de servicio mediante un seguimiento de

su funcionamiento determinando la evolución de averías incipientes y determinando las causas que las provocan.

- Mantenimiento de oportunidad: que es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.
- Mantenimiento de actualización: cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

### **Softwares de gestión de mantenimiento y reparación**

Existen numerosos softwares, usados hoy para programar las actividades de reparación. Uno de ellos, conocido como Debido Mantenimiento, es especialmente relevante en industrias como la aeroespacial, instalaciones militares, grandes complejos industriales o navieras.

El software de gestión de mantenimiento ayuda a los ingenieros y técnicos a reducir costes y tiempos de reparación así como utilización del material a la vez que mejoran el servicio y la comunicación entre los implicados en los procesos.

Un software de gestión de mantenimiento trabaja con información relativa a productos, recursos, proveedores y clientes, por lo tanto este tipo de programas deben permitir la integración con diferentes tipos de software empresarial (EAM, ERP, SCM, CRM).

Una de las funciones de este software es la configuración de un conjunto de materiales, haciendo listados de las partes correspondiente a ingeniería y a manufactura y actualizándolas de “entregadas” a “mantenidas” y finalmente a “utilizadas”.

Otra función es la planificación de proyectos logísticos, como por ejemplo la identificación de los elementos críticos de una lista que deben ser llevados a cabo (inspección, diagnóstico, localización de piezas y servicio) y el cálculo de tiempos de respuesta.

Otras tareas que este software puede gestionar son:

- Planificación de proyectos,
- Gestión de la ejecución de proyectos
- Gestión de activos (partes, herramientas e inventario de equipos)
- Gestión del conocimiento en temas como:
  - Histórico de mantenimiento
  - Número de serie de partes y material
  - Datos sobre fiabilidad: tiempo medio entre fallos y tiempo medio entre cambios
  - Documentación y mejores prácticas (Best Practices) sobre mantenimiento
  - Documentos sobre garantías

Muchas de estas tareas se encuentran ya gestionadas por la gestión de mantenimiento asistido por computadora.

### **Mantenibilidad**

Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. Se dirá que un sistema es "Altamente mantenible" cuando el esfuerzo asociado a la restitución sea bajo. Sistemas poco mantenibles o de "Baja mantenibilidad" requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse.

La mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido por las actividades de mantenimiento. Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento, en relación con la obtención del comportamiento deseable del sistema. Esto incluye la duración (horas) o el esfuerzo (horas-hombre) invertidos en desarrollar todas las acciones necesarias para mantener el sistema o uno de sus componentes para restablecerlo o conservarlo en una condición específica. Depende de factores intrínsecos al sistema y de factores propios de la organización de Mantenimiento. Entre otros muchos factores externos está el personal ejecutor, su nivel de especialización, sus procedimientos y los recursos disponibles para la ejecución de las actividades (talleres, máquinas, equipos especializados). Entre los factores intrínsecos al sistema

está el diseño del sistema o de los equipos que lo conforman, para los cuales el diseño determina los procedimientos de Mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación.

Un mismo sistema puede poseer una alta "Mantenibilidad" para unos tipos de fallo, pero otra muy baja para otros. (Como en un coche, que respecto del reemplazo de un neumático puede ser catalogado como de alta mantenibilidad, pero no lo es para un reemplazo del cigüeñal por ejemplo.) En estos casos la propiedad de Mantenibilidad, en general proveerá una ponderación respecto a la probabilidad de ocurrencia de los distintos posibles tipos de fallos y el esfuerzo.

### **Fiabilidad**

El término fiabilidad es descrita en el diccionario de la RAE como "probabilidad de buen funcionamiento de algo". Por tanto, extendiendo el significado a sistemas, se dice que la fiabilidad de un sistema es la probabilidad de que ese sistema funcione o desarrolle una cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un período determinado. Un sistema es una colección de componentes/subsistemas dispuestos de acuerdo a un diseño dado con el propósito de lograr el cumplimiento de unas determinadas funciones con una adecuación y fiabilidad aceptables. El tipo de componentes, su cantidad, su calidad y el modo en que están dispuestas tiene un efecto directo en la fiabilidad de sistema.

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, fricción, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones).

### **1.8 Resultados preliminares de estudios a autos Geely realizados en el Centro de Revisiones Técnicas Automotor de Holguín.**

Resultados de investigaciones anteriores, realizadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Holguín, (López, 2013), usando la Base de Datos de los autos Geely, del Centro Revisiones Técnicas automotor de Holguín, con los datos disponibles en el período 2008 –



2012, se confeccionaron secuencias estadísticas de los principales defectos y averías más frecuentes que afectaron, en este periodo el estado técnico de este vehículo.

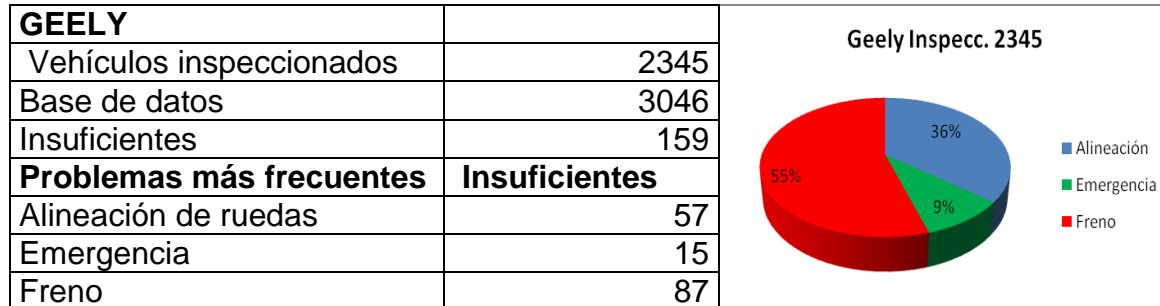


Figura 12. Resultados del estudio de insuficiencias técnicas de Geely. 2008-2012. Según base de datos del CRTA Holguín.

Según estos estudios, los componentes más críticos están relacionados con el sistema de frenos y la alineación del tren de rodaje. Sin embargo, no aporta elementos concluyentes, sobre que piezas y recambios del este tipo de vehículo, son los de averías y roturas más frecuentes.

### **Conclusiones Capítulo I**

1. En el sector automotor, la actualidad del nivel mundial, está centrada en garantizar adecuados diseños, logrando altas prestaciones, economía en la explotación y el mantenimiento y daños mínimos al medio ambiente.
2. Cuba está importando nuevas marcas de autos, de uso bastante generalizado a nivel empresarial y privado, muchos procedentes de mercados poco conocidos. Esta realidad induce la necesidad de realizar estudios rigurosos que expliquen su comportamiento en las condiciones reales de explotación a que serán sometidos.
3. Se han realizado estudios sobre el comportamiento de la fiabilidad y mantenibilidad de los autos Geely, de procedencia china, aunque los resultados preliminares no son concluyentes sobre cuáles son los sistemas más afectados y las piezas más críticas, en nuestras condiciones de explotación.

## **Capítulo II. Análisis de piezas y agregados de recambio en autos Geely en el Taller de autos del Ejército Oriental.**

### **2.1 Caracterización de la entidad técnico productiva.**

El Taller de Autos del Ejército Oriental tiene como objeto social la prestación de servicio al personal debidamente autorizado (permanente de las FAR y trabajadores civiles del sistema presupuestado que recibieron autos y motos por las FAR o de un organismo central del estado, generales y coroneles licenciados y combatientes del ejército rebelde, además los autos de las FAR autorizados a recibir servicio).

Los servicios que se prestan son:

- Realización de mantenimientos técnicos y reparaciones.
- Chapistería, pintura y tapicería.
- Reparación de agregados mayores y menores.
- Fabricación de partes, piezas y agregados.
- Desactivación de autos.
- Realización de trabajos de fregado y engrase.

Flujo tecnológico actual:

1. Se presentan a Recepción y Entrega con:
  - Modelo de Autorización de Entrega (aprobado y actualizado)
  - Modelo Transferencia.
2. El jefe de Recepción y entrega le hace la defectación por el documento establecido.
3. El jefe de Recepción y Entrega le confecciona la orden de trabajo (para esto el chofer tiene que presentar la circulación del carro).
4. El carro se entrega al sector donde va a recibir el servicio (mecánica o trabajos especiales).
5. Con la orden de trabajo y el especialista designado para trabajar en el auto el jefe de sector saca las piezas del almacén por el modelo de Vale de Entrega.
6. Al concluir el trabajo el jefe del sector resume el expediente y lo entrega a recepción para la evaluación final y el cobro de los trabajos.

### Flujo de producción del Taller de Autos del Ejército

**Oriental.**



Figura 13. Esquema del flujo de producción del taller.

## 2.2 Características técnicas de los autos Geely.

Para realizar este estudio al auto Geely es de vital importancia conocer el equipo que se está estudiando. Se deberá contar con la información requerida por manuales, así como especialistas de la materia para desarrollar la descripción técnica – operativa del equipo estudiado en este caso, que constituye el eslabón inicial y fundamental.

Gracias al estudio de los manuales técnicos de los vehículos Geely se logró conocer un poco más sobre las principales características técnicas de los mismos, estos datos se recopilaron en la tabla 1.1 tomada del Manual Técnico editado y reproducido por el Centro de Información para la Defensa, MINFAR; tal y como se aprecia en la tabla No. 1.

Tabla 1 Datos técnicos del auto Geely.

<b>MOTOR</b>			
Cilindrada		1342 CC	
Potencia Máxima (kW/s <sup>-1</sup> )		63/6000	
Torque Máximo (Nm/ s <sup>-1</sup> )		110/5200	
Tipo		L4, DOHC, 16V	
Combustible		Gasolina	
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Dimensiones del vehículo (Largo/ancho/alto) (mm)		4152*-1680* 1440*	
Distancia entre ejes (mm)		2434	
Distancia entre ruedas (Traseras/Delanteras) (mm)		1416/1410	
Capacidad del tanque de combustible (lt)		45	
Sistema de dirección		Rack y Piñón	
Caja de Cambios		Manual 5 V	
Neumáticos		175/60 R15	
Sistema de Frenos delanteros		A Disco	
Sistema de Frenos traseros		A Tambor	
Tracción		Delantera	
<b>SISTEMA DE SUSPENSIÓN</b>			
Mc Pherson Con brazo oscilante y barra estabilizadora		X	
Trasera: Longitudinal doble brazo oscilante y barra estabilizadora		X	
Velocidad Máxima (km/h)		160	
Consumo de combustible (lts)		14	
<b>EXTERIOR</b>	<b>1.3 GS</b>	<b>1.3 GL</b>	<b>1.3 GT</b>
Faro antiniebla delantero	X	X	X
Llantas de aleación	-	X	X
Antena central	X	X	X
Manija de puertas color carrocería	X	X	X
Paragolpe color carrocería	X	X	X
<b>INTERIOR</b>	<b>1.3 GS</b>	<b>1.3 GL</b>	<b>1.3 GT</b>
Manijas interiores cromadas	X	X	X
Tapizado interior y asientos en tela	X	X	X
Tapizado interior y asientos en cuero	/	/	/
Asiento conductor regulable en altura	-	X	X
Apertura remota de baúl	X	X	X
Apertura remota de tapón de combustible	X	X	X

Volante en cuero ajustable en altura	-	X	X
<b>CONFORT</b>	<b>1.3 GS</b>	<b>1.3 GL</b>	<b>1.3 GT</b>
Vidrios eléctricos	X	X	X
Bloqueo central	X	X	X
Espejo retrovisor eléctrico	X	X	X
Espejo retrovisor con desempañador eléctrico	/	/	X
Apertura con control remoto	X	X	X
Sistema de iluminación inteligente	X	X	X
Limpiaparabrisas ( velocidad ajustable)	X	X	X
Radio CD	X	X	X
Aire acondicionado	X	X	X
<b>SEGURIDAD</b>	<b>1.3 GS</b>	<b>1.3 GL</b>	<b>1.3 GT</b>
ABS + EBD	-	X	X
Dirección hidráulica	X	X	X
Airbag conductor	-	-	X
Airbag acompañante	-	-	X
Columna de dirección colapsable	X	X	X
Cinturones delanteros ajustables en altura	-	X	X
Cinturones traseros (3 pasajeros )	X	X	X
Espejo retrovisor interior anti-reflejo	X	X	X
Luneta trasera con desempañador eléctrico	X	X	X
Tercera luz de freno	X	X	X
Indicador de reserva	-	X	X
Traba de seguridad para niños en puertas traseras	X	X	X
Volante con protección anti-robo	X	X	X

### 2.3 Revisión de las Órdenes de Trabajo

#### Secuencia del trabajo de campo :

- Revisión de 254 órdenes de trabajo. Periodo del 2012-2014
- Familiarización con los datos técnicos del parque de vehículo, 30 autos Geely hasta finales del 2014.
- Entrevistas a expertos del Taller.
- Entrevistas a clientes.

Los resultados preliminares indicaban como crítico, el **sistema de suspensión**.

Para la realización de este trabajo se revisaron 254 Órdenes de Trabajo que pertenecen a los Geely de la Unidad Militar 4280 la cual contaba en su parque de vehículos con 30 Geely hasta finales del 2014, ahora en el 2015 con nuevos cambios de estructura solo tienen 15, estas órdenes de trabajo fueron realizadas en el periodo del 2012-2014, de las cuales se recogieron los siguientes datos que fueron agrupados por los distintos sistemas (Figura 13):

- Sistema eléctrico
- Sistema de dirección
- Sistema de suspensión
- Sistema de freno
- Sistema de transmisión
- Sistema motor

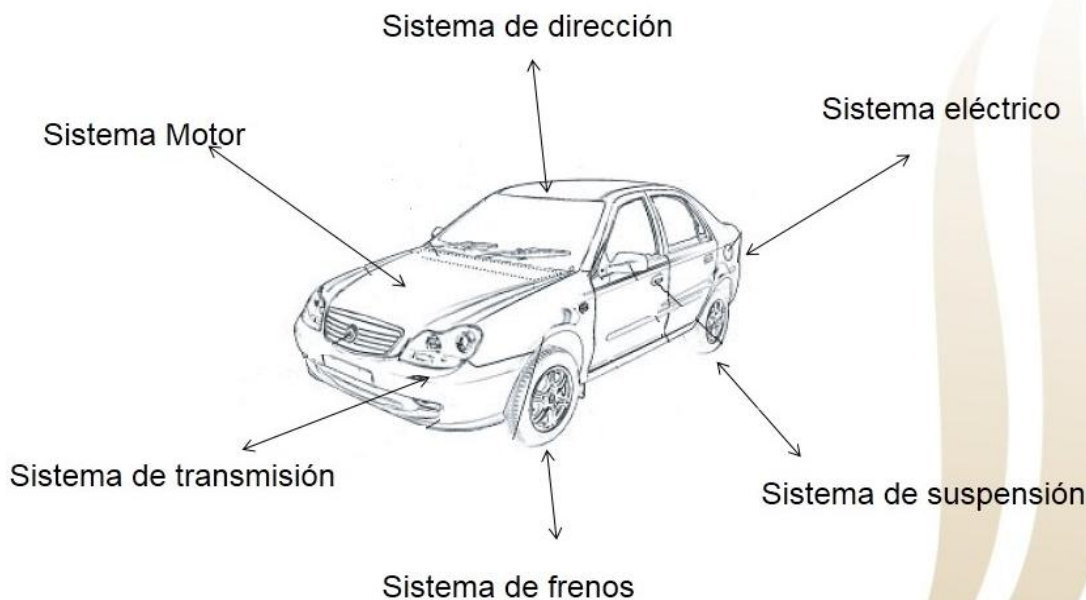


Figura 14. Esquema de los distintos sistemas en que están agrupados los datos recogidos en las órdenes de trabajo.

Con los datos recogidos se realizaron tablas para realizar gráficos de barra y así definir el sistema del auto Geely que más recambios ha tenido.

Tabla 2. Recambios realizados por sistemas.

	2012	2013	2014	Total
Sistema eléctrico	16	20	34	70
Sistema motor	45	62	106	213
Sistema de dirección	17	21	29	67
Sistema de freno	14	23	19	56
Sistema de transmisión	19	13	27	59
Sistema de suspensión	15	7	36	58

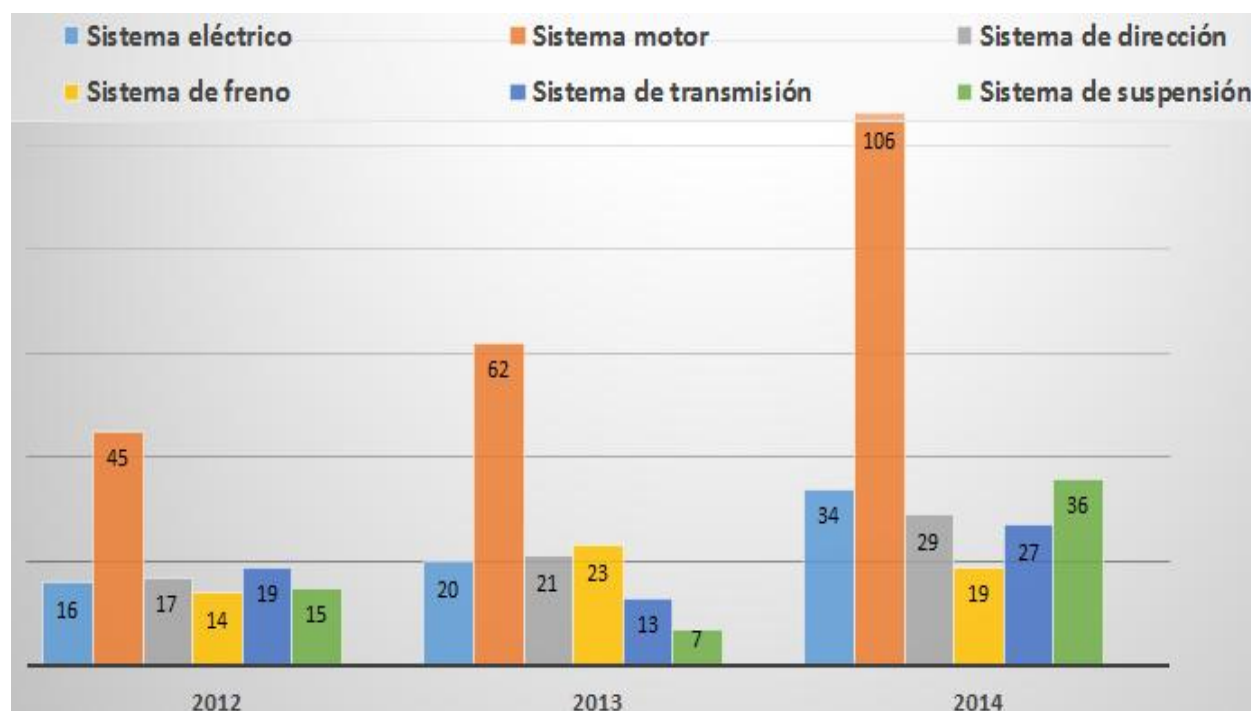


Figura 15. Gráfico de recambios realizados por sistemas en el periodo 2012-2014.

En este gráfico se puede observar que el sistema que más recambio ha tenido durante los tres años analizados es el sistema motor.





Figura 16. Gráfico de recambios realizados por sistemas en el trienio 2012-2014.

En otro análisis del trienio 2012-2014 se observa que el sistema con más recambios es el sistema motor con 213.

Tabla 3. Piezas que fueron cambiadas que pertenecen al sistema eléctrico.

Sistema eléctrico	2012	2013	2014
CORREA DEL ALTERNADOR	6	7	4
BOBINA	1	1	2
ALTERNADOR	1	1	6
REGULADOR DE VOLTAJE	0	1	0
BATERÍA	1	1	1
INTERRUPTOR CENTRAL	0	1	1
SOLUCIÓN ELECTROLÍTICA	0	0	4
CLAXON	6	7	8
BLOQUE DE FUSIBLES	1	2	4
VENTILADOR ELÉCTRICO	0	0	4

Tabla 4. Piezas que pertenecen al sistema motor que fueron cambiadas.

Sistema motor	2012	2013	2014
FILTRO DE COMBUSTIBLE	6	13	20
CORREA DE DISTRIBUCIÓN	6	5	2
BUJÍA	1	8	27
MOTOR	0	2	0

FILTRO DE AIRE	4	5	6
FILTRO DE ACEITE	15	18	19
SELLO DE ACEITE	0	1	1
SENSOR DE PRESIÓN	0	1	0
INYECTORES	0	2	2
MOTOR DE ARRANQUE	0	0	2
BOMBA DE AGUA	8	6	13
CALZO DEL MOTOR	0	1	9
SENSOR DE TEMPERATURA	1	0	1
TENSIONADOR DE CORREA DE DISTRIBUCIÓN	1	0	4
VÁLVULAS DEL MOTOR	6	0	0

Tabla 5. Piezas que se tuvieron en cuenta para el análisis de piezas de repuesto para el sistema de dirección.

Sistema de dirección	2012	2013	2014
MUÑÓN	4	1	1
PARRILLA DELANTERA	0	3	0
CREMALLERA DIRECCIÓN	0	1	0
BOMBA DE DIRECCIÓN	2	6	0
EJE DE DIRECCIÓN	1	0	4
BIELETA	0	3	10
SISTEMA DE DIRECCIÓN COMPLETO	3	1	1
RODAMIENTO DEL MUÑÓN	0	2	7
BARRA ESTABILIZADORA	3	0	0
ROTULA DIRECCIÓN	1	0	0
BANDA DE DIRECCIÓN	2	6	0
MUÑONERA	1	3	2
CALZO DE GOMA	1	1	0

Tabla 6. Piezas que se tuvieron en cuenta para el análisis de piezas de repuesto para el sistema de transmisión.

Sistema de transmisión	2012	2013	2014
ANILLO SINCRÓNICO	0	3	0
BOMBA DE EMBRAGUE	2	0	4
CALZO DE LA CAJA DE VELOCIDAD	0	1	4
EMBRAGUE	0	1	2
DISCO DE FRICCIÓN DE EMBRAGUE	5	1	2

PALANCA DE CAMBIOS	0	0	1
SOPORTE CALZO	0	0	1
RODAMIENTOS	0	0	1
BOMBA DE EMBRAGUE	1	0	0
PIÑÓN	3	0	0
HORQUILLA DE EMBRAGUE	2	0	0
COLLARÍN EMBRAGUE	2	0	0
CAJA DE VELOCIDAD	3	7	12

Tabla 7. Piezas que se tuvieron en cuenta para el análisis de piezas de repuesto para el sistema de freno.

Sistema de freno	2012	2013	2014
TAMBORA DE FRENO	3	7	0
PASTILLA DE FRENO	9	7	8
ZAPATA DE FRENO	0	0	7
CILINDRO DE FRENO	1	4	1
BOMBA DE FRENO	1	1	1
PINZA DE FRENO	0	4	1
REFORZADOR DE VACIO CON BOMBA DE FRENO	0	0	1

Tabla 8. Piezas que se tuvieron en cuenta para el análisis de piezas de repuesto para el sistema de dirección.

Sistema de suspensión	2012	2013	2014
MUELLE ESPIRAL	2	0	7
AMORTIGUADOR	12	4	28
CALZO DE GOMA	1	3	1

Para la realización de un análisis más detallado de piezas de repuesto se consideró agrupar los recambios por: agregados mayores, piezas y otros.

Tabla 9. Piezas que se tuvieron en cuenta para el análisis de piezas de repuesto por agregados mayores en vehículos Geely.

Agregados mayores	2012	2013	2014	Total
TAMBORA DE FRENO	3	7	0	10
BLOQUE DE FUSIBLES	1	2	4	7
PASTILLAS DE FRENO	9	7	8	24
ALTERNADOR	1	1	6	8
BOMBA DE DIRECCIÓN	2	6	0	8
AMORTIGUADOR	12	4	28	44
ZAPATA DE FRENO	0	0	7	7
BOMBA DE EMBREAGUE	2	0	4	6
CILINDRO DE FRENO	1	4	1	6
BOMBA DE AGUA	8	6	13	27
DISCO DE FRICCIÓN DE EMBRAGUE	5	1	2	8
SISTEMA DE DIRECCIÓN COMPLETO	3	1	1	5
PINZA DE FRENO	0	4	1	5
CAJA DE VELOCIDAD	3	7	12	22

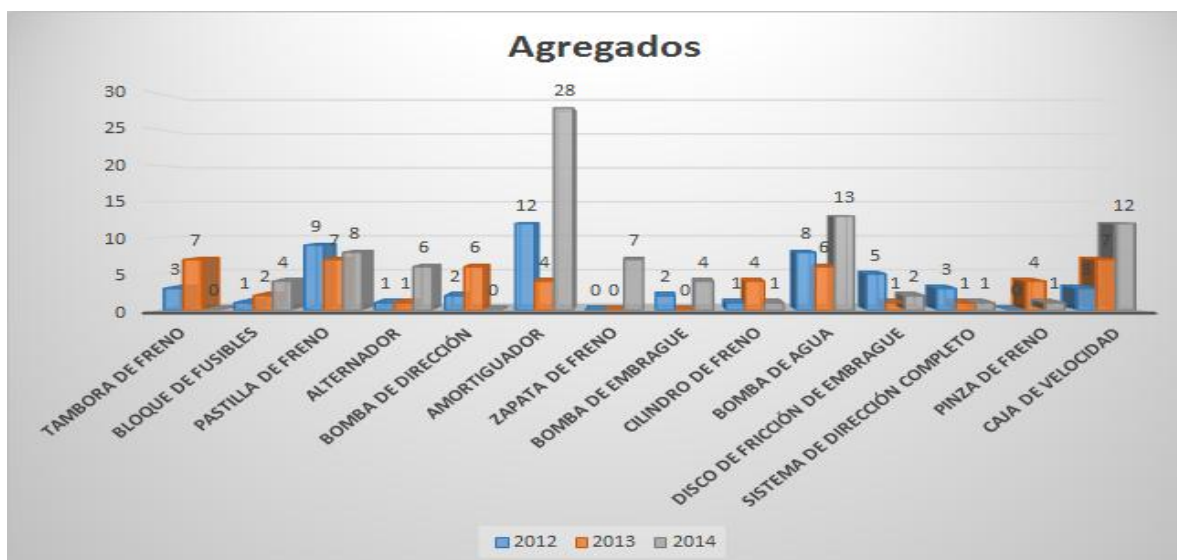


Figura 17. Gráfico de agregados de repuesto utilizados en el periodo 2012-2014. Con la realización de este gráfico se pudo observar que de los agregados el que más recambios ha tenido es el amortiguador en el 2014 específicamente.



Figura 18. Gráfico de recambios realizados a agregados en el trienio.

Teniendo en cuenta este gráfico del trienio se puede llegar a la conclusión de que el amortiguador es el agregado que mayores recambios ha tenido. Debido a que este agregado solo se cambia, no es reparable, el agregado de mayor interés es la bomba de agua.

Tabla 10. Recambios realizados agrupados por piezas.

Piezas	2012	2013	2014	Total
CORREA DEL ALTERNADOR	6	7	4	17
EJE DE DIRECCIÓN	1	0	4	5
BIELETA	0	3	10	13
MUELLE ESPIRAL	2	0	7	9
CALZO DE GOMA	1	1	3	5
RODAMIENTO DEL MUÑÓN	0	2	7	9
CLAXON	6	7	8	21
FILTRO DE COMBUSTIBLE	6	13	20	39
FILTRO DE AIRE	4	5	6	15
FILTRO DE ACEITE	15	18	19	52

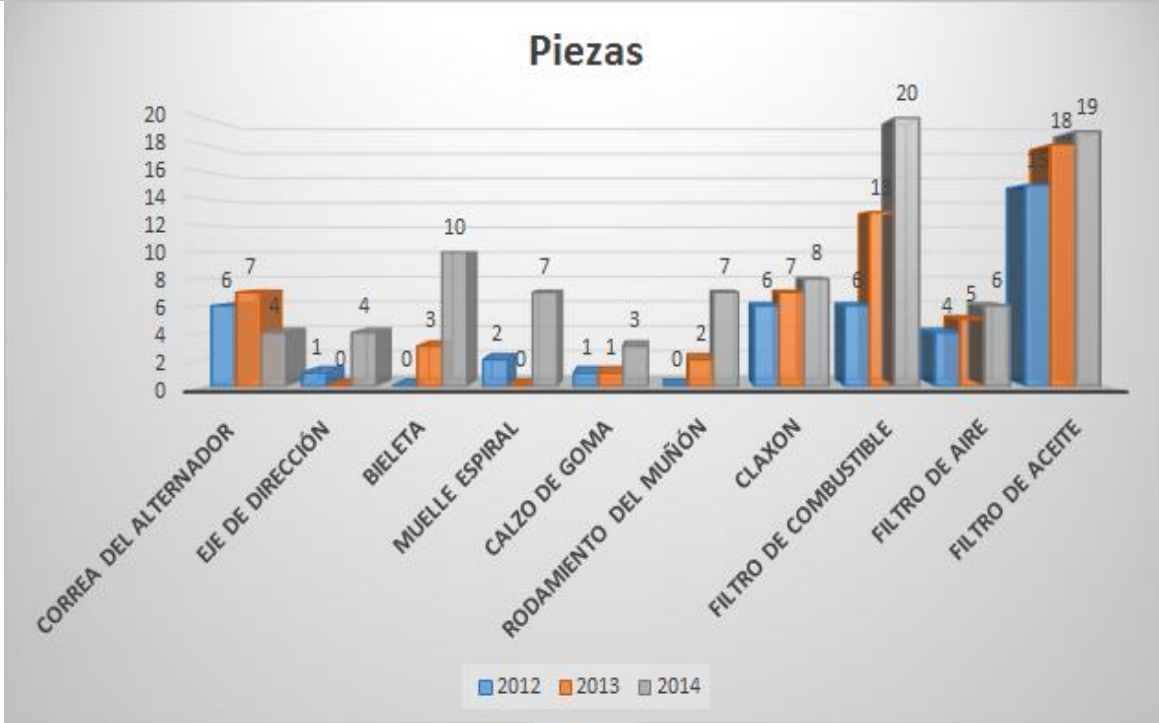


Figura 19. Gráfico de recambios de piezas realizados en el periodo analizado 2012-2014.

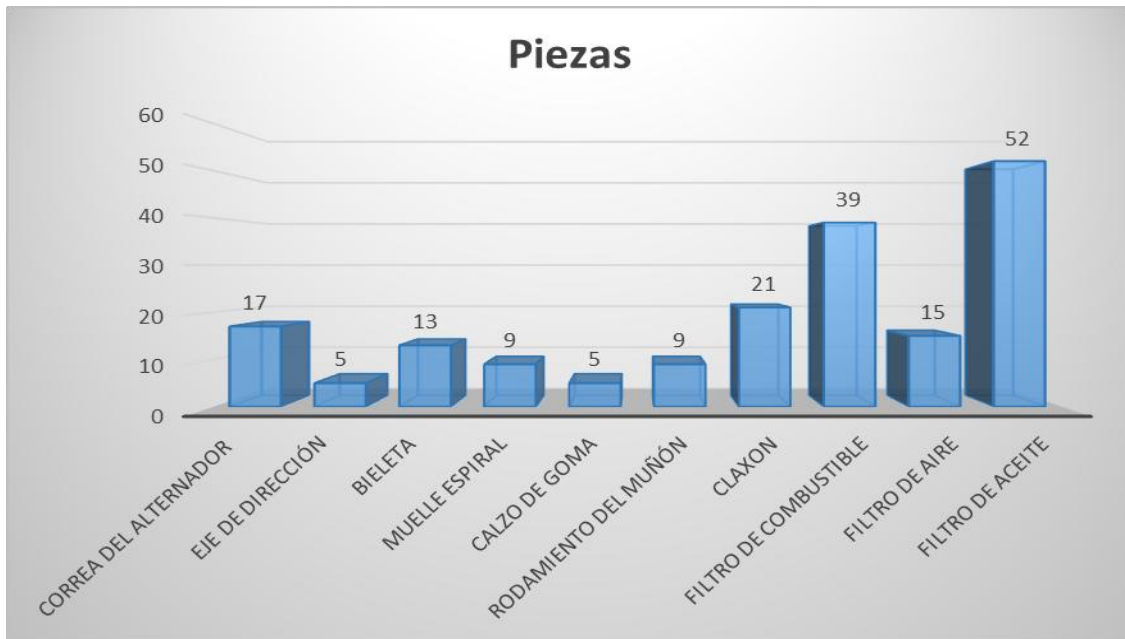


Figura 20. Gráfico de recambios de piezas en el trienio.

De las piezas la de recambio más significativo es el filtro de aceite con un total de 52 en el trienio.

Tabla 11. Recambios de otras piezas y agregados.

Otras piezas y agregados	2012	2013	2014	Total
BOMBA DE FRENO	1	1	1	3
BUJÍA	1	8	27	36
MOTOR	0	2	0	2
ROTULA DIRECCIÓN	1	0	0	1
COLLARÍN EMBRAGUE	2	0	0	2
ANILLO SINCRÓNICO	0	3	0	3
MUÑÓN	4	1	1	6
SELLO DE ACEITE	0	1	1	2
BOBINA	1	1	2	4
PARRILLA DELANTERA	0	3	0	3
CREMALLERA DIRECCIÓN	0	1	0	1
SENSOR DE PRESIÓN	0	1	0	1
BATERÍA	1	1	1	3
REGULADOR DE VOLTAJE	0	1	0	1
INYECTORES	0	2	2	4
VENTILADOR ELÉCTRICO	0	0	4	4
MOTOR DE ARRANQUE	0	0	2	2
CALZO DE LA CAJA DE VELOCIDAD	0	1	4	5
MUÑONERA	1	3	2	6
EMBRAGUE	0	1	2	3
CALZO DEL MOTOR	0	1	9	10
INTERRUPTOR CENTRAL	0	1	1	2
PALANCA DE CAMBIOS	0	0	1	1
SOLUCIÓN ELECTROLÍTICA	0	0	4	4
SENSOR DE TEMPERATURA	1	0	1	2
REFORZADOR DE VACIO CON BOMBA DE FRENO	0	0	1	1
TENSIONADOR DE CORREA DE DISTRIBUCIÓN	1	0	4	5
SOPORTE CALZO	0	0	1	1
RODAMIENTOS	0	0	1	1
BOMBA DE EMBRAGUE	1	0	0	1
PIÑÓN	3	0	0	3

BARRA ESTABILIZADORA	3	0	0	3
HORQUILLA DE EMBRAGUE	2	0	0	2
VÁLVULAS DEL MOTOR	6	0	0	6



Figura 21. Gráfico de recambios realizados a otras piezas y agregados.

#### 2.4 Modificación de bombas de agua a autos Geely.

En el Taller de Autos del Ejército Oriental a los autos Geely se le realiza una adaptación de la bomba de agua, cambiando su eje por uno de uno de un auto Lada. Esta modificación fue necesaria debido a que no hay una estabilidad con la entrada de piezas de repuesto de los autos Geely. La modificación consiste en que el eje de la bomba de agua del Lada se lleve de 16mm a 12mm de diámetro en la parte donde va el rodete de la bomba del Geely, pues este mide 12mm de diámetro interior. El casco de la bomba del Geely se máquina de 30 a 36mm de diámetro a una profundidad de 20mm.



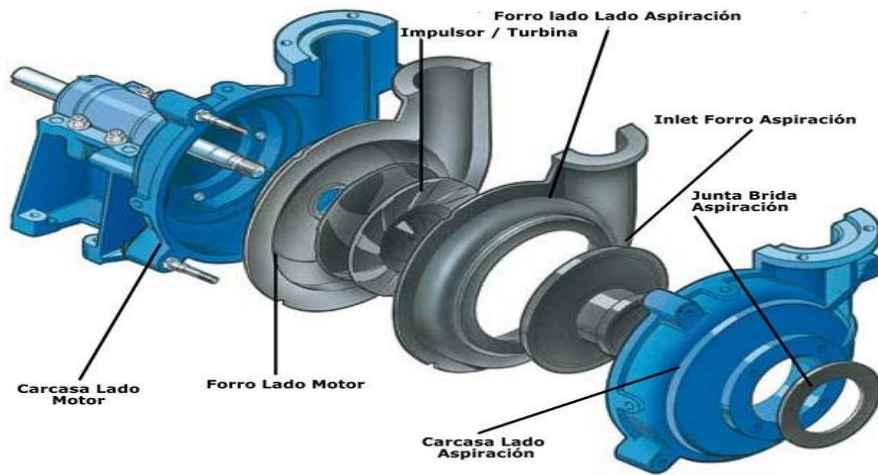


Figura 22. Despiece de la bomba de agua del Geely.



Figura 23. Eje de la bomba de agua del Geely.

La propuesta de tecnología de recuperación debe tener en cuenta las dimensiones del eje original de la bomba de agua del auto Geely, y las dimensiones del eje a modificar, del auto Lada para realizar la adaptación. Para su modificación, el eje debe a modificar tendrá un cilindrado de desbaste, acabado y biselado. La carcasa original debe ser adaptada con desbaste y acabado, en una operación de taladrado.



Figura 24. Carcasa de la bomba de agua del Geely, adaptada para el eje del Lada.

Debido a que la adaptación de la bomba del Geely estaba probada, pero no justificada, se realizó en SolidWorks un análisis estático a torsión para saber si el eje soportaba esta modificación.

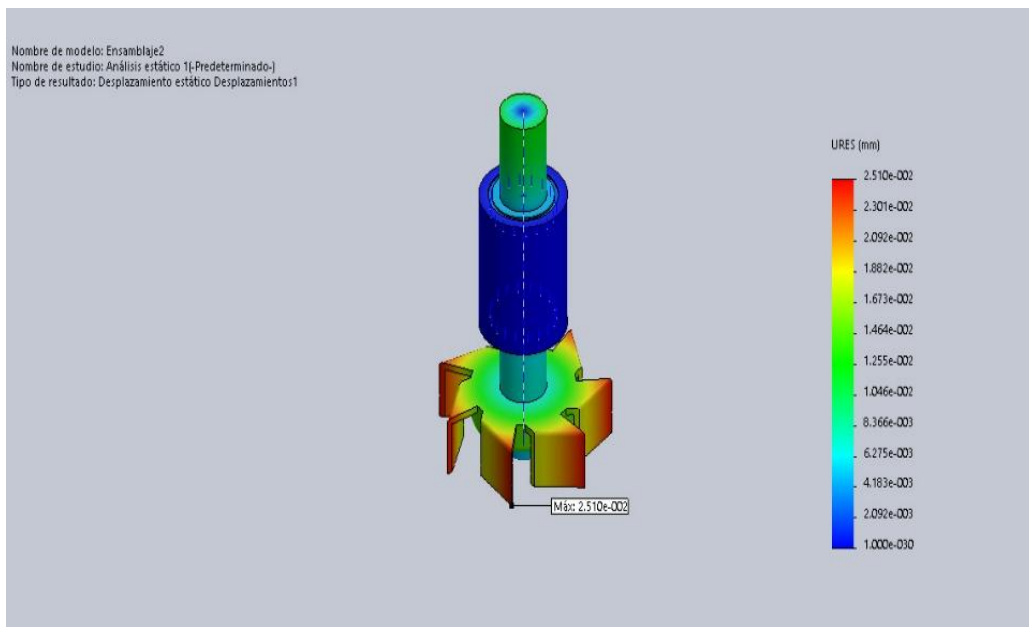


Figura 25. Resultado del estudio de desplazamiento.

Por el resultado de este estudio realizado a la bomba de agua del auto Geely se puede observar que la pieza soporta todas las cargas, por lo que se valida la innovación realizada.

## 2.5 Análisis del sistema de mantenimiento y reparación de autos Geely en el Taller de autos del Ejército Oriental.



Figura 26. Taller de Autos del Ejército Oriental.

Actual: En las FAR el sistema de mantenimiento establecido es el preventivo-planificado, pero este taller es una excepción pues no tienen un sistema de mantenimiento establecido para los Geely que allí se atienden, ellos solo se encargan de darles el mantenimiento cuando el carro ingresa, sin tener en cuenta los kilómetros recorridos, ni el tiempo de explotación.

En el caso de estos Geely son de oficiales activos, es decir autos de las FAR que se utilizan en funciones ejecutivas, por lo que el derroche no puede tener lugar a la hora de reparar uno de estos autos.

Para cada acción de mantenimiento es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Kilómetros recorridos. Es necesario tener en cuenta los kilómetros recorridos para solo cambiar las piezas y agregados necesarios según los manuales para los autos Geely.
2. Una profunda defectación para saber todos los problemas que tenga el auto.
3. Después de cada acción de mantenimiento hacer un adecuado control de calidad. Es necesario debido a que el aumento de la calidad de un producto permite aumentar el grado de satisfacción del cliente y a la vez, al productor, obtener mayores resultados económicos.

**Propuesta de nuevo flujo de producción en el Taller de Autos de Ejército Oriental:**



Figura 27. Propuesta de nuevo flujo de producción del taller.

**Tabla 12. Mantenimiento técnico de recorrido inicial en los Geely.**

No	Aspecto	Operación 1500 – 2500 Km.	Especificaciones
1	Funcionamiento en baja y con aceleración	Chequear	Realizar la revisión externa e interna del carro
2	Aceite de motor	Reemplazar	3,5 litros, revisar el nivel después de cambiado
3	Motor	Ajustar	Inspección ocular para ver si hay salidero de aceite
4	Filtro de aceite	Reemplazar	Cambiar y revisar posibles salideros. Cuando el motor este arrancado no debe haber salidero de líquido por el filtro y la llave de drenaje
5	Bomba de agua	Ajustar	Revisar sujeción de la bomba de agua y la tensión de la correa. Presión 98N (Nueva: deflexión 7-9mm) (de uso:11,5-13,5mm)
6	Temperatura del	Chequear	Revisar los niveles del radiador así como



	agua del motor		la limpieza del agua. Si se calienta, chequear hasta determinar la causa.
7	Deposición de expansión	Chequear	Revisar que no haya salidero y que el nivel se encuentre entre las marcas FULL y LOW. Emplear agua destilada o tratada.
8	Caja de velocidad	Ajustar y chequear	Revisar el nivel de aceite:(debe encontrarse entre los orificios 3-4)
9	Embrague	Chequear	Juego libre de pedal 15 – 30mm
10	Freno de pie	Chequear	Juego libre de pedal 10 – 30mm
11	Freno de emergencia	Chequear	Cantidad de dientes:4 – 7 dientes
12	Tuercas de emergencia	Chequear	Revisar la existencia y ajuste
13	Dirección	Chequear	Revisar el nivel del líquido. Debe encontrarse entre MAX – MIN. Juego libre de volante: no mayor de 30mm
14	Líquido de freno y del embargue	Rellenar	Nivel del líquido. Debe encontrarse entre MAX – MIN. Emplear DOT 4
15	Manguera y cilindro de freno	Chequear	Revisar si hay salidero de líquido, golpes, posición y fijación.
16	Frenado de las cuatro ruedas	Chequear	Cambiar pastilla o bandas si es necesario
17	Panel de instrumento	Chequear	Funcionamiento
18	luces	Chequear	Funcionamiento
19	Claxon y limpiaparabrisas	Chequear	Funcionamiento, rellenar depósito de agua.
20	Puertas y cierres	Chequear	Funcionamiento y ajuste si es necesario
21	Alineación de las ruedas	Ajustar	Delanteras:0 + 3mm,Traseras:1 – 5mm

**Continuación de la tabla 12. Mantenimiento técnico.**

No	Aspecto	Operación 7500 km (Intervalos)	Especificaciones
1	Filtro de aceite	Reemplazar	Cambiar y revisar posibles salideros. Cuando el motor esté arrancado no debe haber salidero de líquido por el filtro y la llave de drenaje
2	Motor	Ajustar	Inspección ocular para ver si hay salidero de aceite, combustible, líquido hidráulico
3	Bujías, distribuidor y filtro de aire	Reemplazar	Con el motor encendido comprobar el funcionamiento de las bujías, ajustar el tiempo de ignición y comprobar el estado del filtro de aire. Reemplazar las piezas necesarias



4	Correas	Chequear y ajustar	Revisar la deflexión de la correa V. Presión 98 N (Nueva: deflexión 7-9mm) (de uso: 11.5-13.5mm)
5	Caja de velocidad	Agregar	Comprobar estado de aceite. Reemplazar si es necesario
6	Depósito de líquido de freno	Agregar	Comprobar el nivel líquido. Debe encontrarse entre MAX-MIN. Emplear DOT 4
7	Juego libre del pedal de freno	Chequear y ajustar	Con el motor arrancado, la distancia entre el pedal y el piso bajo presión de 294 N debe ser 80-85 mm
8	Freno de emergencia	Chequear y ajustar	Cantidad de dientes: 4-7 dientes
9	Dirección	Chequear y ajustar	Revisar el nivel del líquido. Debe encontrarse entre MAX – MIN. Juego libre del volante: no mayor de 30 mm. No debe haber ruidos o rigidez del volante.
10	Puertas y cierres	Chequear y ajustar	Comprobar funcionamiento si es necesario
11	Mangueras y cilindros de freno	Chequear	Revisar si hay salidero de líquido, golpes, su correcta posición y fijación
12	Frenado de las cuatro ruedas	Chequear	Comprobar funcionamiento, revisar el estado de las bandas, pastillas y discos. Reemplazar si es necesario
13	Tuercas de las ruedas	Chequear	Revisar la existencia y ajuste
14	Alineación de las ruedas	Ajustar	Delanteras 0+3 mm Traseras 1-5 mm
15	Panel de instrumentos y luces	Chequear y reemplazar	Comprobar su funcionamiento. Reemplazar los elementos si es necesario
16	Claxon y limpiaparabrisas	Chequear	Funcionamiento, rellenar depósito de agua
17	Afinación	Chequear y ajustar	Chequear y ajustar el sistema de ignición
18	Cable palanca de velocidad	Chequear y ajustar	Chequear el recorrido del cable, ajustar si es necesario
19	Bisagras	Chequear	Lubricar
20	Sistema de alimentación	Chequear	Chequear si hay envejecimiento, desgaste, golpes, salideros, fricción en las mangueras y otros elementos
21	Bandas, pastillas y discos de freno	Chequear	Revisar desgaste, cambiar si es necesario



---

22	Batería de acumuladores	Chequear y ajustar	Revisar la seguridad de la unión de los terminales. Comprobar el nivel del electrolito
23	Madeja de cable	Chequear	Comprobar si hay cables sueltos o dañados

## **2.5 Valoración del impacto ambiental.**

Con el buen uso de vehículos Geely ya sea por mantenimiento y explotación se lograría evitar de una u otra manera la contaminación ambiental. La correcta manipulación de los aceites durante los cambios establecidos, tanto para el sistema motor como para el sistema de transmisión, es una de las vías más efectivas de no dañar el entorno. A ello también debe unirse una adecuada política de reciclaje y almacenamiento de piezas en desuso y con vida útil terminada, como filtros, neumáticos, baterías y otros líquidos técnicos, usados en el vehículo Geely.



## **2.6. Algunas consideraciones económicas**

Los recambios del auto Geely deben hacerse según kilometraje recorrido. En muchas ocasiones, los cambios de filtros y aceites, en general, se realizan a pedido del dueño del vehículo, si es privado o del responsable, si es estatal, elevando el consumo de este tipo de elemento. Aun cuando los precios en entidad son subvencionados, estos artículos son todos importados y el país paga importes significativos en divisas. Se estima que casi el 50 % de estos elementos son cambiados, sin cumplir el kilometraje de servicio. De los 106 filtros cambiados en el trienio, se estima que 53 de estos elementos, se cambiaron teniendo aun vida útil disponible. Estimando un precio unitario de \$ 15.00 CUC, se pudiera disminuir los costos de mantenimiento, solo por este concepto, en casi \$ 800.00 CUC. Un análisis similar, en lubricantes, juntas y sellos aportaría un ahorro significativo al país, en moneda libremente convertible.

### **Conclusiones:**

Como resultado de la investigación realizada, se concluye que:

1. El estudio realizado muestra que el sistema más crítico es el sistema motor con casi el 41% de recambios de piezas en el periodo analizado del 2012-2014.
2. El estudio de piezas muestra que el componente al que más recambios se le realizaron fue al filtro de aceite con 52.
3. El estudio de agregados demuestra que los agregados críticos son el amortiguador, la bomba de agua, las pastillas de freno y la caja de velocidad.
4. El estudio de la tecnología de recuperación y reacondicionamiento de la bomba de agua del Geely, justifica la innovación realizada, con criterios de probado rigor científico, adjuntando también todas las especificaciones técnicas necesarias.
5. Se propone modificar el flujo de producción del taller introduciendo las etapas de defectado con control del kilometraje al inicio del proceso y procedimiento de control de calidad al finalizar.

### **Recomendaciones**

- Continuar estudios similares en función de indicadores de envejecimiento y desgaste que tendrán estos vehículos en los próximos años.
- Aplicar tecnologías de recuperación y reacondicionamiento de piezas a otros agregados y conjuntos críticos en el auto Geely como en el sistema de transmisión, la caja de velocidad.
- Generalizar la modificación del eje de la bomba de agua del auto Geely, a partir de su similar de autos Lada.

## **Bibliografía**

1. Acuña, Guillermo (2002). Marcos regulatorios e institucionales ambientales de América Latina y el Caribe en el contexto del proceso de reformas macroeconómicas: 1980-1990 (LC/R.2023), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
2. Adimark (1996). Actitudes y conductas acerca del medio ambiente. Informe final, N° 146/96, Santiago de Chile, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones/ Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), junio.
3. Aladon. (2000). Reliability Centered Maintenance. An Introduction. / Revisado el 29 de abril de 2013. / Disponible en: <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>
4. Artículo tomado de [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu). Asamblea Nacional Poder Popular. Ley No. 109, 17 de septiembre 2010, Código de Seguridad Vial. Ciudad de La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba No. 040; Ordinaria; 2010
5. Álvarez, 1999, Los Sistemas Inteligentes de Transporte. Revisado 16 de mayo de 2013. <http://www2.ing.puc.cl/~iing/indice.html>
6. Cedillo-Campos, Miguel Gastón and Sánchez-Ramírez, Cuauhtémoc (2008). Análisis Dinámico de Sistemas Industriales. Trillas. ISBN 968-24-8196-3.
7. EMEP/CORINAIR (1996). Atmospheric Emission Inventory Guidebook, first edition European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
8. EMEP/CORINAIR (1998). Atmospheric Emission Inventory Guidebook, draft second edition. EMEP Task Force on Emission Inventories, Internet site <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/TFEI/unece.htm>.
9. Encinas Beltrán, V. (2000). Mantenimiento basado en tecnología de avanzada: un enfoque para el próximo milenio. / Revista Mantenimiento. Costa Rica. No 11.
10. Fendt. Nuevas tecnologías para el medio ambiente. Noviembre. 1989.

11. Freudenberger, Bob. Entendiendo los sistemas de control electrónico del motor. Revista "Auto y Camión Internacional en Español. Volumen 75. Número 1. Enero-Febrero, 1998.
12. García, Roberto y Espinosa, Helio. El impacto del transporte automotor en el medio ambiente. Revista Ingeniería del Transporte. Volumen X, Número 1, 1989. ISPJAE. Ciudad Habana.
13. <https://www.mintransporte.gov.co/21/05/2013>
14. Joumard R (1999). Methods of estimation of atmospheric emissions from transport: European scientist network and scientific state-of-the-art. INRETS report LTE 9901. Bron, France.
15. Jovaj, M.S. y Maslov, G.S. Motores de automóvil. Editorial, Pueblo y Educación. La Habana. 1978.
16. Jovaj, M.S. y otros. Motores de automóvil. Editorial Mir. Moscú. 1982.
17. Las flotas de camiones y el desafío de los combustibles alternativos. Revista Auto & Truck International en Español. Volumen 71. No. 4. Julio-Agosto, 1994.
18. Los biocarburantes: estado actual y experiencias en Catalunya. Estudios monográficos No. 1. Instituto Catalán de Energía. Diciembre de 1994. 120. Lukanin, V.N. y otros. Motores de combustión interna. Editorial Mir. Moscú. 1988.
19. Manual Técnico del Geely CK 08. Editorial y reproducido por el Centro de Información para la defensa. MINFAR.
20. Manual Técnico del Geely FC. Editorial.....
21. Manual Técnico del Geely LC. Editorial.....
22. Manual Técnico del Geely MK 08. Editorial.....
23. Mecánica del Automóvil. Tomado de un artículo en [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu).
24. Medio Ambiente, energía y transporte. Material didáctico escrito en el 2003. PDF. Revisado el 16/05/2013 Disponible en [www.eu-portal.net](http://www.eu-portal.net)
25. Moubray, J. [1997] Reliability Centered Maintenance. / Industrial Press Inc. Navarrete et al., [s/f] Gestión y calidad del mantenimiento. / Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento. ISPJAE. Ciudad de la Habana.

26. Muñoz, Payri. Motores de combustión interna alternativos. UPV, 1983.
27. Lusangar (1999), Portal del Transporte, “Pago anticipado del pasaje en los buses urbanos: complemento o alternativa a las máquinas recaudadoras a bordo”. Revisado 17 de mayo de 2013. <http://www.portaldeltransporte.cl>
28. Pichs, Ramón. Efecto Invernadero y mercado verde. Revista Prisma de Cuba y las Américas. Año 20, No 263-264. Septiembre - Octubre, 1994.
29. Revista Top-Auto. No. II. Noviembre. 1995.
30. Rigol Cardona, Buenaventura. El estado técnico de los vehículos y su cambio durante la explotación. Conferencia # 1. Quinto año de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería Mecánica. UHO “Oscar Lucero Moya” Holguín, Cuba 2012.
31. Sistemas de frenos, PDF. Tomado de la asignatura Máquinas Automotrices en el ftp: 10.26.4.3. Cuarto año de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería Mecánica. UHO “Oscar Lucero Moya” Holguín, Cuba 2012.
32. Telemática: un nuevo escenario del transporte. [PDF] Revisado 20/05/2013 Disponible en <https://www.mintransporte.gov.co/>
33. Szczepaniak, Cezary y Aragón Marrero, Rigoberto. Teoría del automóvil, 1992.



## Anexos

### Anexo 1. Hoja de ruta semanal.

AUTORIZA LA EXPLOTACIÓN DEL CARRO		SID 3411.1.05					
_____		No. _____					
JEFE TANQUES Y TRANSPORTE		FECHA EMISION					
		D   M   A					
CUÑO UM		HOJA DE RUTA SEMANAL					
		VÁLIDA HASTA: _____					
CARRO: _____ No.: _____		GPO. EXP. _____		No. LIC. CIRCULACIÓN: _____			
NOMBRE DEL CHOFER: _____							
DOCUMENTO BASE: _____ / UNIDAD MILITAR: _____ / MANDO: _____							
CARGA A TRANSPORTAR (PERSONAL): _____							
A DISPOSICION DE: _____							
CONTROL DE CONSUMOS		FECHA Y DIA DE LA SEMANA					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
LECTURA DEL CUENTA KILÓMETROS	SALIDA						
	REGRESO						
TRABAJO ESTACIONARIO (MH) CONSUMO TOTAL (KM + MH)	SALIDA						
	REGRESO						
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE (Lts)	SALIDA						
	REGRESO						
ABASTECIDO (Comb/Lubr)	(LITROS)						
ABASTECEDOR	FIRMA						
REABASTECIDO (Comb/Lubr)	(LITROS)						
ABASTECEDOR	FIRMA						
ESTE DOCUMENTO FUE CONFECCIONADO CORRECTAMENTE PUEDE ARCHIVARSE _____							
FIRMA DEL CHOFER: _____ FIRMA DEL JEFE DE TANQUES Y TRANSPORTE _____							



Anexo 2. Página 2 de la Hoja de ruta.

FECHA DIA Y HORA	RUTA	FIRMAS					
		JEFE PCT DESIGNADO	J' T. PARQUEO (OG)				
			SALIDA	ENTRADA			
Lunes							
Martes							
Miércoles							
Jueves							
Viernes							
Sábado							
Domingo							
(33) HORA Y LUGAR EN QUE EL JEFE DEJA EL CARRO, LECTURA DEL CUENTA Km. Y FIRMA							
FECHA Y DIA DE LA SEMANA							
	L	M	M	J	V	S	D





Anexo 3. Documento de Defectado de los autos que entran al taller.

DEFECTACION DE LOS AUTOS QUE ENTRAN AL TALLER UM—2047

MARCA DEL CARRO. \_\_\_\_\_

MATRICULA. \_\_\_\_\_

MOTOR. \_\_\_\_\_

CARROCERIA. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

No	DESCRIPCION DE LOS MEDIOS	NO TIENE	TIENE		OBSERVAC.
			B/E	M/E	
1	GOMA DE REPUESTO				
2	BATERIAS DE ACUMULADORES				
2	ESPEJOS RETROVISORES EXT.				
3	ESPEJO RETROVISOR INTERIOR				
4	FOCOS DE CARRETERA				
5	FOCOS INDICADORES DELANT.				
6	FOCOS STOP TRASERO				
7	MOTOR LIMPIAPARABRISA				
8	BRAZOS ESCOBILLAS				
9	ESCOBILLAS LIMPIAPARABRISA				
10	ESTADO DE LA TAPICERIA				
11	PALANCA C/VELOCIDAD				
12	MANECILLAS DE LAS PUERTAS				
13	ESTADO RADIADOR DE AGUA				
14	PIZARRA DE RELOJES				
15	MOTOR DE ARRANQUE				
16	ALTERNADOR				
17	DISTRIBUIDOR DE CORRIENTE				
18	BOBINA ENCENDIDO				
19	BOMBA GASOLINA				
20	LAMPARA MOTOR				
21	CRISTAL PARABRISA				
22	CRISTAL TRASERO				
23	CRISTALES DE LAS PUERTAS				
24	CULEBRA C/MILLA				
25	BARRAS CARDAN				
26	FORROS DE LAS PUERTAS				
27	BUJIAS				
28	CABLES LAS BUJIAS Y BOBINA				
29	ESTADO DE LA CHAPISTERIA				
30	ESTADO DE LA PINTURA				
31	LLAVIN DEL CAPO				
32	LLAVIN DE LAS PUERTAS				
33	LAMPARAS INTERIORES				



Anexo 4. Continuación del documento de defectado de los autos que entran al taller.


No	DESCRIPCION DE LOS MEDIOS	NO TIENE	TIENE		OBSERVAC.
			B/ E	M/ E	
34	MECANISMO SEÑAL DE GIRO				
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					

DEFECTÓ: \_\_\_\_\_

CLIENTE: \_\_\_\_\_

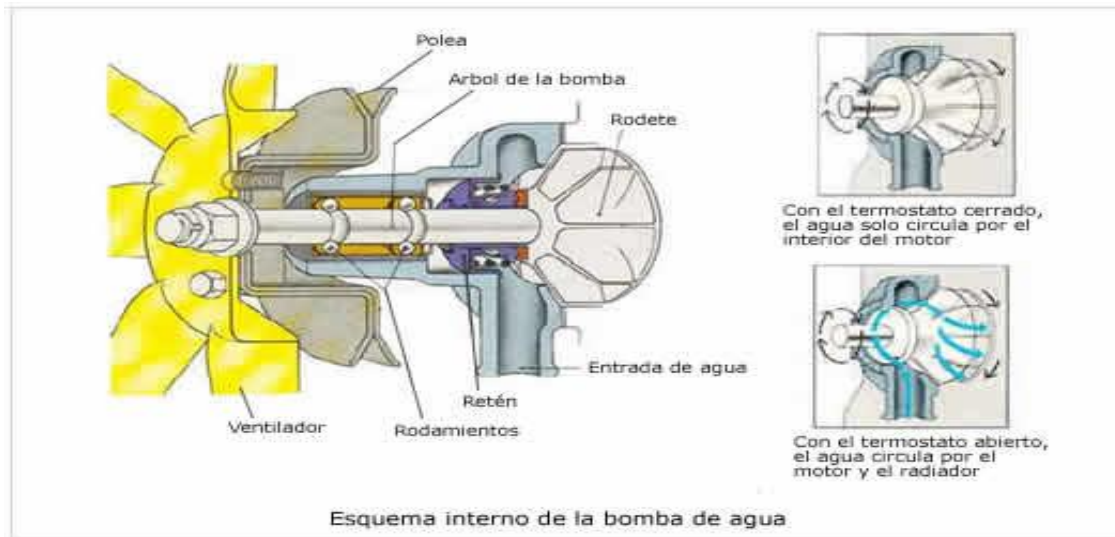


Anexo 5. Documento "Orden de Trabajo".

MINFAR UM-2047								APROBADO POR:						
UM-2047								ORDEN DE TRABAJO			FECHA			No.
								D	M	A				
DENOMINACIÓN		UM DE PROCEDENCIA		CLIENTE				INSCRIP. No.						
TIPO DE TRABAJO		MARCA	MODELO	CARROCERÍA		No. MOTOR		MATRICULA						
DEFECTACIÓN		DOCUMENTO			FECHA			D	M	A				
		CLAVE	No.		D	M	A	COMENZADO						
								TERMINADO						
No.	CODIGO	TRABAJOS A REALIZAR		NORMA TIEMPO	IMPORTE TOTAL		DESCUENTOS		IMPORTE					
FIRMA DEL CLIENTE		TOTAL MANO DE OBRA												
		TOTAL P/R Y MAT.												
		TOTAL A PAGAR												
CONFECCIONADO POR:				APROBADO POR:				ANOTADO POR:						
NOMBRE Y APELLIDOS				NOMBRE Y APELLIDOS										
FIRMA				FIRMA										



**Anexo 7. Vista interior de una bomba de agua.**



**Anexo 8. Bomba de agua del auto Lada.**

