



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Título del trabajo de Titulación:

Diagnóstico y reparación de un motor y caja de cambios de un
vehículo Suzuki Forsa I modelo 1990.

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo/a Superior en
Electrónica Automotriz.

Nombre y Apellidos:

Julio César Chuya Cuzco

Diana Marcela Chiriboga Vega

Director:

Ing. Robert Esteban Rockwood Iglesias

Cuenca – Ecuador

2024

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres quien con su apoyo y paciencia me impulsaron a lograr mi meta personal, a mis amigos que con ayuda de su generosidad me ayudaron en momentos críticos a no darme por vencido, y a mis profesores quien gracias a sus conocimientos impartidos en todo este ciclo académico fueron muy necesarios para cumplir con los objetivos esperados.

- Julio César Chuya Cuzco –

Dedico este proyecto a mi mamá, hermanos y abuela por todo su apoyo a lo largo de esta formación académica ya que ellos me motivaron todos los días para no darme por vencida y especialmente a mi padre que desde donde se encuentre me está cuidando y guiando en este camino.

- Diana Marcela Chiriboga Vega -

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a todos los docentes que al largo del ciclo académico impartieron el conocimiento necesario para de esta manera llenarme de grande enseñanzas y experiencias.

Expresó mi agradecimiento al tecnólogo Luis tapia por guiarnos en todo el proceso del proyecto técnico el cual con ayuda de sus conocimientos nos orientó con sus enseñanzas a como reparar el motor de una manera eficaz.

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo recuperar el estado funcional del motor y la caja de cambios de un vehículo Suzuki Forsa I, modelo 1990, para ello en primer lugar se procedió con el diagnóstico, realizándose varias pruebas para conocer el nivel de desgaste de los componentes internos del motor, posteriormente se realizó el desmontaje, desarme y verificación de todos los componentes internos del motor y la caja de cambios, evaluando su estado en relación con los límites de tolerancia recomendados por el fabricante. Posteriormente, se realizó el reemplazo y reparación de los elementos que presentaban desgaste, daños o desviaciones significativas respecto a sus especificaciones. A continuación, se realizó el ensamblaje y las pruebas funcionales del motor y la transmisión, verificando su correcto desempeño y eficiencia operativa. Finalmente, se documentó toda la información técnica recopilada durante el proceso en un informe detallado.

Palabras claves: reparación, motor, caja de cambios, Suzuki forsa I, mantenimiento.

Abstract:

This thesis aimed to restore the functional state of the engine and gearbox of a Suzuki Forsa I vehicle, model 1990. To achieve this, the process began with a diagnostic phase, conducting several tests to determine the level of wear of the internal engine components. Subsequently, the engine and gearbox were dismantled, disassembled, and inspected, assessing the condition of all internal components in relation to the tolerance limits recommended by the manufacturer. The next step involved replacing and repairing elements that exhibited wear, damage, or significant deviations from their specifications. Following these repairs, the engine and transmission were reassembled, and functional tests were carried out to verify their proper performance and operational efficiency. Finally, all the technical information collected during the process was documented in a detailed report.

Keywords: repair, engine, gearbox, Suzuki forsa I, maintenance.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	i
Resumen	ii
Abstract:	ii
Índice de Tablas.....	v
Índice de Gráficos.....	v
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. Procedimiento.....	2
3.1. Comprobaciones preliminares:.....	2
3.1.1. Herramientas requeridas:	2
3.1.2. Descripción del proceso:.....	3
3.1.2.1. Comprobación de compresión de los cilindros.....	3
3.1.2.2. Comprobación de fugas en los cilindros.	3
3.1.3. Observaciones:	4
3.2. Desmontaje del conjunto motor – caja de cambios:.....	5
3.2.1. Herramientas requeridas:	5
3.2.2. Descripción del proceso:.....	6
3.2.3. Observaciones:	7
3.3. Despiece del motor.....	7
3.3.1. Herramientas requeridas:	7
3.3.2. Descripción del proceso:.....	8
3.3.3. Observaciones:	10
3.4. Operación: Despiece de la caja de cambios	10
3.4.1. Herramientas requeridas:	10
3.4.2. Descripción del proceso:.....	10
3.4.3. Observaciones:	11
3.5. Medición de holguras del motor.....	11
3.5.1. Herramientas requeridas:	11
3.5.2. Descripción del proceso:.....	12
3.5.2.1. Medición de la planicidad de la culata y el bloque motor.....	12
3.5.2.2. Holgura de los tres pistones (haz de luz).....	12
3.5.2.3. Medición de holgura de canal rin- pistón (figura 14).....	13
3.5.2.4. Comprobación de la desalineación del eje de balancines	14
3.5.2.5. Comprobación del diámetro del vástago de las válvulas	15
3.5.2.6. Longitud del resorte de válvulas	15

3.5.2.7.	Medición excentricidad radial de cada válvula	16
3.5.2.8.	Medición diámetro del pistón.....	17
3.5.2.9.	Comprobación del alabeo del árbol de levas.....	18
3.5.2.10.	huelgo axial del cigüeñal	19
3.5.2.11.	Holgura de lubricación	19
3.5.3.	Observaciones	20
3.6.	Operación: Armado del motor.....	20
3.6.1.	Herramientas requeridas:	20
3.6.2.	Descripción del proceso:.....	21
3.6.2.1.	Armado del Bloque motor.....	21
3.6.2.2.	Armado de la culata.....	21
3.6.3.	Observaciones:	22
3.7.	Desarme y comprobaciones realizadas en la caja de cambios	23
3.7.1.	Herramientas requeridas:	23
3.7.2.	Descripción del proceso:.....	23
3.7.3.	Observaciones:	24
3.8.	Montaje del conjunto motor- caja de cambios y comprobaciones de funcionamiento.	25
3.8.1.	Herramientas requeridas:	25
3.8.2.	Descripción del proceso:.....	25
3.8.3.	Observaciones:	26
4.	Resultados después de la reparación	27
4.1.	Calibración de válvulas	27
4.2.	Afinación del motor	27
4.3.	Prueba de gases	28
5.	Conclusiones.....	31
6.	Referencias	32

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos técnicos del motor equipado en el vehículo Suzuki Forsa 1 modelo 1990	1
Tabla 2. Comprobaciones preliminares: compresión y fugas	5
Tabla 3. Holguras del haz de luz de los tres cilindros	13
Tabla 4. Holgura canal rin pistón de los tres cilindros	14
Tabla 5. Medición de alabeo de los ejes porta balancines.....	15
Tabla 6. Mediciones del diámetro del vástago de la válvula.....	15
Tabla 7. Medición de la longitud de los resortes de las válvulas	16
Tabla 8. Medidas excentricidad radial de la válvula.	17
Tabla 9. Medida del diámetro del pistón.....	18

Índice de Gráficos

Figura 1. Medición de compresión.....	3
Figura 2. Comprobación de perdida de hermeticidad en los cilindros	4
Figura 3. Fuga de aceite en la distribución.....	4
Figura 4. Proceso de instalación de cuerdas de sujeción del motor.	6
Figura 5. Proceso de desmontaje del conjunto motor – caja de cambios	7
Figura 6. Despiece del eje de balancines.....	9
Figura 7. Despiece de los muelles	9
Figura 8. Extracción del pistón	9
Figura 9. Retiro de la bomba de aceite.....	9
Figura 10. Despiece de las copas de los ejes de transmisión	11
Figura 11. Desacople de la caja lateral derecha (se ubica la 5ta marcha)	11
Figura 12. Medición de la planicidad del bloque	12
Figura 13. Medición del haz de luz	13
Figura 14. Medición de holgura canal Rin-Pistón.....	14
Figura 15. Comprobación del descentramiento del eje de balancines.....	14
Figura 16. Medición de la longitud del resorte de la válvula	16
Figura 17. Medición excentricidad radial de la válvula	17
Figura 18. Medición del diámetro del pistón.	18
Figura 19. Comprobación del alabeo del árbol de levas	18
Figura 20. Comprobación de juego axial de cigüeñal.	19
Figura 21. Colocación de empaque de sobremedida	22
Figura 22. Armado de la distribución.....	22
Figura 23. Instalación de la varilla de mandos.....	24
Figura 24. Acople de caja de cambios con el motor.	24
Figura 25. Trabajo de trabe de la cuarta marcha	24
Figura 26. Montaje del conjunto reparado motor- caja de cambios.....	26
Figura 27. Encendido del vehículo después de su reparación	26
Figura 29. Primera prueba de gases	28
Figura 30, segunda prueba de gases	29
Figura 31. Tercera prueba de los gases y matriculación del vehículo con su respectiva aprobación.....	30

1. Introducción

El presente proyecto busca recuperar el estado funcional de un vehículo Suzuki Forsa 1, el auto actualmente presenta desperfectos como: alto consumo de aceite del motor, alto consumo de combustible, baja potencia, se presenta además contaminación del aceite lubricante del motor con líquido refrigerante; Adicionalmente se perciben ruidos anómalos provenientes del interior de la caja de cambios, presumiblemente debido a excesiva holgura y desgaste y/o rodamientos en mal estado; así también no es posible mantener en posición la cuarta marcha, ya que al presentarse variaciones de aceleración, esta se desconecta.

Adicionalmente como antecedentes el vehículo presentó recalentamiento del motor hace aproximadamente unos 3 meses, debido a fallos en el circuito de refrigeración y radiador.

Estos factores descritos justifican el desmontaje, desarmado, verificación, remplazo y reparación de componentes internos. La tabla I presenta los datos técnicos más importantes del motor:

Tabla 1. Datos técnicos del motor equipado en el vehículo Suzuki Forsa 1 modelo 1990

Tipo de motor:	Motor de gasolina de 4 tiempos, 3 cilindros en línea.
Cilindrada:	993 cc (1.0 litros).
Diámetro x carrera:	74.0 mm x 77.0 mm.
Relación de compresión:	9.5:1.
Potencia máxima:	Aproximadamente 55-60 HP a 5500 rpm (dependiendo de la versión y el año).
Par máximo:	Aproximadamente 78 Nm a 3300 rpm.
Sistema de alimentación	Carburador
Sistema de refrigeración:	Refrigerado por agua
Sistema de distribución	Árbol de levas en cabeza (OHC), accionado por correa dentada.
Sistema de encendido	Ruptor Electrónico.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diagnosticar y reparar el motor y la caja de cambios de un vehículo Suzuki Forsa I modelo 1990.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Desmontar, desarmar y verificar el estado funcional de todos los componentes del motor, y de la caja de cambios del vehículo Suzuki Forsa I, modelo 1990.
- ✓ Reemplazar y/o reparar los componentes que se encuentren fuera de los límites de tolerancia recomendados.
- ✓ Armar y probar el correcto estado funcional del motor y la caja de cambios del vehículo Suzuki Forsa I, modelo 1990.
- ✓ Documentar la información recabada en un informe técnico.

3. Procedimiento.

El procedimiento empleado para el desarrollo del presente proyecto de titulación se presenta a continuación a manera de reporte técnico simplificado, detallándose la operación, herramientas requeridas, descripción de los procesos, imágenes de referencia, y observaciones.

3.1. Comprobaciones preliminares:

3.1.1. Herramientas requeridas:

- Implementos de seguridad: Guantes, zapatos punta de acero, tapones de oídos, lentes de protección.
- Juego de dados
- Compresor de aire
- Manómetro para medir compresión en los cilindros.
- Dado de bujías
- Linterna

3.1.2. Descripción del proceso:

3.1.2.1. Comprobación de compresión de los cilindros.

- Extracción de bujías.
- Colocación del manómetro en el alojamiento de la bujía en el cilindro No.1 demostración del proceso en la figura 1.
- Con la palanca de cambios en la posición “neutro”, se acciona el giro del motor, pisando el acelerador al máximo, luego de varias carreras de compresión se reporta la presión registrada.
- Repetir este proceso en los cilindros No. 2 y No. 3
- Las mediciones se reportan en la tabla 2.



Figura 1. Medición de compresión

3.1.2.2. Comprobación de fugas en los cilindros.

- Extracción de las bujías.
- Girar el motor desde la polea del cigüeñal, hasta que el cilindro No.1 se encuentre en el Punto Muerto Superior (PMS) – marca de 0° en la polea – fase de compresión.
- Conectar el manómetro al suministro de aire: 100 psi y al alojamiento de la bujía en el cilindro No.1 procedimiento demostrado en la (figura 2)
- Reportar la diferencia de presión encontrada y el/los lugares/es en donde se presentan las fugas.

- Repetir este proceso para el cilindro no.2 y no.3 – verificando que el pistón se encuentre en la fase de compresión y en el PMS.
- El reporte se presenta en la tabla 2.



Figura 2. Comprobación de perdida de hermeticidad en los cilindros

3.1.2.2.Verificación de fugas de aceite y refrigerante.

El vehículo fue colocado en la fosa de inspección, con el motor encendido y utilizando una linterna se observaron las diferentes fugas que se presentaban en el conjunto motor – caja de cambios (el reporte de novedades se presenta en el apartado 3.1.3).



Figura 3. Fuga de aceite en la distribución

3.1.3. Observaciones:

En la tabla 2 se observa que la compresión de los cilindros No.1, No.2 y No.3, tienen una baja presión en los cilindros; y en la comprobación de fugas en el cilindro no.1 es capaz de retener tan solo el 15% de la presión de aire suministrada, las fugas se presentan en: holguras en segmentos del pistón (aire fluye hacia el cárter), además hay falta de estanqueidad en las válvulas de admisión y escape (aire que fluye hacia el múltiple de admisión y escape). En el cilindro No. 2 solo es capaz de retener el 25% de la presión de

aire inyectado en las pruebas ya que no hay estanqueidad en las válvulas de admisión y de escape, para finalizar el cilindro No 3 no presentó ninguna fuga de aire.

Tabla 2. Comprobaciones preliminares: compresión y fugas

Cilindro No.	1	2	3
Medición de presión (prueba de compresión) (psi)	75	75	95
Porcentaje de hermeticidad en cilindros (%)	85	75	100

Respecto a la inspección visual, se observaron fugas de aceite de motor a través de la junta del tapa válvulas, retenedor del árbol de levas y del cigüeñal, y en el empaque del cárter. Además, se observó fugas de aceite de la caja de cambios, a través del retenedor de la varilla de accionamiento de marchas, así como en los retenedores de la salida de movimiento hacia los semiejes. No se observaron fugas de refrigerante del motor.

3.2. Desmontaje del conjunto motor – caja de cambios:

3.2.1. Herramientas requeridas:

- Implementos de seguridad: Guantes, zapatos punta de acero, tapones de oídos, lentes de protección.
- Juego de dados
- Set de llaves
- Destornilladores
- Martillo de goma
- Cuerdas de sujeción de motores.
- Grúa pluma para desmontaje de motores
- Gata hidráulica
- Embanques de chasis

3.2.2. Descripción del proceso:

- Desconexión de la batería de los bornes negativo y positivo para su posterior desmontaje.
- Retiro del depurador y tomas de aire del motor (estas fueron etiquetadas).
- Desconexión de la cañería de alimentación de combustible.
- Desconexión de conectores eléctricos y mecánicos (estos fueron etiquetados):
 - o Solenoide del carburador.
 - o Alimentación del distribuidor.
 - o Alimentación y accionamiento del motor de arranque.
 - o Excitación y carga del alternador.
 - o Desconexiones de tomas a tierra: Caja de cambios, múltiple de admisión.
 - o Desconexión de indicadores del tablero: presión de aceite, sensor de reversa, temperatura del refrigerante, velocímetro (mecánico).
 - o Retiro de mandos de la caja de cambios.
- Embanque del vehículo
- Desmontaje de ruedas delanteras.
- Desmontaje de semiejes: Retirar tuerca de la punta de eje, desconectar tornillos de sujeción de la torre del amortiguador, desconexión de rótulas, terminales de dirección, y retiro de semiejes,
- Instalación de las cuerdas de sujeción del motor.
- Sujeción del conjunto motor – caja de cambios a la grúa – pluma. (ilustrada en la figura 4).



Figura 4. Proceso de instalación de cuerdas de sujeción del motor.

- Desmontaje de bases del motor.
- Retiro del conjunto motor – caja de cambios.



Figura 5. Proceso de desmontaje del conjunto motor – caja de cambios

3.2.3. Observaciones:

Se observaron grietas en componentes de la estructura autoportante (soporte de la torre del amortiguador del lado izquierdo), cañerías de refrigeración en mal estado, se observó corrosión excesiva en el conducto metálico de acople de la bomba de agua y cañería de conexión con el radiador.

3.3. Despiece del motor

3.3.1. Herramientas requeridas:

- Implementos de seguridad: Guantes, zapatos punta de acero, tapones de oídos, lentes de protección.
- Juego de dados
- Set de llaves
- Martillo de goma
- Pinzas
- Compresor espiral de válvulas
- Soportes
- Bandejas
- Mesa de trabajo

- Palanca de fuerza
- Desengrasante.

3.3.2. Descripción del proceso:

3.3.2.1. Separación del conjunto: motor – caja.

3.3.2.2. Despiece de todos los elementos del motor.

- Desconexión de mangueras.
- Desacople del motor de arranque del motor – caja de cambios
- Separación caja de motor- caja de cambios.
- Extracción del conjunto del embrague: plato, disco, rodillo separador.
- Retiro del carburador.
- Retiro del sistema de admisión
- Retiro del sistema de escape
- Desacople de la bomba de gasolina
- Desacople del alternador
- Retiro de la tapa de válvulas
- Desmontaje y despiece del sistema de distribución, verificando que el calado de la distribución se encuentre a punto, de acuerdo a las especificaciones del manual de mantenimiento.
- Desmontaje de la bomba de agua, varilla de aceite, bujías y soportes.
- Separación de la culata del bloque motor, se inició aflojando los pernos de sujeción entre los dos elementos y con la ayuda de una palanca de fuerza logramos la separación de la culata del motor.

3.3.2.3. Despiece de los distintos elementos de la culata:

- Ejes de balancines. (Como se observa en la figura 6)
- Muelles, sellos de válvulas, balancines, válvulas.
- Árbol de levas



Figura 6. Despiece del eje de balancines



Figura 7. Despiece de los muelles

3.3.2.4. Despiece del bloque motor

- Retiro del Carter y el perno guía de cigüeñal
- Desmontaje del volante motor
- Desmontaje de bancadas de biela y desmontaje de subconjuntos de pistón y biela.
- Desmontaje de bancadas del cigüeñal, y retiro del cigüeñal.
- Extracción de la bomba de aceite.



Figura 8. Extracción del pistón



Figura 9. Retiro de la bomba de aceite

3.3.3. Observaciones:

Al desacoplar los elementos del motor se observó mangueras desgastadas y algunos conectores eléctricos en mal estado.

- Al desacoplar la culata su empaque tenía roturas lo que hacía en el líquido refrigerante se esté mezclando con el aceite del motor
- Los pistones presentaron excesiva carbonilla en su cabeza debido a la quema de aceite en la cámara de combustión.
- En la culata se observó varias averías como pernos aislados en el acople con el tapa válvulas.
- Los ejes de balancines presentan desgaste abrasivo excesivo, visible a simple vista.
- Se verificó que los muñones de bancada del cigüeñal, cuentan con el número de orden de instalación requerido, además los muñones de biela han sido previamente señalados con su respectiva biela.
- Al momento de desarmar el conjunto del embrague el plato se encontraba con un desgaste excesivo en las superficies de fricción en donde el disco del embrague se encontraba deformado.
- En el sistema de escape se observó que la justa estaba dañada y se tuvo que remplazar

3.4. Operación: Despiece de la caja de cambios

3.4.1. Herramientas requeridas:

- Juego de dados
- Matillo de goma
- Set de llaves
- Destornilladores
- Set de hexágonos
- Destornillador de impacto

3.4.2. Descripción del proceso:

- Extracción de las copas de los ejes de transmisión.
- Desacople de la caja lateral donde se ubica la 5ta marcha
- Desajuste de los pernos de sujeción de la caja derecha e izquierda para su separación

- Desmontaje de los ejes primarios y secundario armados.
- Retiro de los retenes desgastados



Figura 10. Despiece de las copas de los ejes de transmisión



Figura 11. Desacople de la caja lateral derecha (se ubica la 5ta marcha)

3.4.3. Observaciones:

Se observó al desacoplar las dos partes de la carcasa, que el conjunto de ejes y engranes tenía limalla, donde los retenes estaban rígidos el cual no le permitía retener el aceite y provocaba fugas en la parte los ejes de transmisión, y en la varilla de accionamiento, presentaba excesivo huelgo respecto a los bujes en los alojamientos; adicionalmente al mover radialmente los ejes motrices, se detectó huelgo excesivo en los rodamientos. Para finalizar el diagnóstico preliminar el engrane de cuanta velocidad tenía un desgaste excesivo, en la zona de acople con el selector de marchas.

-

3.5. Medición de holguras del motor

3.5.1. Herramientas requeridas:

- Galgas de espesores
- Reloj comparador
- Banco de torno

- Micrómetro
- Pie de rey
- Regla
- Hilo plástico “*Plasti gauge*”
- Base magnética

3.5.2. Descripción del proceso:

3.5.2.1. Medición de la planicidad de la culata y el bloque motor.

Con una regla se ubica en la parte superior del bloque y de la culata en diferentes posiciones y con una galga de espesores se intenta pasar sobre estos para comprobar desgastes irregulares.



Figura 12. Medición de la planicidad del bloque

3.5.2.2. Holgura de los tres pistones (haz de luz)

Se coloca el segmento no.1 (rin de fuego) de cada uno de los pistones, en su respectivo cilindro y con una hoja calibrada de un espesor específico se mide la pequeña separación que queda entre los dos extremos del aro.



Figura 13. Medición del haz de luz

Tabla 3. Holguras del haz de luz de los tres cilindros

Cilindros	1	2	3	Valor recomendado por el fabricante	Diagnóstico
Aro superior (mm)	0,35	0,35	0,35	0,2 a 0,33	Fuera de tolerancia
Aro compresión (mm)	0,22	0,25	0,33	0,2 a 0,35	Rango normal
Aro de aceite (mm)	0,27	0,40	0,33	0,2 a 0,70	Rango normal

3.5.2.3. Medición de holgura de canal rin- pistón (figura 14)

Se retiran los aros de los canales del pistón y se le coloca superficialmente para medir con galgas la holgura que queda entre estos.



Figura 14. Medición de holgura canal Rin-Pistón

Tabla 4. Holgura canal rin pistón de los tres cilindros

Cilindros	1	2	3	Valor recomendado por el fabricante	Diagnóstico
Canal Superior (mm)	0,02	0,02	0,02	0,03 a 0,07	Fuera de tolerancia
Segundo canal (mm)	0,02	0,02	0,02	0,02 a 0,06	Rango normal

3.5.2.4. Comprobación de la desalineación del eje de balancines

Se realizo la comprobación con el reloj comparador en tres diferentes puntos siendo estos a los extremos y en el centro.



Figura 15. Comprobación del descentramiento del eje de balancines

Tabla 5. Medición de alabeo de los ejes porta balancines.

Ejes de balancines	Valor medido (mm)	Valor sugerido por el fabricante (mm)	Diagnóstico
1	0,15	0,12	Fuera de tolerancia
2	0,15	0,12	Fuera de tolerancia

3.5.2.5. Comprobación del diámetro del vástago de las válvulas

Colocamos el micrómetro en el vástago de las válvulas y comprobamos su desgaste o irregularidades.

Tabla 6. Mediciones del diámetro del vástago de la válvula

Cilindro	Admisión	Rango permitido por el fabricante	Diagnóstico	Escape	Rango permitido por el fabricante	Diagnóstico
1	6,95	6,97 a 6,98	Fuera de tolerancia	6,91	6,95 a 6,97	Fuera de tolerancia
2	6,9	6,97 a 6,98	Fuera de tolerancia	6,93	6,95 a 6,97	Fuera de tolerancia
3	6,89	6,97 a 6,98	Fuera de tolerancia	6,91	6,95 a 6,97	Fuera de tolerancia

3.5.2.6. Longitud del resorte de válvulas

Con la ayuda del pie de rey lo colocamos de extremo a extremo para saber la longitud de cada resorte de válvulas.



Figura 16. Medición de la longitud del resorte de la válvula

Tabla 7. Medición de la longitud de los resortes de las válvulas

Válvula	Valor medido (mm)	Valor recomendado por el fabricante (mm)	Diagnóstico
1	49	49,3 a 48,1	Rango normal
2	48,6	49,3 a 48,1	Rango normal
3	49,05	49,3 a 48,1	Rango normal
4	48,1	49,3 a 48,1	Rango normal
5	49,1	49,3 a 48,1	Rango normal
6	48,3	49,3 a 48,1	Rango normal

3.5.2.7. Medición excentricidad radial de cada válvula

Colocamos las válvulas en la culata y realizamos movimientos oscilantes para verificar el huelgo respecto a su respectiva guía.



Figura 17. Medición excentricidad radial de la válvula

Tabla 8. Medidas excentricidad radial de la válvula.

Cilindro		1	2	3	Diagnóstico
Válvula de admisión	Valor medido	0,09	0,09	0,09	Fuera de tolerancia
	Valor recomendado por el fabricante	0,08	0,08	0,08	Rango normal
Válvula de escape	Valor medido	0,06	0,06	0,06	Rango normal
	Valor recomendado por el fabricante	0,08	0,08	0,08	Rango normal

3.5.2.8. Medición diámetro del pistón

En la figura 18 con la ayuda de un micrómetro se comprueba el desgaste de la falda del pistón.



Figura 18. Medición del diámetro del pistón.

Tabla 9. Medida del diámetro del pistón.

Pistón	Valor medido	Valor recomendado por el fabricante	Diagnóstico
1	74,97mm	73,97 a 73,99mm	Fuera de tolerancia
2	74,98mm	73,97 a 73,99mm	Fuera de tolerancia
3	74,98mm	73,97 a 73,99mm	Fuera de tolerancia

3.5.2.9. Comprobación del alabeo del árbol de levas

Ubicamos en el torno el árbol de levas y junto con un reloj comparador se comprueba el desgaste en cada leva.



Figura 19. Comprobación del alabeo del árbol de levas

3.5.2.10. huelgo axial del cigüeñal

Para realizar la comprobación de holgura axial del cigüeñal se debe volver a montar este elemento en el bloque motor y con la ayuda de un torquímetro se aplica el torque sugerido por el manual de reparación, posteriormente se coloca el torquímetro y la base magnética de tal manera que el palpador tenga contacto con el cigüeñal, y luego se realizan movimientos axiales, se reporta el huelgo encontrado el mismo que indica el desgaste de los cojinetes axiales (lunas) dándonos como resultado un rango de tolerancia óptimo de acuerdo al manual.



Figura 20. Comprobación de juego axial de cigüeñal.

3.5.2.11. Holgura de lubricación

Se debe montar el cigüeñal sobre las bancadas de apoyo bien limpio y seco instalando antes entre bancada y puño un trozo de *plasti gague* y otro entre el puño del cigüeñal y la tapa de bancada luego montar las tapas de bancada y dar torque de acuerdo al manual. Posteriormente se retiran los tornillos de las bancadas, y se retiran cuidadosamente, se reporta el ancho medido en la marca del hilo plástico deformado, en el cigüeñal 0,76mm y en las bancadas 1,02mm.

3.5.3. Observaciones

Al momento de realizar las comprobaciones de cada elemento se pudo notar un gran deterioro especialmente en los cilindros del bloque motor ya que estos tenían una gran diferencia de holguras con las recomendadas.

Al momento de realizar las comprobaciones de la planicidad se observó un resultado fuera de la tolerancia recomendada, siendo necesaria la rectificación de la culata (0.005 pg.) y del bloque motor (0.006 pg.) en donde se colocó un empaque de sobremedida de 2 mm.

Según los datos obtenidos en la tabla número 3 de comprobaciones del haz de luz se puede ver que el primer cilindro tiene un desgaste excesivo en comparación con los dos posteriores.

En la medición de la holgura entre canal y segmento se notó mayor desgaste en el rin de fuego esto debido a las temperaturas extremas, presiones altas y fricción excesiva.

Con la ayuda del reloj comparador tomamos medidas del descentramiento del eje de balancines dándonos un desgaste excesivo esto haciendo que se genere un golpeteo en las válvulas al momento de su funcionamiento según los datos recaudados en la tabla 4 estos se encuentran fuera de rango lo que se llevó a hacer un cambio total de este componente.

En las medidas del diámetro del pistón se pudo observar que la falda del pistón estaba fuera de rango, por esta razón fueron sustituidos por nuevos elementos debido a que se encamisó el motor regresando a su estado estándar.

3.6. Armado del motor

3.6.1. Herramientas requeridas:

- Set de llaves
- juego de dados
- Destornilladores
- Martillo de goma
- Juego de herramientas para armado de segmento de pistones
- Torquímetro
- Galgas de espesores
- Aceitero

- Amoladora de asientos de válvulas
- Silicona para empaques
- kit de alineación de embrague
- Faja de sujeción de segmentos

3.6.2. Descripción del proceso:

3.6.2.1. Armado del Bloque motor

- Colocación de los cojinetes de bancada en el bloque motor
 - o Se coloca con un poco de aceite entre el bloque y los cojinetes con ayuda de un pequeño impulso se centra en su compartimento.
- Colocación del cigüeñal y reten
- Colocación de la bancada
 - o Después de colocarlos con el torquímetro se procede a ajustar los pernos
- Colocación de los aros del Rin-Pistón
- Colocación de pistones
- Para la colocación de los piones se aceita los cilindros y el pistón, con la ayuda del juego de herramientas para segmentos de pistones alrededor de este se procede a introducir en el cilindro.

3.6.2.2. Armado de la culata

- Colocación y armado de las válvulas con sus respectivos sellos de válvulas
- Colocación de los muelles con ayuda del compresor de válvulas para ajustar sus seguros
- Colocación de retenes
- Colocación del árbol de levas
- Colocación de flautas y balancines
- Colocación del Carter
- Colocación de la bomba de agua
- Colocación de la bomba de aceite
- Se realizo el ensamblaje junto con las respectivas partes del juego de empaque.
- Colocación del kit de embrague
 - o Con la ayuda de la herramienta de alineación de embrague se colocó el disco y se ajustó los pernos con el par de apriete recomendado.
- Colocación del motor del arranque

- Colocación del múltiple de admisión junto con el carburador
- Colocación del múltiple de escape
- Colocación de la distribución
 - o Se posicionó el rodillo tensor junto con los pistones, alineándolos al punto muerto superior para proceder con la colocación de la banda dentada y así poder apretar todos estos elementos.
- Colocación de soportes
- Calibración de válvulas
 - o Con la ayuda de galgas de espesores y un destornillador se fue ajustando hasta que la hoja de un espesor correcto quedara justa con la calibración sugerida por el fabricante.
- Colocación del tapa válvulas.



Figura 21. Colocación de empaque de sobremedida



Figura 22. Armado de la distribución

3.6.3. Observaciones:

En esta parte del proceso se puede llegar a reemplazar varias piezas deterioradas o en mal estado ya que al momento de la rectificación estas piezas ya no coincidían con el nuevo estado del motor.

Se reemplazó el empaque de la culata por uno de sobremedida ya que al ser cepillado tanto la culata como el bloque un empaque con unas medidas estándar ya no servía para ayudar a que la banda de la distribución llegue a tensar correctamente, en donde se colocó un empaque de sobremedida de 2 mm.

Adicionalmente se reparó una rosca de la culata que se había perdido por su deterioro

3.7. Desarme y comprobaciones realizadas en la caja de cambios

3.7.1. Herramientas requeridas:

- Juego de dados
- Destornilladores
- Martillos de goma
- Destornillador de impacto

3.7.2. Descripción del proceso:

- Lavado de todos los elementos:
 - o Ejes primarios y secundarios, caja lateral izquierda y derecha, copas de los semiejes.
- Cambio de todos los rodamientos de los ejes tanto primario como secundario.
- Arreglo de la cuarta marcha (se hizo una trabe en la parte donde va el selector y el piñón)
- Cambio de los nuevos retenes:
 - retén de los semiejes, retén de la varilla de mando de la caja de cambios.
- Colocación de los ejes armados en el interior de la caja lateral derecha
- Acople de la caja derecha e izquierda sellando herméticamente con silicona
- Ajuste de los pernos de la carcasa y ajuste de la caja lateral donde se localiza la quinta marcha sellando con silicona
- Instalación de las copas de los semiejes
- Acoplamiento la caja de cambios con el motor para su respectivo montaje en el vehículo.



Figura 23. Instalación de la varilla de mandos.



Figura 24. Acople de caja de cambios con el motor.

3.7.3. Observaciones:

Se reemplazó varias piezas que estaban desgastadas: retenes y rodamientos

En su cuarta marcha para corregir su mal funcionamiento se le hizo un trabajo de trabe en el piñón dejándolo con un mayor ajuste entre el sector y el piñón para de esta manera mantenga la marcha. Como se observa en la figura 25.



Figura 25. Trabajo de trabe de la cuarta marcha

3.8. Montaje del conjunto motor- caja de cambios y comprobaciones de funcionamiento.

3.8.1. Herramientas requeridas:

- Implementos de seguridad: Guantes, zapatos punta de acero, tapones de oídos, lentes de protección.
- Juego de dados
- Set de llaves
- Destornilladores
- Martillo de goma
- Cuerdas de sujeción de motores.
- Grúa pluma para sacar motores
- Gata hidráulica
- Embanques del chasis

3.8.2. Descripción del proceso:

- Colocación de conjunto motor-caja de cambios
- Ajuste de los soportes con el torque correcto.
- Sujeción de conjunto motor- caja de cambios a la grúa pluma de motores para incorporar al vehículo
- Conexión de los indicadores del tablero
- Conexión de tierras: caja de cambios múltiple de admisión y motor
- Conexión de los conectores eléctricos y mecánicos
- Conexión de cañerías:
 - o Alimentación de combustible
 - o Sistema de refrigeración
- Colocación del depurador y tomas de aire del motor
- Conexión de la batería
- Comprobación de todos los pernos ajustados de una manera correcta.
- Verificación de todos los fluidos: líquido refrigerante, aceite de la caja, aceite de motor.
- Encendido del motor para comprobar su funcionamiento



Figura 26. Montaje del conjunto reparado motor-caja de cambios.



Figura 27. Encendido del vehículo después de su reparación

3.8.3. Observaciones:

Se realizó la aceleración del motor manualmente a ciertas revoluciones para que así las piezas que fueron remplazadas se puedan acoplar al momento de dejar de acelerar quedando el motor en ralentí haciendo que se estabilice para que estas piezas tengan un correcto funcionamiento.

4. Resultados después de la reparación

Con el vehículo ya reparado después de un cierto tiempo de desplazamiento en este caso 1000km se reajustó las válvulas debido al asentamiento de las partes cambiadas en la reparación toman nuevas holguras que se deben ajustar al funcionamiento óptimo.

4.1. Calibración de válvulas

Comenzamos por quitar el tapa válvulas para mejor visibilidad para luego poner el primer pistón en el PMS haciendo coincidir los puntos de la polea del cigüeñal con la señal de la tapa de la distribución posteriormente con la ayuda de galgas de espesores y un destornillador plano se procedió a aflojar en tornillo que da presión al balancín para poder pasar una galga entre el pie de válvula y el balancín con una media de 25mm en el escape y 20mm en el de admisión para luego volver a ajustar el tornillo dejando la abertura requerida.

Después de este procedimiento de calibración de válvulas el resultado del funcionamiento del vehículo se ralentizo ya que por el funcionamiento monitoreado se empezó a escuchar un pequeño ruido de golpeteo el cual provenía de las válvulas al hacer las debidas mediciones se comprobó que tenía un poco de holgura, en donde se procedió a reajustar las válvulas para que su funcionamiento sea óptimo.


4.2. Afinación del motor

En la carburación se detectó un consumo de combustible más elevado de lo habitual esto llevo a que se realizara una reparación del carburador sustituyendo varios elementos como ciclares, válvula economizadora, logrando así que el consumo de combustible tenga un rango normal. Para su carburación con el vehículo encendido en modo ralentí con ayuda de una pistola estroboscópica se tomó el tiempo de encendido y se lo ajustó a 12° APMS.

4.3. Prueba de gases


Se realizaron tres pruebas después de su reparación para su debido control dándonos como resultado. La concentración porcentual de gases mostradas en la figura 29

Figura 28. Resultados de la Primera prueba de medición de gases de escape

 BrainBee® <small>WORKSHOP SOLUTIONS</small>		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie :	221017000024	Número de Serie :	
Número de Homologación :	MM00292EST006AcNET2	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	22/09/2024	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
Av 24 de mayo 7-77_Hernán Malo 010107-Cuenca		Universidad del Azuay 4091000 dacorderom@uazuayedu.ec	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	PJZ-0590	No. Chasis :	
Marca :	SUZUKI	No. Tubos de Escape :	1
Modelo :	FORSAI	2 Tiempos / 4 Tiempos :	4
Año de Construcción :	1990	Odómetro :	
Combustible :	GASOLINA		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración :	2400 - 2600 [1/min]
Régimen Motor al Mínimo :	500 - 1200 [1/min]	O ₂ :	5.0 [%Vol]
		CO :	4.5 [%Vol]
		HC :	750 [ppm/Vol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor :	80 [°C]	Temp. Motor :	80 [°C]
RPM :	980 [1/min]	RPM :	2540 [1/min]
CO :	2.90 [%Vol]	CO :	4.85 [%Vol]
CO ₂ :	6.4 [%Vol]	CO ₂ :	9.9 [%Vol]
O ₂ :	8.55 [%Vol]	O ₂ :	2.01 [%Vol]
HC :	240 [ppm/Vol]	HC :	211 [ppm/Vol]
Lambda :	1.461 [-]	Lambda :	0.933 [-]
RESULTADO DEL TEST		: RECHAZADO	
Fecha y hora de inicio prueba	: 24/09/2024	19:41:07	
Fecha y hora de termine prueba	: 24/09/2024	19:45:51	
Examinador	: Pablo Paredes C.		

Como indica en la figura 29 los valores medidos en modo ralentí el O2 está fuera del rango normal esto se debe a que en el tubo de escape existe un agrietamiento impidiendo su buen funcionamiento. Al igual que en el funcionamiento en la prueba de aceleración el CO se encuentra fuera del rango normal causado por la mezcla estequiométrica de aire combustible la cual se encuentra muy pobre causando el CO elevado.

Figura 29, segunda prueba de gases

 BrainBee® <small>WORKSHOP SOLUTIONS</small>		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	: 221017000024	Número de Serie	:
Número de Homologación	: JM00292EST006AcNET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	: 22/09/2024	Fecha vencimiento calibración	:
DATOS TALLER			
Universidad del Azuay Av. 24 de mayo 7-77_Hernán Mato 4091000 010107-Cuenca dacorderom@uazuay.edu.ec			
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	: P.JZ-0590	No. Chasis	:
Marca	: SUZUKI	No. Tubos de Escape	: 1
Modelo	: FORSAI	2 Tiempos / 4 Tiempos	: 4
Año de Construcción	: 1990	Odómetro	: 771676
Combustible	: GASOLINA		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	: 80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración	: 2400 - 2600 [1/min]
Régimen Motor al Mínimo	: 500 - 1200 [1/min]	CO	: 4.5 [%Vbl]
O2	: 5.0 [%Vbl]	HC	: 750 [ppmVbl]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACCELERACIONE	
Temp. Motor	: 89 [°C]	Temp. Motor	: 89 [°C]
RPM	: 1080 [1/min]	RPM	: 2490 [1/min]
CO	: 0.14 [%Vbl]	CO	: 7.39 [%Vbl]
CO2	: 7.2 [%Vbl]	CO2	: 8.5 [%Vbl]
O2	: 9.84 [%Vbl]	O2	: 1.68 [%Vbl]
HC	: 384 [ppmVbl]	HC	: 213 [ppmVbl]
Lambda	: 1.849 [-]	Lambda	: 0.842 [-]
RESULTADO DEL TEST		: RECHAZADO	
Fecha y hora de inicio prueba	: 15/11/2024 18:31:06		
Fecha y hora de termine prueba	: 15/11/2024 18:38:08		
Examinador	: Pablo Paredes C.		

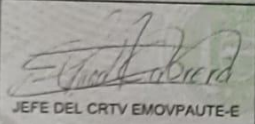
En la siguiente comprobación de gases en la figura 30 también presenta concentraciones fuera del límite permitido, en modo ralentí el O2 se encuentra elevado ya que su máximo en funcionamiento optimo es 5.0 esto porque el escape volvió a tener agrietamiento luego de la reparación, en la prueba de aceleración el inconveniente es el CO con una elevación de 2,98 de exceso siendo el rango permitido de hasta 4,5.

Figura 31. Tercera prueba de los gases y matriculación del vehículo con su respectiva aprobación

REPÚBLICA DEL ECUADOR
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD
DEL CANTÓN PAUTE EMOVPAUTE - EP

REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

Agencia Nacional de Tránsito

No. Revisión: 133898	Marca: SUZUKI	APROBADO	PJZ0590
Fecha Revisión: 29/NOV/2024	Modelo: FORSA	RESULTADO	PLACA
	Año: 1990 No. Revisión: PRIMERA		
 JEFE DEL CRTV EMOVPAUTE-E	No. Chasis: AA43S90106866 No. Motor: G10302189	VALIDO HASTA 30/11/25 No. Defectos TIPO 3: 0 No. Defectos TIPO 2: 0 No. Defectos TIPO 1: 1 Kilometraje: 0	

Código	Descripción Prueba Mecatrónica	Unidad	Valor	Límites	Calificación	Ubicación
04030201	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN EL 1º EJE.	%	20,00	0,000<=X<=14,999	TIPO1	0
03090101	ALINEACIÓN 1ER EJE CONVERGENCIA	m/Km	3,08	0,000<=X<=4,000	OK	0
03090102	CONVERGENCIA O DIVERGENCIA EN DIRECCIÓN SUPERIOR AL	m/Km	-1,00	-15,000<=X<=15,000	OK	0
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 1 EJE	%	74,00	60,001<=X<=100,0	OK	18
05010301	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 1 EJE	%	78,00	60,001<=X<=100,0	OK	19
05010401	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN 1ER EJE.	%	4,00	0,000<=X<=25,000	OK	0
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	65,00	60,001<=X<=100,0	OK	18
05010501	INCORRECTA EFICACIA DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	70,00	60,001<=X<=100,0	OK	19
05010601	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN 2DO. EJE.	%	5,00	0,000<=X<=25,000	OK	1
02010303	ALINEACIÓN HORIZONTAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO.	***	-0,90	-3,999<=X<=5000,0	OK	-
02010304	ALINEACIÓN VERTICAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO.	***	-2,10	-100,000<=X<=2,50	OK	-
02010202	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO.	***	89,00	0,000<=X<=135,00	OK	-
02010201	INTENSIDAD DE FAROS FRONTALES DERECHO.	Lux	64,00	0,000<=X<=135,00	OK	9
02010204	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO.	***	1,00	0,000<=X<=135,00	OK	-
02010203	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL DERECHO.	***	1,00	0,000<=X<=135,00	OK	-
10020101	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN RALENTI	%	0,05	0,000<=X<=4,499	OK	-
10020104	INCORRECTA EMISION DE HC EN RALENTI	ppm	31,00	0,000<=X<=699,99	OK	-
10020501	INCORRECTA EMISION DE CO CORREGIDO EN ALTAS RPM	%	0,05	0,000<=X<=4,499	OK	-
10020504	INCORRECTA EMISION DE HC EN ALTAS RPM	ppm	19,00	0,000<=X<=699,99	OK	-
04030301	DESEQUILIBRIO DEL FRENO DE SERVICIO EN 2 EJES.	***	13,00	0,000<=X<=14,999	OK	-
04030101	INCORRECTA EFICACIA DEL FRENO DE SERVICIO.	%	71,00	65,001<=X<=100,0	OK	-
04020101	INCORRECTA EFICACIA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO 2º EJ	%	27,00	20,000<=X<=100,0	OK	-

0045696

En la figura 31 después haber realizados la tercera prueba de gases este se realizó en la RTV (revisión técnica vehicular) ya que el vehículo tenía que ser matriculado como consecuencia de la reparación y remplazo de los diferentes componentes, la emisión de gases estaba dentro de su rango normal el cual se pudo matricular el carro de manera correcta y sin ningún problema siendo este aprobando.

5. Conclusiones

La reparación del motor y caja de cambios se completó satisfactoriamente, alcanzando los objetivos establecidos, esto se evidencia con los resultados obtenidos tanto en la pruebas de diagnóstico realizadas (prueba de compresión, prueba de fuga de compresión en cilindros, prueba de emisiones de los gases de escape), como en pruebas visuales y de conducción (restauración de la potencia del motor, y menor consumo de combustible), adicionalmente se verificó que no se presenta la mezcla del líquido refrigerante y el aceite lubricante del motor.

Respecto a las reparaciones realizadas en la caja de cambios, se pudo constatar que al reemplazar rodamientos, se eliminó el ruido anormal que se presentaba en un inicio, y gracias a la reparación realizada en el engrane de cuarta marcha, se ha podido constatar que esta permanece en su posición, bajo cualquier régimen de funcionamiento.

Como resultado de este proyecto práctico hemos podido familiarizarnos con las distintas herramientas que se utilizan para diagnosticar y reparar el motor y la caja de cambios, logrando llegar a tener más experiencia y conocimiento en los trabajos relacionados con su mantenimiento correctivo.

Para garantizar la máxima vida útil del motor y de la caja de cambios se recomienda seguir rigurosamente el plan de mantenimiento preventivo, que incluye: Reemplazo de aceite y filtro de aceite, inspección y/o reemplazo de filtro de aire de motor cada 5000 km, verificación de holgura de válvulas, adelanto al encendido, holgura de electrodos de bujía, e inspección y/o reemplazo de esta cada 10000 km, verificación y/o reemplazo del filtro de gasolina cada 20000 km, verificación y/o reemplazo de rodamiento, tensor y banda de la distribución, cada 50000 km, reemplazo de termostato y bomba de agua cada 100000 km. y utilizar un combustible de buena calidad para mantener en óptimo estado al motor, sin olvidar las buenas prácticas de conducción, como: calentar por 3min el motor antes de iniciar la operación del vehículo, tener los fluidos de refrigeración en un nivel adecuado, manejar de una manera adecuada sin sobrepasar el límite de los 90km y no exceder el peso para que el vehículo sufra algún esfuerzo.

6. Referencias

SUZULI MOTOR CO.LTD. (1983). *Manual de Reparación.Part No. 99500-82000-01s* Japon.

Barros, H. (2014). *Reparacion de un motor de combustion interna*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29503/1/Tesina%20de%20Graduacion%20-%20PROTMEC.pdf>

Cañar, M. (2019). *Manual de mantenimiento para motor G10*. Cuenca. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/440048435/Manual-Motor-G10>

Salasar, W. (2015). *Reparacion total de una caja de cambio mecánica*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29595/1/TESIS%20LISTA%20PARA%20IMPRIMIR%20Y%20EMPASTAR.pdf>