



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE
DE LOS VEHÍCULOS DE LA COMPAÑÍA TRANS YUMA S.A.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

JORGE FIDEL CASTRO SANANGO

DIRECTOR:

JOSÉ FERNANDO MUÑOZ VIZHÑAY

CUENCA- ECUADOR

2011

Dedicatoria

Este proyecto va dedicado especialmente a mi madre Bélgica que con gran esfuerzo y esmero me ha incentivado siempre hacia el camino del bien, y así cumplir todas mis metas, también va dedicado a mis hermanas: Miriam, Fernanda, Antonieta y Eugenia, que con su apoyo incondicional estuvieron en los momentos más difícil ayudándome a llegar a mis objetivos. Y mi más grato agradecimiento espiritual a mi Abuelita Deifilia que con sus bendiciones me ha iluminado a seguir adelante con ética y esfuerzo. A todas ellas mis más sinceros y profundos agradecimientos.

Fidel.

Agradecimiento

Mi más sincero y profundo agradecimiento al Ing. Fernando Muñoz V, quien desde el inicio hasta el final de este proyecto me supo colaborar, apoyar, y guiar con el ayuda de sus conocimientos y más acertadas sugerencias que hicieron posible el desarrollo efectivo de este proyecto.

De igual manera agradezco a todos y cada uno de las personas y operadores que hacen parte de la Compañía TRANSYUMA S.A, en especial al Sr. Fernando Yumbla que supo darme todas las facilidades para llevar a cabo este proyecto.

A ellos mi insondable reconocimiento, y el más alto sentimiento de gratitud y estima.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Ilustración y Cuadros.....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1

CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS, MANEJO Y CONTROL DEL COMBUSTIBLE DIESEL

1.1 Definición Del Diesel.....	3
1.1.1 Constitución Principal.....	3
1.2 Propiedades Del Diesel.....	4
1.2.1 El Azufre.....	4
1.2.2 Aromáticos.....	4
1.2.3 Lubricidad.....	4
1.3 Características De Los Combustibles Diesel.....	5
1.3.1 Peso Específico.....	5
1.3.2 Energía Calorífica.....	5
1.3.3 Fluidez y Punto de Congelamiento.....	5
1.3.4 Temperatura de Inflamación.....	6
1.3.5 Viscosidad.....	6
1.3.6 Residuos de Carbón.....	7
1.3.7 Volatilidad.....	7
1.3.8 Contenido de Agua.....	7
1.3.9 Número de Cetano.....	8
1.3.10 Contenido de Bacterias.....	8

1.3.11 Neutralidad.....	9
1.4 Factores Que Afectan Al Consumo De Combustible.....	9
1.4.1 Sedimentos en el combustible.....	9
1.4.2 Resistencia por la pendiente de las vías.....	10
1.4.3 Problemas de los Neumáticos.....	10
1.4.3.1 Resistencia a la rodadura y Baja Presión.....	10
1.4.3.2 Geometría Deficiente.....	12
1.4.3.2.1 Camber.....	12
1.4.3.3 Caster (inclinación del soporte del muñón).....	14
1.4.3.4 Convergencia y Divergencia.....	15
1.4.4 Resistencia aerodinámica.....	16
1.4.5 Perdidas por los accesorios del motor.....	16
1.4.6 Formas de conducción de los choferes.....	17
1.4.7 Sobrecarga.....	18
1.5 Estructura Del Motor Diesel.....	18
1.5.1 Motor Diesel.....	18
1.5.1.1 Elementos fijos.....	18
1.5.1.2 Elementos móviles.....	20
1.5.2 Rendimiento del motor diesel.....	20
1.5.3 Ciclo de Trabajo.....	20
1.5.3.1 Primer Tiempo.....	21
1.5.3.2 Segundo Tiempo.....	21
1.5.3.3 Tercer Tiempo.....	22
1.5.3.4 Cuarto Tiempo.....	23
1.5.4 Sistemas del Motor Diesel.....	23
1.5.4.1 Sistema de distribución.....	24
1.5.4.2 Sistema de combustible.....	24
1.5.4.3 Sistema de enfriamiento.....	24
1.5.4.4 Sistema de lubricación.....	25
1.5.5 Clasificación de los motores diesel.....	25
1.5.5.1 Motores de inyección directa o de cámara abierta.....	25
1.5.5.2 Motores de inyección indirecta o de cámara dividida.....	26
1.6 Control De Consumo De Combustible.....	26

1.6.1	Consumo de combustible en ciudad.....	26
1.6.2	Consumo de combustible en carretera.....	26
1.6.3	Consumo de combustible según DIN 70030-2.....	27
1.6.4	Consumo específico.....	27

CAPITULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS

2.1	Volquetas 1K, 2H Y 3F.....	29
2.1.1	Características Técnicas de las Volquetas.....	29
2.1.2	Sistema de Alimentación de Combustible.....	34
	a) Tanque de Almacenamiento.....	35
	b) Cañerías.....	35
	c) Filtro de Combustible.....	36
	d) Bomba de Inyección de Combustible.....	36
	e) Inyectores.....	37
	f) Tipos de Inyectores Diesel.....	38
2.1.3	Sistema de Alimentación de Aire.....	40
	2.1.3.1 Filtro de Aire.....	40
2.1.4	Sistema de Lubricación del Motor.....	41
2.1.5	Sistema de Refrigeración.....	42
	2.1.5.1 Radiadores.....	43
	2.1.5.2 Bomba de Agua.....	43
	2.1.5.3 Tapas de Radiador.....	43
	2.1.5.4 Termostato.....	44
	2.1.5.5 Ventiladores.....	44
2.1.6	Sistema de Transmisión.....	45
	a. Caja de Cambios.....	45
	b. Embrague.....	46
	c. Alineación de la Transmisión.....	46
	d. Cardán.....	46
	e. Uniones Universales.....	47
	f. Puente Trasero.....	48
2.2	Comparación De Costos.....	48
2.3	Comparación De Mantenimiento.....	49

2.3.1 Mantenimiento.....	49
2.3.1.1 Llantas.....	50
2.3.1.2 Frenos.....	50
2.3.1.3 Lubricación.....	50
2.3.1.4 Filtro de Aire.....	50
2.3.1.5 Sistema de Enfriamiento.....	51
2.3.1.6. Costos de Mantenimiento Periódicos.....	52
2.4 Comparación De Prestaciones.....	54

CAPITULO III: CONSUMO DE COMBUSTIBLE

3.1 Determinación del consumo de combustible.....	56
3.1.1 Por medición gravimétrica.....	56
3.1.2 Por medición volumétrica.....	57
3.2 Prueba para determinación del consumo de combustible.....	58
3.3 Condiciones de prueba.....	58
3.4 Aplicación de la prueba de carretera.....	59
3.4.1 Sin control.....	64
3.4.2 Con control.....	65
3.5 Rutas y Frecuencias.....	75
3.6 Análisis y Conclusión de los Resultados.....	76

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

4.1 Mantenimiento preventivo en el motor.....	77
4.1.1 Aplicación adecuada del lubricante.....	78
4.2 Mantenimiento preventivo en los sistemas de chasis.....	80
4.3 Mantenimiento en los sistemas de rodaje y neumáticos.....	82
4.3.1 Diagnostico de Fallas.....	85
4.4 Elaborar un plan de manejo en cuanto a conducción y conductores.....	85
4.4.1 Instrumentos de Apoyo.....	86
4.4.1.1 Pedal del Embrague.....	88
4.4.1.2 Palanca de Velocidades.....	86
4.4.1.3 El Acelerador.....	86

4.4.1.4 Pedal de Freno.....	87
4.4.1.5 Freno de Mano.....	87
4.4.2 Equipos de Seguridad.....	87
4.4.2.1 Espejos Retrovisores.....	87
4.4.2.2 Indicadores de Tráfico.....	88
4.4.2.3 La Bocina.....	88
4.4.2.4 Limpiadores de Parabrisas.....	88
4.4.2.5 Las Luces.....	88
4.4.3 Inspección Diaria por Parte del Conductor.....	89
4.4.4 La Conducción.....	90
4.4.4.1 Cambio de Velocidades.....	91
4.4.4.2 Cambios Descendentes.....	91
4.4.4.3 Para Detener el Vehículo.....	92
4.4. 5 El Hábito de la Conducción.....	93
4.4.5.1 Condiciones del Camino.....	93
4.4.5.2 Precauciones al Rebasar.....	93
4.5 Propuesta de nuevas rutas y frecuencias.....	95
4.6 Control en la Capacidad de la Carga.....	95

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Requisitos del Diesel N° 2.....	3
Tabla 1.2. Rangos de Viscosidad.....	6
Tabla 2.1. Características Técnicas 1K.....	29
Tabla 2.2. Características Técnicas 2H.....	31
Tabla 2.3. Características Técnicas 3F.....	33
Tabla 2.4 Costos.....	48
Tabla 2.5 Costos de Mantenimiento Periódico.....	52
Tabla 2.6 Costo en 60 Días.....	53
Tabla 2.7 Prestaciones - Zona 1.....	54
Tabla 2.8 Prestaciones - Zona 2.....	54
Tabla 2.9 Prestaciones - Zona 3.....	55
Tabla 3.1 Prueba de Carretera a 32km- 2H.....	59
Tabla 3.2 Prueba de Carretera a 25km-2H.....	60
Tabla 3.3 Prueba de Carretera a 28km-2H.....	60
Tabla 3.4 Prueba de Carretera a 32km – 1K.....	61
Tabla 3.5 Prueba de Carretera a 25km – 1K.....	61
Tabla 3.6 Prueba de Carretera a 28km – 1K.....	62
Tabla 3.7 Prueba de Carretera a 32km – 3F.....	63
Tabla 3.8 Prueba de Carretera a 25km – 3F.....	63
Tabla 3.9 Prueba de Carretera a 28km – 3F.....	64
Tabla 3.10. Pruebas sin control del consumo de combustible 2H.....	64
Tabla 3.11. Pruebas sin control del consumo de combustible 1K.....	65
Tabla 3.12. Pruebas sin control del consumo de combustible 3F.....	65
Tabla 3.13 Pruebas con control del consumo de combustible 2H.....	65
Tabla 3.14 Pruebas con control del consumo de combustible 1K.....	66
Tabla 3.15 Pruebas con control del consumo de combustible 3F.....	66
Tabla 3.16 Prueba de Carretera – 3F.....	66
Tabla 3.17 Prueba de Carretera – 3F.....	67
Tabla 3.18 Prueba de Carretera – 3F.....	68
Tabla 3.19 Prueba de Carretera – 2H.....	69
Tabla 3.20 Prueba de Carretera – 2H.....	70

Tabla 3.21 Prueba de Carretera – 2H.....	71
Tabla 3.22 Prueba de Carretera – 1K.....	72
Tabla 3.23 Prueba de Carretera – 1K.....	73
Tabla 3.24 Prueba de Carretera – 1K.....	74
Tabla 4.1. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”	78
Tabla 4.2 Características del Lubricante.....	80
Tabla 4.3. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”	81
Tabla 4.4. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”	82
Tabla 4.5. Diagnóstico de fallas de los neumáticos y causas posibles.....	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Resistencia a la rodadura.....	10
Figura 1.2 Neumático con baja presión.....	11
Figura 1. 3. Camber positivo, negativo y cero.....	13
Figura 1.4. Caster positivo, negativo y cero.....	14
Figura 1.5 Convergencia y Divergencia.....	15
Figura 1.6 Diagrama Sankey.....	16
Figura 1.7. Vista general del Motor	19
Figura 1.8. Vista de la Cámara de Combustión.....	19
Figura 1.9. Cámara de combustión - Motor Diesel.....	20
Figura 1. 10. Tiempo de Admisión.....	21
Figura 1. 11. Tiempo de Compresión.....	22
Figura 1.12. Tiempo de Expansión.....	22
Figura 1.13. Tiempo de Escape.....	23
Figura 1.14. Inyección directa.....	25
Figura 1. 15. Inyección indirecta.....	26
Figura 2.1. Sistema de alimentación.....	35
Figura2.2. Filtro de Combustible.....	36
Figura 2.3. Bomba de Inyección de Combustible.....	37
Figura 2.4. Inyector.....	37
Figura 2.5. Inyector de Orificios.....	39
Figura 2.6. Posicionamiento del inyector.....	40
Figura 2.7. Inyector de Tetón.....	41
Figura 2.8. Filtro de Aire.....	42
Figura 2.9. Sistema de lubricación.....	43
Figura 2.10. Sistema de Refrigeración.....	43
Figura 2.11. Bomba de Agua.....	44
Figura 2.12. Termostato.....	45
Figura 2.13. Caja de Cambios.....	46
Figura 2.14. Árbol de Transmisión.....	48
Figura 2.15. Oscilaciones de la Junta Cardánica.....	48
Figura 2.16. Puente Trasero.....	49
Figura 4.1. Mantenimiento Preventivo del motor.....	77

Figura 4.2. Ballesta montada en el Chasis de un vehículo de carga.....	80
Figura 4.3. Pernos de muelle.....	82
Figuras 4.4. Superficie de contacto, Neumaticos a sobrepresión y subpresión.....	83
Figura 4.5. Vehículo en buenas condiciones.....	85
Figura 4.6. Menor consumo de combustible.....	94
Figura 4.7. Carga Vs Consumo de Combustible.....	96
Figura 4.8. Extensiones en los baldes para sobrecarga.....	96
Figura 4.9. Daños de ballestas por sobrecarga.....	97

RESUMEN

Para determinar las características físicas y técnicas del manejo del combustible diesel y analizar las especificaciones técnicas de los vehículos de la compañía TRANS YUMA S.A, se efectúa el cálculo matemático de la capacidad de rendimiento del combustible, empleando diferentes sistemas de pruebas de carretera, logrando obtener con esto un ahorro del diesel hasta un 18 % en cada unidad. La propuesta realizada da claras especificaciones técnicas para llevar correctamente el control del vehículo y aumentando su vida útil de trabajo, logrando un control en la calidad de servicio por parte de los conductores de la compañía.

ABSTRACT

In order to determine the physical and technical characteristics of diesel and analyze the technical specifications of the vehicles of TRANS YUMA S.A. Company a mathematical calculation of the fuel's capacity was carried out by employing different systems of road test, saving of up to 18% of diesel in each unit. The proposal provides clear technical specifications for a proper control of the vehicles and the improvement of their lifespan, achieving quality control of the services by the company's drivers.

Jorge Fidel Castro Sanango

Trabajo de Graduación

Ing. José Fernando Muñoz Vizhñay

Septiembre del 2011

OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS DE LA COMPAÑÍA TRANSYUMA S.A

INTRODUCCION

Este proyecto de grado: “OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS DE LA COMPAÑÍA TRANSYUMA S.A”. Posee el objetivo de dar una visión clara de las funciones que conlleva a lograr un consumo de combustible menor, y así lograr un ahorro de diesel y dinero. En la actualidad el control del consumo de la flota de volquetas de la Compañía, no es efectivo, debido a que existe desorden en las normas y el manejo de las unidades, así como una mala estructuración del mantenimiento de estas, por lo tanto, para darle una solución a este problema se vio conveniente la realización de este proyecto que se desglosa en cuatro capítulos.

En el primer capítulo se identificará el estado del Motor Diesel, control, propiedades, características, y factores del Diesel, enmarcados en una investigación que sustentara una parte del desarrollo de este proyecto. En el segundo capítulo se especifica claramente las características de cada uno de los modelos de esta Compañía, en lo que concierne al funcionamiento del Motor, sus diferentes sistemas: de lubricación, refrigeración, transmisión, etc. Además que se da un análisis comparativo de costos, manteniendo y prestaciones que brindan las unidades.

En el tercer capítulo se tiene un enfoque claro sobre los cálculos matemáticos de la capacidad del consumo de combustible y además se realiza diferentes pruebas de carretera en los vehículos, rutas y frecuencias que emplea la compañía.

En el cuarto capítulo se realiza un Plan de Mantenimiento preventivo aplicable a la Compañía, donde se incluirá los sistemas del chasis, motor, rodaje y neumáticos. Se elabora un manual de manejo en cuanto a conducción y conductores, tomando en cuenta la posibilidad de realizar nuevas rutas y frecuencias. Así como el control de la capacidad de la carga. Este tipo de Plan será una estrategia que a futuro podrá ser implementada para ayudar a controlar el presupuesto de la Compañía y poder llevar un historial de reparaciones, mantenimientos y consumos para su optimización y efectividad.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS, MANEJO Y CONTROL DEL COMBUSTIBLE DIESEL

1.1 DEFINICIÓN DEL DIESEL

Esté combustible se lo conoce como gasóleo o gasoil (15 a 23 átomos de carbono), es un líquido blancuzco o de tono verdoso, con una densidad superior a los 850kg/m³, compuesto fundamentalmente de parafinas y es usado en su mayoría como combustible para motores diesel. Es una mezcla de hidrocarburos que se obtiene a partir de una destilación fraccionada de petróleo a presión atmosférica, con una temperatura que oscila entre los 250°C y 350°C. La refinación de diesel es más sencilla que la de la gasolina y su costo de procesamiento es menor, pero posee mayores cantidades de compuestos minerales y de azufre. Se utiliza como energético en los vehículos equipados con motores diseñados para combustible diesel.

1.1.1 Constitución Principal

Tabla 1.1 Requisitos del Diesel N° 2				
Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	⁰ C	51	-	NTE INEN 1047
Agua y sedimentos	% en volumen	-	0,05	NTE INEN 1494
Residuos carbonosos sobre el 10% del residuo de la destilación	% en peso	-	0,15	NTE INEN 1491
Cenizas	% en peso	-	0,01	NTE INEN 1492
Punto inicial de destilación	⁰ C	180	-	NTE INEN 926
Temperatura de destilación del 90%	⁰ C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37,8 ⁰ C	cSt	2,5	6	NTE INEN 810
Azufre	% en peso	-	0,7	NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	N°3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1498.98. TERCERA REVISIÓN. Productos derivados del petróleo. Diesel. Requisitos.

Está compuesto principalmente por neftalénicos, parafínicos y aromáticos. El número de carbonos es bastante fijo y se encuentra entre C_{10} y C_{22} , éste, debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.1

1.2 PROPIEDADES DEL DIESEL

Son varias las propiedades que definen la calidad del combustible, pero fundamentalmente las siguientes determinan en mayor proporción el rendimiento del motor.

1.2.1 El Azufre

Todos los combustibles Diesel contienen Azufre. Un contenido de este demasiado alto produce desgaste excesivo de los cilindros por la formación de ácidos en el aceite. Los combustibles no deben contener más del 0.5% de Azufre, ya que este contribuye a las emisiones de partículas (PM). La oxidación del dióxido de azufre es el causante del ácido sulfúrico, es el responsable de las emisiones de partículas. Los óxidos de azufre tienen impacto en el ambiente, y es el causante de la lluvia ácida.

1.2.2 Aromáticos

Son moléculas del combustible que contiene al menos un anillo de benceno. Estos afectan la combustión y la formación de material particulado. El contenido de aromáticos influye en la temperatura de la flama y por lo tanto en las emisiones de óxidos de nitrógeno durante la combustión.

1.2.3 Lubricidad

Las bombas de diesel, a falta de un sistema de lubricación externa, dependen de las propiedades lubricantes del diesel para asegurar una operación apropiada. Se piensa que los componentes lubricantes del diesel son los hidrocarburos más pesados y las sustancias polares. Los procesos de refinación para remover el azufre del diesel

tienden a reducir los componentes del combustible que proveen de lubricidad natural. A medida que se reduce los niveles de azufre, el riesgo de la lubricidad inadecuada aumenta.

1.3 CARACTERISTICAS DE LOS COMBUSTIBLES DIESEL

Para lograr un rendimiento óptimo, el combustible en los motores diesel deben cumplir las siguientes características

1.3.1 Peso Especifico

Es la comparación del peso específico de un determinado líquido con respecto al peso específico del agua. Con un peso específico bajo, este se inflamará con solo entrar en la cámara de combustión trayendo como consecuencia un bajo rendimiento del motor, aumentando el ruido en el motor, y se puede presentar deterioros en el pistón. Por lo tanto se emplea un combustible diesel que sea suficientemente pesado de 0,82 a 0,87kg / dm³. Para que el combustible pueda penetrar en la cámara de combustión, e inflamarse en un tiempo adecuado.

1.3.2 Energía Calorífica

El combustible libera calor cuando se quema durante la combustión, (la cantidad de energía calorífica liberada suele medirse en calorías). Una caloría es la cantidad de energía calorífica necesaria para aumentar en 1°C la temperatura de 1gramo de agua. “El diesel N°2 posee aproximadamente 9200kcal” ¹

1.3.3 Fluidez y Punto de Congelamiento

Es la temperatura más baja en la que se solidifica un combustible líquido, el combustible diesel para motores rápidos posee un punto de congelamiento de menos

1. RALBOVSKYE. “Motores Diesel”. Editorial Paraninfo 2000. Pág. 41

34°C, sin perder su viscosidad. Esta temperatura es baja debido a que el combustible diesel trabaja a temperaturas críticas entre -58°C y -46°C de acuerdo a la ASTM-1655, ya que debe circular por tuberías y orificios de diámetros pequeños.

1.3.4 Temperatura de Inflamación

Es una de las características más importantes en el comportamiento de los combustibles empleados para motores de combustión interna, ya que una parte está la dificultad de conseguir elevadas temperaturas que oscilan como mínimo 55°C, según la Norma EN22719-ISO/CD3679, y tiene una gran influencia en la suavidad de la marcha del motor.

1.3.5 Viscosidad

Es la resistencia que presenta un líquido a fluir, esta característica es importante en los combustibles diesel, puesto que es inyectado a través de diferentes orificios. Ésta se mide en grados Engler (°E) o también Centistoke (cSt), es la medida reconocida internacionalmente. En la Tabla 1.2 se puede observar los rangos de viscosidad para el diesel.

Tabla 1.2. Rangos de Viscosidad			
Tipo de Motor	Viscosidad en grados Engler a 38°C		
	Valores Medios	Límite Inferior	Límite Superior
Motores Rápidos (más de 1000 rpm)	1,33 a 2,87	1,1 a 1,47	1,47 a 7,35
Motores Semi - Rápidos (de 500 a 1000rpm)	1,51 a 2,75	1,1 a 1,65	2,75 a 7,35
Motores Lentos (menos de 500rpm)	1,54 a 3,67	1,1 a 2,02	2,75 a 8,08

Fuente: "Motor Diesel: Inyección y combustión". Ediciones CEAC. 1era Edición 1984. Pág. 57

Si el combustible se encuentra con una viscosidad muy elevada se producirá gotas grandes que son difíciles de ser quemadas, con esto se perjudicaría el buen funcionamiento de la bomba de inyección, y los inyectores, esto provocará la disminución de la vida útil de los elementos mecánicos de la bomba de inyección e

inyector, ya que se formarían lacas y gomas en la superficie de los cilindros provocando el pegado de los rines y la obstrucción de los orificios. Si la viscosidad fuera demasiado baja en cambio se dificultaría la lubricación y el enfriamiento de la bomba de inyección, además dificultaría la estanqueidad de los pistones de la bomba de inyección y de los inyectores.

1.3.6 Residuos de Carbón

Una vez realizada la combustión se produce carbonilla en la cámara de combustión, la cantidad de residuo de carbón depende de la calidad del diesel, la volatilidad y las condiciones de trabajo del motor. El combustible que posee una volatilidad baja o un contenido alto de carbón es posible que deje residuos. “Las condiciones de funcionamiento del motor también inciden en la producción de residuos de carbón, en ralentí el motor produce poco calor, pero si se encuentra funcionando en ralentí por demasiado tiempo, el combustible inyectado se calienta y se transforma en carbón, produciendo el taponamiento de los orificios de las toberas de los inyectores además haciendo que los rines se peguen. Con un combustible de alta calidad se impide la formación excesiva de calor y ayuda a cumplir las normas de emisiones”.²

1.3.7 Volatilidad

Es muy importante esta característica ya que los combustibles deben ligarse íntimamente con las moléculas del oxígeno presentes en el aire. En los combustibles diesel esta característica no es muy importante debido a que el diesel es inyectado previamente pulverizado al interior del cilindro, donde ya se encuentra en las condiciones óptimas para su auto-inflamación.

1.3.8 Contenido de Agua

Es un grave problema la presencia del agua en el diesel ya que ésta no se mezcla con el diesel. Si el diesel presenta una tonalidad turbia es una señal que contiene residuos

2. RALBOVSKYE. “Motores Diesel”. Editorial Paraninfo 2000. Pág. 44

de agua, esto produce la corrosión y hielo de los elementos de los sistemas de inyección, produciendo una “lubricación inadecuada de la bomba de inyección y las toberas de los inyectores ya que el agua no posee una buena característica de lubricación”³

1.3.9 Número de Cetano

Es la capacidad que posee un combustible diesel de inflamarse o encenderse de una manera espontánea al ser sometido a condiciones de presión y temperaturas dadas en los motores diesel. Éste es el encargado de medir la calidad de ignición del diesel. Es una medida de la tendencia del diesel a cascabelear en el motor. Por lo general los motores están diseñados para utilizar un índice de cetano entre los 40 y 55, debajo de 38 se incrementa rápidamente el retardo de ignición.

Si el número de cetano es alto, más rápido será la inflamación del combustible al entrar a la cámara de combustión. También indica el porcentaje de cetano que contiene una mezcla de alfa metilnaftaleno y cetano.

Cetano: n hexadecano $C_{16}H_{34}$ NC=1

Alfa metilnaftaleno: NC=0

Si el número de cetano (NC) aumenta el motor arranca perfectamente a bajas temperaturas, no va haber cascabeleo en la combustión y esta se va a mantener regular y suave. El número de cetano depende de las siguientes características, como son: del tamaño, diseño del motor, las variaciones de velocidad y carga, las condiciones atmosféricas y de arranque, el número de cetano por valores superiores a los requeridos por el motor no mejorará significativamente su funcionamiento.⁴

1.3.10 Contenido de Bacterias

El combustible diesel es atacado por hongos y bacterias con más frecuencia en

3. RALBOVSKYE. “Motores Diesel”. Editorial Paraninfo 2000. Pág. 44

4. Tomado de la Norma Técnica Peruana NTP 321.003-2005. Petróleos y Derivados. Diesel. Especificaciones. Tercera Edición. 2005 Pág. 16

climas templados, ya que estas bacterias ingieren diesel y expulsan una sustancia gelatinosa que produce la obstrucción de los elementos del sistema de inyección, además esta bacteria produce un ácido que es muy corrosivo para el sistema de inyección.

1.3.11 Neutralidad

El diesel debe ser neutro, no debe poseer residuos alcalinos, ni ácidos. El punto de acidez viene legalizado por cada país. En lo que concierne al contenido de acidez y residuos es máximos 0.5%.

1.4 FACTORES QUE AFECTAN AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Estos factores son:

1.4.1 Sedimentos en el combustible

Consiste en herrumbre, escamas, tierra, escoria, óxidos, precipitados orgánicos, otros elementos que pueden llegar al combustible una vez salido de la refinería. Éstos pueden eliminarse mediante un sistema de filtrado. Las partículas más pequeñas pueden eliminarse únicamente por sedimentación y separación. Al aumentar la densidad del combustible mayor será el periodo de sedimentación.

A medida que los sedimentos incrementan, la energía disponible del combustible disminuye. El contenido de agua y sedimentos deben controlarse periódicamente, si excede el 0.05% se debe realizar procedimientos especiales de filtración y separación. Los sedimentos más finos atraviesan los filtros y causan desgaste en la bomba de inyección y en los inyectores.

1.4.2 Resistencia por la pendiente de las vías

Depende del peso del vehículo y la pendiente de la carretera, si conducimos por vías que presentan irregularidades muy pronunciadas del terreno, así como también con demasiadas curvas y con falta de mantenimiento de las mismas, esto exige mayor potencia y prestaciones del motor, llevando a esforzarlo y necesitando más combustible para efectuar el recorrido establecido, puesto que los vehículos no presentan un rendimiento del combustible, debido que es efectuado en vías regulares.

El estado de las vías es algo que se debe tomar en cuenta, sin olvidar las condiciones atmosféricas que se presentan en el sector que van a transitar los vehículos, ya que si la vía está mojada el consumo de combustible va a ser mayor, que cuando se circula en una carretera que se encuentra en estado seco y es de condiciones mixtas (asfalto, tierra, lastre).

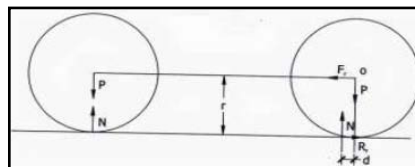
1.4.3 Problemas de los Neumáticos

Los neumáticos tienen problemas frecuentes tales como:

1.4.3.1 Resistencia a la rodadura y Baja Presión

La resistencia a la rodadura (Figura 1.1) es producida por la fricción del neumático con la calzada conforme se flexiona durante el desplazamiento, depende del peso del vehículo, del tipo de calzada, de tipo de neumático y de la presión de inflado.

Figura 1. 1 Resistencia a la rodadura



Fuente: Ingeniería de vehículos, Sistemas y cálculos, Manuel Cascajosa

Todos los neumáticos deben tener la presión de inflado que indica el fabricante, dado que si esta presión es muy baja, puede ocasionar un incremento de consumo de

combustible hasta el 5%, debido al incremento de la resistencia a la rodadura. Si la presión es excesiva a la recomendada los neumáticos van a vibrar con lo que se provoca una mayor vibración y el desgaste de la banda de rodamiento no va a ser homogénea. En los casos de trasladar carga mayor a lo normal se puede agregar 4psi mas de presión a lo que el fabricante indica⁵

Cuando la llanta rueda a baja presión (Figura 1.2) tiene mayor contacto con el suelo, lo cual ocasiona más consumo del combustible y el desgaste acelerado e irregular de la banda de rodamiento, por lo tanto se reduce el tiempo de utilidad. Al incrementar la resistencia de rodamiento se perderá la fuerza generada por el motor. Una llanta inflada por debajo de su presión normal aumenta la resistencia al rodaje y por consiguiente obliga al motor a trabajar más.

Figura 1.2 Neumático con baja presión



Fuente: CONTINENTAL GENERAL TIRE, 2008, mantenimiento de neumáticos

Para verificar la presión de inflado se tiene que realizar con los neumáticos fríos, en su efecto hasta con 2 kilómetros de recorrido, esta comprobación se debe realizar debido a que el aire que se encuentra en el interior del neumático se calienta, provocando un aumento de presión, se recomienda realizar esta comprobación cada semana o por lo menos una vez al mes. Los neumáticos de banda ancha aumenta considerablemente la resistencia del suelo pudiendo significar en ciertos casos un aumento de consumo de combustible de 5lts cada 100km recorridos.⁵

4. CUENCAAIRE. Consejos Técnico para el mantenimiento de su vehículo, ahorro de combustible y reducción de emisiones contaminantes, Pág. 8,9

La resistencia a la rodadura depende de los siguientes factores: velocidad del vehículo, carga transportada en el vehículo, presión de inflado de los neumáticos, tipo de labrado y profundidad de la llanta, temperatura ambiente, superficie del camino, alineación de la dirección y balanceo de los neumáticos. No se recomienda utilizar llantas de diferentes tipos de construcción en un mismo eje, debido a la diferencia en el comportamiento entre neumáticos radiales y los convencionales.

Para seleccionar el tipo adecuado de neumático se debe considerar:

- El tipo de vehículo que se conduce.
- La forma como opera el conductor
- El tipo de clima en donde trabaja la unidad.
- El tipo y las condiciones de camino o vía por la que circula el vehículo

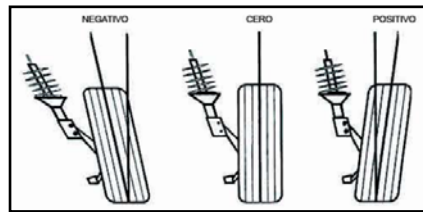
1.4.3.2 Geometría Deficiente

Para obtener una buena alineación en el vehículo, todos los componentes de la suspensión y la dirección deben estar en buenas condiciones y sin desviaciones. Un desgaste desigual en las llantas o en la respuesta de viraje puede significar una desalineación. La alineación de ruedas describe el ángulo en el cual los neumáticos son montados en el vehículo, si está se encuentra defectuosa la conducción es inestable, por lo tanto el desgaste es anormal ocasionando una influencia sobre la operación de la dirección. Este es un factor importante en el desempeño del neumático y en el consumo del combustible, por lo tanto se presenta cada una las direcciones angulares requeridas en los vehículos.

1.4.3.2.1 Camber (inclinación de la rueda)

Es una medida angular que presenta la inclinación de la parte superior de las ruedas, hacia afuera (+) o hacia adentro (-), a partir de la vertical, vista desde el frente del vehículo. (Figura 1.3). Cuando las ruedas delanteras son vistas desde el frente, el ángulo Camber es el formado por la línea central del neumático y una línea perpendicular a la superficie de la pista.

Figura 1. 3. Camber positivo, negativo y cero



Fuente: www.neumaticos.com [20/12/2010]

El camber de las ruedas es medido con precisión, cuando las ruedas están orientadas paralelas a la línea del eje trasero. La función del camber, es distribuir el peso del vehículo sobre la superficie de las llantas para evitar el desgaste desigual en las mismas. Determinada magnitud de camber positivo es generalmente incluida en vehículos en reposo con el objetivo de contrarrestar tendencias a crear camber negativo, mientras que el vehículo está en movimiento debido a la curvatura de las carreteras, peso de los ocupantes, fuerzas creadas por condiciones de superficie de carreteras y otros factores de la geometría de la suspensión. El propósito es lograr “cero camber” de promedio con el vehículo en movimiento (Figura 1.3).

Con el vehículo en movimiento el “camber estático” variará en función del peso (ocupantes y carga) y condiciones del camino debido al sistema de suspensión independiente del tren delantero. La variación es lograda con el desplazamiento, hacia afuera y hacia adentro de la parte superior de las ruedas mientras se mantiene la parte inferior equidistante una de otra para evitar fricción por resbalamiento.

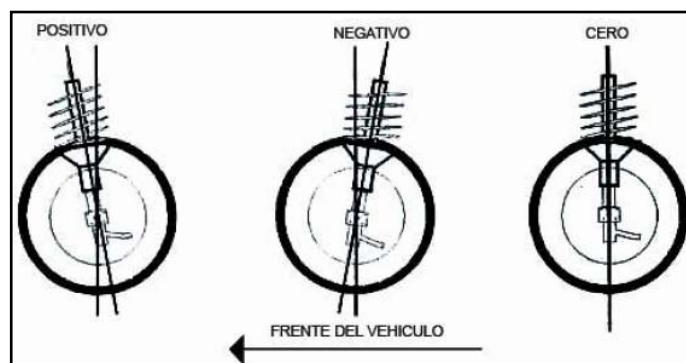
Un desgaste excesivo del borde de las ruedas es generalmente atribuido a ajustes impropios del camber. Dado a que el camber mal ajustado y la rueda desplazándose en línea recta, el lado hacia el cual existe la inclinación tiende a desplazarse más de prisa y a recibir mayor proporción del peso del vehículo. Este es el principal ángulo a controlar para un desgaste regular del neumático.

1.4.3.2.2 Caster (inclinación del soporte del muñón)

Es el ángulo formado por el eje kingpin y una línea perpendicular al suelo cuando el eje kingpin es perpendicular al suelo. La distancia entre los puntos donde estas dos líneas se encuentran en la superficie de la pista es llamada arrastre. Cuando el Caster es grande, las fuerzas de recuperación de las ruedas delanteras llegan a ser grandes, pero si la fuerza es demasiado grande, mayor fuerza de dirección es requerida para dirigir el vehículo.

Caster es la inclinación, con respecto a la vertical del eje de giro hacia delante (-) o hacia atrás (+) medida en grados. El Caster (Figura 1.4) es computado por la relación de cambio de camber en un giro pre-establecido de las ruedas delanteras, mayor precisión se obtiene cuando el giro es simétrico en relación a la línea direccional del eje trasero.

Figura 1.4. Caster positivo, negativo y cero



Fuente: www.neumaticos.com [20/12/2010]

La función del Caster es proporcionar estabilidad direccional y facilitar la dirección, el Caster positivo (Figura 1.4), al proyectar hacia adelante el eje geométrico de giro y establecer el punto de carga adelante del punto de contacto de la rueda sobre el pavimento, imparte a las ruedas la tendencia a mantenerse orientadas con la fuerza direccional del vehículo, aproximadamente hacia adelante.

El “Caster Dinámico”, se produce cuando el vehículo está equipado con llantas con flexión lateral de magnitud considerable o los neumáticos a baja presión. El Caster, a

pesar de que es un ángulo crítico para el control, no es un ángulo de desgaste de llantas.

1.4.3.2.3 Convergencia y Divergencia

La convergencia (Figura 1.5) es cuando la distancia entre la parte anterior de las ruedas es menor que la posterior. Y la divergencia es cuando la distancia entre la parte anterior de las ruedas es mayor que la posterior.

Cuando las ruedas delanteras son vistas desde arriba, la convergencia es el ancho de la distancia entre los neumáticos en el frente comparado al de la parte posterior. Puesto que los neumáticos con camber positivo son abiertos en la parte superior, tienden a abrirse hacia el exterior. La convergencia tiene la función de cancelar las fuerzas hacia fuera que actúan para originar la abertura de los neumáticos al exterior.

Figura 1.5. Convergencia y Divergencia



Fuente: www.neumaticos.com [20/12/2010]

Actualmente se tienen sistemas computarizados que pueden medir el camber, Caster y convergencia, en donde la medición de cada uno de estos se lo realiza mediante sensores que permiten una disposición más exacta.

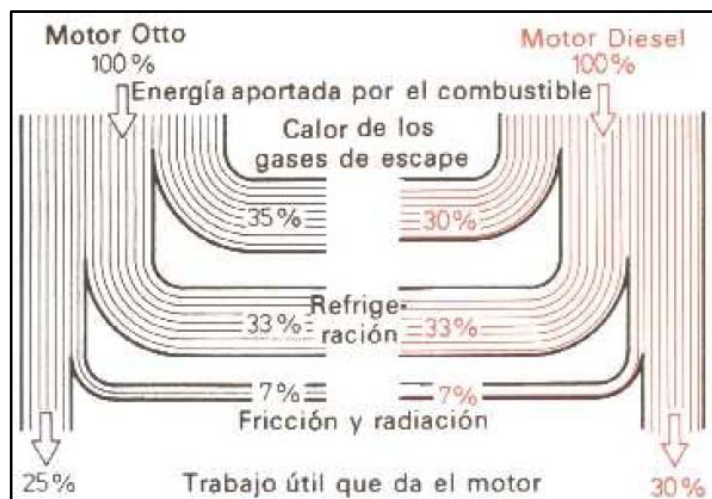
1.4.4 Resistencia aerodinámica

Está depende de la forma y velocidad del vehículo, la presión y la temperatura del aire. Es uno de los factores importantes que inciden en el consumo y comportamiento de los vehículos, ya que al circular un automotor lo realiza en medio de un fluido, y se pone al movimiento del vehículo mediante una resistencia que depende de la forma y la velocidad.

1.4.5 Perdidas por los accesorios del motor

Estas contribuyen significativamente al aumento del consumo de diesel en el vehículo y son el ventilador de enfriamiento, compresor de aire, alternador, servo dirección, tren motriz y perdidas por fricción mecánica. El diagrama de Sankey (Figura 1. 6) muestra en forma global un balance energético a un sistema térmico de combustión, a manera de franjas que representan, según su anchura, la cantidad de energía correspondiente, según su dirección, al destino final de esa energía. Se trata de establecer un balance térmico entre la energía química provista por el combustible y la energía utilizada por el sistema. Un análisis del diagrama de Sankey permite mejorar el rendimiento de un motor.

Figura 1.6 Diagrama Sankey



Fuente: Tesis, Zurita Zaldumbide Gabriela, Creación de un Software Didáctico para el reconocimiento de las prácticas de Motores Diesel, Escuela Politécnica Nacional, Quito 2007

Los componentes necesarios para el diagrama de Sankey son:

- a. Calor añadido – Potencia Teórica: es la energía que idealmente puede entregar el combustible y se le conoce como potencia teórica.
- b. Potencia del motor: Es la fuerza que recibe el pistón cuando ocurre la combustión en el interior del cilindro, multiplicada por la distancia recorrida por el pistón en un determinado periodo. Esta potencia no se aplica totalmente sobre el cigüeñal, se debe a que existen factores como calor, ruido, rozamiento etc., que disminuyen la potencia.
- c. Calor rechazado – Pérdidas: existe la pérdida térmica (refrigeración, lubricación y escape) y la pérdida mecánica (fricción, ruido, etc.)

1.4.6 Formas de conducción de los choferes

Los conductores con su procedimiento y forma de realizar el manejo de las unidades, tienen gran influencia en el consumo del combustible, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- El arranque y paro del vehículo
- La utilización del acelerador
- El uso de las marchas de la forma adecuada.
- La anticipación frente a las situaciones imprevistas.

Para que el vehículo ruede una determinada velocidad, se puede hacer uso de varias posibilidades a elegir en las marchas de la caja de velocidades. Por ejemplo para una velocidad de 30km/h se puede utilizar una 2^{da}, 3^{ra} o 4^{ta} marcha, y acuerdo a esta selección de marcha se obtiene un aumento o disminución de consumo de combustible. Si se realiza conducciones bruscas o a velocidades superiores a los 90 o 100 km/h, el consumo de combustible aumenta de 10% a 20%, y los arranques rápidos queman más combustible.

Las continuas aceleraciones y frenadas aumentan el consumo de combustible, así como se incrementa el desgaste de los neumáticos, los elementos del motor y los del sistema de frenado por lo que es necesario guardar espacio suficiente para detenerse

con suavidad, cambiar de carril en forma segura. La anticipación y la agilidad son la base para realizar una buena conducción.

1.4.7 Sobrecarga

Todos los vehículos vienen diseñados con una capacidad de carga admisible, por lo que no se lo debe sobrecargar debido a que esto afecta al consumo de combustible. Al realizar un mal repartimiento de la carga, puede ofrecer una mayor resistencia al aire e inestabilidad.

La sobrecarga no daña solamente los neumáticos, por ser el único punto de contacto del vehículo con el piso, también dañan transmisión, frenos y carrocería, así como disminuiría la vida útil de las suspensiones de los vehículos.

1.5 ESTRUCTURA DEL MOTOR DIESEL

1.5.1 Motor Diesel

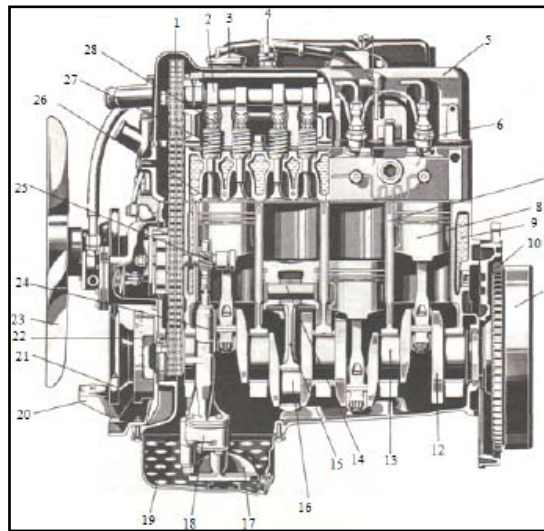
En este motor (Figura 1.7), se emplean combustibles que se inflaman a temperaturas elevadas, como el gasóleo, que se inyecta en el cilindro, en el que se comprime aire solamente y por efecto de la compresión elevada se calienta. De esta manera a medida que va entrando el gasóleo en el cilindro, va inflamándose al contacto con el aire comprimido y caliente que ya está en él. En este tipo de motor (de combustión), no se emplean carburador ni sistemas de encendido, que se sustituyen por sistemas de inyección, que éstos pueden ser de inyección directa e indirecta.

Los elementos del motor que forman su constitución pueden dividirse en los siguientes órganos más elementales:

1.5.1.1 Elementos fijos

Son los que componen la estructura externa del motor (Figura 1.8), cuya misión es la de alojar, sujetar y tapar a otros elementos del conjunto, como: el bloque del motor, la culata (cabeza de cilindros) y su junta, el Carter y su junta, la tapa de balancines.

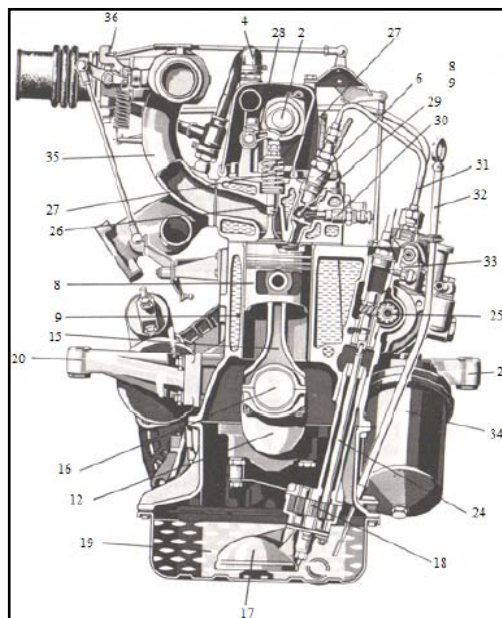
Figura 1.7. Vista general del Motor



FUENTE: CIRIA, Ignacio, Estudio de la combustión en motores diesel, octubre del 2009.

1. Cadena de distribución; 2. Eje de levas; 3. Tapón de las bandas de balancines; 4. Conducto de los vapores del compartimiento de los balancines; 5. Tapa de los balancines; 6. Inyector; 7. Paredes de los cilindros; 8. Émbolo; 9. Cámara de refrigeración; 10. Corona dentada del volante; 11. Volante de inercia; 12. Contra peso del cigüeñal; 17. Prefiltro del aceite; 18. Bomba de aceite; 19. Aceite del cárter; 20. Punto de sujeción del motor al bastidor.

Figura 1.8. Vista de la Cámara de Combustión



FUENTE: CIRIA, Ignacio, Estudio de la combustión en motores diesel, octubre del 2009.

21. Polea del cigüeñal; 22. Marcas de puesta a punto; 23. Ventilador; 24. Eje de accionamiento de la bomba de aceite; 25. Piñón sobre el eje que acciona a las válvulas de inyección, alimentación y refrigeración; 26. Válvula; 27. Muelle de válvulas; 28. Semibalancín; 29. Antecámara de combustión; 30. Bujía de precalentamiento; 31. Tubo que une la bomba de inyección del motor; 32. Varilla del nivel de aceite del cárter; 33. Conjunto bomba de inyección regulador y avance; 34. Filtro de aceite; 35. Conducto de admisión; 36. Difusor del regulador del vacío.

1.5.1.2 Elementos móviles

Son los que se encargan de transformar la energía química del combustible en energía mecánica, como: los pistones, las bielas, el cigüeñal y el volante de inercia.

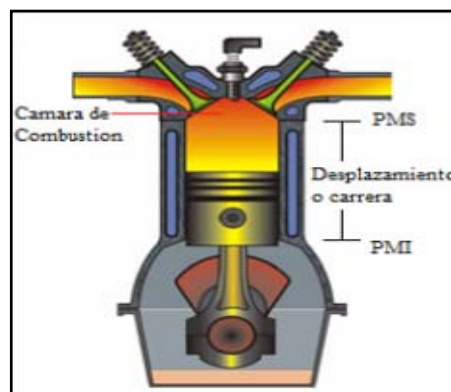
1.5.2 Rendimiento del motor diesel

Todo vehículo que se encuentra en buen estado mecánico permite obtener un ahorro de combustible entre 4 y 5% aproximadamente. Si un filtro de aire se encuentra sucio o deteriorado, disminuye la entrada de aire a los cilindros y provoca el aumento de consumo de diesel por tener una mezcla rica. El filtro debe limpiarse cada 5000km, o intervalos menores dependiendo de los ambientes en los que se encuentra funcionando el vehículo, pero lo más importante es acatar lo que el fabricante recomienda. El sistema de refrigeración debe funcionar en una temperatura adecuada para que el combustible pueda combustionarse correctamente, si esto no sucede aumentarás el consumo de diesel.

1.5.3 Ciclo de Trabajo

En este tipo de motores diesel de cuatro tiempos las válvulas del cilindro determinan el tiempo correspondiente de trabajo controlando el intercambio de gases, las cuales abren o cierran los canales de admisión y de escape del cilindro. (Figura 1.9)

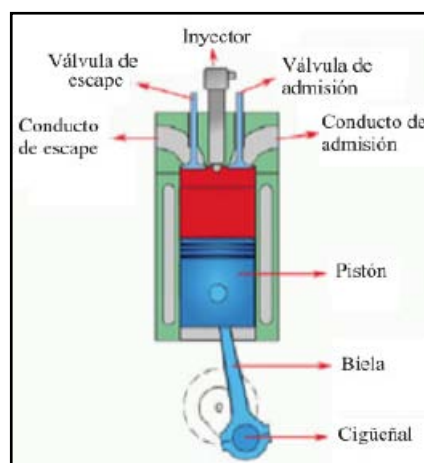
Figura 1.9. Cámara de combustión - Motor Diesel



FUENTE: Tesis, Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.5.3.1 Primer Tiempo: Es el tiempo de Admisión(Figura 1.10), la válvula de admisión está abierta completamente cuando el émbolo pasa por el Punto Muerto Superior(PMS), mientras baja hasta el Punto Muerto Inferior(PMI), creando un vacío en el interior del cilindro y aspirando aire solo. Cuando llega al PMI el cilindro se encuentra lleno de aire a la presión de casi una atmósfera (1kg/cm^2) aproximadamente y a la temperatura ambiente. La válvula de escape ha permanecido cerrada durante todo este tiempo.

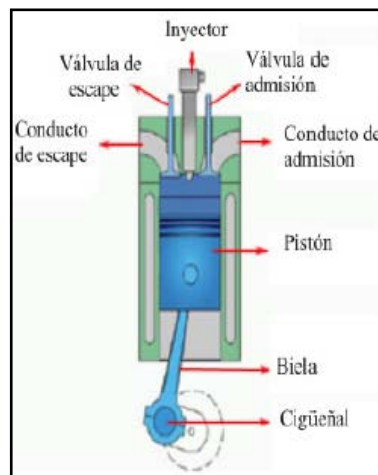
Figura 1. 10. Tiempo de Admisión



Fuente: Tesis, Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.5.3.2 Segundo Tiempo: Es el Tiempo de Compresión(Figura 1.11)y el principio de inyección, en el PMI se cierra la válvula de admisión y al encender el émbolo va comprimiendo al aire que se encuentra en el interior del cilindro, hasta reducir su volumen al de la cámara de combustión y la válvula de escape sigue cerrada. Y al final de la compresión el volumen del aire se reduce de 14 a 23 veces, así como la temperatura y la presión aumentan, la una a más de 60°C y la otra de 30 a 50kg/cm^2 , respectivamente.

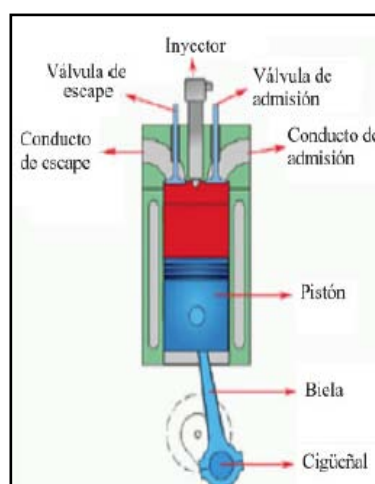
Figura 1. 11. Tiempo de Compresión



Fuente: Tesis, Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.5.3.3 Tercer Tiempo: Es el Tiempo de Expansión(Figura 1.12), luego de obtener el PMS, el émbolo desciende hasta el PMI, las dos válvulas permanecen cerradas, la máxima presión de la cámara se consigue después del PMS. Los gases se expanden y empujan el émbolo o pistón hacia el PMI, transmitiéndole una fuerza a través de la biela que actúa sobre el cigüeñal dándole un nuevo impulso de rotación.

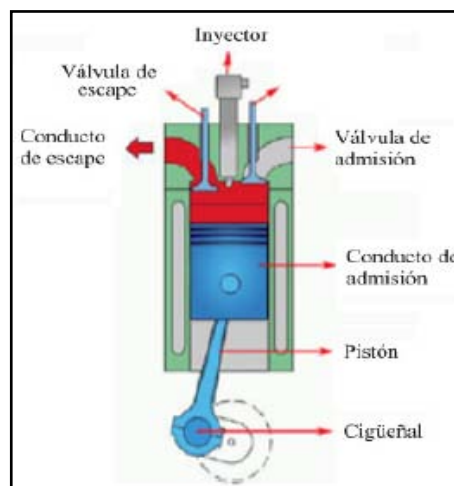
Figura 1.12. Tiempo de Expansión



Fuente: Tesis, Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.5.3.4 Cuarto Tiempo: Es el Tiempo de Escape (Figura 1.13), luego del PMI, el émbolo regresa nuevamente hacia el PMS, expulsando a los gases a través de la apertura de la válvula de escape, que se tiende a abrir antes que termine la carrera de expansión, la válvula de admisión continua cerrada, al llegar el émbolo del PMS empezará un nuevo ciclo. Por lo general en el colector de admisión no hay válvula de mariposa que determine la cantidad de aire que debe de llegar a los cilindros, que dependerá de la aspiración o succión de los pistones, y en los motores sobrealimentados del compresor volumétrico o del turbo –compresor.

Figura 1.13. Tiempo de Escape



Fuente: Tesis, Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

Entonces, tenemos que el ciclo de Diesel está formado por cuatro procesos térmicos:

- 1-2 Compresión adiabática
- 2-3 Aportación de calor a presión constante.
- 3-4 Expansión adiabática
- 4-1 Extracción de calor a volumen constante.

1.5.4 Sistemas del Motor Diesel

Tenemos dividido su funcionamiento en sistemas, los cuales fundamentalmente son:

1.5.4.1 Sistema de distribución

Es el conjunto de piezas que aseguran, en el momento preciso, la apertura y el cierre de las válvulas de admisión y de escape, es decir la entrada y salida de los gases en el cilindro, y por lo tanto de esto dependerá el correcto funcionamiento del motor.

1.5.4.2 Sistema de combustible

Este sistema tiene como finalidad hacer llegar combustible a una determinada presión para la inyección del mismo en diversas condiciones del funcionamiento del motor. En este tipo de motores tenemos tres tipos de circuitos de combustible según sea la posición del depósito, los cuales son:

- Circuito con depósito de salida por gravedad
- Circuito con depósito auxiliar
- Circuito con depósito a nivel inferior

1.5.4.3 Sistema de enfriamiento

Cuando el motor funciona, se llegan a producir temperaturas de hasta 200°C, lo que en algunas ocasiones podría llegar a fundir las piezas metálicas, por lo que es necesario utilizar un sistema de refrigeración capaz de evacuar el calor producido por la combustión. Por lo tanto el calor que se debe impregnar no debe ser mínimo ya que se puede producir dilataciones excesivas y además las temperaturas elevadas hacen que el llenado de los cilindros sea escaso y el aceite de lubricación pierda sus propiedades; tampoco puede ser máximo ya que disminuiría el rendimiento del motor, entonces debería ser aproximadamente un 30%. Las partes que requieren mayor enfriamiento son aquellas que están sometidas a más altas temperaturas como son:

- La culata, especialmente la zona próxima a la válvula de escape.
- Las válvulas con sus asientos y guías.
- Los cilindros debido al roce del pistón.

1.5.4.4 Sistema de lubricación

Este sistema se implementa para evitar el elevado desgaste, recalentamiento y atascamiento de las superficies frotantes; para disminuir el consumo de la potencia indicadora por pérdidas mecánicas del motor y eliminar productos del desgaste. En algunos casos este sistema se aplica para enfriar el fondo del émbolo. Así como también tenemos que el aceite protege las piezas del motor de la corrosión. Esto es necesario para todas las partes móviles que existe en un motor. Por muy eficiente y preciso que haya sido el trabajo de acabado y pulido de las superficies de las piezas metálicas, presenta enormes irregularidades.

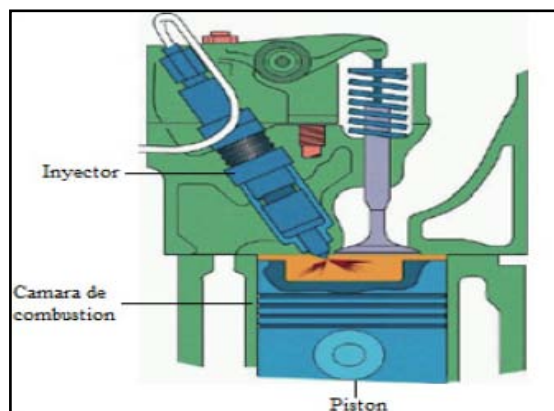
1.5.5 Clasificación de los motores diesel

De acuerdo al tipo de inyección y de cámara empleada en estos motores tenemos dos grupos:

1.5.5.1 Motores de inyección directa o de cámara abierta

Este tipo de motores emplean el sistema de inyección directa (Figura 1.14), donde el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión por un inyector de múltiples orificios, por lo general ésta cámara se encuentra situada en el pistón.

Figura 1.14. Inyección directa

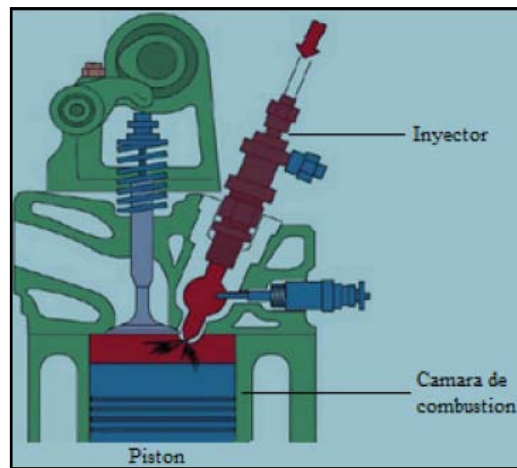


FUENTE: Domínguez Aguilar Oscar Martín, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.5.5.2 Motores de inyección indirecta o de cámara dividida

Aplican el sistema de inyección directa (Figura 1.15), donde se tiene una pre-cámara, en la cual se inyecta el combustible e inicia la combustión aunque no puede realizarse totalmente por falta de aire. Por lo general el inyector es de un solo orificio, opuesto con el conducto estrecho que une la antecámara y la cámara principal de combustión, que es donde termina de realizarse el total de la combustión y que puede encontrarse o no, totalmente en el cilindro.

Figura 1. 15. Inyección indirecta



FUENTE: Domínguez Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

1.6 CONTROL DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

1.6.1 Consumo de combustible en ciudad

Es el combustible que se necesita para recorrer una distancia predeterminada con un vehículo, operando bajo condiciones típicas de tránsito en una zona urbana.

1.6.2 Consumo de combustible en carretera

Es el combustible necesario para recorrer una distancia predeterminada con un vehículo automotor, operando bajo condiciones típicas de tránsito en una carretera.

El consumo de combustible de un vehículo depende de diversos factores, entre los cuales se pueden destacar:

- La calidad del combustible utilizado
- Las condiciones de tráfico en carretera
- La temperatura ambiente
- Forma o estilo de conducción del vehículo
- Estado de conservación del vehículo.

Los valores de consumo normalmente informados para un vehículo, son alcanzados según normas de medición, que establecen determinadas condiciones para los ensayos. Por lo tanto, es normal verificar valores diferentes a los especificados cuando el vehículo está funcionando en diferentes ambientes o condiciones de trabajo.

1.6.3 Consumo de combustible según DIN 70030-2

En este tipo de consumo se realiza en vías en buen estado, secas y que no posean pendientes, en una distancia de 10 km. La velocidad debe estar en $\frac{3}{4}$ de la máxima. En los resultados obtenidos se debe agregar un 10% por las condiciones adversas que se presentan, debido al mantenimiento preventivo, clima, condiciones del camino y forma de conducción.

1.6.4 Consumo específico

“Es la cantidad de combustible que necesita un motor para que en el banco de pruebas funcione una hora con una potencia de 1kw”⁶. Se establece la cantidad de combustible necesaria para que el vehículo trabaje en condiciones de laboratorio. Esto permite la comparación de los consumos específicos de distintos motores, siendo independiente de las condiciones de circulación del vehículo.

5. KINDLER H. y KYNAST H. Matemáticas aplicada para la técnica del automóvil. 8va Edición. Pág. 162.

1.6.5 Conclusiones

Una vez realizado la investigación teórica del combustible diesel, los factores que afectan al mismo, y la estructura del motor diesel se tiene las bases necesarias de su funcionamiento y localización de posibles daños en los vehículos, lo cual servirá como guía para su mantenimiento preventivo y por ende a la edificación del manual de optimización en cuanto a conducción y conductores de la Compañía TRANSYUMA S.A.

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS VEHÍCULOS DE LA COMPAÑÍA TRANSYUMA S.A

2.1 VOLQUETAS 1K, 2H Y 3F

Todos los datos que están recopilados a continuación son de los respectivos manuales de los vehículos de la compañía TRANSYUMA S.A.

2.1.1. Características Técnicas de las Volquetas 1K, 2H, y 3F

Las características de la volqueta 1K, se especifica en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Características Técnicas 1K

MOTOR 	
Marca	Caterpillar 3126 Euro II
Posición	Longitudinal
Alimentación	Turbo Cargado
Desplazamiento	7.2 litros.
Numero de Cilindros	6 en línea
Diámetro por carrera	110 x 127mm
Potencia (SAE)	190/207 hp a 2500 rpm
Torque (SAE)	72.2kg.m (520lb-ft) a 1440 rpm
Relación de compresión	16:1
Combustible ACMP	Freno motor mariposa sobre tubo de escape
Potencia de retardo	160 hp a 2600 rpm
SISTEMA DE LUBRICACION	
Tipo	Flujo Total
Presión de trabajo	60 psi
Filtro de aceite	papel, flujo total y parcial
Enfriador de aceite	tipo plano sobre plato de motor
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
Radiador	Servicio pesado, presurizado ACC, 7 aspas, 610mm
Bomba de agua	Centrifuga

Capacidad de bomba	211 lit./min a 2600 rpm del motor		
Enfocadoradiador	S.I		
TRANSMISION			
Embrague	2 discos secos, cerámico		
Accionamiento	Mecánico		
Diámetro exterior	355.6 mm		
Caja de Cambios	fuller 6305 A manual, 5 Vel y Rev.		
Relación	1A	7.22	
	2A	3.89	
	3A	2.22	
	4A	1.39	
	5A	1.00	
	Rev	7.22	
Capacidad de torque	91kg.m		
Sincronización	1A a 5ª		
Palanca de cambios	al piso		
CARDAN			
Número y tipo	241" 4Tubulares		
	211" 3Tubulares		
	157" 2Tubulares		
Junta universal Cardan	1710 Tubo servicio pesado		
CHASIS			
Bastidor	Canal en U		
Material	SAE J1392-080XLF		
Resistencia de Tensión	95000 psi		
Resistencia a la fluencia	80000 psi		
Elongación	en 2" = 14%		
Dimensiones	Canal en U (245x82x8)mm		
Refuerzo	en L (274x82x10)mm		
Momento de Resistencia a la flexión	Detrás de la cabina a 2239600 lb-in		
SISTEMA DE COMBUSTIBLE			
Bomba	Mecánica rotativa		
SISTEMA DE FRENO			
Delantero	Tipo	Aire 100%	
	Leva	tipo S	
	Dimensión	419.1x177.8mm	
	Área de Frenado	2026cm²	
Posteriores	Leva	tipo S	
	Dimensión	419.1x177.8mm	
	Dimensión de bandas	Primaria	177.8x188.7mm
		Secundaria	177.8x194.3mm
	Área de Frenado	2838cm²	
Freno de Parqueo	Tipo	Neumático de resorte precargado	
	Actuación	Sobre ruedas traseras	
	Localización	Botón en tablero de instrumentos	

	Compresor	368lit/min
LLANTAS Y RINES		
Llantas	10x20.16 lonas	
Rim	20"x8" 5grados	
SISTEMA ELECTRICO		
Batería	12V, 105AH,1500CCA, Cantidad dos	
Alternador	12V, 100amp	
Regulador	Electrónico integrado al alternador	
Motor de Arranque	Delco, serie 37MT	
CAPACIDADES		
Lubricante Motor	14litros sin filtro	
Filtro de aceite	2litros	
Aceite de la transmisión	5.25litros	
Tanque de Combustible	378.6 litros (100galones) tanque estribo	
Sistema de enfriamiento	26 litros.	
PESOS		
Peso vacio total	5325 kg	
Peso bruto vehicular	15900 kg	

Fuente: Datos del Manual de la Volqueta CHEVROLET

Las características de la volqueta 2H, se especifica en la Tabla 2.2:

Tabla 2.2. Características Técnicas 2H

MOTOR 	
Tipo	JO8C-TI
Posición	Longitudinal
Alimentación	Turbo cargado POSTENFRIADO
Tipo de Inyección	Directa
Desplazamiento	7.2 litros.
Numero de cilindros	6 en línea
Numero de válvulas	3 por cilindro
Diámetro por carrera	110x127mm
Potencia (SAE)	250hp a 2200 rpm
Torque (SAE)	800lb-pie a 1440 rpm
Revoluciones Máximas	2400 rpm
Relación de compresión	16:1
SISTEMA DE LUBRICACION	
Flujo total	Presurizado
Bomba de aceite	Engranes
Presión de trabajo	60psi
Enfriador de aceite	Tipo plato

SISTEMA DE REFRIGERACION		
Radiador	Servicio pesado, presurizado, aluminio	
Ventilador	7 aspas, 660mm de diámetro, metal con embrague de ventilador	
Capacidad de Bomba	56 galones a 2400 rpm del motor	
CAJA DE CAMBIOS		
Tipo	EATON FS 8209BBE, 9 velocidades	
Patrón de cambio	Rango bajo (Low)	1,2,3,4 REVERSA
	Rango alto (High)	5,6,7,8
Capacidad de torque	800 lb-ft	
SUSPENSION DELANTERA		
Tipo	Ballesta en eje rígido	
Numero de Hojas	6 hojas por lado	
Amortiguadores	IDRA, TELESCÓPICOS, doble acción	
Capacidad Resortes	624 kg	
Tipo de Eje	Reserved ELLOT	
Capacidad de Eje	5443 kg	
Barra estabilizadora	S.I	
SUSPENSION TRASERA		
Tipo	Ballesta en eje rígido	
Numero de hojas de resorte	5 principales, 5 secundarias, 1 auxiliar	
Capacidad de resortes	1650 kg	
Eje	EATON 23080T, Doble velocidad	
Capacidad de eje	19436 kg	
Relación de eje	4.88/6.65:1	
Accionamiento Bajo	Neumático	
CHASIS		
Bastidor	Canal en C	
Material	SAE 1027 Tratamiento térmico	
Resistencia Tensión	125000 psi	
Resistencia a la Fluencia	110000 psi	
Elongación	2"=12%	
Soldabilidad	No permitida	
Dimensiones	Canal en C 274x76x10mm	
Refuerzo	En L (256.5x76x6)mm	
SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
Tipo	equipado con turbo e inter-enfriado de 6 cilindros	
Árbol de levas	en línea y enfriado por agua	
sistema de combustión	inyección directa con EGR	
Bomba de inyección	Control electrónico tipo del riel común	
Tanque de combustible	200 litros.	
Acondicionado	Pre filtro de combustible y sedimentador	

SISTEMA DE FRENO		
Tipo	Meritor Q plus Aire 100%	
Delanteros	leva	Tipo S
	Dimensión	(16.5x5) plg
	Área de frenado	314plg ²
Posteriores	leva	Tipo S
	Dimensión	(16.5x7) pulgadas
	Área de frenado	880plg ²
Freno de Parqueo	Tipo	Mecánico
	Actuación	Sobre ruedas traseras
	Localización	Botón en tablero de instrumentos
	Compresor	12.2 ft ³
LLANTAS Y RINES		
Llantas	11x22.5 lonas	
Rim	(22.5x8.25)" 5 discos de acero	
PESOS		
Peso vacio total	6484,14 kg	
Peso Bruto vehicular	26408 kg	

Fuente: Datos del Manual de la Volqueta HINO

Las características de la volqueta 3F, se especifica en la Tabla 2.3:

Tabla 2.3. Características Técnicas 3F

MOTOR 	
Marca	5.9L Cummins ISB
Posición	Longitudinal
Alimentación	Turbo Cargado
Desplazamiento	5884cc
Numero de Cilindros	6 en línea
Potencia (SAE)	205 hp a 2300 rpm
Torque (SAE)	72.2kg.m (520lb-ft) a 1600 rpm
Combustible	Diesel
SISTEMA DE REFRIGERACION	
Radiador	Servicio Pesado y presurizado
Ventilador	9 aspas, plástico
Embrague de ventilador	EATON 660

TRANSMISION		
Tipo	EATON FS-6306-A, 6 velocidades sincronizadas	
Relación de Transmisión	1A	9.01
	2A	5.27
	3A	3.22
	4A	2.04
	5A	1.36
	6ª	1
	Rev	8.63
Embrague	Hidráulico ajustable con disco de cerámica	
Diámetro	356.6mm	
SUSPENSION DELANTERA		
Tipo	Eje rígido de acero forjado con perfil I	
Capacidad de eje	5443 kg	
Numero de hojas de ballestas	10	
Amortiguadores	Telescópicos de doble acción	
SUSPENSION TRASERA		
Tipo	eje rígido con ballestas	
Eje	Meritor-de 2 velocidades-electro neumático	
Capacidad de eje	10443 kg	
Relación de eje	5.57/7.60:1	
Numero de ballesta principal	9	
Numero de hojas de ballesta auxiliar	4	
CARDAN		
Numero	17.5"	
SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
Tipo	Alta presión, inyección directa y electrónica	
Bomba de inyectores	BOSCH VP44	
Tanque de combustible	2 tanques con 374 litros de capacidad	
Filtro de combustible	2 en serie, reemplazables (con separador de agua)	
Filtro de aire	Seco reemplazable	
SISTEMA DE FRENOS		
Tipo	Aire con circuito dual con tambor delantero y trasero	
Delantero	Dimensiones de bandas	Aire con tambor (16.5x4)"
Posterior	Dimensiones de bandas	Aire con tambor (16.5x7)"
Freno de motor en el escape	Accionamiento electro-neumático	
LLANTAS Y RINES		
Llanta	(11x20)"-16pr (lonas)	
Rim	(20x8)"- tipo ISO- con 10 agujeros	
PESOS		
Peso vacío total	5670 kg	
Capacidad de carga	10026 kg	
Peso bruto vehicular	15876 kg	

Fuente: Datos del Manual de la Volqueta FORD

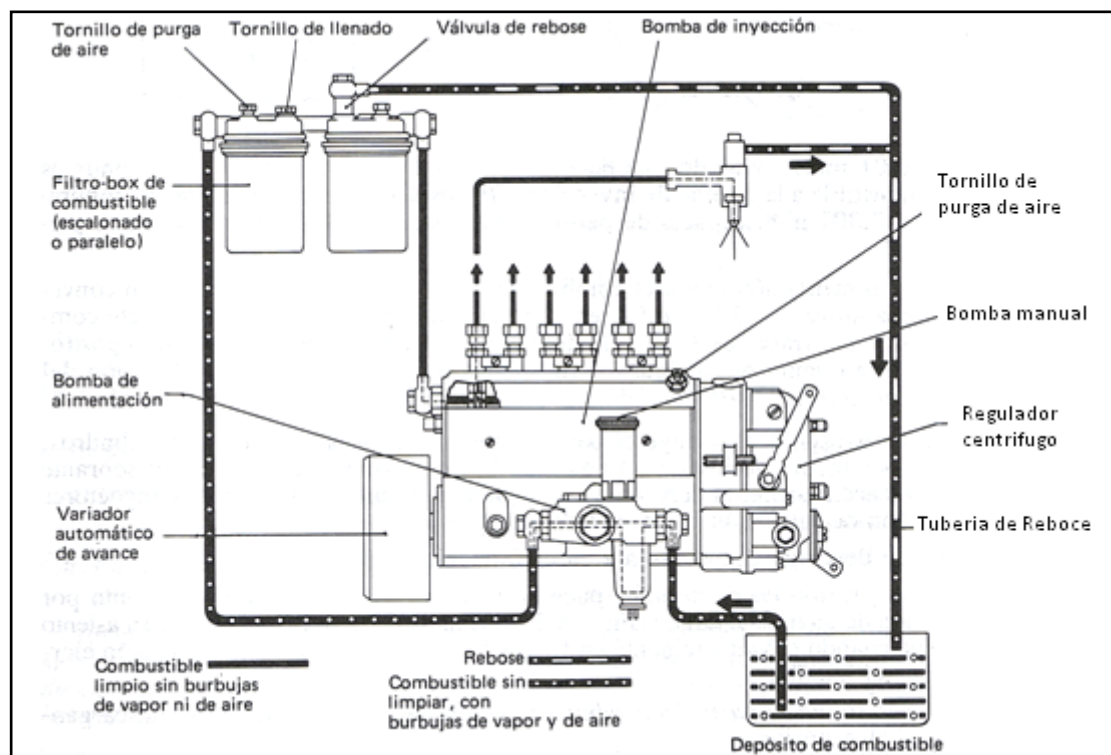
2.1.2 Sistema de Alimentación de Combustible

Este se encarga de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, consta de dos circuitos (Figura 2.1):

El circuito de baja presión es el encargado de enviar el combustible desde el depósito a la bomba de inyección, pasando antes por diferentes elementos

El circuito de alta presión es el encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser ingresado a la cámara de combustión, está compuesta por la bomba de inyección y los inyectores.

Figura 2.1. Sistema de alimentación



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

a) Tanque de Almacenamiento

Es donde se almacena el combustible para su utilización, están fabricados de material anticorrosivo y en casos necesarios se construyen tanques auxiliares de materiales ignífugos.

b) Cañerías

Son rígidas, de latón o cobre, con una forma interior debidamente estudiado por el fabricante. No deben encontrarse próximas a los tubos de escape ya que el combustible no debe calentarse demasiado, debido a que se formarían pequeñas bolsas de gasoil evaporado que actuarían como si la bomba o los inyectores no estuvieran desairados. Para proteger la bomba de las impurezas que contiene el combustible, es necesario que el tubo que va del depósito a la bomba de alimentación esté ligeramente inclinado hacia el depósito. Se tiene que evitar la inclinación hacia la bomba.

c) Filtro de Combustible

La función principal de este (Figura 2.2), es la de proteger de suciedades a los inyectores y al regulador de combustible, así como al resto de elementos del sistema de alimentación, es prácticamente el único elemento del sistema de inyección que está expuesto a un mantenimiento y recambio periódico, ya que los otros han sido contruidos para un funcionamiento de largo periodo.

Figura2.2. Filtro de Combustible

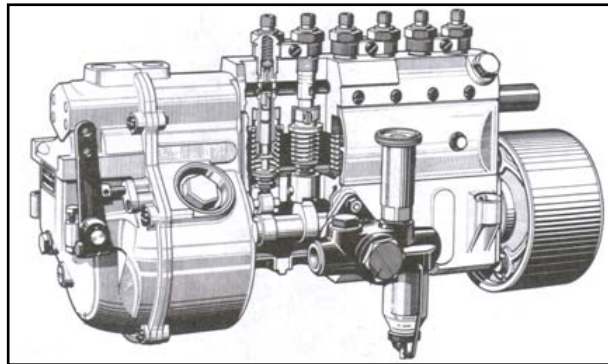


Fuente2.2: Tesis, CEPEDA, N. Sistematización del Mantenimiento del Equipo, Riobamba, 2006

d) Bomba de Inyección de Combustible

Es la encargada de dar la presión necesaria para que en ningún momento el sistema tenga espacios de aire y el funcionamiento del motor pueda fallar. Estas pueden ser eléctricas o mecánicas (Figura 2.3).

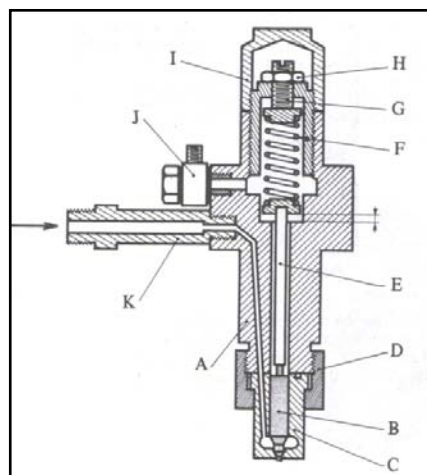
Figura 2.3. Bomba de Inyección de Combustible



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

e) Inyectores

Figura 2.4. Inyector



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

La misión es la de realizar la pulverización de la pequeña cantidad de combustible y de dirigir el chorro de tal modo que el combustible sea esparcido homogéneamente por toda la cámara de combustión (Figura 2.4). Estos son unos elementos muy solicitados, lampeados conjuntamente cuerpo y aguja, este juego de acoplamiento tiene que tener un orden de 2 a 4 micras, pues de lo contrario se produciría fugas de combustible, disminuyendo el caudal a inyectar. Además trabajan a presiones muy elevadas de hasta 2000 aperturas por minuto y a unas temperaturas de entre 500 y 600°C.

Como se puede observar en la Figura, el inyector va fijada a la cámara de combustión por medio del porta-inyector, que está formado por el cuerpo A, al que se fija el inyector propiamente dicho, llamado también Tobera, constituido por el cuerpo C y la Aguja B. la tuerca D realiza esta unión. Al interior del porta-inyector se aloja la varilla E, aplicada contra la aguja B, por la acción del muelle F, cuya fuerza es regulable por medio del tornillo G y contratuerca H.

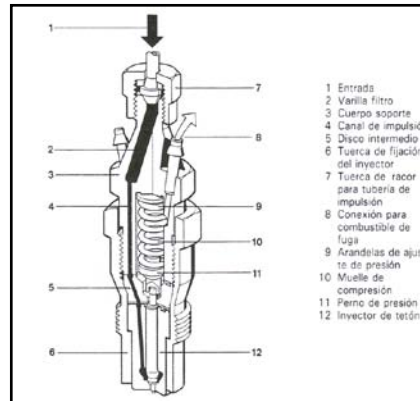
El combustible ingresa al porta-inyector por el conducto K, y pasa al inyector a través de una canalización lateral. El sobrante de combustible circula alrededor de la varilla empujadora E para salir por el canal J, que lo lleva la deposito a través del circuito de retorno. La presión del inyector se la puede regular en la parte superior de éste, mediante la acción del muelle F, ya que mediante el Tornillo G se puede regular, el sistema está protegido por el tapón I.

f) Tipos de Inyectores Diesel

Debido a los diferentes tipos de la realización de la combustión y a la versatilidad de las cámaras donde se produce ésta, la forma, la fuerza de penetración y pulverización del chorro de combustible proporcionado por inyector están adaptados a las condiciones específicas del motor. De esta manera se distingue dos tipos esenciales de inyectores: los de orificio y los de tetón.

➤ Toberas de Orificio

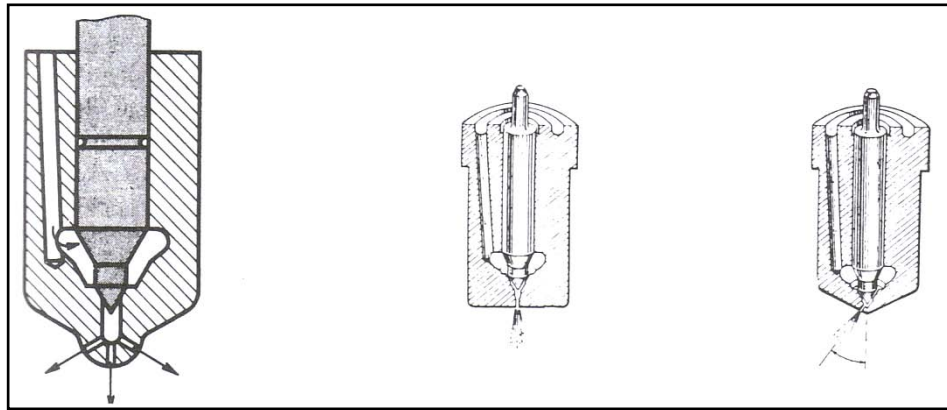
Figura 2.5. Inyector de Orificios



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

Produce una pulverización bastante fuerte y se abre con presiones elevadas de 150 a 200 atmosferas, lo que condiciona su aplicación casi exclusiva a los sistemas de inyección directa, la aguja de este tipo de tobera posee dos secciones cónicas, de las cuales una es responsable del levantamiento y la otra de la estanqueidad. Generalmente disponen varios orificios de salida del combustible con la orientación adecuada de cada uno de ellos, dependiendo de la cámara de combustión. En los de orificio único, pueden disponerse lateralmente en lugar de estar centrado, en algunas ocasiones el inyector no está situado en posición vertical en la cámara combustión, sino inclinado, lo que implica un posicionamiento determinado para que el orificio lateral de salida de combustible quede orientado convenientemente (Figura 2.5).

Figura 2.6. Posicionamiento del inyector



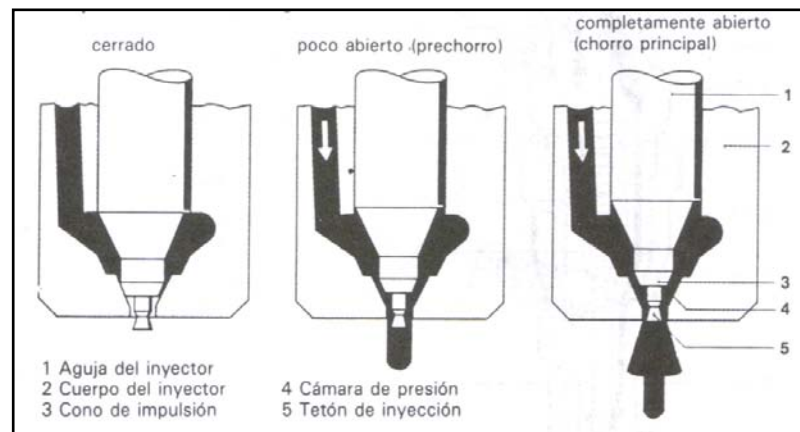
Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

➤ Toberas de Tetón o Espiga

Se utiliza generalmente en motores de inyección indirecta, con pre-cámaras de inyección, donde la presión de apertura oscila entre 110 y 135 atmosferas. En este caso la aguja esta provista en su extremo de un tetón con una forma cilíndrica o cónica, que posibilita la formación de un pre-chorro (Figura 2.7), de manera que al comienzo de la apertura se deja un pequeño espacio en forma de anillo, que permite salir muy poco combustible (efecto estrangulador). A medida que aumenta la apertura, por medio de la presión de inyección la sección de paso aumenta, hasta que la final de la carrera de la guja se inyecta la dosis apropiada de combustible.

El efecto estrangulador que se provoca en este tipo de tobera, asegura una combustión más suave y un funcionamiento uniforme del motor, debido a que el aumento de presión del combustible es progresivo. Además el desplazamiento del tetón en el orificio de la tobera arrastra la calamina que puede depositarse allí, auto-limpiando el orificio de salida de combustible, lo que evita posibles desviaciones del chorro en su funcionamiento.

Figura 2.7. Inyector de Tetón



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

También existen los inyectores electrónicos, los cuales se diferencian de los mecánicos, debido a que en su funcionamiento no necesitan de una bomba mecánica ya sea lineal o rotativa, este tipo de inyector se caracteriza porque su activación se base en sistemas electrónicos, consiguiendo una mejor presión a la hora de inyectar el combustible y se simplifica el sistema de inyección.

2.1.3 Sistema de Alimentación de Aire

La mayoría de los motores diesel poseen un sobre alimentador el mismo que está compuesto por una turbina impulsada por los gases de escape, la cual impulsa a un rotor de compresor del tipo centrífugo. El compresor generalmente está ubicado entre el purificador de aire y el colector de admisión del motor, mientras que la turbina está ubicada entre el colector de escape y el silenciador.

2.1.3.1 Filtro de Aire

Es él encargado de limitar el paso de impurezas del aire, las cuales pueden causar graves daños en el motor (Figura 2.8).

Figura 2.8. Filtro de Aire



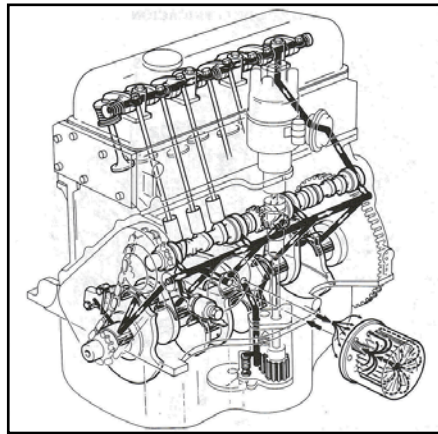
Fuente: Tesis, CEPEDA, N. Sistematización del Mantenimiento del Equipo, Riobamba, 2006

2.1.4 Sistema de Lubricación del Motor

La mayoría de usuarios piensan que el aceite lubricante sirve solo para lubricar el motor, reduciendo las pérdidas y el desgaste del mismo al valor más bajo posible (Figura 2.9). Pero este tiene además las siguientes funciones:

- Lubrica las partes móviles, para reducir las pérdidas de potencia a causa del rozamiento.
- Colabora con la refrigeración de las diversas partes actuando como refrigerante
- Amortigua y absorbe los choques en los cojinetes y otras partes del motor.
- Forma una especie de cierre estanco entre los segmentos del pistón y paredes del cilindro.
- Mantiene limpias las diversas partes del motor arrastrando el polvo y otras partículas extrañas.

Figura 2.9. Sistema de lubricación

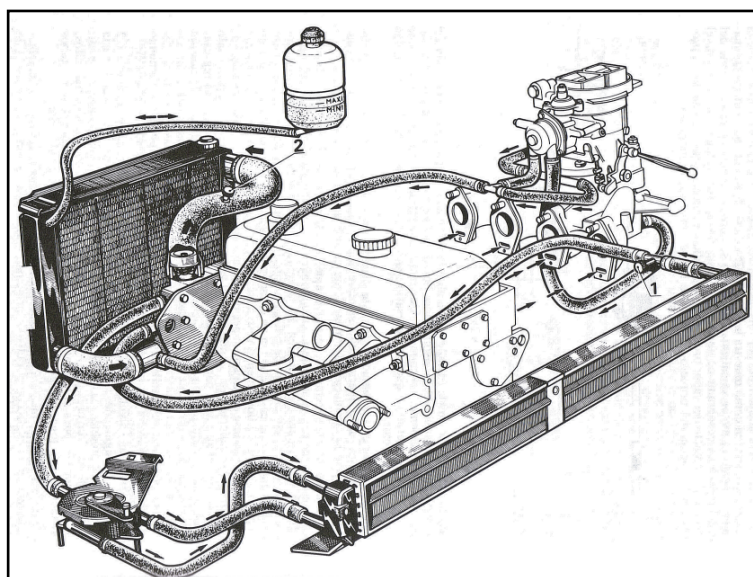


Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

2.1.5 Sistema de Refrigeración

El objetivo de este sistema (Figura 2.10) es mantener la temperatura del motor dentro de un rango aceptable. Por lo cual es conveniente trabajar a temperaturas lo más próximas posibles a las máximas admisibles por el aceite. La excesiva refrigeración de las paredes del cilindro, así como de la culata, pueden llevar a un descenso en el rendimiento térmico del motor. Una vez que el motor ha alcanzado su temperatura de funcionamiento normal, este sistema empezará a actuar.

Figura 2.10. Sistema de Refrigeración



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

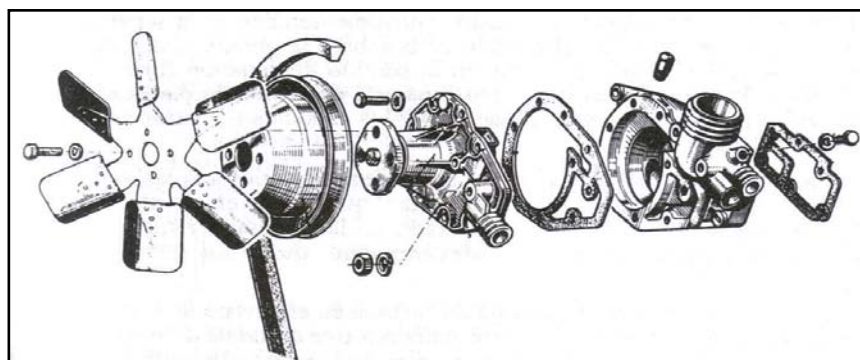
2.1.5.1 Radiadores

Están diseñados para disipar el calor, consiste en un tanque superior y otro inferior unidos por medio de tubos o conductos para proveer una mayor superficie de disipación. Los núcleos del radiador son de dos tipos: tubular y de colmena. El tubular es el más utilizado porque es fácil de limpiar y menos propenso a obstruirse con materias extrañas, además tiene menos juntas soldadas y por lo tanto es de construcción fuerte.

2.1.5.2 Bomba de Agua

Son generalmente centrifugas impulsadas con una correa y que realizan el movimiento del ventilador (Figura 2.11), a la vez, si esta no es eléctrica. Estas pueden tener paletas curvas o rectas, están montadas en el extremo del bloque del cilindro, próximo a la parte superior delantera del motor. Las bombas modernas requieren muy poca atención, en la mayoría de los casos duran tanto como el motor, al cabo de muchos kilómetros pueden presentar fugas, se recomienda remplazar todo el conjunto, antes que buscar remplazar los sellos u otro tipo de arreglo.

Figura 2.11. Bomba de Agua



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

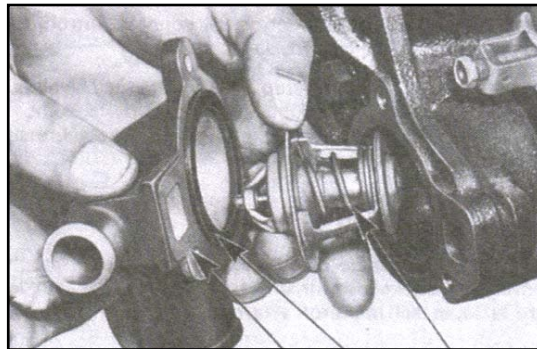
2.1.5.3 Tapas de Radiador

Son válvulas de seguridad diseñadas para sellar el sistema y que la presión no exceda cierto valor predeterminado por el fabricante. El funcionamiento bajo presión provee una temperatura más alta para el motor, mejorando su potencia y economía.

2.1.5.4 Termostato

Es el dispositivo (Figura 2.12) empleado para la regulación de la temperatura del sistema de refrigeración. Su función es dejar pasar un cierto volumen de líquido y abrirse a una temperatura determinada, se utiliza dos tipos de termostatos: los de fuelle y los de capsula. Para lograr un correcto funcionamiento del termostato, la capsula o fuelle deben mantenerse siempre del lado de la salida de agua del motor. Generalmente están diseñados para que la válvula comience a abrirse a los 83°C del agua de refrigeración y alcance su plena apertura a los 92°C , con una separación de la válvula sobre su asiento de 8mm aproximadamente. Estos valores de tarado difieren de unos a otros, en función de las características del circuito de refrigeración

Figura 2.12. Termostato



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

2.1.5.5 Ventiladores

Son colocados detrás del radiador, con la finalidad de proveer aire de enfriamiento al panel del radiador cuando el motor está en funcionamiento (Figura 2.11). Son de determinado número de aspas de acuerdo para cada vehículo, diseñados por el fabricante. En muchos casos se encuentra montado en el mismo eje de la bomba, estando impulsados por el mismo eje que mueve la bomba.

2.1.6 Sistema de Transmisión

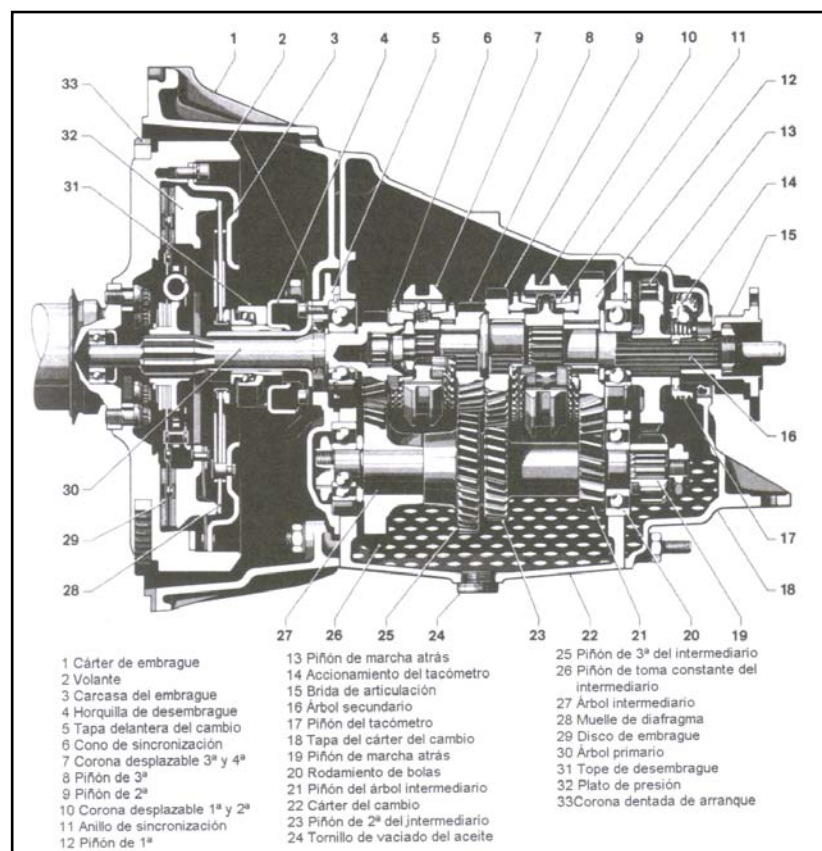
Su función es la de transmitir el giro desde la caja de velocidades al puente trasero o par de reducción (Figura 2.14). Está formada en la mayoría de los casos por dos

tubos de acero unidos entre sí por medio de juntas elásticas, que también se dispone en la salida de la caja de velocidades y en la toma de movimiento del puente trasero. Las juntas de unión de transmisión permiten las oscilaciones del puente trasero durante la marcha. A este mecanismo van unidas las ruedas, que le transmite las oscilaciones que sufren a causa del deslizamiento sobre el suelo, con el rodar del vehículo.

a. Caja de Cambios

Está formada por engranajes, logrando que el motor funcione a una velocidad suficiente y suministre la fuerza requerida para todas las operaciones del vehículo (Figura 2.13). Después que el vehículo entra en movimiento a una velocidad satisfactoria se utilizan varias series de piñones des-multiplicadores para que el vehículo siga moviéndose a ésta velocidad.

Figura 2.13. Caja de Cambios



Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

b. Embrague

Está situado entre el motor y la caja de velocidades, realiza a voluntad del conductor el acople entre el motor y las ruedas, pudiendo así mismo desacoplarlos con lo que el motor gira en vacío. La misión del embrague es la de cortar o transmitir el giro desde el motor hasta la caja de velocidades y de allí a las ruedas, a voluntad del conductor, para que el vehículo pueda desplazarse o permanecer detenido con el motor en marcha, así como para efectuar el cambio de relación en la caja de velocidades, sin necesidad de parar el motor. El embrague debe ser lo suficientemente resistente para poder transmitir todo el esfuerzo de rotación del motor (par motor) a las ruedas y lo bastante rápido y seguro, para efectuar el cambio de relación en la caja, sin que la marcha del vehículo sufra un retraso apreciable, además debe reunir las cualidades de ser progresivo y elástico.

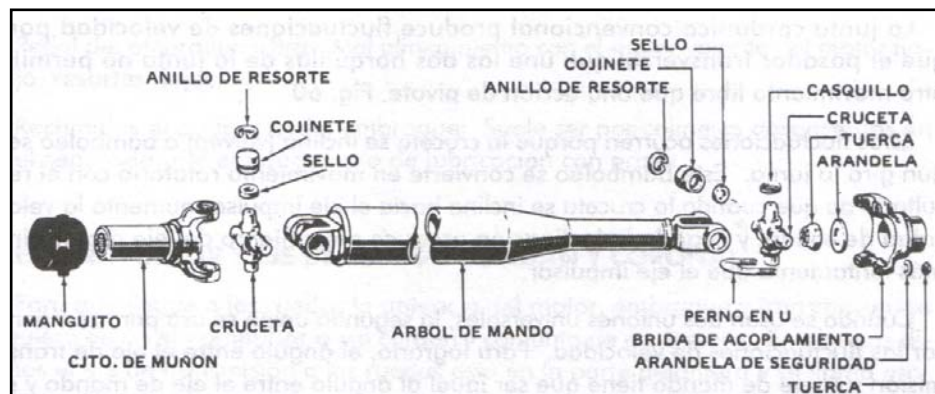
c. Alineación de la Transmisión

La alineación de la transmisión y del eje de la caja del volante del motor debe verificarse siempre, pues podría ser la causa de que la transmisión desgrane y tenga un desgaste excesivo del buje pilote, cojinetes de desembrague ruidoso, o duración excesiva del tiempo del embrague.

d. Cardán

Para que llegue a las ruedas la potencia del motor, embrague y transmisión se requiere de un eje propulsor o eje cardán, en la mayoría de los diseños el motor con el embrague y la caja de cambios están montados en la parte delantera del vehículo y un cardán lleva la potencia al eje del mando a la parte trasera. Esto se logra por medio de dos uniones universales o juntas cardánicas, o crucetas como también se llaman en el mercado (Figura 2.14). Fundamentalmente se coloca una cruceta en cada extremo del eje propulsor. Una cruceta es un acoplamiento flexible entre dos ejes, permiten que un eje impulse a otro a un mismo ángulo.

Figura 2.14. Árbol de Transmisión



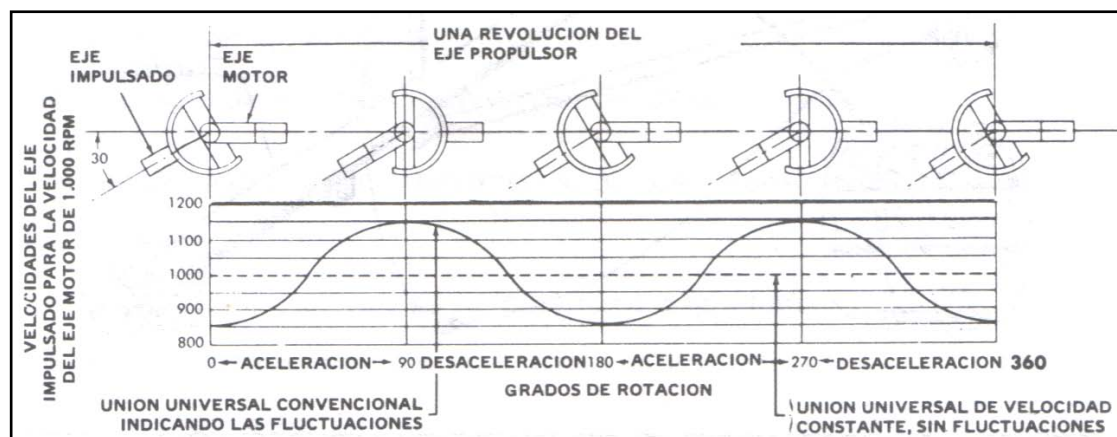
Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

e. Uniones Universales

Transmite fuerza siendo variable el ángulo entre los ejes. La junta cardánica convencional produce fluctuaciones de velocidad porque el pasador transversal que une las dos horquillas de la junta no permite otro movimiento libre que una acción de pivote (Figura 2.15).

Estas fluctuaciones ocurren porque la cruceta se inclina o bambolea según gira la junta. Este bamboleo se convierte en movimiento rotatorio con el resultado de que cuando la cruceta se inclina hacia el eje impulsor aumenta la velocidad de salida, y cuando la inclinación produce alejamiento del eje motor gira más lentamente que el eje impulsor.

Figura 2.15. Oscilaciones de la Junta Cardánica

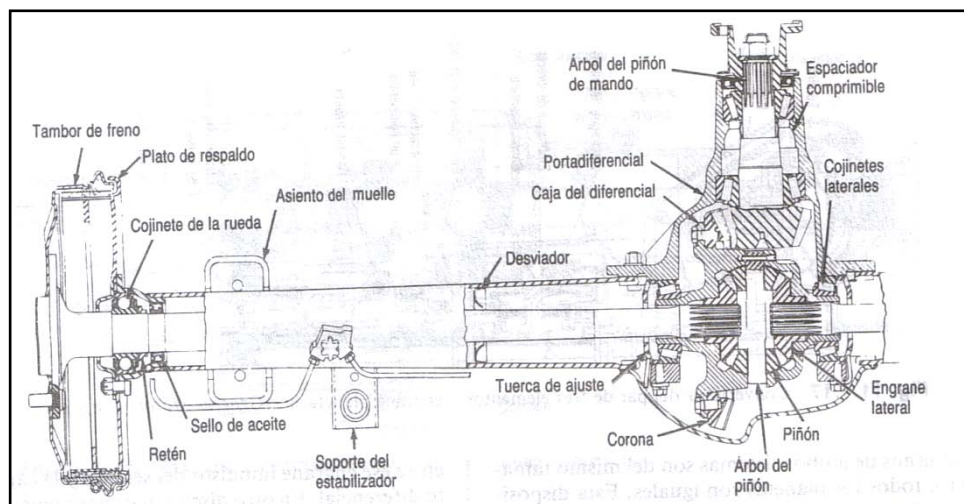


Fuente: J.M. Alonso., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo

f. Puente Trasero

Comprende los mecanismos de par cónico o grupo piñón – corona y diferencial (Figura 2.16). El giro del motor comunicado al puente trasero por medio del árbol de transmisión, tiene que aplicarse a las ruedas situadas en un eje perpendicular al de éste, por lo que ha de cambiarse el giro a un ángulo de 90^0 , lo cual se consigue por medio del piñón cónico y la corona. El piñón cónico o piñón de ataque recibe el movimiento del árbol de transmisión y lo comunica a la corona, que por medio del mecanismo diferencial (formado por los planetarios y satélites), lo pasa a los palieres y a las ruedas.

Figura 2.16. Puente Trasero



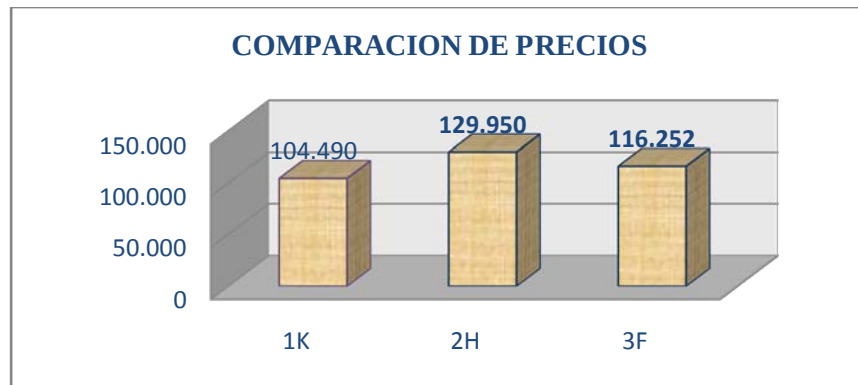
Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico, ISBN 970-10-0661-5 Obra Completa, Printed en México 2002, por McGraw-Hill, Inc.

2.2 COMPARACIÓN DE COSTOS

En la Tabla 2.4 se indican los costos obtenidos de cada unidad que posee la Compañía TRANSYUMA S.A

Tabla 2.4 Costos

MARCA	COSTO
1K (2008)	\$104.490
2H (2009)	\$129.950
3F (2008)	\$116.252



Como se ha podido observar en cada una de las especificaciones técnicas, los precios varían de acuerdo a su caja de transmisión, la capacidad de carga y el rendimiento del combustible por kilómetro recorrido. Como por ejemplo la Volqueta 2H tiene un mayor costo debido a que su caja de transmisión es más eficiente y tiene mayor capacidad de carga y además consume menos combustible. En cambio la 1K, tiene un menor costo debido a que su caja de transmisión es sencilla de 5 velocidades, tiene menor capacidad de carga y tiene mayor consumo de combustible especialmente en las zonas empinadas.

2.3 COMPARACIÓN DE MANTENIMIENTO

Como se observa en la Tabla 2.5 los costos de mantenimiento en las unidades de la Compañía TRANSYUMA, son más altos en la volqueta 2H debido a un mayor consumo de aceite en su caja y corona, en los filtros de combustible y aire. En cambio en las volquetas 1K y 3F su mantenimiento es similar ya que sus accesorios tienen iguales características en capacidad y consumo.

2.3.1 MANTENIMIENTO

Por lo cual se puede tomar como referencia los intervalos que recomiendan los manuales del propietario que los mismos fabricantes proporcionan en cada vehículo. Un buen mantenimiento puede disminuir el consumo de combustible en un 10% además de que tendrá mejor respuesta de su vehículo, seguridad y eficiencia.

Los factores que afectan el consumo de combustible, son aquellos que influyen en:

- a) la resistencia a rodamiento (en las llantas)
- b) las pérdidas por fricción (en el motor y en la transmisión)
- c) el desempeño "performance" del vehículo.

2.3.1.1 Llantas

Las llantas infladas a la presión recomendada por el fabricante, reducen la resistencia al rodamiento y por lo tanto el consumo de combustible, además de que disminuyen el desgaste y son más seguras. El chequeo de la presión de inflado debe realizarse cuando la llanta esta fría o sea antes de haber recorrido cuando mucho 2 km. Es recomendable hacer este chequeo cada semana o por lo menos una vez al mes.

2.3.1.2 Frenos

Los frenos mal ajustados ("demasiado calibrados") incrementan el consumo de combustible y sufren un mayor desgaste por lo tanto es necesario checarlos regularmente. Este sistema debe tenerse mucho cuidado en su mantenimiento para evitar accidentes graves y pérdidas materiales.

2.3.1.3 Lubricación

La lubricación del vehículo es fundamental para el buen funcionamiento del mismo, los baleros de las ruedas, las crucetas, la transmisión, el diferencial y el motor, deben ser lubricados con los grados correctos de aceite o grasa recomendados por el fabricante. De esta manera se reduce el desgaste y el manejo será más suave.

2.3.1.4 Filtro de Aire

Cuando un filtro de aire está tapado restringe la entrada de aire provocando un aumento de consumo de combustible.

El filtro debe limpiarse según lo recomienda el fabricante, generalmente debe cambiarse en cada afinación.

2.3.1.5 Sistema de Enfriamiento

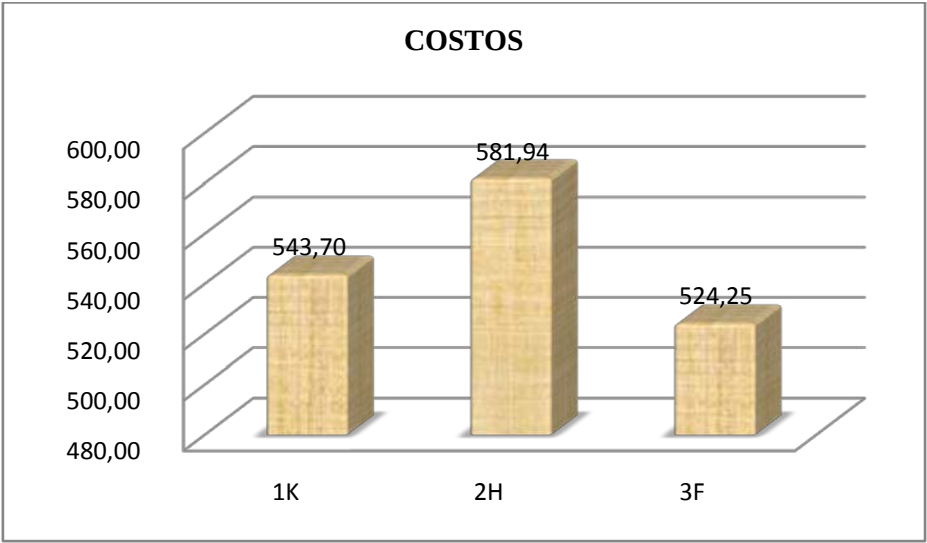
El motor debe funcionar a una temperatura adecuada para que pueda quemar eficientemente el combustible, de lo contrario quemará una cantidad mayor. Si el motor tarda en "calentarse" deberá checar el termostato, ya que esto además de provocar un sobreconsumo de combustible puede afectar al motor gravemente.

Del sistema de enfriamiento deben ser revisadas principalmente las mangueras del radiador, posibles fugas y cambiar por lo menos una vez al año el líquido refrigerante.

2.3.1.6. Costos de Mantenimiento Periódicos

Tabla 2.5 Costos de Mantenimiento Periódico

VEHÍCULOS	Llantas	ACEITES/ GALÓN			FILTRO Aceite	FILTRO PRIMARIO		FILTRO SECUNDARIO		Ballestas Hoja,prin	Bujes ballestas frontal	Bujes ballestas posterior	Holgura Válvulas Calibración	TOTAL P. UNIT
		Motor (20W40)	Caja (20w50)	Corona (20W90)		Combustible	Aire	Combustible	Aire					
1K	\$ 420	\$ 19,45	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 54,00	\$ 25,00	\$ 20	\$ 25,00	\$ 15	\$ 72,00	\$ 15	\$ 15	\$ 60,00	\$ 770,45
2H	\$ 460	\$ 19,45	\$ 25,60	\$ 25,60	\$ 50,00	\$ 45,00	\$ 40	\$ 20,00	\$ 20	\$ 85,00	\$ 15	\$ 20	\$ 80,00	\$ 905,65
3F	\$ 420	\$ 19,45	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 54,00	\$ 25,00	\$ 20	\$ 25,00	\$ 15	\$ 72,00	\$ 15	\$ 15	\$ 60,00	\$ 770,45

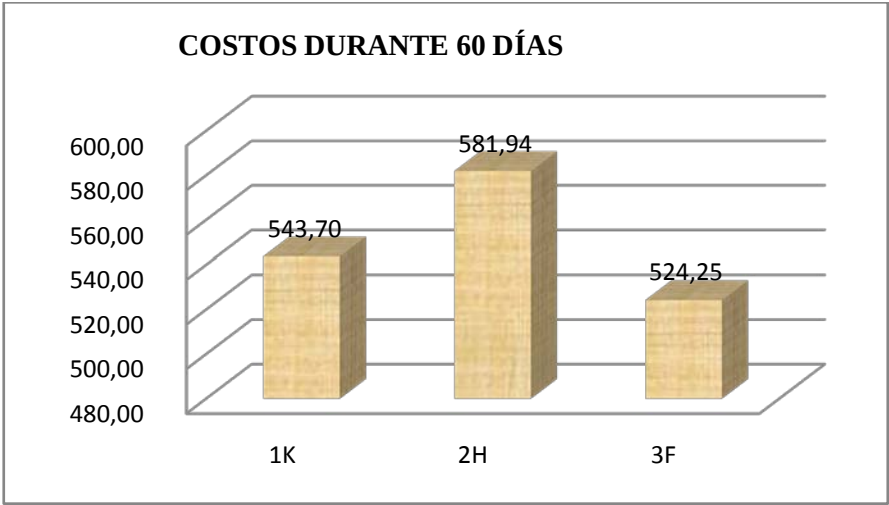


Este tipo de mantenimiento es el más básico que se da durante el año. Por lo tanto la Tabla 2.6 muestra el mantenimiento real que se da en el vehículo cada 60 días, en especial en el aceite, los filtros, ballestas y bujes, los cueles tienden a cambiarse en este periodo.

En la parte del aceite del motor, La 1K lleva 6 galones, en cambio la 2H lleva 3,75 galones y la 3F lleva 5 galones.

Tabla 2.6 Costo en 60 Días

	Aceite/ Galón	FILTRO	FILTRO PRIMARIO		FILTRO SECUNDARIO		Ballestas	Bujes	Bujes	Refrigerante/ galón	TOTAL C/60DIAS
VEHÍCULOS	Motor (20W40)	Aceite	Combustible	Aire	Combustible	Aire	Hoja,prin	ballestas frontal	ballestas posterior		
1K	\$ 116,70	\$ 54,00	\$ 25,00	\$ 20	\$ 25,00	\$ 15	\$ 72	\$ 90	\$ 90	\$ 36	\$ 543,70
2H	\$ 72,94	\$ 50,00	\$ 45,00	\$ 40	\$ 20,00	\$ 20	\$ 85	\$ 90	\$ 90	\$ 39	\$ 581,94
3F	\$ 97,25	\$ 54,00	\$ 25,00	\$ 20	\$ 25,00	\$ 15	\$ 72	\$ 90	\$ 90	\$ 36	\$ 524,25



Como se puede observar en las gráficas, las volquetas 2H, tienen un costo mayor en su mantenimiento, pero se debe considerar que está tiene un mejor rendimiento en cuanto a trabajo en carretera, especialmente en zonas empinadas.

2.4 COMPARACIÓN DE PRESTACIONES

De acuerdo a los datos recopilados en la investigación de la prueba de carretera (Anexo 3.1), y datos brindados por la Compañía de sus unidades, las volquetas 2H son las de mayor uso cuando se trata de dar servicio a zonas altas y que requieran mayor cantidad de material pétreo, ya que estas consumen menor combustible en estas zonas, en cambio las volquetas 1K, y 3F son utilizadas en zonas planas y de acceso vehicular caótico y de senderos pequeños, ya que estas son de menor tamaño, así como también de menor capacidad en lo que se refiere en la carga.

Como se podría observar en los datos estadísticos realizados en tres zonas, en lo cual en la zona 1 se trata del recorrido del Descanso, Zona 2 es del sector de El Corte y la Zona 3 es el sector de Tabacay.

Tabla 2.7 Prestaciones - Zona 1

ZONA 1: DESCANSO	
1K	35%
2H	30%
3F	35%

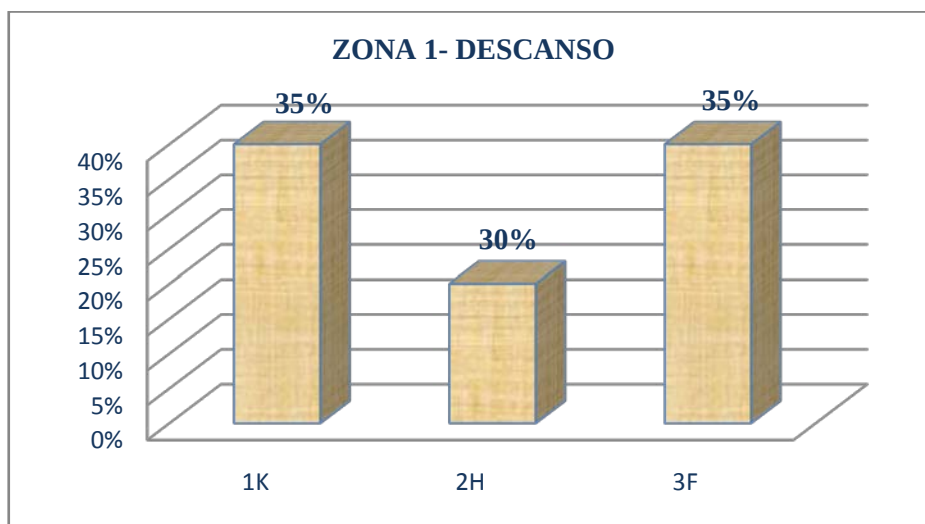


Tabla 2.8 Prestaciones - Zona 2

ZONA 2: EL CORTE	
1K	40%
2H	20%
3F	40%

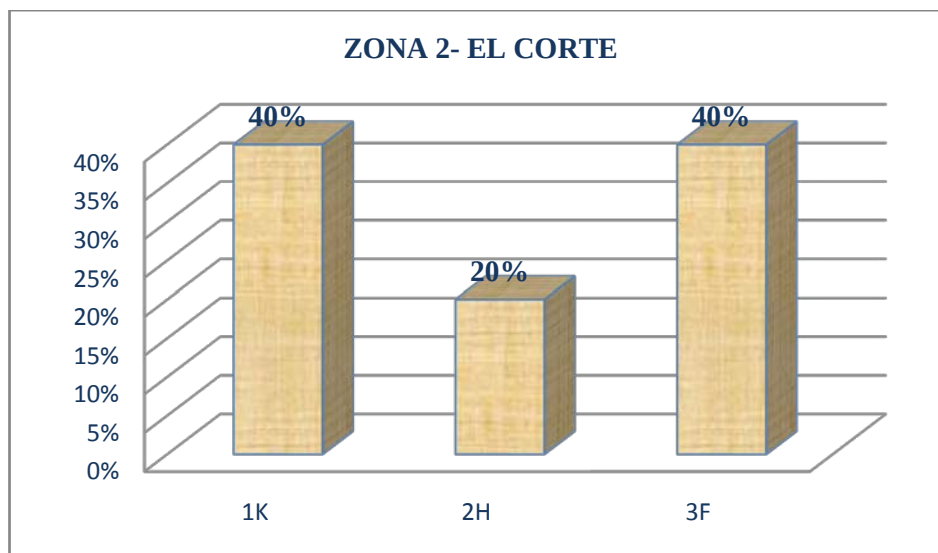
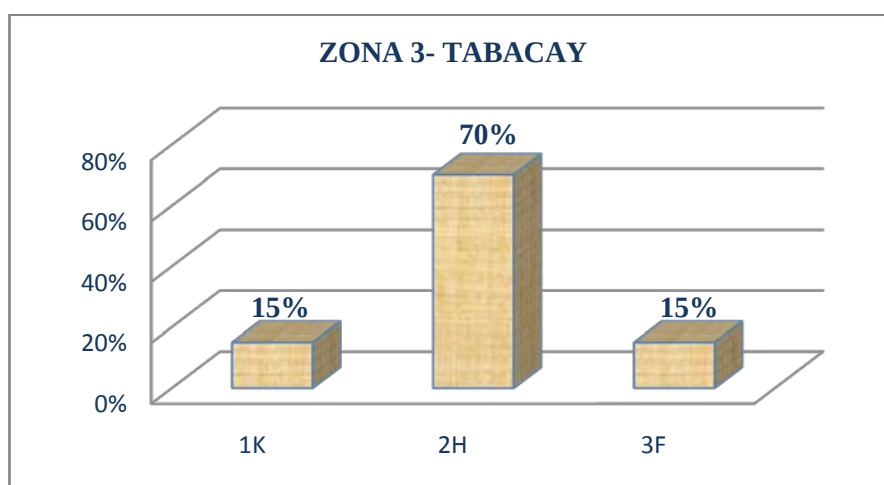


Tabla 2.9 Prestaciones - Zona 3

ZONA 3: TABACAY	
1K	15%
2H	70%
3F	15%



2.5 Conclusiones

En este capítulo se puntualizó las características técnicas, año de fabricación y marcas de los vehículos de la Compañía TRANSYUMA S.A, además los principales sistemas que poseen cada uno de ellos, con el fin de realizar un análisis del costo de mantenimiento entre estos, y las prestaciones de optimización de combustible.

CAPITULO III

CONSUMO DE COMBUSTIBLE

3.1 Determinación del consumo de combustible

El consumo de combustible, según la norma DIN 70 030, se puede determinar con tres procedimientos, uno con el ciclo de marcha de circulación en ciudad, y a dos velocidades de carretera constante, de 90km/h y 120km/h, respectivamente como máximo (la norma nos indica que la velocidad debe estar en $\frac{3}{4}$ de la máxima), las leyes de velocidad que rigen en las carreteras de la ciudad de Azogues oscila entre los 40 y 90 km/h.

Los consumos a velocidad constante pueden determinarse por ensayo sobre rodillos o en carretera, siendo en este caso la segunda opción la elegida, ya que en Ecuador existen este tipo de equipos con costos elevados para realizar estos ensayos. El trayecto de pruebas tiene que tener como mínimo 2km de largo y la pendiente no debe ser tan pronunciado con una pendiente no mayor a 30 grados.

El consumo de combustible (C) se da en litros/km o en litros por cada 100km de recorrido.

3.1.1 Por medición gravimétrica

$$C = \frac{m}{\delta \cdot S} \cdot 100 \quad [\text{litros}/100\text{km} \rightarrow \text{un litro por cada } 100\text{km}] \text{ Ecuación 3.1}$$

Dónde:

m, Peso de combustible consumido [kg].

δ , Densidad del combustible [kg/litro] en las condiciones de referencia.

S, Distancia recorrida [km].

3.1.2 Por medición volumétrica

$$C = \frac{V[1 + \alpha(20 - t_v)]}{S} \cdot 100 \quad [\text{litros}/100\text{km}] \text{ Ecuación 3.2}$$

Dónde:

V, Volumen de combustible consumido en litros.

α , Coeficiente de dilatación del combustible ($\approx 0,001/^{\circ}\text{C}$).

t_v , Temperatura del combustible [$^{\circ}\text{C}$].

S, Distancia recorrida [km].

El consumo de combustible se mide en tramos de prueba relativamente planos de 10km o más de longitud, en ambas direcciones. Hay que recorrer el trayecto lo más uniformemente posible, con una velocidad de 80km/h. El vehículo debe ir cargado con la mitad de la carga útil.

Por lo tanto:

$$C = 1,1 \frac{V}{S} \cdot 100 \quad [\text{litros}/100\text{km}] \text{ Ecuación 3.3}$$

Dónde:

V, Volumen de combustible consumido en litros.

S, Distancia recorrida [km].

1.1, Factor de seguridad para tener en cuenta las circunstancias desfavorables del tráfico normal de carretera.

Nota: Para realizar la medición del consumo de combustible en el vehículo se optó por este procedimiento donde se toma como referencia la velocidad del vehículo y el volumen del combustible consumido.

3.2 Prueba para determinación del consumo de combustible

Para realizar esta prueba en carretera se escogieron los tramos que utiliza la compañía para traer su material pétreo que es, de la zona 1 (trayecto Azogues – la Josefina - Azogues) 32km, de la zona 2 (Azogues-el Corte-Azogues) de 25 km y la zona 3(Azogues-Tabacay-Azogues) que consta de un trayecto de 28km, lo cual se realizó con y sin control, teniendo en cuenta las condiciones de prueba.

Con control corresponde a las pruebas realizadas con un odómetro en cada una de las unidades, refiriéndose a tener una distancia exacta.

Sin control es realizar sin ningún instrumento de medida, utilizando la cantidad del surtidor de combustible consumido en el recorrido.

3.3 Condiciones de prueba

- El combustible utilizado es diesel, este se utiliza normalmente en este tipo de vehículos.
- Vehículo limpio, con los cristales cerrados con el fin de mejorar la aerodinámica y reducir de esta forma las resistencias externas del vehículo.
- Todos los neumáticos inflados correctamente y con la presión con la que recomienda el fabricante, por ejemplo en el caso de la volqueta 2H, se requiere una presión de aire máxima de 900 kpas. ya que esta influye en la resistencia a la rodadura.
- La cantidad de pasajeros del vehículo recomendada, con la finalidad de que la carga sea la misma en este caso son tres.
- Las condiciones climáticas similares, se realizó en un ambiente seco, sin lluvia con una temperatura promedio de 20°C y en carretera mixta, es muy importante puesto que la densidad del aire que influye en el llenado de los cilindros y en la resistencia a la marcha producida por el aire.

- Conducción de los vehículos por el mismo piloto para evitar el cambio de estilo de conducción.
- Una velocidad promedio de 80km/h cuando se realiza la prueba sin control.

3.4 Aplicación de la prueba de carretera

Las primeras pruebas de carretera se la realizó primero en la Volqueta 2H, con una velocidad promedio entre 40 y 90 km/h, para lo cual se escogió un tramo aproximado de 32km en un terreno plano, en donde se utilizó las velocidades necesarias que requería el vehículo y se verificó que este se mantenga en los límites ya preestablecidos, esto en lo que concierne en la Zona 1.

Cabe indicar que al realizar esta prueba existe un margen de error aproximado de 10km/h.

Los datos obtenidos en la realización de las pruebas tenemos (Tabla 3.1):

Tabla 3.1 Prueba de Carretera a 32km- 2H

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	49	32	0,76	1.076
Con control (odómetro)	40	49	32	0.62	0.87

El ahorro de combustible, para la zona 1, se obtiene en porcentaje, de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro del combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.62}{0.76} \right] \%$$

$$\text{Ahorro del combustible} = 18\%, \quad \text{volqueta 2H, zona 1}$$

Para la Zona 2, la misma velocidad promedio, con un tramo de 25km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Prueba de Carretera a 25km-2H

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	41	25	0,59	0.83
Con control (odómetro)	40	41	25	0.48	0.68

El ahorro de combustible, para la zona 2, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.48}{0.60} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 18,6\% \text{ volqueta 2H, zona 2}$$

Para la Zona 3 la misma velocidad promedio, con un tramo de 28km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Prueba de Carretera a 28km-2H

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	45	28	0,66	0.94
Con control (odómetro)	40	45	28	0.53	0.75

El ahorro de combustible, para la zona 3, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.53}{0.66} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 19.7\% \text{ volqueta 2H, zona 3}$$

La segunda prueba se realizó mediante la Volqueta 1K, con una velocidad promedio entre 40 y 90 km/h, para lo cual se escogió un tramo aproximado de 32km en un

terreno plano, en donde se utilizó las velocidades necesarias que requería el vehículo y se verificó que este se mantenga en los límites preestablecidos, esto en lo que concierne en la Zona 1.

Cabe indicar que al realizar esta prueba existe un margen de error de aproximadamente 10km/h.

Los datos obtenidos en la realización de las pruebas tenemos en la Tabla 3.4:

Tabla 3.4 Prueba de Carretera a 32km – 1K

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	49	32	0,80	1.13
Con control (odómetro)	40	49	32	0.66	0.93

El ahorro de combustible, para la zona 1, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.66}{0.80} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 17,5\% \text{ volqueta 1K, zona 1}$$

Para la Zona 2 la misma velocidad promedio, con un tramo de 25km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Prueba de Carretera a 25km – 1K

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	41	25	0,62	0.88
Con control (odómetro)	40	41	25	0.51	0.72

El ahorro de combustible, para la zona 2, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.51}{0.62} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 17,4\% \text{ volqueta 1K, zona 2}$$

Para la Zona 3 la misma velocidad promedio, con un tramo de 28km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Prueba de Carretera a 28km – 1K

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	45	28	0,76	1,08
Con control (odómetro)	40	45	28	0.63	0.88

El ahorro de combustible, para la zona 3, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.63}{0.76} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 17.1\% \text{ volqueta 1k, zona 3}$$

La tercera prueba de carretera se la realizó mediante la Volqueta 3F, con una velocidad promedio entre 40 y 90 km/h, para lo cual se escogió un tramo aproximado de 32km en un terreno plano, en donde se utilizó las velocidades necesarias que requería el vehículo y se verificó que este se mantenga en los límites ya preestablecidos, esto en lo que concierne en la Zona 1.

Cabe indicar que al realizar esta prueba existe un margen de error de 10km/h.

Los datos obtenidos en la realización de las pruebas tenemos en la Tabla 3.7:

Tabla 3.7 Prueba de Carretera a 32km – 3F

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	49	32	0,79	1.12
Con control (odómetro)	40	49	32	0.65	0.91

El ahorro de combustible, para la zona 1, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.65}{0.79} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 17.7\% \text{ volqueta 3F, zona1}$$

Para la Zona 2, la misma velocidad promedio, con un tramo de 25km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.8).

Tabla 3.8 Prueba de Carretera a 25km – 3F

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	41	25	0,62	0.87
Con control (odómetro)	40	41	25	0.51	0.71

El ahorro de combustible, para la zona 2, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.51}{0.62} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 17.8\% \text{ volqueta 3F, zona2}$$

Para la Zona 3 la misma velocidad promedio, con un tramo de 28km en un terreno mixto, con los límites preestablecidos (Tabla 3.9).

Tabla 3.9 Prueba de Carretera a 28km – 3F

PRUEBA	Velocidad promedio	Tiempo (min)	Distancia (km)	Consumo (galones)	Consumo (valor USD)
Sin el control	40	45	28	0,71	1.00
Con control (odómetro)	40	45	28	0.58	0.81

El ahorro de combustible, para la zona 3, se obtiene en porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro de combustible} = 100\% - \left[\frac{100 \cdot 0.58}{0.71} \right] \%$$

$$\text{Ahorro de combustible} = 18.3\% \text{ volqueta 3F, zona 3}$$

3.4.1 Sin control

Se Llena por completo el depósito de combustible del vehículo y recorriendo el tramo determinado, que al finalizar el recorrido se llenó nuevamente el depósito en el mismo surtidor, procediendo a anotar los datos correspondientes del volumen de combustible consumido con su costo. El mismo procedimiento se efectúa activado al control de consumo.

Para las diferentes pruebas de la volquetas 1k, 2H, y 3F se toman los valores de las tablas correspondientes y se saca una relación mediante la medición volumétrica.

$$C = 1.1 \cdot \frac{V}{S} \cdot 100 \quad \text{Ecuacion 3.3}$$

Primero se tiene de la Volqueta 2H, en las diferentes zonas, como se indica en la Tabla 3.10

Tabla 3.10. Pruebas sin control del consumo de combustible 2H

VOLQUETA 2H				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.76	32	2.61	9.39
Zona 2	0.59	25	2.6	9.36
Zona 3	0.66	28	2.6	9.36

Segundo se tiene de la Volqueta 1K, en las diferentes zonas, como se indica en la Tabla 3.11:

Tabla 3.11. Pruebas sin control del consumo de combustible 1K

VOLQUETA 1K				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.80	32	2.75	9.9
Zona 2	0.62	25	2.72	9.8
Zona 3	0.76	28	2.98	10.72

Tercero se tiene de la Volqueta 3F, en las diferentes, como se indica en la Tabla 3.12:

Tabla 3.12. Pruebas sin control del consumo de combustible 3F

VOLQUETA 3F				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.79	32	2.72	9.8
Zona 2	0.62	25	2.72	9.8
Zona 3	0.71	28	2.78	10

3.4.2 Con control

$$C = 1.1 \cdot \frac{V}{s} \cdot 100 \quad \text{Ecuacion 3.3}$$

Primero se tiene de la Volqueta 2H, en las diferentes zonas, como se indica en la Tabla 3.13

Tabla 3.13. Pruebas con control del consumo de combustible 2H

VOLQUETA 2H				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.62	32	2.13	7.66
Zona 2	0.48	25	2.11	7.6
Zona 3	0.53	28	2.08	7.5

Segundo setiene de la Volqueta 1K, en las diferentes zonas, como se indica en la Tabla 3.14:

Tabla 3.14. Pruebas con control del consumo de combustible 1K

VOLQUETA 1K				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.66	32	2.26	8. 16
Zona 2	0.51	25	2.24	8.07
Zona 3	0.76	28	2.47	8.91

Tercero se tiene de la Volqueta 3F, en las diferentes, como se indica en la Tabla 3.15:

Tabla 3.15. Pruebas con control del consumo de combustible 3F

VOLQUETA 3F				
	Volumen del Combustible (galones)	Distancia recorrida (km)	Consumo de Combustible (galón/100km)	Consumo de Combustible (litros/100km)
Zona 1	0.65	32	2.23	8.04
Zona 2	0.51	25	2.24	8.07
Zona 3	0.58	28	2.27	8.20

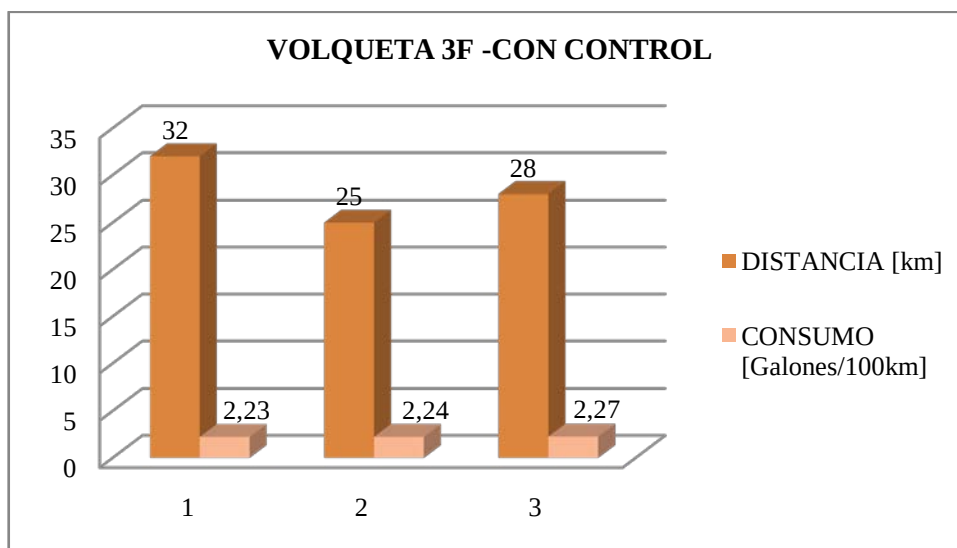
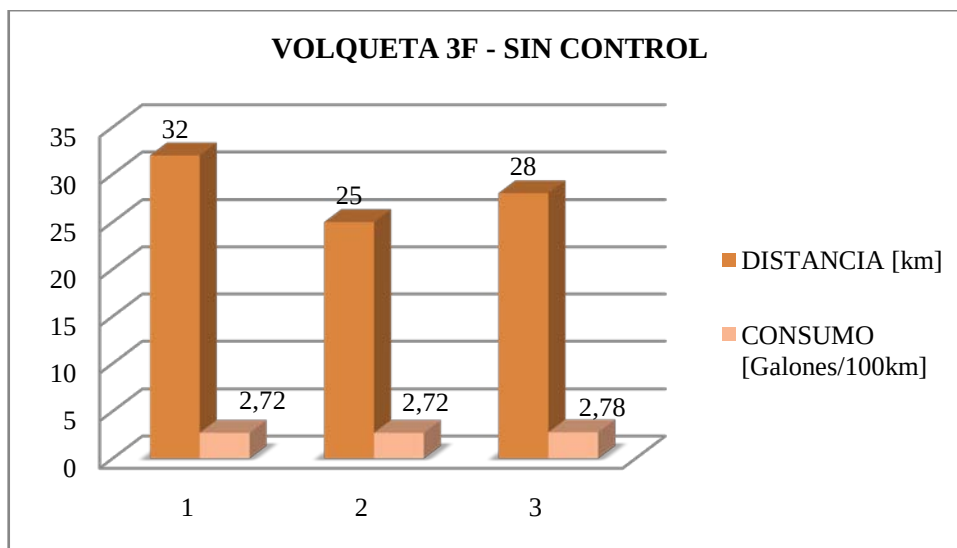
Al realizar el cálculo promedio, con datos obtenidos durante 3 meses se tiene:

DE LA VOLQUETA 3F:

Mes 1: Se realizó tres pruebas, en donde se saca un promedio total, y se obtiene (Tabla 3.16):

Tabla 3.16 Prueba de Carretera – 3F

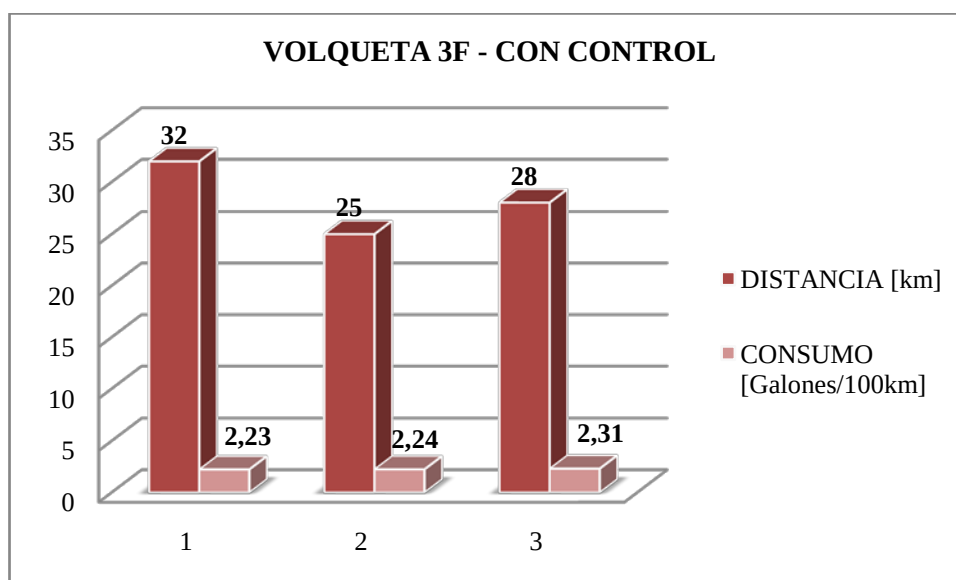
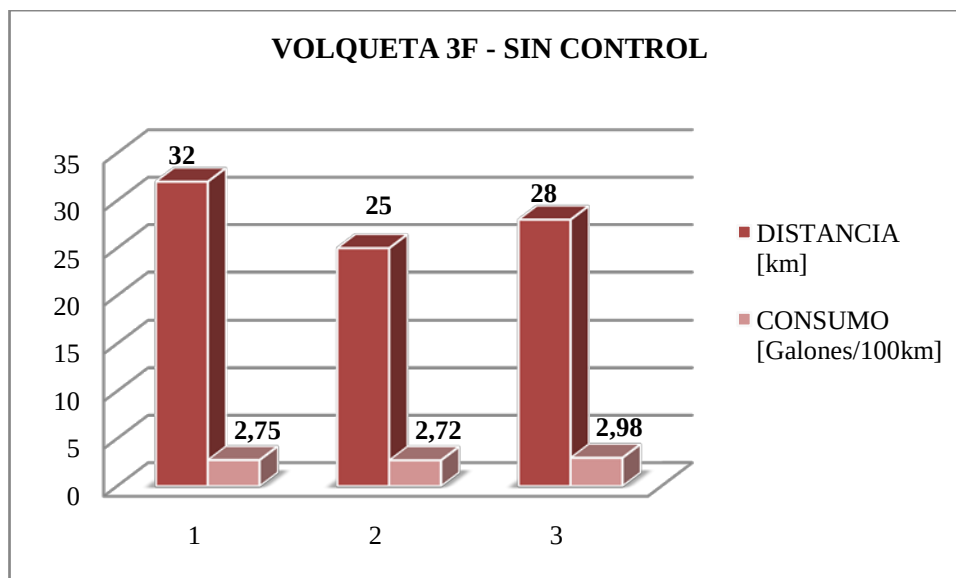
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones /100km)
sin control	1	0.79	32	2,72
	2	0.62	25	2,72
	3	0.71	28	2,78
con control	1	0,65	32	2,23
	2	0,51	25	2,24
	3	0.58	28	2,27



Mes 2: Se realizó tres pruebas, en donde se saca un promedio total, y se obtiene (Tabla 3.17):

Tabla 3.17 Prueba de Carretera – 3F

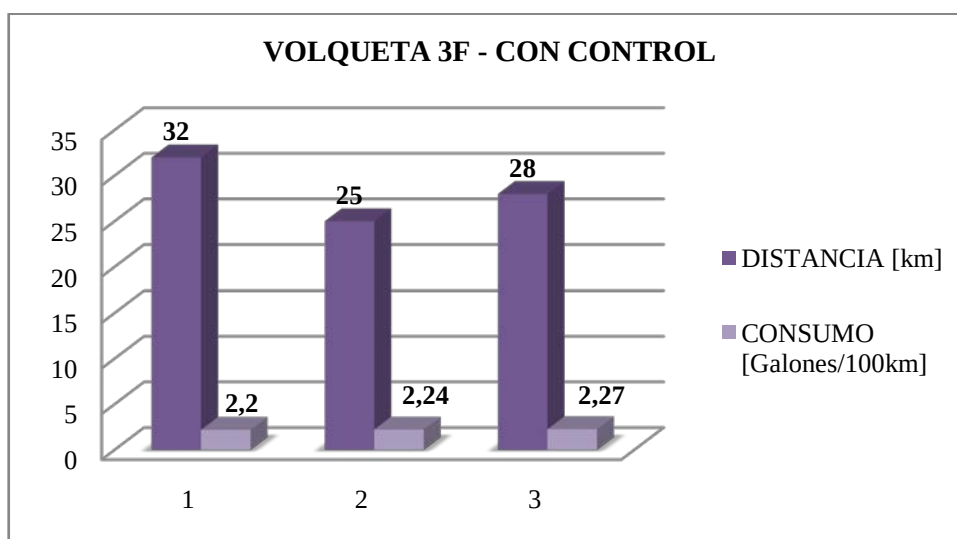
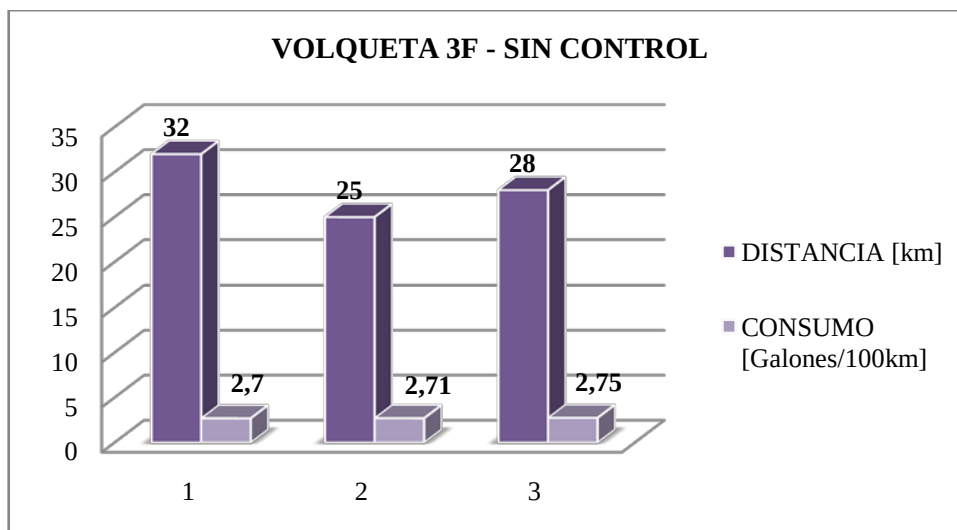
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones / 100km)
sin control	1	0.795	32	2,73
	2	0.623	25	2,74
	3	0.72	28	2,82
con control	1	0,65	32	2,23
	2	0,51	25	2,24
	3	0.59	28	2,31



Mes 3: Se realizó tres pruebas, en donde se saca un promedio total, y se obtiene:

Tabla 3.18 Prueba de Carretera – 3F

PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones / 100km)
sin control	1	0.785	32	2,70
	2	0.618	25	2,71
	3	0.70	28	2,75
con control	1	0,64	32	2,20
	2	0,51	25	2,24
	3	0.58	28	2,27

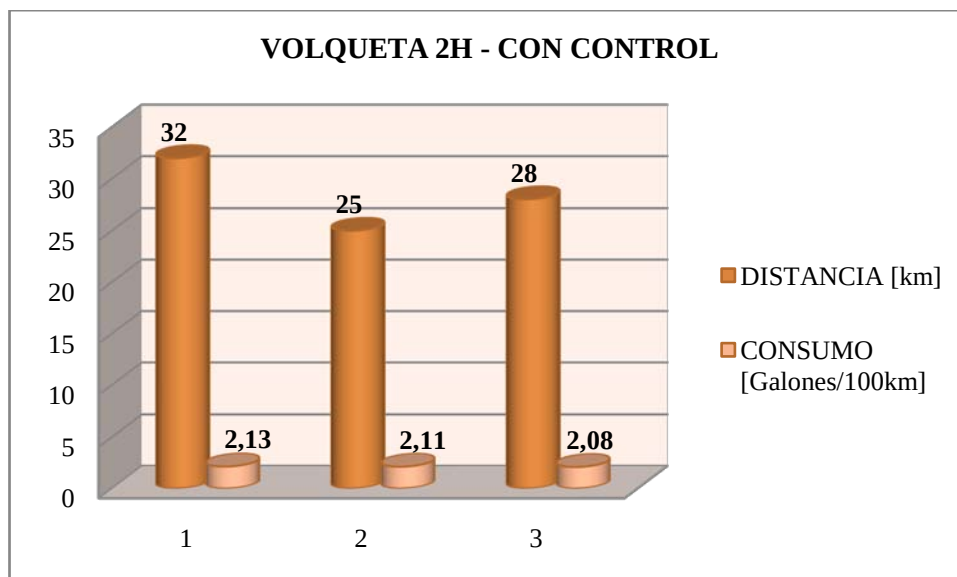
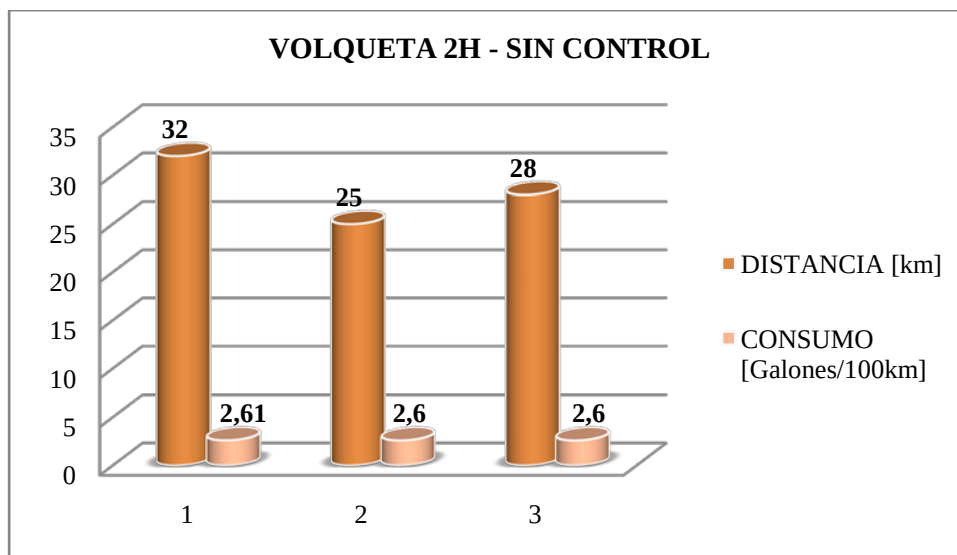


DE LA VOLQUETA 2H:

Mes 1:

Tabla 3.19 Prueba de Carretera – 2H

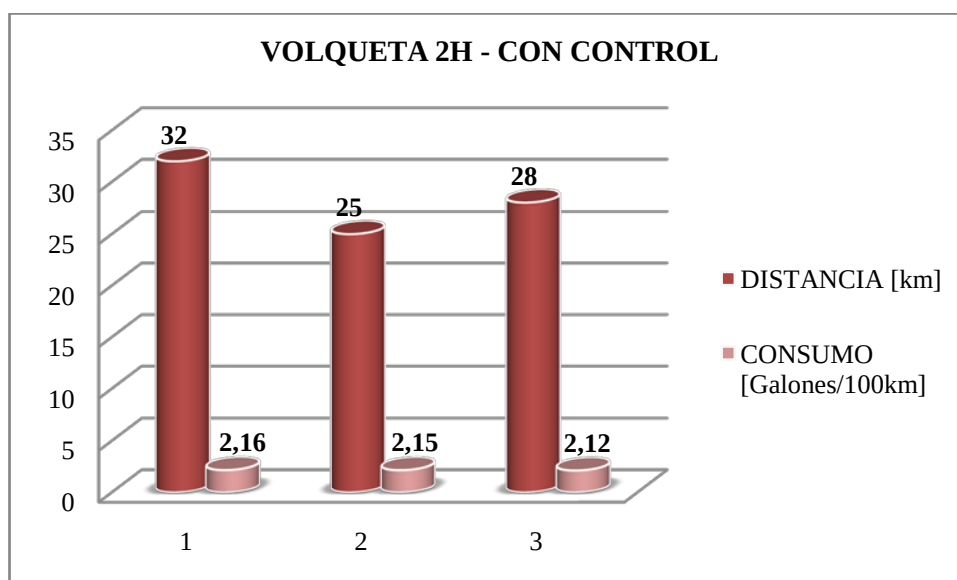
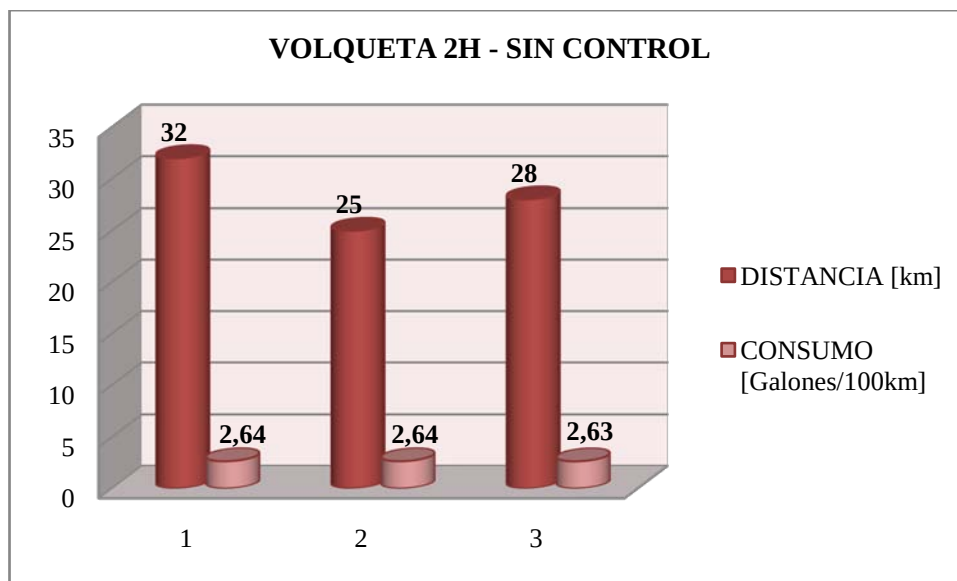
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones /100km)
sin control	1	0.76	32	2,61
	2	0.59	25	2,6
	3	0.66	28	2,6
con control	1	0,62	32	2,13
	2	0,48	25	2,11
	3	0.53	28	2,08



Mes 2:

Tabla 3.20 Prueba de Carretera – 2H

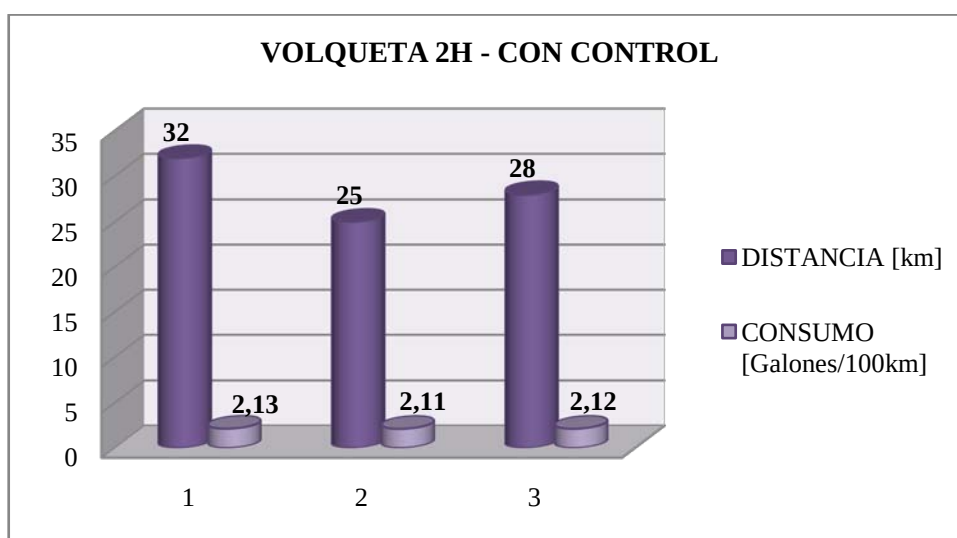
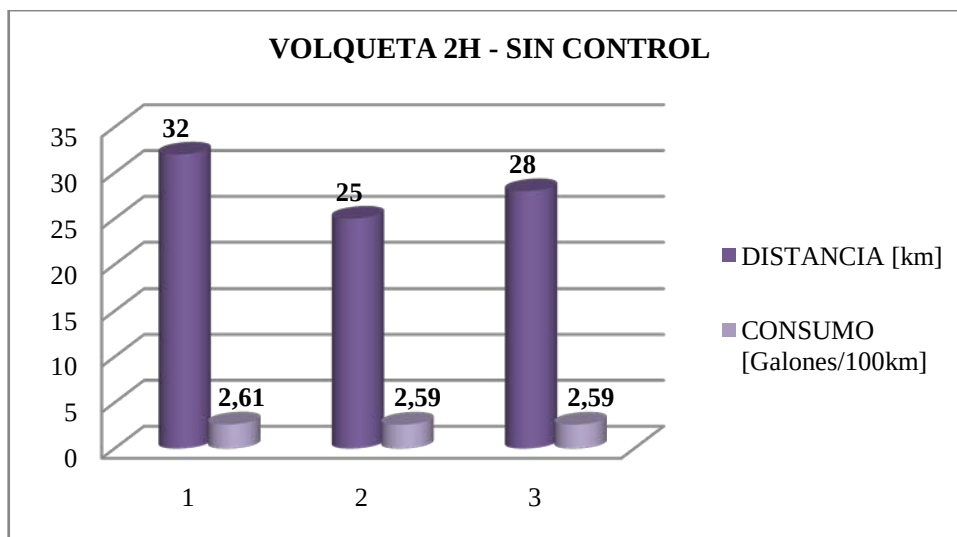
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones/100km)
sin control	1	0.77	32	2,64
	2	0.60	25	2,64
	3	0.67	28	2,63
con control	1	0,63	32	2,16
	2	0,49	25	2,15
	3	0.54	28	2,12



Mes 3:

Tabla 3.21 Prueba de Carretera – 2H

PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones/100km)
sin control	1	0.759	32	2,61
	2	0.59	25	2,59
	3	0.66	28	2,59
con control	1	0,62	32	2,13
	2	0,48	25	2,11
	3	0.54	28	2,12

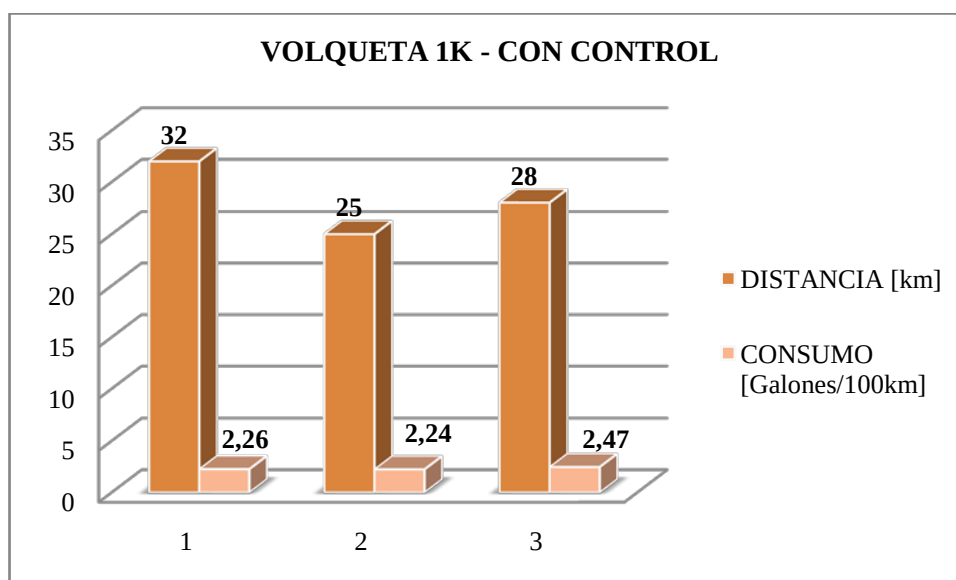
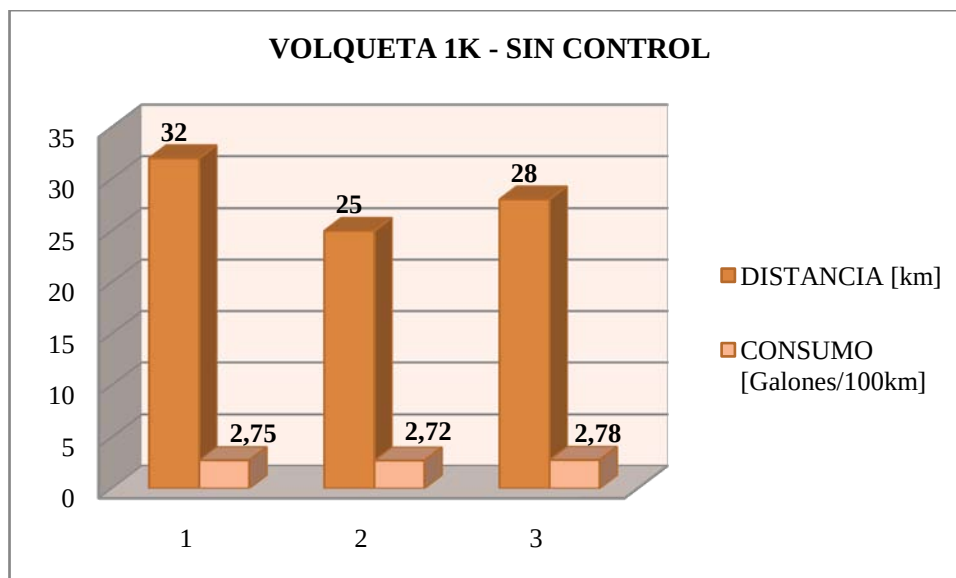


DE LA VOLQUETA 1K:

Mes1:

Tabla 3.22 Prueba de Carretera – 1K

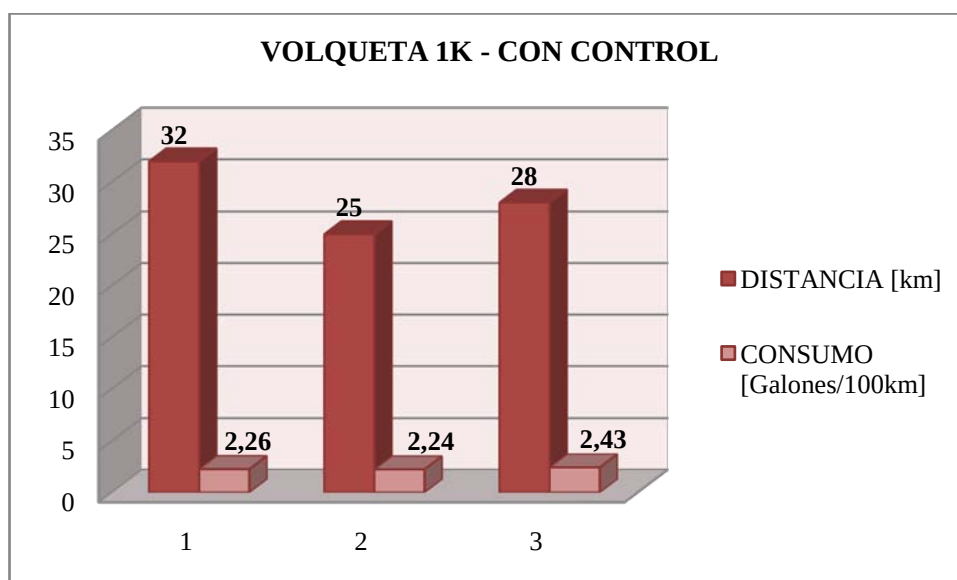
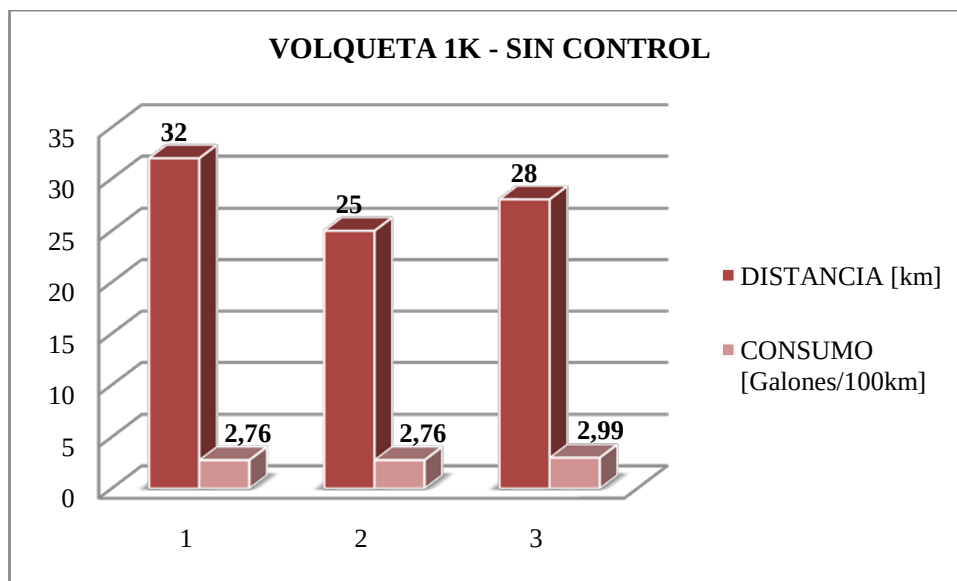
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones/100km)
sin control	1	0.80	32	2,75
	2	0.62	25	2,72
	3	0.76	28	2,98
con control	1	0,66	32	2,26
	2	0,51	25	2,24
	3	0.63	28	2,47



Mes 2:

Tabla 3.23 Prueba de Carretera – 1K

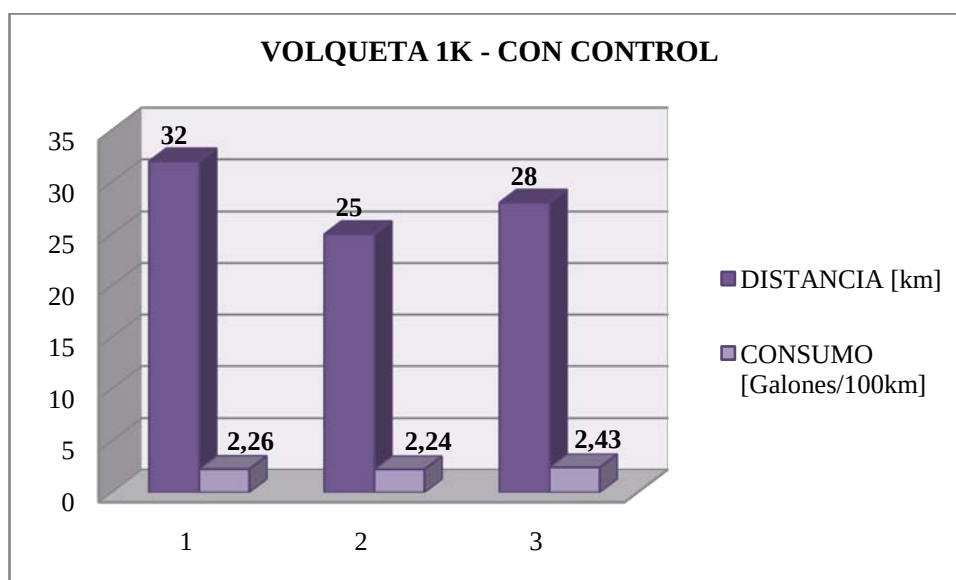
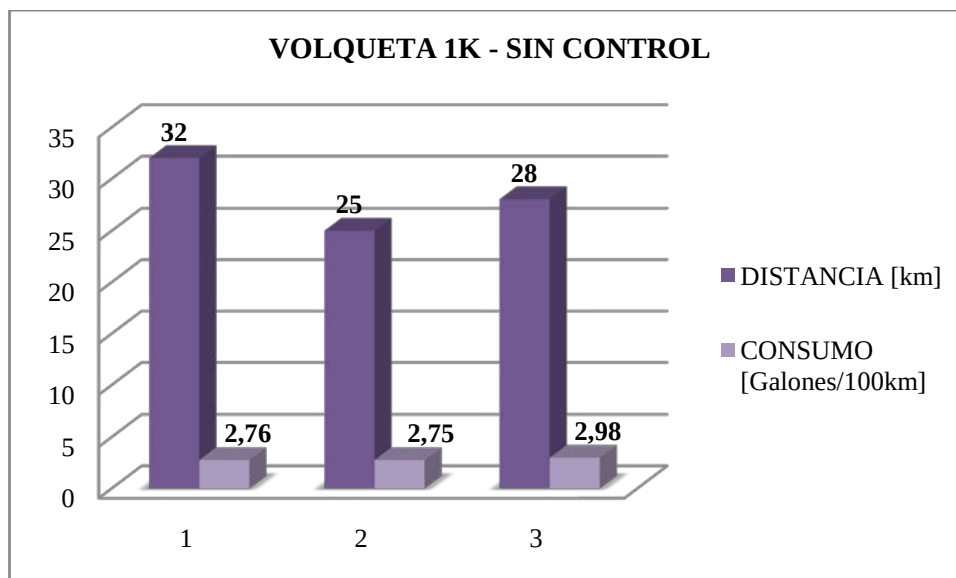
PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones/100km)
sin control	1	0.805	32	2,76
	2	0.628	25	2,76
	3	0.763	28	2,99
con control	1	0,66	32	2,26
	2	0,51	25	2,24
	3	0.62	28	2,43



Mes 3:

Tabla 3.24 Prueba de Carretera – 1K

PRUEBA	Zonas	Utilización (galones)	Distancia (km)	Consumo (galones/100km)
sin control	1	0.803	32	2,76
	2	0.626	25	2,75
	3	0.761	28	2,98
con control	1	0,658	32	2,26
	2	0,51	25	2,24
	3	0.62	28	2,43



Durante todo este proceso se analiza el estado de cada una de las volquetas mencionadas anteriormente.

3.5 Rutas y Frecuencias

De acuerdo a la Compañía TRANSYUMA S.A., las frecuencias establecidas es según el trabajo que se tenga y la Zona en la que se encuentre, dependiendo de las unidades que se encuentre disponibles, especialmente en la Zona 1 y la Zona 2. Por lo general un tiempo aproximado es de 15 a 20 minutos.

Las rutas están especificadas en cada uno de los mapas, que se presentan en el Anexo 3.1.

3.6 Análisis y Conclusiones de los Resultados

Luego de realizarse las pruebas de carretera en la Compañía TRANSYUMA S.A, se analizó que los diferentes vehículos que utiliza esta compañía en cuanto al transporte del material pétreo, cumple con las normas requeridas por el Ilustre Municipio de Azogues, en cuanto al manejo y a las normas de la carga, algunos conductores hacen caso omiso a esto, provocando el deterioro prematuro de su vehículo y un mayor consumo de combustible, además dificulta la efectividad y optimización de servicios en la Compañía.

También se observó que cada una de las zonas mencionadas anteriormente tiene diferentes tipos de trayectos, para la selección del vehículo adecuado, debido al consumo de combustible, tomando como opción para las zonas 1 y 2, los tres tipos de vehículos, en cambio que para la zona 3 la mejor opción es el vehículo 2H debido a que tiene una mejor capacidad de carga y un menor consumo de combustible. Debido a que algunos conductores de esta compañía no cumplen con las normas requeridas de la misma, en lo que concierne al consumo de combustible y sobrecarga, se ve necesario realizar un Plan de manejo, en cuanto a conducción y conductores, lo que se presentará en el capítulo cuatro detalladamente.

3.7 Conclusiones

De acuerdo a las especificaciones técnicas de cada uno de los vehículos que posee la Compañía, ésta debe seleccionar de la mejor manera que vehículo es el adecuado para cada una de las tareas y rutas establecidas, ya que de esto depende el ahorro del combustible y el control de la carga.

CAPÍTULO IV

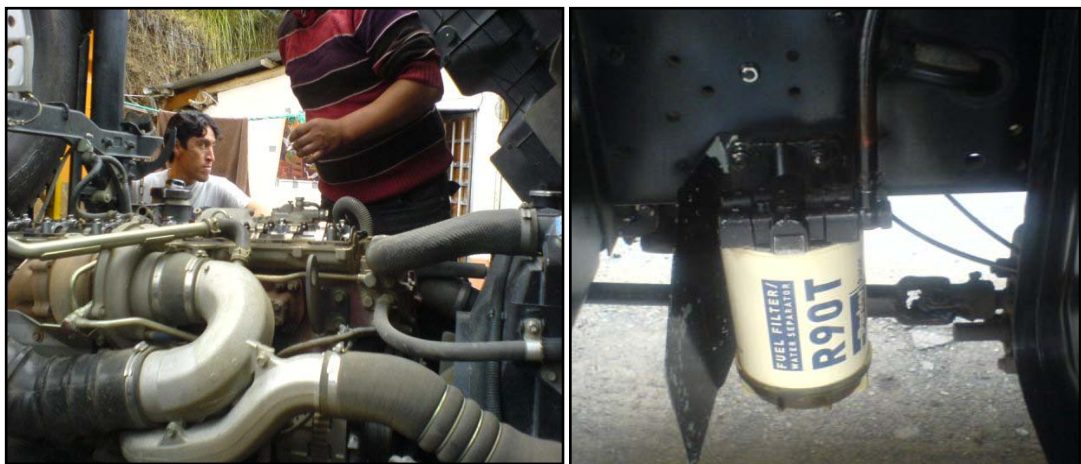
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

De acuerdo al trabajo de campo realizado, para la propuesta de optimización del consumo de combustible, se analizó las opciones más adecuadas para este proyecto, tomado como solución la implementación del mantenimiento preventivo en las unidades de transporte, debido a que este tipo de método tiene como objetivo primordial lograr una mayor disponibilidad de los vehículos a través de la inspección diaria, anteponiéndose a las fallas y pérdidas económicas que estas conllevan.

4.1 Mantenimiento preventivo en el motor (Ver en el Anexo 4.1)

La capacidad para determinar la reparación oportuna de un componente tan delicada como lo es el motor teniendo como base el historial del mismo, para realizar una reparación de acuerdo al tiempo de operación del mismo, de igual forma determinar las fallas que provocan problemas en un motor y tener la capacidad para realizar las diferentes medidas en este componente.

Figura 4.1: Mantenimiento Preventivo del motor



El mantenimiento preventivo se realiza cada 5000 kilómetros (Tabla 4.3) o 3 meses de funcionamiento del vehículo según las condiciones de uso, tomando en cuenta los componentes (cilindro, pistón, filtros, bomba de inyección) que están expuestos al deterioro causado por la circulación de los vehículos en las diferentes carreteras ya sean estas de asfalto, terracería y /o ruta mixta.

Para la realización del mantenimiento preventivo (Tabla 4.1) es necesario que se efectúe en un margen de ± 500 kilometros ± 15 días de los rangos establecidos anteriormente, pasado este parámetro el riesgo que corren los componentes de sufrir daños es mayor ya que los lubricantes no hacen su función correctamente.

De acuerdo al requerimiento de mantenimiento preventivo, si se cumple a cabalidad se asegura una mayor vida útil del vehículo y un menor consumo de combustible.

Tabla 4.1. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”

SEGMENTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
MOTOR	Efectuar	Lavado del Motor
	Cambiar	Aceite
	Cambiar	Filtro de Agua
	Revisar o Cambiar	Filtro Principal de Combustible
	Revisar o Cambiar	Filtro Secundario de Combustible
	Limpiar	Trampa de Agua
	Limpiar o Cambiar	Filtro de Aire
	Revisar	Funcionamiento de freno de escape
	Revisar	Tensión de fajas de ventilador
	Revisar	Fugas de combustible , lubricante y gases de escape
	Ajustar	El control de Aceleración
	Ajustar	El tiempo de la bomba de inyección

Fuente: Manual de Servicios, Mantenimiento Preventivo, Hino, 2007

4.1.1 Aplicación adecuada del lubricante

Según sea el fabricante del lubricante así tiene designada cada una de las aplicaciones de sus aceites de motor ya que vienen recomendados principalmente para la lubricación de motores a gasolina y diesel en vehículos.

La aplicación del lubricante viene ligado al diseño moderno de los motores estos le plantean demandas severas al aceite en términos de control de lodos y depósitos, estabilidad térmica a alta temperatura y fluidez a baja temperatura. En cada uno de los lubricantes cualquiera que sea el fabricante siempre le hacen pruebas de banco tales como volatilidad, tendencia a la formación de espuma, viscosidad ante alta temperatura y altos esfuerzos cortantes, filtrabilidad etc. Así también como la

eficiencia de los combustibles, compatibilidad con convertidores catalíticos y viscosidad a baja temperatura (Tabla 4.2).

Todas estas pruebas efectuadas en un lubricante definirán la capacidad de lubricación del mismo y tiempo de vida.

La funcionalidad de los lubricantes para motor son las siguientes:

- Protegen contra la formación de depósitos de lodos y barnices
- Ayudan a minimizar la fricción y el desgaste en el arranque
- Mantienen su viscosidad y resiste a la degradación térmica incluso en servicio severo
- Brindan grado de viscosidad en todos los climas
- Son estables frente a los esfuerzos cortantes, manteniendo su grado de viscosidad
- Brindan economía de combustible.
- Están garantizados contra defectos.

Cada uno de los lubricantes fabricados no especifican el intervalo de cambio del mismo esto lo define el fabricante del motor y el tipo de lubricante que utilizará de acuerdo al tiempo de uso del motor o kilometraje recorrido.

Si se designa el lubricante adecuado para cada uno de los motores y se respeta el intervalo del cambio del lubricante se prolongara la vida útil del motor ahorrándole al propietario en combustible e inversión en reparaciones constantes en los motores.

Las unidades de Volquetas de la Compañía TRANSYUMA S.A, utilizan para la lubricación del motor el Aceite RIMULLA 20W50 o el MULTIMAX 15W40, el cual posee las siguientes características:

Es un aceite desarrollado para la lubricación de motores diesel de alto rendimiento, naturalmente aspirados o sobrealimentados. Formulado a partir de bases seleccionadas combinadas con aditivos de bajo contenido metálico, (los metales producen cenizas), para suministrar un control efectivo a los depósitos que se forman en los pistones de motores diesel.

Contiene un moderno paquete de aditivos que proporcionan un alto nivel de detergentes con una cantidad mucho menor de ingredientes metálicos.

Aumenta la protección contra el desgaste y mejora la estabilidad contra la oxidación del mismo.

Tabla 4.2 Características del Lubricante

Grado SAE	10W	30	40	50	15W40
Gravedad API	29	26.9	26.7	25.5	28.7
Gravedad Específica	0.881	0.888	0.894	0.908	-
Punto de Fluidez, °C	-32	-18	-12	-10	-35
Punto de Inflamación, °C	204	224	230	240	225
Viscosidad cSt a 40°C	42	105	150	243	110
Viscosidad cSt a 100°C	5.6 - 6.9	10.8 - 11.9	13.2 - 15.2	18.8 - 21.0	14.5
Índice de Viscosidad	100	95	95	95	135
TBN	10	10	10	10	8.0

Fuente: www.oxxe1.com

4.2 Mantenimiento preventivo en los sistemas de chasis (Ver en el Anexo 4.2)

Figura 4.2. Ballesta montada en el Chasis de un vehículo de carga



Es el componente donde se acoplan todos los mecanismos de un vehículo, los mecanismos (Figura 4.3) que llevan lubricación pero no son lubricados por un determinado tipo de aceite van lubricados con grasa como por ejemplo:

- Pasadores de resortes delanteros y traseros
- Varillaje de dirección

- Cruces del eje cardan
- Acoples de cabina
- Bisagras de puertas etc.

Para todos estos tipos de componentes deben utilizar grasa ya que normalmente están expuestos al ambiente, las grasas Multifak EP son grasas multipropósitos de jabón de litio que contienen aditivos EP (de extrema presión) y efectivos inhibidores contra la herrumbre y corrosión. Se pretende que la Compañía aplique este tipo de grasa en todos los lugares que son necesarios ya que la mayoría de veces se lo hace solo en zonas superficiales (ballestas, juntas del balde)

Un buen engrase nos proporcionan:

- Buena capacidad de bombeo
- Alta estabilidad al corte
- Notable protección contra la herrumbre
- Resistencia al lavado por agua
- Buena estabilidad a alta temperatura
- Propiedades de extrema presión

Este tipo de grasa según como se describe nos promociona buena protección en nuestros componentes únicamente hay que cuidar los intervalos de lubricación para que estos no se dañen.

Tabla 4.3. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”

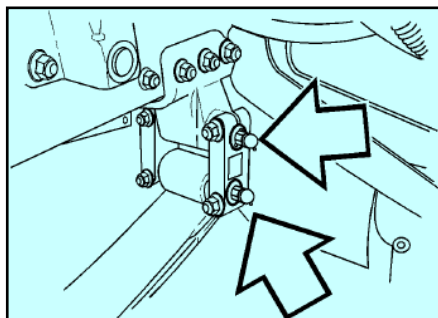
SEGMENTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
CHASIS	Revisar o Cambiar	Bombillas de cabina y carrocería
	Lubricar	Puntos de Engrase
	Limpiar	Terminales y Bornes de batería
	Revisar	Tubo de escape y Soportes
	Revisar	Cargadores de motor, transmisión y carrocería
	Verificar	Tornillos en “U” de furgón o carrocería
	Verificar	Pernos en general
	Revisar	Acople del Balde

Fuente: Manual de Servicios, Mantenimiento Preventivo, Hino, 2007

Además, se debe lubricar los pernos de muelle, Engráselo hasta que la grasa anterior salga del sello en ambos lados y se vea fluyendo la grasa nueva. Si la grasa no fluye,

use una barra para hacer palanca en los extremos de las muelles y abrirlas para que la grasa fluya. La tolerancia de desgaste para el perno de muelle y el buje es de 5 mm (3/16pulg.).

Figura 4.3. Pernos de muelle



Fuente: Manual del taller, Chasis FC4J, GD1J, FG1J, GH1J, FM1J, FT1J, GT1J, Hino Motors, Ltd. Japón 2003.

4.3 Mantenimiento en los sistemas de rodaje y neumáticos (Ver Anexo 4.3)

El propósito de los neumáticos en un vehículo es absorber los golpes que resultan de conducir por caminos escabrosos dando un contacto de fricción entre las ruedas y la superficie del camino, con el objeto de lograr una buena tracción. Logrando de esta manera que la fuerza que se transmita al camino asegure una aceleración rápida.

Las llantas están protegidas contra la corrosión con una capa de esmalte, por lo tanto se deberá tener cuidado al desmontar o montar la rueda para evitar dañar el revestimiento.

Tabla4.4. Requerimientos del Mantenimiento Preventivo “Cada 5000km”

SEGMENTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
LLANTAS	Revisar	Presión de aire
	Revisar	Estado general
	Apretar	Tuercas y pernos de ruedas

Fuente: Manual de Servicios, Mantenimiento Preventivo, Hino, 2007

Para evitar que las ruedas se aflojen accidentalmente cuando el vehículo está en marcha, es importante que periódicamente se controle el torque de ajuste de las tuercas. Cada vez que se desmonte, por cualquier motivo, una rueda, se deberá

verificar el estado de las roscas de las tuercas, reemplazando la que se encuentre dañada.

Las tuercas flojas producirían oscilaciones en la rueda cuando el vehículo se desplaza. Estas oscilaciones se transmitirán al sistema de dirección produciendo vibraciones en el volante. Así mismo un desgaste en los orificios para los bulones de rueda en llanta y acelerará el proceso de desgaste de los cojinetes de rueda. Es importante mantener limpia la llanta y la maza de rueda. La suciedad, el lodo y la grasa que pudiera acumularse entre la llanta y la maza, ocasionará el desequilibrio estático y dinámico del conjunto. Se deberá inspeccionar periódicamente también el estado de la llanta para verificar si tiene deformaciones y otras deficiencias que pudieran causar daños al neumático o provocar fugas de aire. Es importante mantener los neumáticos a presión de inflado especificada por el fabricante, dado que de ello depende en gran parte la vida útil de los mismos y la estabilidad direccional del vehículo.

Figuras 4.4. Superficie de contacto, Neumaticos a sobrepresión y subpresión



Fuente: Manual de taller, Neumáticos y Ruedas, Ford, 2005.

Cuando las condiciones de inflado son inadecuadas (Figura 4.4) se ocasiona fallas prematuras y desgaste anormal de la banda de rodadura. En cambio cuando es inflado a una presión mayor de la especificada, el aumento de tensión provocado por la sobrepresión, impedirá la flexión normal de sus costados, las telas sufrirán una distensión y el neumático dejará de asimilar y absorber las irregularidades del camino, aumentando las tendencias a las roturas, además produce el crecimiento anormal del mismo lo cual suele traducirse en rajaduras y separación de la banda de rodadura.

Para evitar que los neumáticos se deterioren por rodar a presiones de inflado inadecuadas, es conveniente tener en cuenta lo siguiente:

- Toda vez que la unidad sale del taller de reparaciones, deberá verificarse que los neumáticos se hallen inflados a la presión correcta. Asimismo, es importante una verificación periódica y ajuste en frío.
- Remplazar, en caso de que se encuentren deficientes, los núcleos de las válvulas.
- Verificar que las tapas de las válvulas se encuentren apretadas adecuadamente.
- Si la presión de inflado decrece periódica y más frecuentemente que lo normal, comprobar si existe fugas de aire lentas y determinar las causas.
- Inflar con aire los neumáticos o comprobar su presión sólo cuando se encuentran a temperatura ambiente. No es dable con hidrógeno porque en la ciudad de Azogues no se cuenta con este tipo de servicio.

Importante: en un neumático el aire aumenta su volumen luego de haber rodado cierta distancia. No se deben desinflar los neumáticos si se hallan en estas condiciones.

Deben tomarse en cuenta ciertos hábitos de conducción que producen un incremento del desgaste. Estos hábitos son los de acelerar bruscamente a partir de la posición de reposo; frenar violentamente y/o tomar curvas a elevadas velocidades.

Por ultimo cabe agregar que el tipo de pavimento sobre el cual generalmente se acostumbra a rodar la unidad, la falta de mantenimiento preventivo, la desalineación del tren delantero o cualquier defecto mecánico que pueden influir sobre el normal rodamiento del mismo, son factores que pueden acelerar el proceso normal de desgaste del neumático y mayor consumo de combustible.

4.3.1 Diagnostico de Fallas

Tabla 4.5. Diagnóstico de fallas de los neumáticos y causas posibles

FALLAS	CAUSA
DESGASTE PREMATURO DE LA BANDA DE RODAMIENTO	• Arranque y paradas violentas. • Incorrecta alineación del tren delantero. • Incorrecta presión de inflado. • El tipo de neumático no es. adecuado al servicio sometido • Marcha sostenida a altas velocidades.
RALLADURAS EN LA BANDA DE RODAMIENTO	• Sobrecargas • Insuficiente presión de inflado • Impactos contra objetos duros.
CORTES EN LA BANDA DE RODAMIENTO	• Presión de inflado excesivo • Caminos malos • Acción de objetos punzantes
SEPARACIÓN DE LA BANDA DE RODAMIENTO	• Presión de inflado excesivo
ROTURAS PROVOCADAS POR GOLPES	• Accidental • Presión de inflado excesivo • Sobrecarga • Caminos malos • Neumático no adecuado para el servicio
DETERIORO DEL TALÓN	• Sobrecarga • Presión de inflado excesiva • Llanta de rueda deformada y oxidada

Fuente: Manual de taller, Neumáticos y Ruedas, Ford, 2005.

4.4 Elaborar un plan de manejo en cuanto a conducción y conductores.

Figura 4.5. Vehículo en buenas condiciones



Fuente: Enrique Núñez Gómez, Factores que afectan el consumo de combustible, Septiembre 2009.

El conductor es la persona que controla eficientemente un vehículo, brindándose seguridad así mismo y a los demás. (Ver Anexo 4.4 – Informe de un conductor diario)

Para lograr una excelente conducción, el conductor cuenta con cinco instrumentos de apoyo:

4.4.1 Instrumentos de Apoyo

4.4.1.1 Pedal del Embrague

Se encarga de conectar y desconectar los discos de manera que el motor, con la transmisión giren por separado, libremente o conectados, deberá tener un juego libre mínimo de 2 a 2.5cm para iniciar el recorrido de acción del pedal. Se debe tomar como precaución al momento del manejo del vehículo que apoyar el pie en el pedal del embrague sin ser requerido, esto afecta negativamente a los mecanismos.

4.4.1.2 Palanca de Velocidades

Se utiliza para cambiar la velocidad en la caja de cambios para las ruedas motrices con relación a las del motor. Esto es para aprovechar la potencia del motor adaptándolo a las diferentes condiciones como al partir o al subir una pendiente que es cuando el motor debe girar a muchas rpm (revoluciones por minuto), y las ruedas motrices despacio. Por el contrario en terreno plano el motor necesita poca potencia con altas velocidades en las ruedas motrices.

4.4.1.3 El Acelerador

Está conectado directamente con la bomba de inyección, este se oprime e inmediatamente envía combustible permitiendo que se realice la mezcla en el cilindro. Un adecuado uso del acelerador contribuye a reducir el uso del combustible y la contaminación medio ambiental, el motor tiene mejor rendimiento a revoluciones intermedias.

4.4.1.4 Pedal de Freno

Se encuentra junto al pedal del acelerador y se lo acciona con el pie derecho para lograr detener la marcha del vehículo, este actúa sobre todas las ruedas, sistemas de suspensión y dirección del vehículo. El poder de frenado es determinado por el agarre rueda-pavimento, esto dependerá de la presión que se aplique sobre el pedal, siendo este de forma suave y progresiva de manera que la velocidad disminuya paulatinamente.

4.4.1.5 Freno de Mano

Llamado también de Estacionamiento, es el encargado de brindar seguridad sin forzar al sistema de transmisión que queda conectado al motor en alguna velocidad cuando el vehículo se encuentra parado, dando confianza al conductor o para ayudar a parar el vehículo cuando exista falla en el freno de pedal, generalmente este actúa sobre las ruedas posteriores.

4.4.2 Equipos de Seguridad

Existen equipos de seguridad del vehículo que son muy necesarias al conducir, permiten una conducta preventiva frente a los peligros que se pueden presentar en los caminos por donde se va a transitar.

4.4.2.1 Espejos Retrovisores

Se emplea para cerciorarse que el camino se encuentra libre antes de cambiar la dirección de la marcha del vehículo, por ejemplo: al detenerlo, al hacer un viraje, al arrancar del estacionamiento o al marchar en reversa, estos deben permitir el mayor campo de visión posible para obtener información del entorno de manera rápida y eficaz.

4.4.2.2 Indicadores de Tráfico

Conocidos como direccionales o guías, que están fijas una a cada lado del vehículo detrás y delante, sirve para prevenir que se va a virar a la derecha o a la izquierda, se va a cambiar de posición de carril, se está utilizando el freno para detener o disminuir la velocidad del vehículo, estas sirven para indicar a los demás usuarios viales la presencia y ancho de la volqueta.

4.4.2.3 La Bocina

Se utiliza para prevenir a otros usuarios del camino para informar que se va a realizar algún tipo de maniobra. Se encuentra conectada al sistema eléctrico y está ubicada en el volante, su acción lo realiza únicamente el conductor.

¡Los buenos conductores no usan frecuentemente la bocina!

4.4.2.4 Limpiadores de Parabrisas

Son limpiadores de hule y sirven para quitar el agua, lodo, provocados por la lluvia y arrojados sobre el parabrisas es un dispositivo externo del vehículo, estos deberán mantenerse libres de suciedad, grasa o grietas, el buen funcionamiento influye directamente en la seguridad vial. Una mala visibilidad durante la conducción, aumenta los riesgos de accidentes y la fatiga.

4.4.2.5 Las Luces

Son una parte muy importante del vehículo, debido a que son necesarias para la iluminación en la obscuridad o cuando existe neblina. Estas se operan por medio de un interruptor principal conectado en el interior del mismo. Esta se debe limpiar constantemente ya que el cristal sucio puede reducir hasta un 50% la brillantez de la luz, lo que provocaría que la conducción sea más difícil y peligrosa en la noche.

4.4.3 Inspección Diaria por Parte del Conductor

Cotidianamente examinar alrededor del vehículo para observar si hay fugas de combustible, aceite, aire, refrigerante, etc. Verifique neumáticos, bandas, resortes y las luces.

Para evitar inconvenientes o fallos, debemos realizar los siguientes consejos básicos antes de subirnos al vehículo:

- Limpiar vidrios, espejos y farolas.
- Revisar visor de aceite, según el modelo.
- Medir la presión de los neumáticos que sea la correcta.
- Revisar aros de las llantas, espárragos, tuercas y resortes
- Escuchar si existe fugas de aire.
- Revisar llantas que no tengan cortaduras
- Abrir el capó y revisar seguros.
- Revisar diariamente filtros de aire, combustible y agua.
- Revisar mangueras: del radiador, aire (inspección visual), correas y fugas visibles de agua o aceite.
- Revisar depósito de agua limpia parabrisas.
- Revisar cableado eléctrico.
- Drenar trampa de agua.
- Revisar nivel de refrigerante.
- Medir nivel del aceite del motor.
- Medir nivel de aceite de la dirección hidráulica.
- Asegurar capó
- Drenar tanques de aire
- Revisar el cardán
- Revisar baterías (nivel, polos limpios y apretados)
- Subir a la cabina (3 puntos de apoyo)
- Revisar y verificar luces
- Revisar seguros y manijas de las puertas
- Acomodar y fijar silla (no con vehículo en movimiento).
- Fijar espejos

- Cinturón de seguridad

Luego de haber chequeado cada uno de los puntos descritos anteriormente, se dispone a arrancar el vehículo, para lo cual se debe tomar en cuenta:

- El vehículo este bloqueado con su freno auxiliar.
- Transmisión en neutro
- Embrague pisado, hasta que la transmisión se encuentre en neutro
- Prender el motor y no sobrepasar las 1200rpm.
- Si el arranque es incompleto, esperar por lo mínimo 30 segundos para volver a intentar, para lograr que las baterías se recuperen.
- Observar manómetros e indicadores, que no estén marcando fallo.
- Liberar frenos auxiliares.

NOTA: De nada sirve calentar el motor cuando el vehículo no está en movimiento, ya que cuando éste trabaja en vacío, solo consume combustible. Además, se puede provocar un desgaste prematuro del motor. ¡No eleve las revoluciones del motor esto desperdicia combustible!

4.4.4 La Conducción

Para conducir un vehículo hacia adelante se debería operar así:

1. Presione al fondo el pedal del embrague para desconectar el motor de la transmisión.
2. Mueva la palanca de cambios de la posición de neutro a la primera velocidad, para conectar los engranes.
3. Suelte el freno de mano
4. Apoye el pie sobre el acelerador, de manera que el motor se acelere un poco.
5. Suelte lentamente el pedal del embrague hasta que se sienta que se ha engranado, deténgalo y luego continúe soltando el embrague aumentando al mismo tiempo la presión sobre el acelerador.

Cuidado: nunca conduzca el vehículo con:

- El motor apagado

- El embrague desenganchado.
- La palanca de cambios en la posición NEUTRO.

Estas son condiciones muy peligrosas y pueden resultar en pérdidas del control del vehículo incluyendo heridas personales y/o daño a la propiedad por una o más de las siguientes razones:

- Usted no puede frenar con el motor.
- Cuando el motor no está funcionando, el sistema de freno no funciona apropiadamente, por lo cual requerirá una mayor distancia de frenado.
- Si el vehículo tiene dirección hidráulica ésta no funcionará, y será necesario un mayor esfuerzo para controlar la dirección.

4.4.4.1 Cambio de Velocidades

Para cambiar a la segunda velocidad son necesarias 4 sencillas operaciones:

1. Oprima el acelerador hasta que el vehículo se mueva a 10km/h aproximadamente y luego soltar el acelerador inmediatamente.
2. Oprima el pedal del embrague hasta el fondo para desconectar el motor de la caja de cambios.
3. Mueva la palanca de cambios de la primera posición a la segunda velocidad.
4. Suelte el pedal del embrague despacio, oprimiendo al mismo tiempo el acelerador para que el vehículo prosiga su marcha con suavidad.

Se hace la misma operación para cambiar las siguientes marchas.

Recuerde: las velocidades altas incrementan el riesgo de accidentes y aumenta el gasto de combustible. Si su vehículo es conducido a velocidades reguladas, durará más economizando combustible. Seleccione la velocidad de cruce más adecuada a la ruta y a las condiciones de tránsito y mantenga constante.

4.4.4.2 Cambios Descendentes

Para cambiar la velocidad de una más alta a otra más baja se requiere una técnica distinta, con especialidad en las primeras velocidades:

1. Oprima completamente el pedal del embrague y al mismo tiempo suelte acelerador.
2. Mueva la palanca de cambios hasta el punto muerto o neutro
3. Suelte el pedal del embrague y al mismo tiempo oprima el acelerador para aumentar la velocidad del tren de engranaje, con el objeto que el nuevo piñón que se engrane gire a la misma velocidad.
4. Rápidamente oprima hasta el fondo el pedal del embrague y suelte el acelerador.
5. Cambie la palanca de velocidades a la velocidad inferior
6. Suelte despacio el pedal del embrague y al mismo tiempo también oprima lentamente el acelerador.

Nota: no conduzca su vehículo con su pie descansando en el pedal del embrague, esto provocara que su embrague este parcialmente desenganchado, resultando en una disminución de la fuerza motriz y acortamiento de la vida de su embrague. Siempre presione completamente el embrague antes de cambiar de marchas (velocidades). Insuficiente presión sobre el pedal del embrague causará una condición a medio embragado, lo cual resultará en una falla de la transmisión.

4.4.4.3 Para Detener el Vehículo

1. Quite el pie del acelerador y comience a oprimir lentamente el pedal del freno.
2. Oprima hasta el fondo el pedal del embrague aumentando al mismo tiempo la presión del pedal del freno.
3. Con el pedal del embrague todavía presionado, mueva la palanca de cambios hasta la posición de neutro.
4. Suelte el pedal del embrague
5. Aplique el freno de mano y suelte completamente el pedal del freno.

Para la marcha hacia atrás se ejecuta las mismas operaciones que para el arranque, salvo que no se coloca la palanca de cambios en la primera velocidad, se coloca en la de reversa.

Nota: el procedimiento para detener el vehículo es recomendable después de que se apaga al motor, entonces dejar engranado la primera velocidad y colocar el freno de mano.

4.4. 5 El Hábito de la Conducción

El hábito de la conducción es tener presente que el objetivo es de transportarse de un lugar a otro sin cometer errores, por lo que el conducir es un privilegio no un derecho. Por lo expuesto, se puede realizar sugerencias para evitar errores que se cometen constantemente al conducir:

4.4.5.1 Condiciones del Camino

Al conducir por caminos malos se debe reducir la velocidad, de lo contrario se puede perder el control o provocar averías en el vehículo.

Se debe reconocer los peligros y decidir sobre las acciones apropiadas a tomarse en cualquier imprevisto, teniendo una predisposición mental y positiva acerca de la cortesía, seguridad e importancia en el camino.

Al cruzarse con otro vehículo también debe reducirse la velocidad y conservar el carril. Tenga cuidado con los peatones pueden cruzarse imprudentemente en el camino.

Nota: cuando maneje en carretera, cierre las ventanas y use la ventilación interior siempre que sea posible. Con las ventanas abiertas, el vehículo aumenta su resistencia al aire, y por lo tanto, también se incrementa el consumo de combustible.

4.4.5.2 Precauciones al Rebasar

Observar y asegurarse de que la ruta este libre en sentido contrario, avisar con anticipación a los que vienen detrás de uno usando las direccionales, para poder acelerar sin peligro y salir del carril anticipándose con un bocinazo para prevenir al conductor que se va a rebasar.

Obsérvese que nunca debe rebasarse en una colina, generalmente resulta imposible ver si esta libre o no el camino más allá de la cumbre. Nunca rebase en curva, ni tampoco la corte si no tiene visión de la vía contraria. Nunca rebase al aproximarse a puentes estrechos o caminos angostos.

Aminore la velocidad cuando se aproxime a una curva, esto le ayudará a mantener su lado de camino.

Nunca se detenga en medio de la carretera, si el vehículo falla hay que tratar de estacionarlo siempre a un lado todo lo que sea posible.

Evitar detenerse en una curva o poco antes de una cumbre, de ser posible colocar una señal de precaución que sea de aviso para otros conductores.

Evite el uso constante de los frenos al descender por una pendiente, trate de utilizar una marcha adecuada.

Nunca deje piedras en el camino, por razones de que otro conductor puede ir con su vehículo contra ellas si no las ve, especialmente en la noche.

Al conducir en la noche haga siempre el cambio de luces, al cruzarse con otro vehículo para dar seguridad y visión a ambos conductores.

¡Manejar en forma cortés = seguridad y ahorro!

Figura 4.6. Menor consumo de combustible

Los 6 mandamientos para controlar y reducir los gastos de combustible	
LA OPERACIÓN LOGÍSTICA	Analice bien el tipo de vehículo adecuado para su operación.
LA CAPACITACIÓN	Capacite conductores y mecánicos de acuerdo al tipo de vehículo de su flota.
EL MANTENIMIENTO	Realice el mantenimiento preventivo de los vehículos, garantizando el buen funcionamiento del motor.
LA OPERACIÓN DEL COMBUSTIBLE	Organice la operación del combustible, optimizando el consumo.
LAS LLANTAS	Mantenga las llantas en buen estado, evitando aumentar el consumo de combustible.
EL SISTEMA DE INFORMACIÓN	Invierta en un sistema de información para apoyarse en la gestión de su flota y principalmente en la toma de decisiones.

Fuente: Enrique Núñez Gómez es Socio Consultor de Futuro SIRA S.C, Septiembre 2009.

4.5 Propuesta de nuevas rutas y frecuencias

De acuerdo a lo descrito en el capítulo anterior de las rutas y frecuencias, se realizó un análisis, en lo cual se vio conveniente cambiar las rutas de la Zona 2 y de la Zona 3, debido a que estas tienen una alternativa mejor en la trayectoria, en donde el nuevo recorrido de estas zonas es llegar al mismo punto de desembarque en menor tiempo, recorrido y el flujo vehicular es menor, especialmente en las horas pico.

Y con respecto a las frecuencias se llegó a la conclusión, que no son necesarias modificarlas, debido a que estas dependen de la capacidad de trabajo que tenga la Compañía, y uno de los aspectos importantes es que no tiene mayor repercusión en el estudio del consumo de combustible, puesto que las unidades rotan sin orden definido. Donde cada una de las rutas están especificadas en los mapas que se presentan en el Anexo 4.6.

4.6 Control en la Capacidad de la Carga (Ver Anexo 4.5 - Sobrecarga)

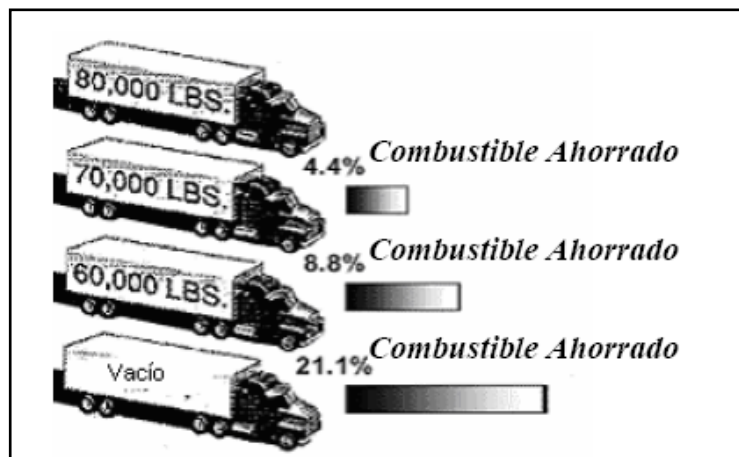
Las volquetas son quizás la maquinaria más utilizada en cualquier tipo de obra civil. Son vehículos automóviles que poseen un dispositivo mecánico para volcar la carga que transportan en un cajón que reposa sobre el chasis del vehículo. La composición mecánica de la volqueta depende precisamente del volumen de material que pueda transportar el cajón. Por tal razón, este tipo de maquinaria de carga cumple una función netamente de transporte ya sea dentro de la misma obra o fuera de ella.

Las pruebas de Bridgestone indican que después de la velocidad, el segundo factor más importante en el consumo del combustible es la carga. Para cada 2.500 libras de reducción en la carga, el consumo de combustible disminuye cerca de un 1,1%.⁷

La compañía posee los tres tipos de volquetas, las cuales tienen capacidades de cargas distintas de acuerdo al fabricante, la 1H tiene una capacidad de carga de 8 metros cúbicos, 2K y la 3F tienen una capacidad de carga de 7 metros cúbicos, y se las utilizan para transporte interno o externo en la obra.

7. Boletín Técnico, Bridgestone, 2008 <www.bridgestone.co.cr>

Figura 4.7. Carga Vs Consumo de Combustible



Fuente: Boletín Técnico, Bridgestone, 2008 www.bridgestone.co.cr

Generalmente, dentro de los servicios prestados por la Compañía son utilizadas para transportar cualquier tipo de material que por tiempo, por cantidad y por factibilidad, el ser humano no puede transportar.

Según lo observado en estos vehículos, muchos de los conductores por ahorrarse tiempo de trabajo tienden a adicionar en el balde, o volquete, extensiones hechas con tablas, o láminas de metal, de diferente grosor y altura, llegando a utilizarse dos tabloncillos hasta 25cm cada uno de altura, a fin de aumentar su capacidad de carga, hasta en 6 metros cúbicos más, sobrepasando así las especificaciones del fabricante y poniendo en peligro los vehículos que circulan por las calles y avenidas de la Ciudad, así como la vida de los conductores, pasajeros, y transeúntes, aumentando el consumo de combustible.

Figura 4.8: Extensiones en los baldes para sobrecarga



Además la sobrecarga en los vehículos ocasiona graves daños a la suspensión en especial a la posterior, ya que debido a esto las ballestas de los paquetes sufren roturas constantes y estas deben ser remplazadas por nuevas, lo cual ocasiona un gasto para la Compañía, debido que el vehículo necesita mantenimiento y debe detenerse por un cierto periodo.

Figura 4.9. Daños de ballestas por sobrecarga



Por lo tanto la Compañía debería tomar acciones de control sobre este tipo de desmanes, realizados por los operadores de las volquetas ya que una operación de sobrecarga, alteran el centro de gravedad de las volquetas, su capacidad de arrastre, frenado y hacen que el asfalto de las calles se dañe, formando baches en las vías aumentando en un grado considerable el consumo de combustible y desgaste de los neumáticos que perjudican económicamente.

En cuanto a lo estudiado sobre el efecto que tiene si se sobrecarga el vehículo, la Compañía tomo como control la revisión de cada una de las unidades, que no estén provistas con este tipo de extensiones y que la capacidad de la carga se cumpla de acuerdo al fabricante, y en caso de no cumplir con esta disposición, los conductores serán multados y sancionados drásticamente.

De acuerdo a los fundamentos brindados por la Compañía TRANSYUMA S.A, un vehículo con carga de 8 Toneladas tiene un ahorro de combustible de 4.5%, con carga de 7 Toneladas se tiene un ahorro de combustible de 9%, y sin carga se tiene un ahorro de 21.1%, esto demuestra que el vehículo mientras más cargado

este, mayor será el consumo de combustible. Así como también se puede observar en las diferentes tablas y cálculos realizados en el capítulo 3 con respecto al ahorro y consumo del combustible.

4.7 Conclusiones

La elaboración de un adecuado manual de manejo para los conductores, facilita el control del consumo de combustible, logrando con esto un ahorro en la Compañía y una mejor vida útil en los vehículos, con la confianza necesaria para trabajar en beneficio del progreso de la misma.

Inculcar en propietario de los vehículos que la mejor opción para efectuar el mantenimiento preventivo es la utilización de repuestos nuevos y respetar el tiempo de funcionamiento, ya que le garantizaran la prolongación de la vida útil del vehículo y la disminución de los costos de operación, esto demuestra que cuando existe un modelo de organización el mantenimiento es muy fácil de desarrollar, y trae grandes beneficios para la Compañía.

Que la Compañía realice el mantenimiento preventivo en sus unidades en el tiempo establecido por el mismo para evitar pérdidas innecesarias, sabiendo que la mayoría de agencias de automotores sugiere la realización de este método en un intervalo de 5000 kilómetros o 3 meses lo que ocurra primero.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis efectuados en la Compañía se observa que sus unidades no tenían un buen control sobre el consumo de combustible, debido a que sus operarios no poseen un conocimiento adecuado de cómo llevar su vehículo en carretera, y la capacidad de carga permitida de este, la cual provoca un gran impacto tanto en la vida útil del vehículo como del consumo de combustible.

Es de gran importancia respetar las normas establecidas por el fabricante del vehículo, no sólo para un óptimo funcionamiento sino también para mantener una adecuada calidad de vida de la comunidad circundante, buena relación con el entorno y el cuidado del medio ambiente.

De acuerdo a las reglas y normativas establecidas por la Compañía, se ejecutó satisfactoriamente el Control del consumo de combustible de las respectivas unidades.

Una capacitación práctica de conducción de las unidades mínimo cada 6 meses ayudará a tener menores gastos operativos y de combustible.

RECOMENDACIONES

Con respecto a los conductores, que estos realicen su labor de acuerdo al plan de trabajo establecido por la Compañía, ya que muchos de ellos no cumplen con sus funciones.

En la realización del manual para conductores, se puede incluir formatos de evaluación sobre conocimientos técnicos del vehículo e identificación de componentes, testigos de manejo y alarmas en el tablero de control del vehículo, lo cual puede determinar si un conductor está en capacidad no solo de operar el equipo sino también de realizar reparaciones menores de este, encaso de fallas durante la marcha.

Tomar en cuenta la aplicación del lubricante a cada componente que sea el indicado por el fabricante, ya que la adecuada aplicación maximiza la vida útil de la volqueta.

Al llegar a comprender los requerimientos básicos para que un Motor Diesel funcione en óptimas condiciones se requiere que la Compañía, tome como norma periódica la observación y el control de como se viene dando el manejo de los vehículos y del combustible por parte de sus operarios.

BIBLIOGRAFÍA:

AVALLONE Eugene A. Manual del Ingeniero Mecánico, ISBN 970-10-0661-5 Obra Completa, Printed en México 2002, por McGraw-Hill, Inc.

CASCAJOSA Manuel, Ingeniería de vehículos, Sistemas y cálculos, 1ra Edición, Tébar, 2000.

CD CONTINENTAL GENERAL TIRE, mantenimiento de neumáticos, 2008.

CEPEDA N. Tesis: Sistematización del Mantenimiento del Equipo, Riobamba, 2006.

CIRIA, Ignacio, Estudio de la combustión en motores diesel, octubre del 2009.

CUENCAAIRE. Consejos Técnico para el mantenimiento de su vehículo, ahorro de combustible y reducción de emisiones contaminantes.

DOMÍNGUEZ Aguilar Oscar Martin, Lázaro Espinosa Karla Georgina. Tesis: Instituto Politécnico Nacional, ESIME, Control del Sistema de Combustible de un Motor Diesel, México, Noviembre del 2008.

INEN. Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1498.98. TERCERA REVISIÓN. Productos derivados del petróleo. Diesel. Requisitos.

J.M. ALONSO., Técnicas del automóvil, 5ta Edición actualizada, Paraninfo, 2003.

KINDLER H. y KYNAST H. Matemáticas aplicada para la técnica del automóvil. 8va Edición, 2007.

Manual de taller, Neumáticos y Ruedas, Ford, 2005.

Manual del taller, Chasis FC4J, GD1J, FG1J, GH1J, FM1J, FT1J, GT1J, Hino Motors, Ltd. Japón 2003.

Manual de Servicios, Mantenimiento Preventivo, Hino, 2007.

Motor Diesel: Inyección y combustión”. Ediciones CEAC. 1era Edición 1984.

NTP. Norma Técnica Peruana 321.003-2005. Petróleos y Derivados. Diesel. Especificaciones. Tercera Edición. 2005.

NÚÑEZ Gómez Enrique, Factores que afectan el consumo de combustible, Septiembre 2009.

RALBOVSKYE. “Motores Diesel”. Editorial Paraninfo 2000.

ZURITA Zaldumbide Gabriela. Tesis: Creación de un Software Didáctico para el reconocimiento de las prácticas de Motores Diesel, Escuela Politécnica Nacional, Quito 2007.

[http://: www.oxxe1.com](http://www.oxxe1.com), Características del Lubricante

<http://www.bridgestone.co.cr>, Carga Vs Consumo de Combustible

<http://www.neumaticos.com>, Geometría Deficiente de la dirección de un vehículo [20/12/2010].

ANEXOS

Anexo 4.1 Hoja de Mantenimiento Preventivo General para Conductores.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO				1. PROPIETARIO													
2. PLACA	3. TIPO		4. AÑO	5. MOTOR No.	6. CHASIS No.	7. MARCA											
8. FECHA	9.	10.	11.	12. GRUPOS DE MANTENIMIENTO			13. A.	13. B.	14. Valor Total: Costo Orden de Servicio + Costo de Suministro								
							Costo O. S.	Costo Suministro									
Apertura	Cierre	O.S. No.	Kilometraje (Km)	MOTOR	EMBRAGUE	CAJA DE CAMBIOS	TRANSMISION	DIFERENCIAL	DIRECCION	FRENOS	SUSP. DELANTERA	SUSP. TRASERA	RUEDAS	NEUMATICOS	ELECTRICIDAD	CHAPISTERIA	
Servicio a Ejecutar				A. Ajustar			C. Reparar			S. Sustituir							

Mantenimiento Preventivo

Servicio Básico Incluyendo la Lubricación y el Cambio de Aceite

Incluyendo la Lubricación y el Cambio de Aceite

Fecha:	Modelo:	Reg. No.:
Hora:	Número de Identificación del Vehículo:	Motor:
	Código del Concesionario:	Transmisión
	Nombre:	Eje Trasero:

X = Corregido sin comentarios

√ = Corrección no necesaria

N = No relevante o pertinente

	Lubricación, Revisar Aceite y Nivel de Fluido	
1	Lubricación del Chasis	
2	Lubricación de la Cabina	
3	Cambio de Aceite de Motor y Filtros	
4	Revisar Nivel de Aceite en Transmisión Manual	
5	Revisar Nivel de Aceite en Transmisión Automática	
6	Revisar Nivel de Aceite en PTO (Toma de Fuerza)	
7	Revisar Nivel de Aceite en Retardador	
8	Revisar Nivel de Aceite en Caja de Transferencia	
9	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Mando Delantero	
10	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Mando Trasero	
11	Revisar Nivel de Aceite en Eje de Elevación Hidráulica	
12	Revisar Nivel de Aceite en Dirección Hidráulica	
13	Revisar Nivel de Aceite en las Mazas con Baleros Lubricados con Aceite	
14	Revisar Nivel de Aceite en la Bomba de Inclinación de la Cabina (Si está equipado)	
15	Revisar el Nivel de Fluido en el Depósito del Embrague	
16	Revisar la Protección Anticongelante del Refrigerante y el Nivel (Revisar Nivel de SCA)	
17	Revisar Niveles de Fluido en los Depósitos del Limpiaparabrisas y del Limpiador de Faros	
18	Revisar el Secador de Aire	

	Revisiones de la Cabina	
19	Revisar las Lámparas de Precaución y de Control	
20	Revisar Códigos de Falla en la Unidad de Control Electrónico del Vehículo	
21	Revisar los Códigos de Falla en la Unidad de Control Electrónico del Motor	
22	Revisar los Códigos de Falla en el ABS, frenos anti-bloqueo	
23	Revisar los Códigos de Falla de la Transmisión	
24	Revisar Funcionamiento del Calentador de Estacionamiento	
25	Revisar el Control del Retardador	
26	Revisar Sellado en el Circuito de Frenos Principal (Servicio)	
27	Revisar Palanca de Cambios y Pedal del Embrague	

	Revisiones Externas	
28	Revisión del Funcionamiento de las Lámparas Exteriores	
29	Revisar Espejos y Reflectores	
30	Revisar Funcionamiento de Limpiadores y Lavado	
31	Revisar Montaje de la Batería, Conexiones y Niveles de Fluido	
32	Revisar Tanque de Combustible, Mangueras, Tubos y Cinchos de Montaje	
33	Revisar Filtro de Ventilación del Tanque de Combustible	
34	Revisar Separador de Agua para el Sistema de Combustible	
35	Revisar Desgaste de las Llantas	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- (A) COMPROBAR Y/O AJUSTAR
(I) INSPECCION, CORREGIR Y RECAMBIAR
(E) LUBRICAR, CAMBIAR Y/O COMPLETAR

INTERVALO DE SERVICIOS: B= NUMERO DE MESES C= DIST. RECORRIDA X 1000 Km * = INSPECCION ANTES DE LA CONDUC.	*																					
	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	C	1	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50
MOTOR																						
RENDIMIENTO EN ACELERACION			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ESTADOS DE LOS HUMOS EN ESCAPE	*		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
DEPURADOR DE AIRE													E									
CULATA Y MULTIPLES													A									
PRESION DE COMPRESION													I									
HOLGURA DE VALVULAS				A		A			A			A		A		A				A		
FUGAS DE ACEITE DE MOTOR	*		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
NIVELES DE ACEITE	*		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
CAMBIO ACEITE DEL MOTOR			E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
FILTRO ACEITE DEL MOTOR			E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
LINEAS DE COMBUSTIBLE	*							I							I							
FILTRO DE COMBUSTIBLE						I						I							I			
PRESION DE INYECCION DE COMBUSTIBLE												A										
CALIBRACION TIEMPO ENCENDIDO				A		A						A			A				A			A
REFRIGERACION MOTOR													E									
FUGA DE AGUA Y NIVEL	*		E		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
CORREAS EN V	*			A		A						A			A				A			A
SISTEMA ELECTRICO																						
BATERIAS						I						I							I			I

Mantenimiento del Motor:

MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO⁸

EMBRAGE

El fluido hidráulico en el sistema del embrague junta humedad del aire y eventualmente tendrá suficiente humedad para afectar las superficies metálicas en el sistema a menos que se descargue. Cambie el fluido a los intervalos recomendados o más frecuentemente.

El juego del pedal del embrague (1) se da por el claro entre el émbolo y el pistón (1a) en el cilindro maestro. Por lo que el pedal siempre tendrá un juego, sin importar el ajuste del embrague. El juego correcto se ajusta con el tornillo de ajuste superior (1b) en el portapedal.

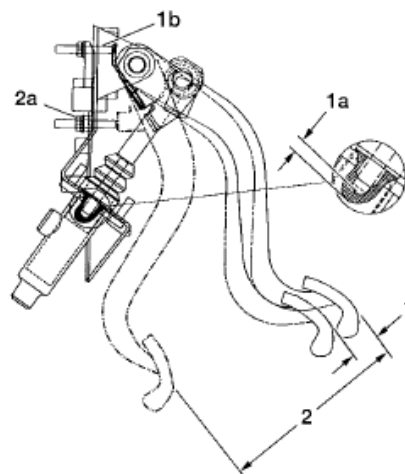


Fig. 1: Embrague

Toma de Fuerza

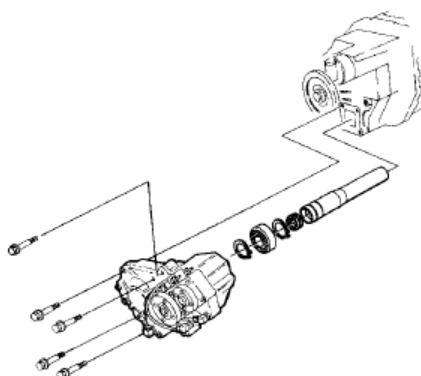
El PTO se monta directamente a la transmisión y no necesita de un llenado y revisión de aceite separados.

Asegúrese de poner aceite extra en la transmisión para el volumen de la PTO.



CUIDADO

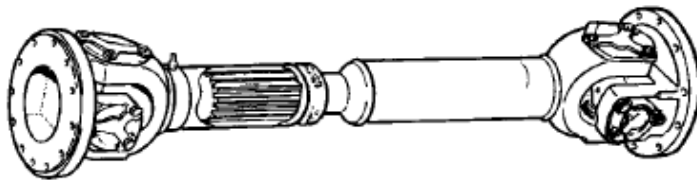
Se debe instalar un intercambiador de calor para el aceite de transmisión cuando se use la PTO continuamente mas de 15 minutos a la vez o con una potencia de salida de mas de 55 kW (75 hp). Sin intercambiador de calor, el aceite puede sobrecalentarse y puede seguir el daño de la transmisión.



Si la aplicación tiene una bomba remota o soplador con una conexión a la flecha de mando, las juntas U de la flecha de mando necesitan engrasarse en cada intervalo de mantenimiento o mas seguido, dependiendo del uso. Use una grasa con base de litio con aditivos EP y una consistencia de NLGI No. 2.

Flecha de Mando

Use una grasa con base de litio con aditivos EP y una consistencia de NLGI No. 2. No use grasa para chasis convencional.



Las juntas U de la flecha de mando se deben lubricar correctamente para que los baleros reciban grasa. El caso más común de las fallas de

las juntas U es el engrasado incorrecto. Siempre asegúrese que la grasa salga de los cuatro sellos. Si un sello no purga la grasa anterior, desplace la flecha de mando de lado a lado mientras aplica la presión de la pistola. Esto permite tener un mayor claro en el extremo de empuje del balero que no está purgando.

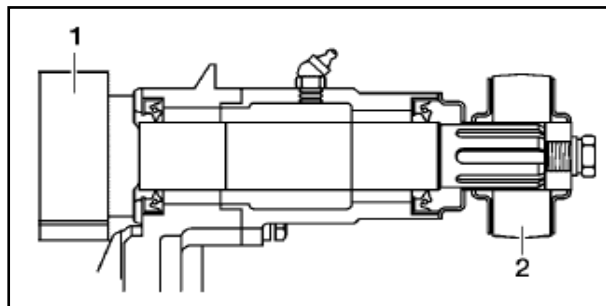
La grasa nueva lava los contaminantes abrasivos de cada balero y asegura que el balero se llene apropiadamente.

PELIGRO

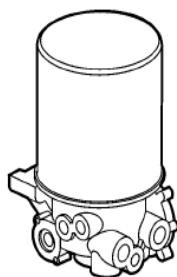
El no engrasar correctamente las juntas U de la flecha de mando o juntas deslizantes puede conducir a la falla del componente la cual puede dar como resultado la separación de la flecha de mando del vehículo. Una flecha de mando separada puede dar como resultado un daño de componentes mayor y la pérdida de control del vehículo y puede causar una seria lesión personal o la muerte.

Frenos

Lubrique los bujes de leva del freno usando una grasa de base de litio con aditivos EP y una consistencia NLGI No. 2. Llene de grasa hasta que la grasa anterior haya sido expulsada del sello y se pueda ver que fluye grasa nueva.



Lubrique los ajustadores de holgura usando una grasa con base de litio con aditivos EP y una consistencia NLGI No. 2. Llene de grasa hasta que la grasa anterior se expulse por el área dentada de la flecha y el trinquete de ajuste y se pueda ver que fluye grasa.



Los secadores de aire tienen sistemas de mantenimiento internos que limpian frecuentemente la humedad almacenada y por lo tanto pueden trabajar con intervalos de mantenimiento prolongados. Eventualmente el medio de secado se llenará y se necesitará cambiarse el cartucho. Cambie el cartucho cuando se drene mas agua de lo normal durante el vaciado diario del tanque. Esto es un desarrollo progresivo y el intervalo serán diferentes entre aplicación y aplicación. Los fabricantes de secadores recomiendan cambiar el cartucho cada 2 a 3 años, pero los intervalos necesitan ajustarse para la aplicación.

Sistema de Dirección

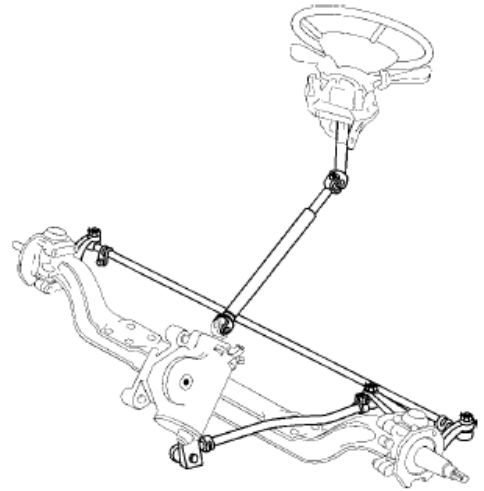
Lubrique la flecha de dirección y la articulación de arrastre.

Lubrique la varilla de unión.

Las cajas de dirección TRW tienen un sello en la flecha de sector que necesita engrasarse **con una pistolamanual** cada 4 meses o más a menudo si el clima y condiciones del camino son severos.

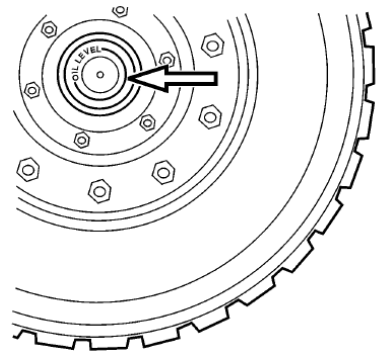
Las cajas de dirección tienen sellos en la flecha de entrada y en la flecha de sector que necesitan engrasarse **con una pistola manual** cada 4 meses o más a menudo si el clima y las condiciones del camino son severos.

No se permite el movimiento axial cuando se aplican 100lbs. de presión manual. Sólo use la presión manual, no lo revise usando pinzas, llaves o cualquier otra herramienta.

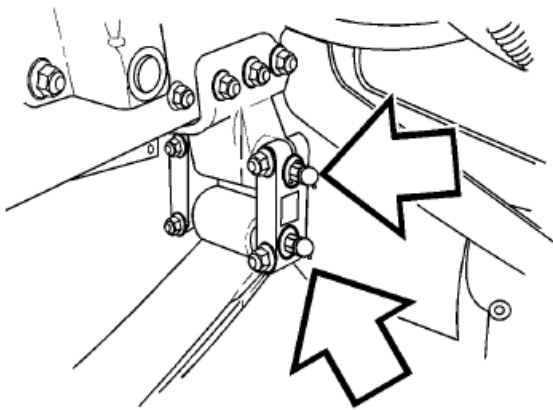


Mazas

Las mazas generalmente se lubrican con aceite y deben lubricarse durante el mantenimiento. Cambie el aceite cuando se desmonte la maza para repararla.



Chasis



Lubrique los pernos de muelle usando grasa con base de litio con aditivos EP y una consistencia de NLG1 No.2.

Engráselo hasta que la grasa anterior salga del sello en ambos lados y se vea fluyendo la grasa nueva. Si la grasa no fluye, use una barra para hacer palanca en los extremos de los muelles y abrírlas para que la grasa fluya. Para llevar a cabo este procedimiento el eje debe colgar libremente.

La tolerancia de desgaste para el perno de muelle y el buje es de 5 mm (3/16 pulg.)

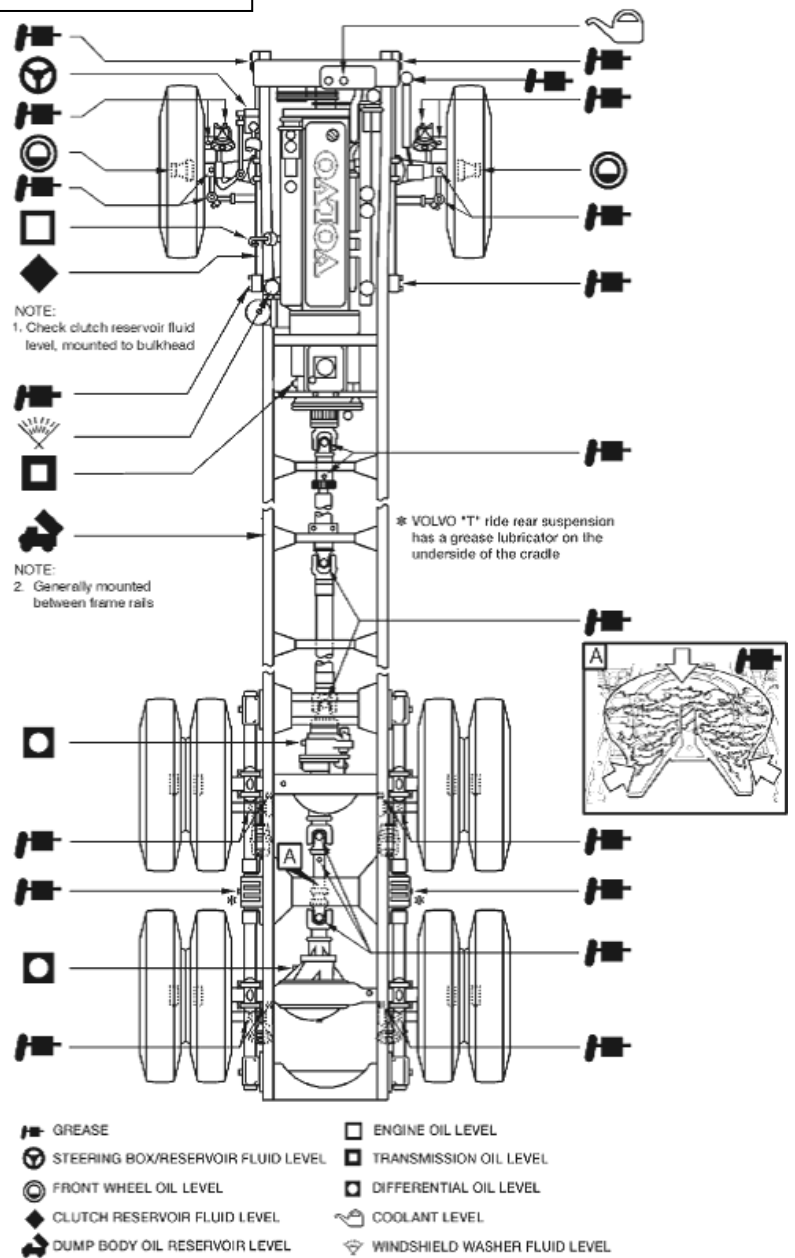
Lubricación

Asegúrese de limpiar las graseras antes de poner grasa.

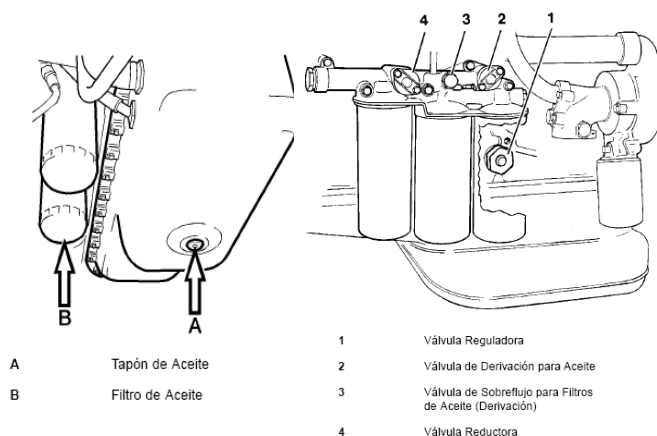
La mugre en la graseras que no se limpie es empujada a la parte con la grasa nueva. Siempre engrase al punto en que la grasa usada y los contaminantes sean expulsados de la parte y sólo salga grasa nueva. Si no se puede engrasar para forzar la grasa usada o si la grasa nueva sale sin empujar la grasa usada, anote esto en el formato para repararlo. Si una graseras no acepta la lubricación debido a un daño o taponamiento interno, cámbiela por una nueva.

No caliente la parte para aplicar mejor la grasa donde se involucren partes de hule o plástico.

Quite el exceso de grasa de la graseras, grilletes de muelle y las otras superficies.



Cambiar Aceite de Motor



motor.

Es importante drenar tanto aceite como sea posible.

Trate de cambiar el aceite inmediatamente después de manejar, cuando el aceite esté tibio. Siempre cambie los filtros cuando cambie el aceite.

Nota!No se recomienda mezclar aceites sintéticos con aceites de base de petróleo.

Nota!Siempre deseche el aceite de acuerdo con los reglamentos Municipales y locales. El aceite usado desechado inapropiadamente puede contaminar la naturaleza, corrientes de agua, agua potable de la comunidad y mata la vida salvaje.



ADVERTENCIA

Tome sus precauciones cuando drene el aceite. Use guantes y deje que el motor se enfríe antes de drenarlo. Puede dar como resultado serias quemaduras por el contacto con un motor o aceite caliente.



ADVERTENCIA

Use guantes de hule cuando maneje aceite usado. Lávese la piel perfectamente si entra en contacto con aceite usado. El contacto prolongado con el aceite usado puede ser dañino.

Filtros de Aceite

Instale los filtros nuevos como sigue:

- Cubra el empaque del filtro con aceite.
- Instale el filtro y dele vuelta a mano hasta que el empaque haga contacto con la superficie de sellado.
- Luego gire el filtro 3/4 de vuelta adicionales.

Revisar el Nivel de Aceite

Nota!No deje que el nivel de aceite baje a menos de la marca inferior de la bayoneta. No llene de más de tal manera que el nivel quede arriba de la marca superior de la bayoneta.



CUIDADO

Para el cambio, use sólo el filtro de aceite del fabricante del motor. El uso de un filtro de aceite no fabricado según la especificación podría dar como resultado en un daño severo a los cojinetes, cigüeñal, etc. como resultado de que entrara aceite sin filtrar al sistema de lubricación.

Espere cinco minutos después de apagar el motor antes de revisar el nivel del aceite. Esto le da tiempo al aceite para escurrir al cárter.

Revise el Nivel de Aceite en el Eje de Mando Trasero

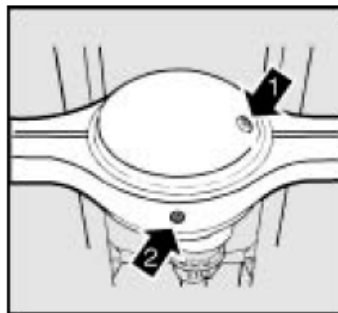
Revisar y Drenar el Aceite

Revise el nivel del aceite a través del tapón superior. El aceite debe quedar a nivel con el barreno. Agregue aceite si es necesario.

Drene el aceite a través del tapón del fondo.

Drene el aceite inmediatamente después de manejar el vehículo, para que esté caliente.

Nota! También revise la ventilación del eje trasero por si está bloqueada. El bloqueo puede causar presión extrema y provocar fugas.



1 Tapón de Nivel/Llenado

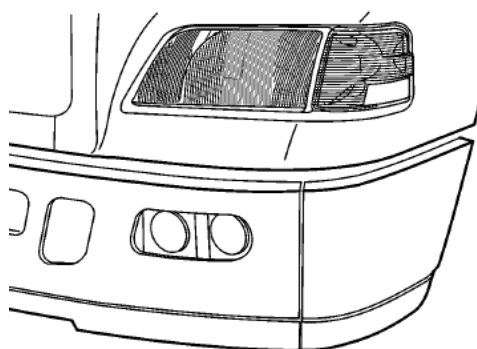
2 Tapón de Drenado

Revisión del Funcionamiento de las Lámparas Externas

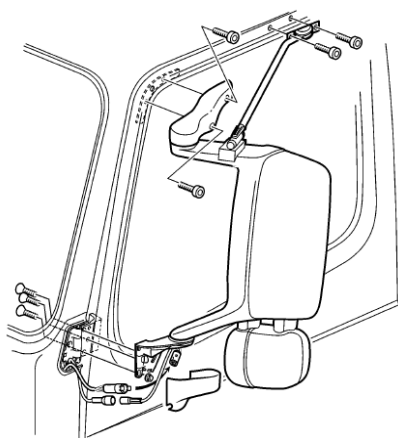
Para llevar a cabo una revisión de funcionamiento de las Lámparas Externas tenemos lo siguiente:

1 Revise que toda la iluminación externa funcione.

2 Revise que todas las lámparas estén en buenas condiciones.



Revisar Espejos y Reflectores



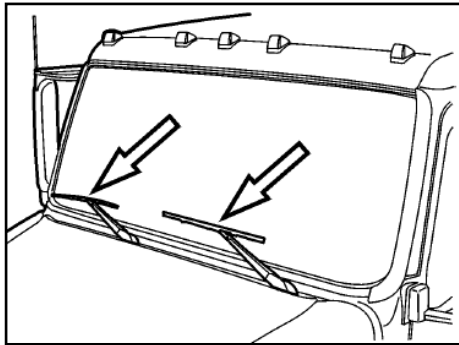
Para llevar a cabo una revisión de funcionamiento de los espejos y reflectores complete lo siguiente:

1 Revise que los espejos retrovisores estén en buenas condiciones de operación y permanezcan en su posición cuando se ajusten.

2 Revise los accesorios de los espejos retrovisores y asegúrese que funcionen.

3 Revise que los reflectores funcionen y que ninguno falte.

Revisión de Funcionamiento de los Limpiadores y Lavadores



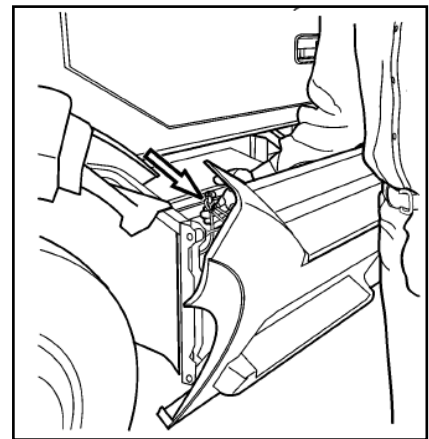
Revise la tensión del brazo del limpiador y la condición de las plumillas.

Revisar Montaje, Conexiones y Niveles de Fluido de la Batería

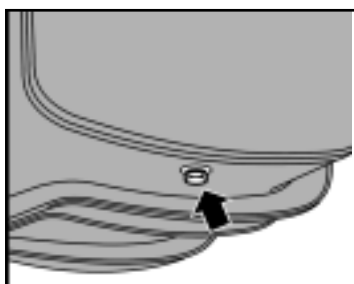
Para completar una revisión del funcionamiento del montaje y conexiones de la batería complete lo siguiente:

- 1 Inspeccione la colocación apropiada y el apriete de los sujetadores de la batería.
- 2 Asegúrese que las conexiones no estén corroídas.
- 3 Inspeccione la longitud apropiada, rozamiento y el tendido apropiado de los cables.
- 4 Revise el apriete y fracturas de las terminales.
- 5 Quite la corrosión de los extremos de los cables y los postes de la batería.
- 6 Después de limpiarlos, rocíe un anticorrosivo en los postes, terminales y el área en general alrededor de ellos.
- 7 Asegúrese que las conexiones a tierra de la batería del motor al marco estén fijas y sin corrosión.

Nota! La conexión a tierra de la batería va directamente al motor de arranque.



Revisar Tanque de Combustible, Mangueras, Tubos y Flejes de Montaje



Para completar una revisión de servicio del tanque de combustible, mangueras, tubos y montaje haga lo siguiente:

- 1 Revise el montaje del tanque de combustible.
- 2 Revise los flejes del tanque de combustible y los soportes J y asegúrese que estén apretados y que los tanques no se hayan girado.
- 3 Inspeccione por fracturas los soportes del tanque de

combustible.

4 Revise que las líneas de combustible estén bien tendidas, su desgaste y las fugas.

Nota! Asegúrese que las líneas de combustible no estén tendidas muy cerca del sistema de escape

Revisar el Filtro de Ventilación del Tanque de Combustible

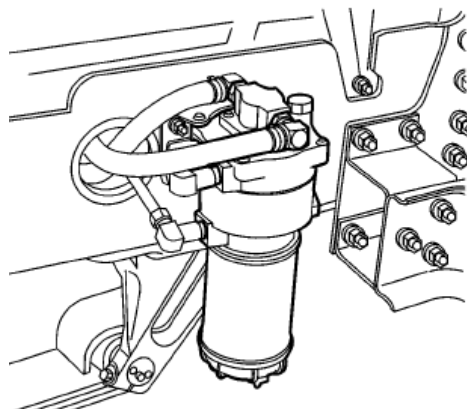
Para completar la revisión de servicio del filtro de ventilación del tanque de combustible haga lo siguiente:

- 1 Inspeccione los daños, fugas y corrosión de los tanques.
- 2 Inspeccione los venteos del tanque.

Revisar el Separador de Agua del Sistema de Combustible

Nota! Si el filtro no se va a cambiar, drene el separador de agua.

- 1 Revise el filtro de combustible primario.
- 2 Anote la fecha y el kilometraje del filtro cuando lo cambie.
- 3 Revise el filtro de combustible secundario.
- 4 Anote la fecha y el kilometraje del filtro cuando lo cambie.



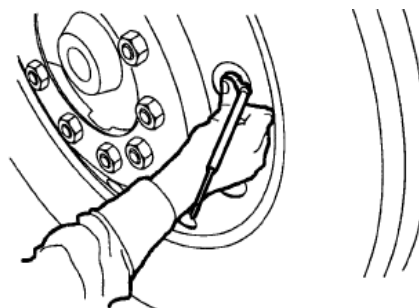
Revisar el Desgaste de las Llantas y la Alineación de las Ruedas

Desgaste de las Llantas:

- 1 Examine el patrón de desgaste inusual del piso de cada llanta. Consulte la tabla siguiente para ver los patrones típicos del piso.
- 2 Mida la profundidad del piso.
- 3 Revise la presión de las llantas y compruebe si los pivotes fugan.
- 4 Revise el desgaste de la ceja en los Rines de Aluminio cada vez que se cambie la llanta.

Nota! Sepa que las causas principales del desgaste de la llantas es una mala presión del aire, un ajuste incorrecto de la convergencia y una alineación incorrecta de las llantas de tracción o los ángulos de empuje, lo cual produce un empuje o arrastre de las llantas de dirección.

Las orillas escamadas de las llantas es un síntoma prematuro del desgaste de las mismas.



Revisar el Radiador, Mangueras y Tubos



ADVERTENCIA

No quite el tapón del tanque de expansión de refrigerante mientras el motor y el radiador estén aún calientes. Puede escapar fluido caliente y vapor a presión si el tapón se quita mientras el motor y el radiador están calientes.

Nota! Esta revisión también está considerada en el Mantenimiento del Control de Emisiones de Ruido

Lleve a cabo la Revisión del Radiador, Mangueras y

Tubos como sigue:

1 Revise la suciedad y los desechos del área delantera del paquete del radiador que obstruyen el flujo de aire.

2 Limpie el paquete del radiador con aire o agua a presión, soplando de dentro hacia fuera.

Nota! La presión de aire no debe exceder 2bar (30 psi) para los núcleos del radiador y el enfriador aire-aire.

Nota! Si hay daño en las aletas de enfriamiento, enderézcelas para que el aire pueda fluir libremente.

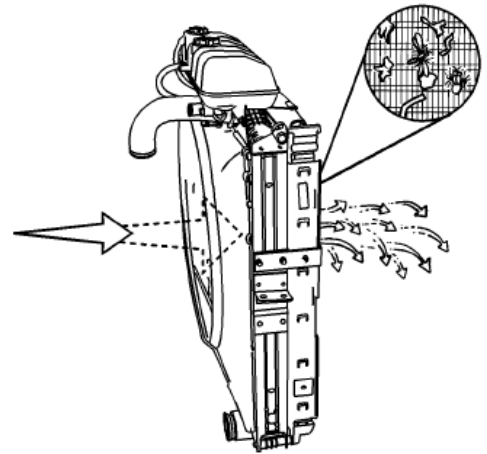
3 Revise las fugas de fluido en o alrededor del motor.

Nota! Inspeccione las superficies de contacto, las áreas de fijación y acople de los componentes auxiliares, mangueras y tubos.

4 Aumente la presión en la válvula de alivio, con los controles del calentador abiertos, a .75 bar (11 psi).

Déjela bajo presión de cinco a diez minutos. Observe las fugas, desgaste, fracturas y distorsión en las mangueras y tubería.

5 Revise el apriete de las abrazaderas para manguera.



Revisar las Muelles y Tornillos U

Para llevar a cabo una revisión de las Muelles y Tornillos

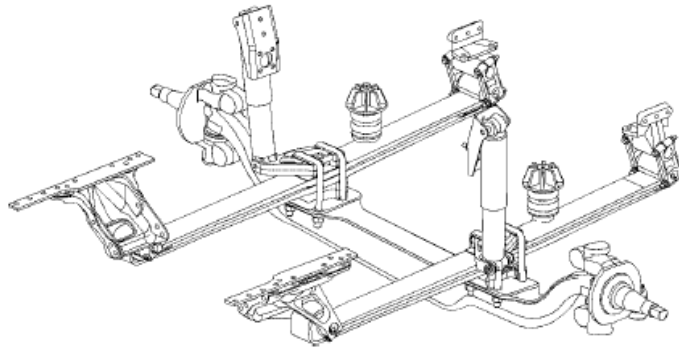
U complete lo siguiente:

- 1 Revise las muelles si tienen hojas dañadas o rotas.
- 2 Revise la localización del buje de muelle en el ojo de esta.
- 3 Inspeccione los tornillos U por señales de movimiento o desgaste.

4 Reapriete los tornillos U, eje(s) delantero y trasero después de los primeros 24,000 km (15,000 millas).

5 Revise que el centro de la muelle esté alineado con el centro del apoyo en el cuerpo del eje delantero.

Verifique esta alineación inspeccionando la parte baja de la muelle para ver si hay señales de movimiento entre la muelle y el eje.



Revisar las Zapatas de Freno



Para llevar a cabo una revisión de las Zapatas de Freno complete lo siguiente:

Mida la zapata de freno a través de los barrenos de inspección en las placas de respaldo. Vea las especificaciones de cada fabricante para obtener el espesor mínimo de las zapatas.

Revisar los Cilindros de Freno, Palancas y Horquillas

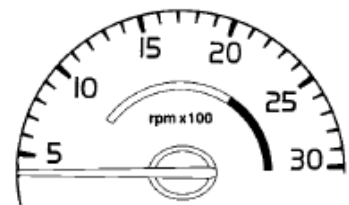
Para llevar a cabo una revisión de los Cilindros de Freno, Palancas y Horquillas complete lo siguiente:

- 1 Retire la rueda y tambor de freno.
- 2 Inspeccione las señales de desgaste, flexión o grietas de los cilindros de freno, palancas y horquillas.

Revisar los Instrumentos y Medidores

Revise el funcionamiento apropiado de todos los instrumentos y medidores.

Si es posible, revise el odómetro contra un kilómetro medido.



Revisar los Sistemas de Seguridad

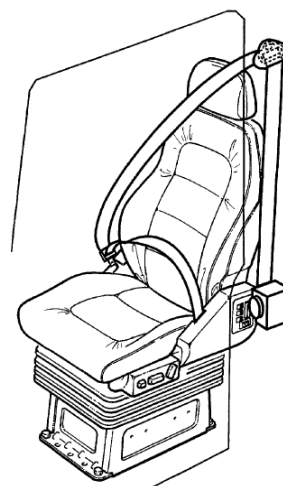
1 Revise los cinturones, hebillas, placas de cerrojo, anclajes y rizados guía para asegurarse que estén operando apropiadamente.

2 Revise las partes flojas/dañadas (sin desensamblarlas) que pudieran evitar que el sistema de restricción operara apropiadamente.

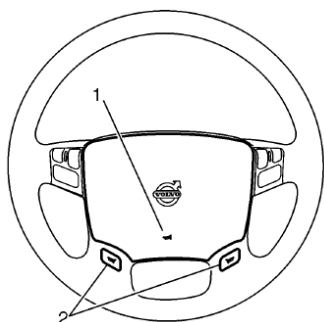


PELIGRO

Un cinturón de seguridad dañado, visiblemente dañado o no, podría dar como resultado en una seria lesión personal o la muerte en el caso de un accidente.



Revisar el Claxon



Opere tanto la corneta (1) como el claxon (2). Cada uno debe tener un tono fuerte y uniforme.

Revisar la Operación de la Transmisión

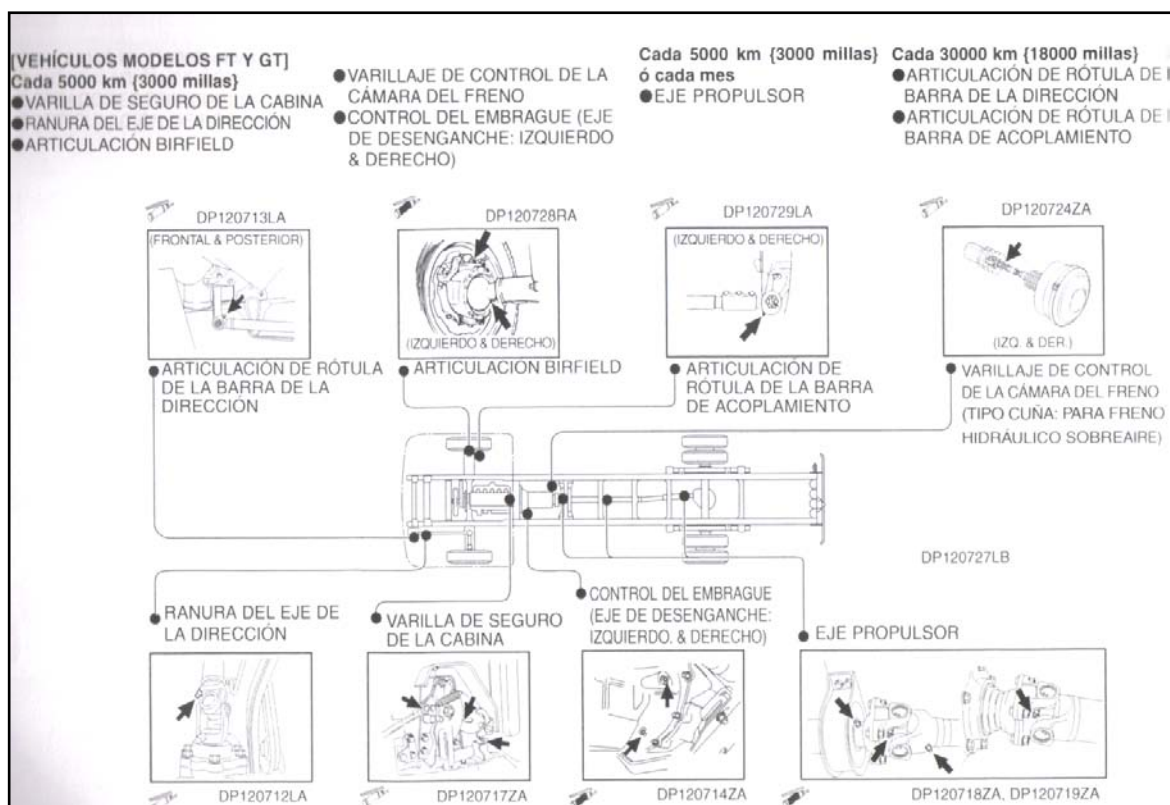
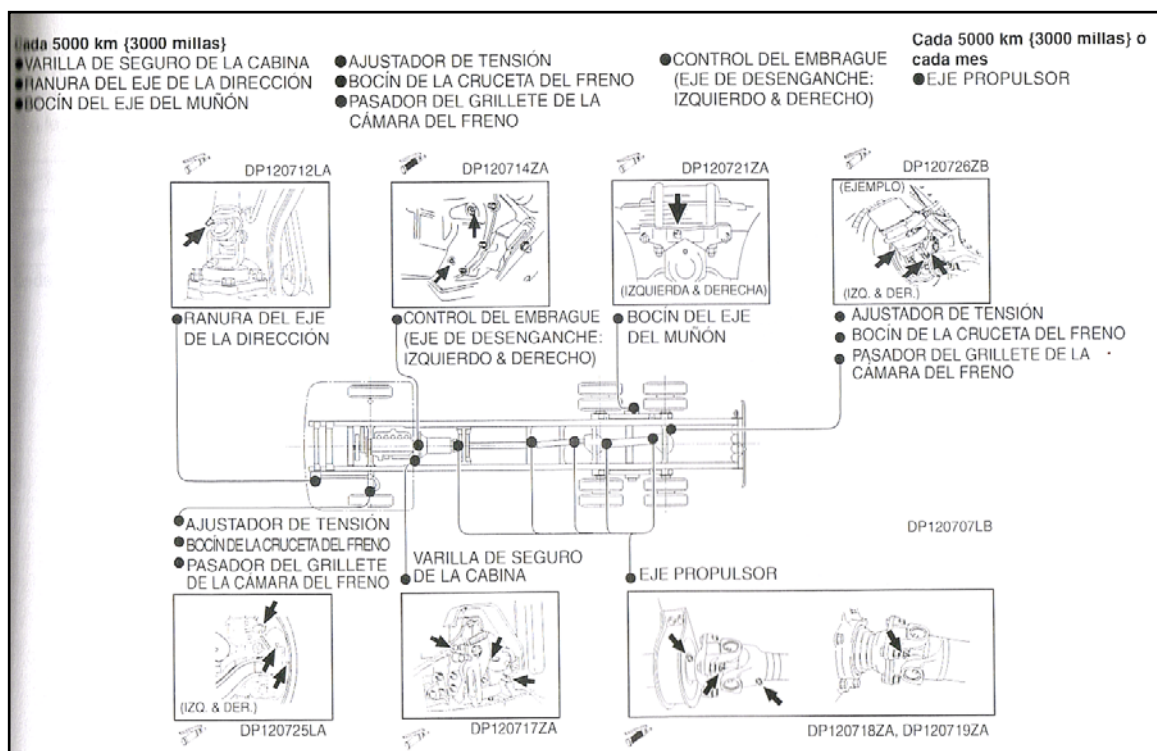
Revise que la transmisión opere suavemente a través del patrón de cambios. Ponga atención a cualquier ruido inusual durante los cambios.

Revise el juego excesivo en la palanca de velocidades.

Conduzca el vehículo en todos los cambios y escuche las diferencias inusuales de sonido entre los cambios.



Anexo 4.2 Mantenimiento Preventivo del Sistema del Chasis – Puntos Importantes de Engrase



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
(A) COMPROBAR Y/O AJUSTAR (I) INSPECCION, CORREGIR Y RECAMBIAR (E) LUBRICAR, CAMBIAR Y/O COMPLETAR																					
INTERVALO DE SERVICIOS:		*																			
B	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	1	2.5	5	7.5	10	12.55	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50
SISTEMA DE FRENOS																					
FRENO PEDAL					A				A				A				A				A
FRENOS DE ESTACIONAMIENTO						A							A						A		
FORROS DE FRENOS										I										I	
TAMBORES DE FRENOS										I										I	
DISCOS DE FRENOS										I										I	
FLUIDO DE FRENOS		*	E	E	E	E	E	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
CAÑERIAS DE FRENOS													I								
SISTEMA DE DIRECCION																					
CAJA DE DIRECCION				A			A			A			A			A			A		I
EMBRAGUE DE DIRECCION																				E	
LUBRICANTE DE DIRECCION							E						E								
ARTICULACIONES DE DIRECCION													I								
VOLANTE DE DIRECCION		*					A						A						A		
ALINEACION DE DIRECCION																			A		
ROTULAS Y GUARDAPOLVOS																					
AMORTIGUADORES													I						I		
SUSPENSION DELANTERA-TRASERA																					
ALINEACION BALLESTAS																					
PRESION DE NEUMATICOS		*	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SISTEMA DE TRANSMISION																					
PALANCA DE CAMBIOS		*					E						A								
NIVEL-ACEITE TRANSMISION-DIF.							A					E							E		
ALINEACION CARDAN													A						A		
UNION UNIVERSAL CRUCETAS													I								
COJINETES RUEDAS DELANTERAS							A						A						A		
COJINETES RUEDAS TRASERAS							A						A						A		
JUEGO LIBRE PEDAL EMBRAGUE			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
LIQUIDO PARA EMBRAGUE					E		E			E			E			E				E	

Anexo 4.4 Informe Diario del Conductor

INFORME DEL CONDUCTOR			1. No.
2. FECHA	3. HORA	4. KILOMETRAJE	5. VEHICULO No.
6. SEÑALE CON "X" LOS DEFECTOS OBSERVADOS			
MOTOR REFRIGERACION OBS 1. Nivel bajo del aceite () 2. Falta fuerza () 3. Golpetea () 4. Calienta () 5. Fuga combustible () 6. Fuga aceite lubricante () 7. Fuga de agua () SUSPENSION DE LANTERA 8. Tiembla () 9. Tiende a un lado () 10. Caída () 11. Golpea () 12. Con juego () DIRECCION 13. Tiembla () 14. Con juego () 15. No regresa () 16. Golpea () 17. Hala a un lado () SUSPENSION TRASERA 18. Caída cansada () 19. Golpea () 20. Rota () 21. Floja () DIFERENCIAL 22. Con fuga aceite () 23. Sonido ronco () 24. Golpea ()		RUEDAS NEUMATICOS OBS 25. Con fuga () 26. Mal desgaste () 27. Cortado () FRENOS RUEDAS Y DE ESTACIONAMIENTO 28. Está bajo () 29. Tiende a un lado () 30. No sujeta () 31. Fuga líquido hidráulico () 32. Tiembla () 33. Arrastra () TABLERO DE INSTRUMENTOS 34. Iluminación () 35. Indicación presión de aceite () 36. Velocímetro () 37. Tacómetro () 38. Indicador temperatura () 39. Indicador combustible () SISTEMA ELECTRICO 40. Alternador no carga () 41. Motor de arranque falla () 42. Batería en mal estado () 43. Faros () 44. Luces guías () 45. limpia parabrisas () 46. Bocina () 47. Sonido ronco alternador () 48. Otros ()	
7. OBS.	8. DESCRIPCION DE LOS DEFECTOS		
		9. FIRMA RESPONSABLE	

Anexo 4.5 Fotos de Sobrecarga y Modelos de los Vehículos

Modelo 2H



Modelo 3F

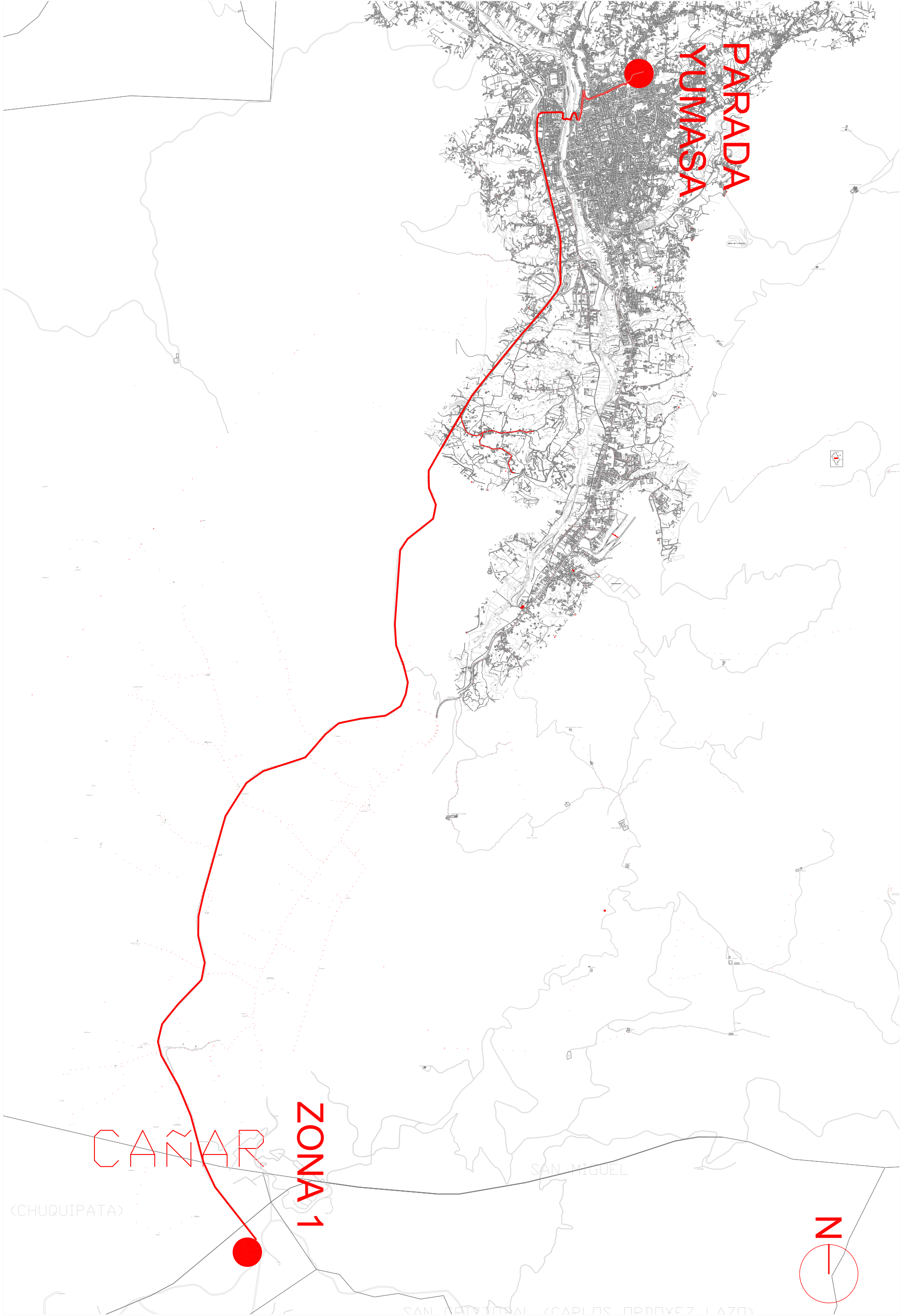


Modelo 1K:



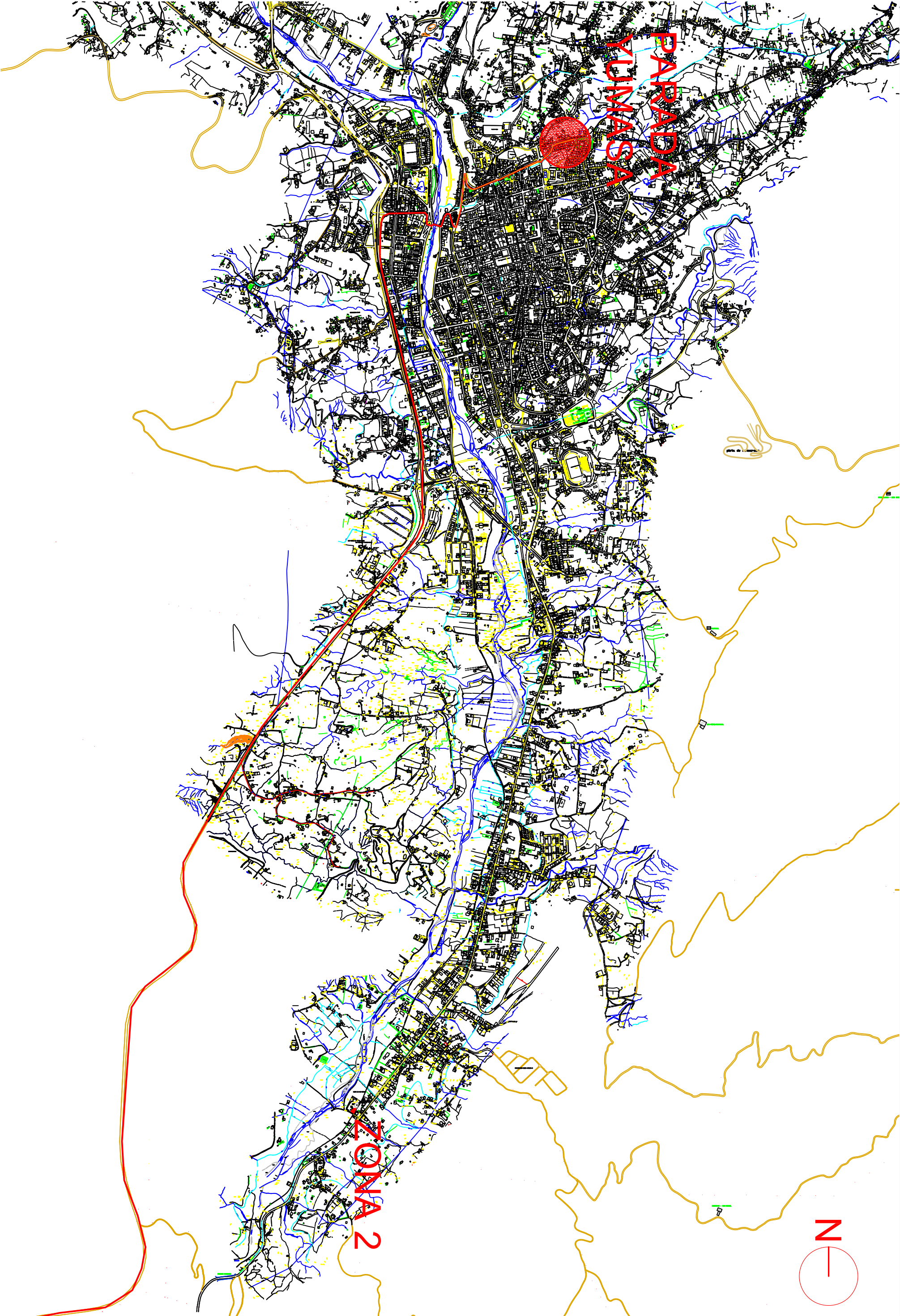
Sobrecarga





ANEXO 3.1

ZONA 2 – EL CORTE – AZOGUES



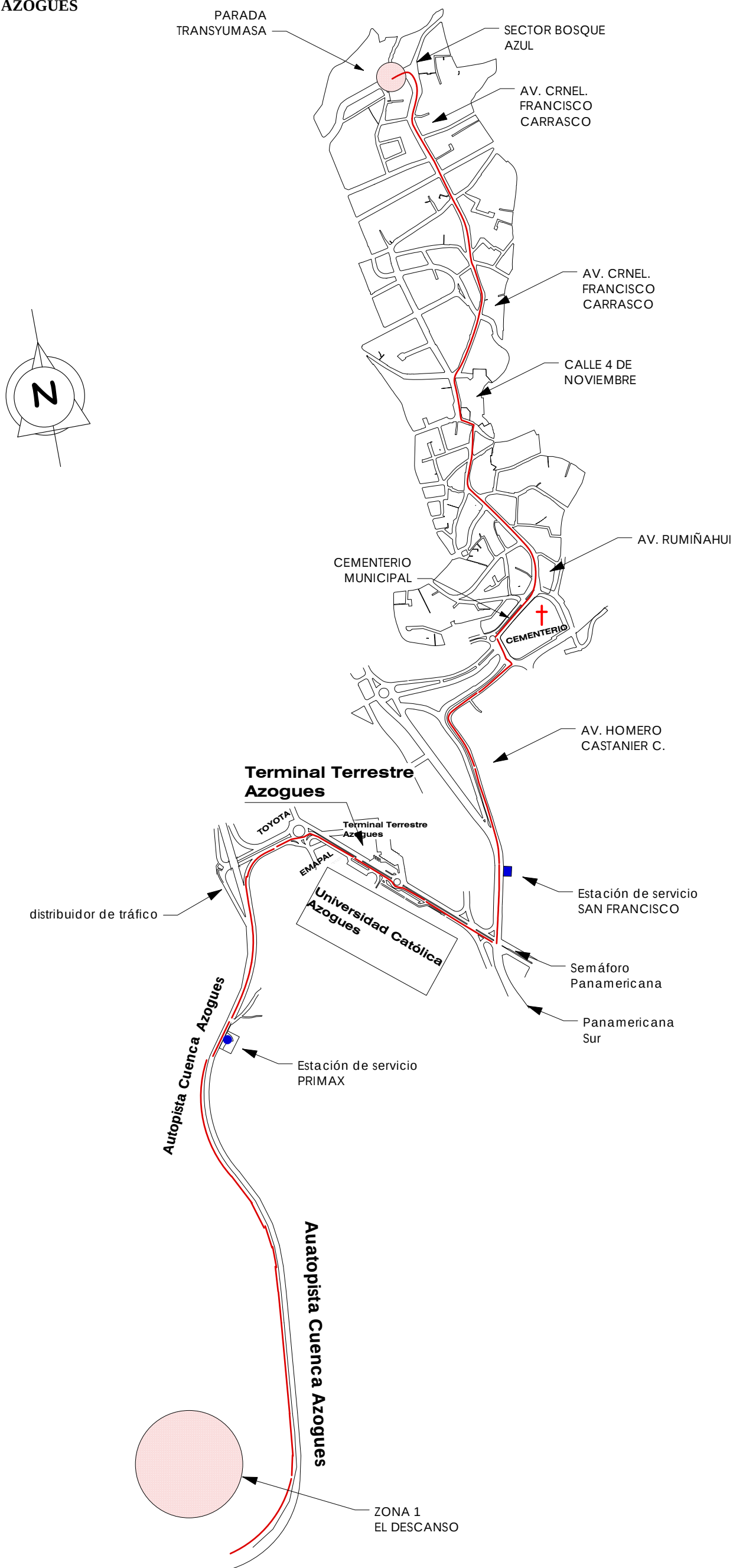
ANEXO 3.1
ZONA 3 - TABACAY - AZOGUES



ANEXO 4.6

RUTAS RECOMENDADAS

ZONA 1 - DESCANSO - AZOGUES



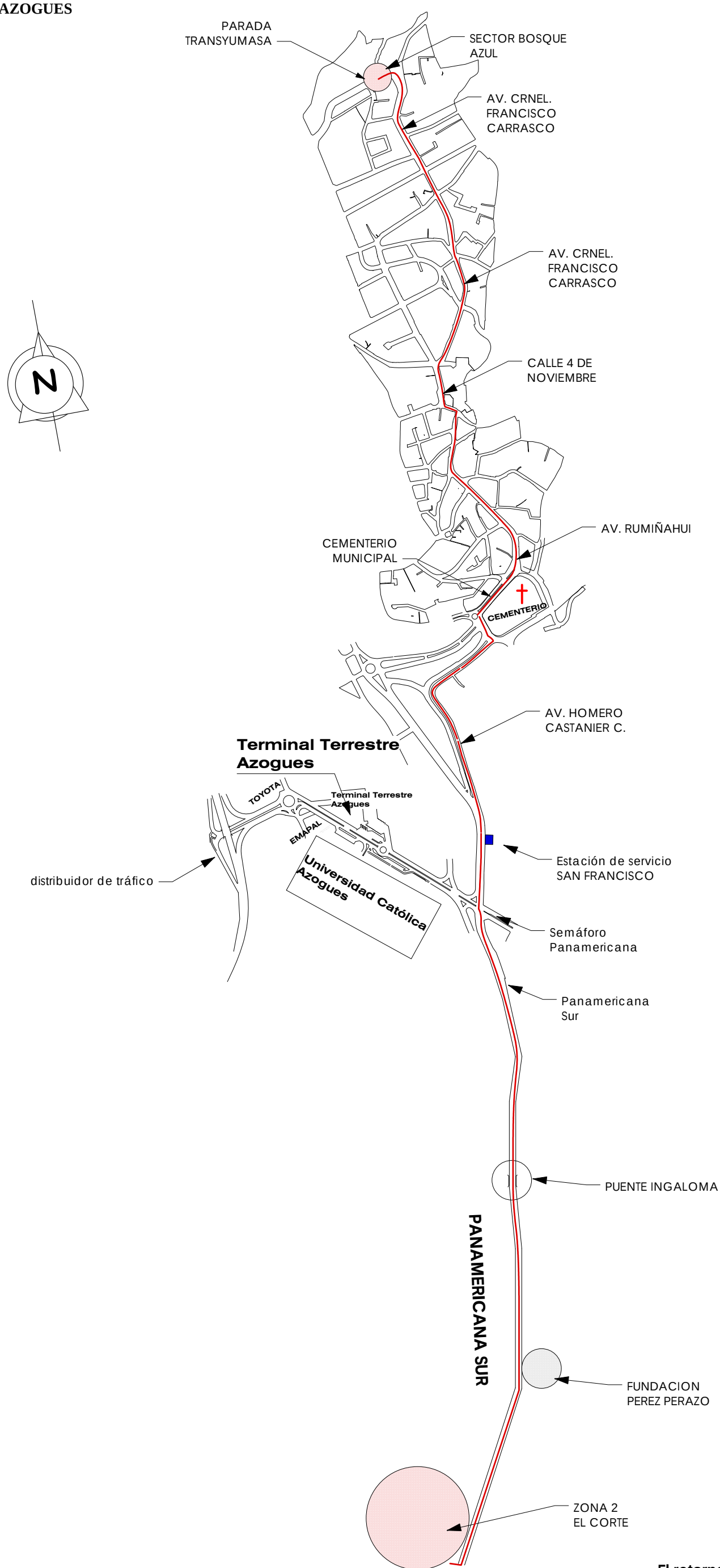
SIMBOLOGIA	
	RECORRIDO
	PARADA TRANSYUMASA

El retorno se realizará por la misma vía

ANEXO 4.6

RUTAS RECOMENDADAS

ZONA 2 - EL CORTE - AZOGUES



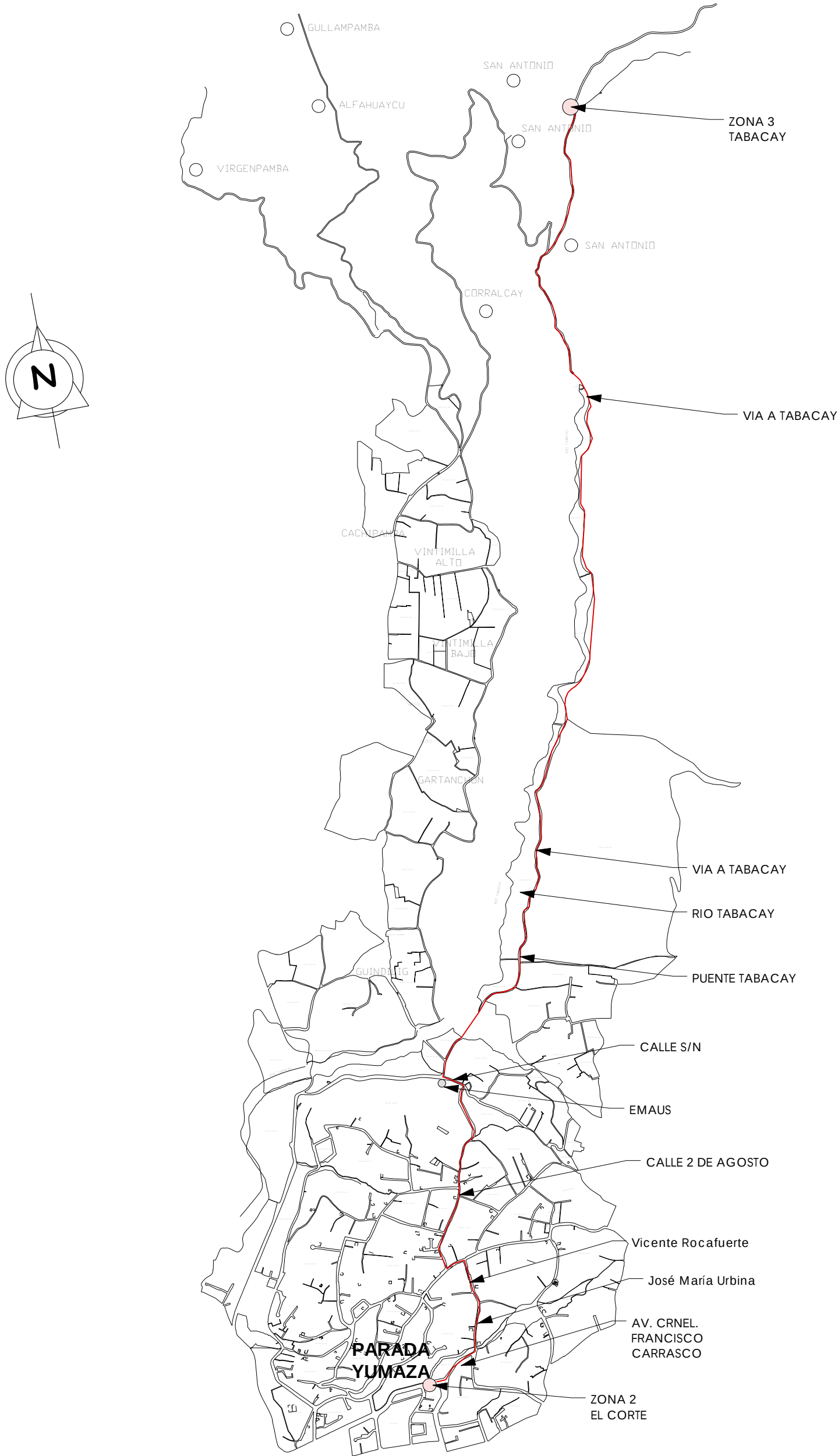
SIMBOLOGIA	
	RECORRIDO
	PARADA TRANSYUMASA

El retorno se realizará por la misma vía

ANEXO 4.6

RUTAS RECOMENDADAS

ZONA 3 - TABACAY - AZOGUES



El retorno se realizará por la misma vía