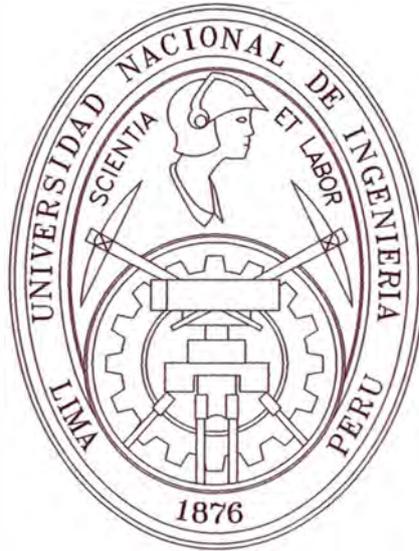


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE GLP Y GNV PARA 245 VEHÍCULOS
AUTOMOTRICES DE UNA EMPRESA CERVECERA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

**LUIS RODOLFO BISSO ALFARO
PROMOCIÓN 1999 - II**

LIMA-PERU

2010

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcance	4
1.4 Justificación	5
1.5 Limitaciones	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	6
2.1 El Transporte	6
2.2 Elementos del Costo	9
2.2.1 Materiales	10
2.2.1.1 Materiales directos	10
2.2.1.2 Materiales indirectos	10
2.2.2 Mano de obra	10
2.2.2.1 Mano de obra directa	11
2.2.2.2 Mano de obra indirecta	11
2.2.3 Costos indirectos de fabricación	11
2.3 Los Costos de Capital	13
2.4 La Contaminación del Aire	14
2.4.1 Principales contaminantes del aire	14
2.4.1.1 Monóxido de carbono	14
2.4.1.2 Dióxido de carbono	15
2.4.1.3 Clorofluorcarbonos	15
2.4.1.4 Plomo	16
2.4.1.5 Oxido de nitrógeno	16
2.4.1.6 Dióxido de azufre	17
2.5 El Calentamiento global	17
2.5.1 Pronóstico de emisiones de CO ₂ del sector transporte en el Perú	18
2.6 Vehículos con Sistema dual	19
2.7 Los Combustibles	19
2.7.1 Características	20
2.7.2 Tipos	21
2.7.2.1 La gasolina	21
2.7.2.1.1 Índice de Octano	21
2.7.2.1.2 Gasolina con plomo	22
2.7.2.1.3 Efectos negativos del plomo en la gasolina	23

2.7.2.2	El Gas Natural	24
2.7.2.2.1	Poder Calorífico	27
2.7.2.2.2	Beneficios de uso del gas Natural	27
2.7.2.2.2.1	Ventajas Ambientales	27
2.7.2.2.2.2	Ventajas de Seguridad	29
2.7.2.3	Gas Licuado de Petróleo	31
2.7.2.3.1	Obtención del GLP	31
2.7.2.3.1.1	GLP de Refinerías	31
2.7.2.3.1.2	GLP de Gas Natural	32
2.7.2.3.2	Usos del GLP	32
2.7.2.3.3	Ventajas del Uso del GLP	33
2.7.2.3.3.1	Ventajas Ambientales	32
2.7.2.3.3.2	Ventaja en la conservación del motor y partes	34
2.7.2.3.4	Desventajas del Uso del GLP	34
2.7.2.3.5	Vehículos con GLP que circulan en el Perú ...	34

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE GAS NATURAL EN EL PERÚ

3.1	Desarrollo del Gas Natural en el Perú	35
3.1.1	Utilización del Gas Natural de Camisea	35
3.1.2	Formación de Precios al usuario final	35
3.1.3	Categorías Tarifarias Distribución	36
3.1.4	Desarrollo del Gas Natural en Vehículos	37
3.1.4.1	Vehículos Convertidos a GNV	37
3.1.4.2	Estaciones de servicio de GNV	38
3.1.4.3	Consumo acumulado de GNV	39
3.1.4.4	Talleres de Conversión	40
3.2	Desarrollo del GNV en el Mundo	41
3.2.1	Liderazgo de América Latina	42
3.3	Tecnologías de los Sistemas de Gas para Vehículos	45
3.3.1	Sistema de inyección secuencial de GNV	45
3.3.2	Sistema de lazo cerrado para GNV	52
3.3.3	Sistema de lazo abierto para GNV	54
3.3.4	Sistema de inyección secuencial de GLP	55
3.3.5	Sistema de lazo cerrado para GLP	58
3.3.6	Sistema de lazo abierto para GLP	59
3.4	Equipamiento de GNV Y GLP seleccionados	60
3.5	Cuadro comparativo entre el uso de GNV y GLP	60

2.7.2.2	El Gas Natural	24
2.7.2.2.1	Poder Calorífico	27
2.7.2.2.2	Beneficios de uso del gas Natural	27
2.7.2.2.2.1	Ventajas Ambientales	27
2.7.2.2.2.2	Ventajas de Seguridad	29
2.7.2.3	Gas Licuado de Petróleo	31
2.7.2.3.1	Obtención del GLP	31
2.7.2.3.1.1	GLP de Refinerías	31
2.7.2.3.1.2	GLP de Gas Natural	32
2.7.2.3.2	Usos del GLP	32
2.7.2.3.3	Ventajas del Uso del GLP	33
2.7.2.3.3.1	Ventajas Ambientales	32
2.7.2.3.3.2	Ventaja en la conservación del motor y partes	34
2.7.2.3.4	Desventajas del Uso del GLP	34
2.7.2.3.5	Vehículos con GLP que circulan en el Perú	34

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE GAS NATURAL EN EL PERÚ

3.1	Desarrollo del Gas Natural en el Perú	35
3.1.1	Utilización del Gas Natural de Camisea	35
3.1.2	Formación de Precios al usuario final	35
3.1.3	Categorías Tarifarias Distribución	36
3.1.4	Desarrollo del Gas Natural en Vehículos	37
3.1.4.1	Vehículos Convertidos a GNV	37
3.1.4.2	Estaciones de servicio de GNV	38
3.1.4.3	Consumo acumulado de GNV	39
3.1.4.4	Talleres de Conversión	40
3.2	Desarrollo del GNV en el Mundo	41
3.2.1	Liderazgo de América Latina	42
3.3	Tecnologías de los Sistemas de Gas para Vehículos	45
3.3.1	Sistema de inyección secuencial de GNV	45
3.3.2	Sistema de lazo cerrado para GNV	52
3.3.3	Sistema de lazo abierto para GNV	54
3.3.4	Sistema de inyección secuencial de GLP	55
3.3.5	Sistema de lazo cerrado para GLP	58
3.3.6	Sistema de lazo abierto para GLP	59
3.4	Equipamiento de GNV Y GLP seleccionados	60
3.5	Cuadro comparativo entre el uso de GNV y GLP	60

CAPÍTULO IV

MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LOS EQUIPOS DE GNV Y GLP ...	61
4.1 Mantenimiento programado de los equipos de GNV y GLP	61
4.2 Suministro de GNV	62
4.3 Reabastecimiento de Combustible para Autos a Inyección y a Carburador	63
4.4 Arranque y Conmutación para Autos con Carburador	63
4.4.1 Operación a Gasolina	63
4.4.2. Operación a Gas	64
4.4.2.1 Conmutación Gasolina Gas	64
4.4.2.2 Conmutación Gas Gasolina	64
4.5 Arranque y Conmutación para Autos a Inyección	65
4.5.1 Funcionamiento con conmutación automática gasolina gas	65
4.5.2 Funcionamiento a gasolina	65
4.5.3 Operación a gas	66
4.6 Certificación de los vehículos convertidos a GNV	66
4.7 Diagnóstico de los vehículos para su conversión de gasolina a GNV	67
4.8 Limite de emisión de gases	69

CAPITULO V

CÁLCULOS Y RESULTADOS	70
5.1 Informe Técnico de los vehículos a ser convertidos a GNV y GLP	70
5.1.1 Sistema de alimentación de combustibles	70
5.1.2 Medidas de compresión de los motores	70
5.1.3 Mantenimientos preventivos y correctivos	76
5.2 Disminución anual de kilogramos de Dióxido de Carbono emitidos a la atmósfera	77
5.2.1 Usando GNV	72
5.2.2 Usando GLP	73
5.3 Consideraciones con respecto a los vehículos a los cuales se le instalarán los equipos	73
5.3.1 Con respecto al período de mantenimiento de los vehículos	78
5.3.2 Con respecto al tiempo que trabajarán con los equipos antes de ser vendidos	78
5.3.3 Con respecto al tipo de combustible a usar	80
5.3.4 Cantidad de vehículos que serán convertidos a GNV y GLP	80
5.3.5 Ubicación de los vehículos	80

5.4 Cálculos Económicos Financieros	82
Cálculo de la tasa interna de retorno, valor actual neto, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente.	
5.4.1 Toyota Hilux con inyección electrónica multipunto	83
5.4.1.1 Cálculo con uso de GNV	86
5.4.1.2 Cálculo con uso de GLP	87
5.4.2 Toyota Hilux (con carburador)	88
5.4.2.1 Cálculo con uso de GNV	89
5.4.2.2 Cálculo con uso de GLP	90
5.4.3 Toyota Yaris (motor 1NZ)	91
5.4.3.1 Cálculo con uso de GNV	92
5.4.4 Toyota Yaris (motor 2NZ)	93
5.4.4.1 Cálculo con uso de GNV	94
5.4.5 Toyota Corolla XLI	95
5.4.5.1 Cálculo con uso de GNV	96
5.4.6 Toyota Camry GX	97
5.4.6.1 Cálculo con uso de GNV	98
5.4.7 Toyota RAV4	99
5.4.7.1 Cálculo con uso de GNV	100
5.4.7.2 Cálculo con uso de GLP	101
5.4.8 Honda Accord	102
5.4.8.1 Cálculo con uso de GNV	103
5.4.9 Honda Civic	104
5.4.9.1 Cálculo con uso de GNV	105
5.4.10 Mitsubishi L200 (con carburador)	106
5.4.10.1 Cálculo con uso de GNV	107
5.4.10.2 Cálculo con uso de GLP	108
5.4.11 Inversión total	109
5.5 Ahorro en combustible	111
5.6 Inversión Total en equipos	113
5.7 Ahorro Real Total	114
5.7.1 Ahorro total	114
5.7.2 Ahorro anual Per cápita	116

CONCLUSIONES 117

RECOMENDACIONES 119

BIBLIOGRAFÍA 121

ANEXOS

1. Proformas de instalación de equipos de GNV y GLP
2. Relación de estaciones de servicio de GNV en Lima.
3. Relación de estaciones de servicio de GLP en provincias.
4. Relación de talleres de conversión.
5. Norma Técnica Peruana 111 015.

Dedicatoria:

A mi madre por su esfuerzo, dedicación, apoyo y ser la base de mi formación personal y académica, al igual que a mi hermana por su apoyo incondicional; a mi tío Rodolfo Alfaro por sus consejos y recomendaciones, y a mi sobrino Mateo el nuevo integrante de la familia.

PRÓLOGO

El trabajo trata del estudio de factibilidad del uso de gas natural (GNV) y gas licuado de petróleo (GLP) en la flota vehicular automotriz (autos y camionetas) que usa gasolina de una empresa Cervecera. Este estudio permitirá a la gerencia tomar una decisión de inversión, que consistirá en la instalación de un sistema de gas natural para los vehículos que operan en la ciudad de Lima y un sistema de gas licuado de petróleo para los vehículos que operan en provincias. Se analizan aspectos de carácter cualitativo y cuantitativo.

En el primer capítulo se hace mención a la flota vehicular, la cual se ha ido incrementando a lo largo de los años conforme crece el mercado para la organización.

El segundo capítulo corresponde al marco teórico de los puntos como el transporte, los costos, los combustibles, la contaminación del aire, el gas natural vehicular y el gas licuado de petróleo.

En el tercer capítulo se ha realizado un estudio del desarrollo del gas natural en el Perú y el mundo, las tecnologías de gas existentes tanto en GNV como en GLP, también se muestra el equipamiento seleccionado para cada tipo de vehículo, así como un cuadro comparativo entre usar GNV y GLP.

El cuarto capítulo trata de los mantenimientos de los equipamientos de GNV y GLP; así como el proceso de suministro, arranque y conmutación de los vehículos que usarán GNV, la certificación y diagnóstico de los vehículos a GNV.

En el quinto capítulo se ha realizado los cálculos con respecto a los flujos de caja, tiempo de recuperación de la inversión, la tasa interna de retorno, el valor actual neto, el flujo anual equivalente, el ahorro; para ello se ha procedido a calcular los rendimientos de los combustibles, en base a los historiales de los recorridos y consumo de combustible de las unidades.

También se ha obtenido los cálculos de la cantidad de kilogramos de CO₂ que se emite a la atmósfera, adicionalmente se ha elaborado un informe técnico de los vehículos. Estos cálculos se han realizado por cada tipo de marca y modelo de vehículo, con la finalidad de poder realizar los cálculos de la manera más exacta; es decir empleando datos reales de los vehículos con los que cuenta la organización.

Finalmente se ha realizado las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad la flota vehicular automotriz de la organización está formada por autos, camionetas, camiones, tractos y montacargas los cuales usan diferentes tipos de combustibles como por ejemplo gasolina, petróleo diesel. Estos combustibles tienen un costo relativamente altos afectando directamente la economía de la organización y la contaminación del medio ambiente.

Por otro lado, podemos mencionar que como consecuencia del proceso de combustión debido al uso de estos combustibles se emana gases tóxicos dañinos para la salud (monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos residuales, óxidos de nitrógeno).

Al mismo tiempo se presenta la posibilidad de usar el gas natural y el gas licuado de petróleo, los cuales son más baratos y el grado de contaminación es menor que el resto de combustibles mencionados anteriormente.

La flota vehicular automotriz objeto de estudio (autos y camionetas) a lo largo de los años se ha ido incrementando, éstas unidades usan gasolina y el Diesel 2 como combustible, lo cual a la fecha genera altos costos operativos; en ese sentido la organización a planificado ver la posibilidad de usar el gas natural y

el gas licuado de petróleo en los vehículos gasolineros, todo ello con la finalidad de reducir los costos operativos y al mismo tiempo para reducir la contaminación ambiental.

Este cambio se va a realizar de manera gradual hasta finalmente tener a toda la flota vehicular con el sistema dual; es decir tener la posibilidad de usar gasolina /gas natural o gasolina/gas licuado de petróleo.

1.2 OBJETIVO

- Reducir los costos operativos de la flota vehicular automotriz mediante el uso del gas natural y el gas licuado de petróleo como combustibles alternativos en vez de gasolina.

- Reducir los niveles de emisión de CO₂ producto de la combustión mediante el uso de combustibles alternativos como el gas natural y el gas licuado de petróleo.

1.3 ALCANCE

De las seiscientas cincuenta unidades (autos y camionetas) con las que cuenta la Organización se ha clasificado doscientos cuarenta y cinco unidades, a las cuales se le instalará un sistema alternativo de combustible al existente. A ciento setenta y siete vehículos se le instalará el equipamiento de GNV (vehículos que operan en la provincia de Lima), y a sesenta y ocho se le instalará el equipamiento de GLP (vehículos que operan fuera de la provincia de Lima).

Esta instalación se realizará en un taller especializado (proveedor). La administración y supervisión estará a cargo del área de mantenimiento de flota vehicular de la organización.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La justificación del tema en investigación está enmarcada dentro de la “justificación práctica”, debido a que como resultado de la investigación se podrá tomar una decisión con respecto al uso de la fuente de energía más adecuada para el funcionamiento de los vehículos con la finalidad de bajar los costos operativos en que se incurre y disminuir la contaminación ambiental.

1.5 LIMITACIONES

El uso del gas natural vehicular (GNV) y gas licuado de petróleo (GLP) se da con mayor facilidad para los vehículos de motores gasolineros, debido a que el GNV, el GLP y la gasolina reaccionan violentamente con una chispa, la cual es producida por las bujías. La restricción del uso del GNV y GLP se da en los motores Diesel debido a que las propiedades físico químicas son distintas a la del diesel (este reacciona por compresión), dicho motor no cuenta con bujías.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EL TRANSPORTE

Los costos que se acumulan en las cuentas de la contabilidad sirven para tres objetivos esenciales: Proporcionar informes relativos a costos para determinar los resultados y valorizar los inventarios; proporcionan información para ejercer el control administrativo de las operaciones y actividades de la empresa y proporcionar información que sirve de base a la gerencia para planeación y toma de decisiones.

Hoy en día el monitoreo por parte de las gerencias de las distintas empresas para analizar los costos en los cuales incurre como consecuencia de la fabricación o la prestación de un servicio son mayores; toda vez que las exigencias de obtener una mayor rentabilidad son cada vez más exigentes por parte de los accionistas; y también para no encarecer el producto o servicio que se ofrece, dada la competencia que podría estar ofreciendo el mismo producto o servicio a un menor precio, y de ésta forma se perdería mercado el cual se vería reflejado en una disminución de las ventas y por ende despidos del personal; y si esto se agudizará hasta el cierre de la misma empresa.

El hecho de que los costos se acumulen en las cuentas de contabilidad le da un mayor orden y de ésta forma la gerencia pueda ver porque parte de la

empresa se están originando mayores o menores costos. Esta información será de mucha utilidad para la gerencia debido a que podrá planificar y tomar decisiones adecuadas para mejorar la calidad del producto o servicio dada la alta competitividad que existe en el mercado.

Las empresas, antes de comenzar a fabricar sus productos o prestar sus servicios, deben definir de qué manera lo van a hacer, es decir determinar el cómo, uno de los 3 problemas fundamentales a resolver en economía los otros son el qué y el para quién. De esta forma, tienen que evaluar entre métodos de producción alternativos y elegir uno, el más eficiente.

Lo primero que deberá tener en consideración una empresa antes de iniciar sus operaciones es buscar que producto fabricará y a que mercados se destinará dichos productos; por otro lado buscar el equipamiento, las materias primas o insumos más económicos que utilizará, también la distribución del producto que implica el transporte, los canales de comercialización; todo ello con la finalidad de disminuir los futuros costos y optimizar el uso de los recursos con los cuales cuenta, como por ejemplo el capital.

Si se tratara de una empresa grande, muy probablemente cuente con sus propios canales de comercialización y muchas veces con sus propios vehículos para el traslado de sus productos desde la planta hacia las distribuidoras o muchas veces directamente hasta el establecimiento directo de comercialización, lo cual le dará mayor confiabilidad acerca de la calidad con la cual llega el producto.

Las empresas obtienen beneficios si venden sus productos a un precio que supere al costo. Por este motivo, las dos principales preocupaciones de los empresarios son: hasta qué precio pueden llegar y cómo pueden mantener los costos bajos, a la vez que se mantiene o aumenta el nivel de calidad. El precio depende del tipo de mercado en que opera la empresa, de si tiene muchos competidores, o si tiene el mercado para ella sola.

Los precios de los productos o servicios los cuales se ofrecen dependen de los costos totales que implica la fabricación o la prestación del servicio, también de los precios de los productos similares de los competidores en el mercado y por último si se tratase de un monopolio el precio será fácilmente manejable por la empresa. Si se tratase de un monopolio el riesgo que se correría sería que la empresa puede poner el precio que quiera, debido a la no competencia y al ser su producto o servicio el único del mercado; en éste caso el estado estaría en la obligación de controlar éste fenómeno de tal forma que el consumidor no se vea afectado.

Otro de los factores a considerar es hasta que precio podrían pagar los clientes; puesto que si el precio del producto o servicio es muy alto probablemente los clientes busquen productos sustitutos

El costo se define como el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios que se mide en dinero, mediante la reducción de activos (desembolso) o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios (adquisición de deuda).

En cuanto al costo de comprar y vender se puede decir que es el precio neto de compra, que se cancela por un determinado bien, sumando los desembolsos necesarios (generalmente fletes) hasta que sea puesto a la venta.

Por otra parte, hay dos elementos que sirven para definir las condiciones físicas y económicas del análisis de costo en la operación de transporte. Ellos son ruta y flota. Por esta razón las variables básicas relacionadas con ruta y flota desde el punto de vista de costos, son aquéllas que inciden en forma importante en cualquiera de ellos (o en ambas). Así lo relevante de una ruta es su longitud, su localización relativa a otras rutas (espaciamiento), en tanto que las dimensiones relevantes de la flota son el número de vehículos.

Dada la importancia del estado de las carreteras para la economía de un país y la imposibilidad de contar con fondos para cubrir todas las necesidades de conservación, se hace imperativa la optimización de la asignación de los recursos destinados a este efecto, de modo de mantener los caminos en distintos niveles de condiciones de servicio para que la red, como un todo, y así se minimice los costos de transporte.

2.2 ELEMENTOS DEL COSTO

Los elementos del costo de un producto o sus componentes son los materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación. Esta clasificación suministra a la gerencia la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.

A continuación se detallará que es materiales, mano de obra, y costos indirectos de fabricación:

2.2.1 Materiales:

Son los principales recursos que se usan en la producción, éstos se transforman en bienes terminados con la adición de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. El costo de los materiales puede dividirse en materiales directos e indirectos, de la siguiente manera:

2.2.1.1 Materiales directos

Son todos los que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado, fácilmente se asocian con éste y representan el principal costo de materiales en la elaboración del producto.

2.2.1.2 Materiales indirectos

Son aquellos involucrados en la elaboración de un producto, pero no son materiales directos. Estos se incluyen como parte de los costos indirectos de fabricación.

2.2.2 Mano de Obra:

Es el esfuerzo físico o mental empleados en la fabricación de un producto. Los costos de mano de obra pueden dividirse en mano de obra directa y mano de obra indirecta, como sigue:

2.2.2.1 Mano de Obra directa

Es aquella directamente involucrada en la fabricación de un producto determinado que puede asociarse con éste con facilidad y que representa un importante costo de mano de obra en la elaboración del producto. El trabajo de los operadores de una máquina en una empresa de manufactura se considera mano de obra directa.

2.2.2.2 Mano de Obra indirecta

Es aquella involucrada en la fabricación de un producto que no se considera mano de obra directa. La mano de obra indirecta se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación. El trabajo de un supervisor de planta es un ejemplo de este tipo de mano de obra.

2.2.3 Costos Indirectos de Fabricación:

Se utiliza para acumular los materiales indirectos, la mano de obra indirecta y los demás costos indirectos de fabricación que no pueden identificarse directamente (en el producto final) con los productos específicos. Ejemplos de otros costos indirectos de fabricación, son arrendamiento, energía y calefacción, depreciación del equipo de la fábrica.

El mundo de los negocios ha experimentado una gran transformación en los últimos años. Actualmente las amplias utilidades se adquieren a un precio bajo. Estas expectativas son consecuencia del rápido progreso tecnológico y el recrudecimiento de la competencia a nivel global que empuja a las empresas que participan de un mercado a ser más competitivas y adoptar estrategias de excelencia empresarial. Para lograr lo

anterior deben evitar la autocomplacencia, es decir, la invulnerabilidad y el afán de preservar los márgenes de utilidad mediante incrementos sostenidos de precios que a la larga conducen a una erosión de la posición en el mercado. La empresa debe innovar constantemente, mejorar la calidad de sus productos, incrementar su productividad y reducir sus costos y gastos. Sin embargo la mayoría tiende a utilizar la rentabilidad como parámetro de medición de éxito en el mercado hasta que las presiones competitivas se hacen inevitables causando la caída en los márgenes de rentabilidad y es allí cuando sobrevienen las medidas drásticas de disminución de costos a corto plazo.

Hoy en día lo que buscan las empresas es incrementar la productividad; es decir obtener más ganancia con menos inversión de recursos; todo ello con la finalidad de incrementar las utilidades y de ésta forma tener un lugar en el mercado. Por otro lado la reducción de costos trae las siguientes consecuencias:

Congelación de la contratación del personal, de horas extras y salarios.

Congelación de gastos de representación, publicidad, mercadeo y promociones.

Disminución en la planta del personal o jubilación anticipada (indemnizaciones, arreglos laborales).

Disminución de precios de insumos, materiales y partes de menor calidad.

Contracción de gastos en investigación, desarrollo de productos y procesos de capacitación y de inversión.

Reducción del tamaño de la empresa.

2.3 LOS COSTOS DE CAPITAL

Los costos de capital representan lo que cuesta obtener la planta, los equipos iniciales y los adicionales para mejorar a esas instalaciones. Tales costos se pueden dividir convenientemente en dos grupos principales: inversión en ruta y estructuras, e inversión en equipo. Algunos transportistas invierten primordialmente en equipo; por ejemplo, las líneas aéreas. En cambio hay organismos que invierten únicamente en vías y estructuras; por ejemplo las autoridades que manejan las autopistas.

El hecho de que en ciertas modalidades se comparta la propiedad de la planta y las instalaciones dificulta la determinación del costo y da lugar a anomalías, malos entendidos y errores con respecto a los verdaderos costos de cada transportista. Los costos de capital incluyen los intereses que se pagan por el capital invertido. Por lo general el dinero se toma a préstamo y el interés se considera un cargo contra el ingreso y no un elemento de los costos de operación.

Si bien los conceptos de gasto y costo son similares en tanto ambos reflejan equivalentes monetarios de uso de recursos por unidad de tiempo, la función de costos en términos macroeconómicos supone un proceso de optimalidad en la combinación de recursos; es decir, refleja el mínimo gasto necesario para generar un cierto volumen de producto. El proceso de minimización implica la búsqueda de cantidades óptimas de insumos.

2.4 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Es la que se produce como consecuencia de la emisión de sustancias tóxicas. La contaminación del aire puede causar trastornos tales como ardor en los ojos y en la nariz, irritación y picazón de la garganta y problemas respiratorios. Bajo determinadas circunstancias, algunas sustancias químicas que se hayan en el aire contaminado pueden producir cáncer, malformaciones congénitas, daños cerebrales y trastornos del sistema nervioso, así como lesiones pulmonares y de las vías respiratorias. A determinado nivel de concentración y después de cierto tiempo de exposición, ciertos contaminantes del aire son sumamente peligrosos y pueden causar serios trastornos e incluso la muerte.

La polución del aire también provoca daños en el medio ambiente, habiendo afectado la flora arbórea, la fauna y los lagos. La contaminación también ha reducido el espesor de la capa de ozono. Además, produce el deterioro de edificios, monumentos, estatuas y otras estructuras.

La contaminación del aire también es causante de neblina, la cual reduce la visibilidad en los parques nacionales y otros lugares y, en ocasiones, constituye un obstáculo para la aviación.

2.4.1 Principales Contaminantes del Aire

2.4.1.1 Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas inodoro e incoloro. Cuando se lo inhala, sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno.

En bajas concentraciones produce mareos, jaqueca y fatiga, mientras que en concentraciones mayores puede ser fatal.

El monóxido de carbono se produce como consecuencia de la combustión incompleta de combustibles a base de carbono, tales como la gasolina, el petróleo y la leña, y de la de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillos. Se lo halla en altas concentraciones en lugares cerrados, como por ejemplo garajes y túneles mal ventilados, e incluso en caminos de tránsito congestionado.

2.4.1.2 Dióxido de Carbono (CO₂)

Es el principal gas causante del efecto invernadero. Se origina a partir de la combustión de carbón, petróleo y gas natural. En estado líquido o sólido produce quemaduras, congelación de tejidos y ceguera. La inhalación es tóxica si se encuentra en altas concentraciones, pudiendo causar incremento del ritmo respiratorio, desvanecimiento e incluso la muerte.

2.4.1.3 Clorofluorcarbonos (CFC)

Son sustancias químicas que se utilizan en gran cantidad en la industria, en sistemas de refrigeración y aire acondicionado y en la elaboración de bienes de consumo. Cuando son liberados a la atmósfera, ascienden hasta la estratosfera. Una vez allí, los CFC producen reacciones químicas que dan lugar a la reducción de la capa de ozono que protege la superficie de la Tierra de los rayos solares. La reducción de las emisiones de CFC y la suspensión de la producción de productos químicos que

destruyen la capa de ozono constituyen pasos fundamentales para la preservación de la estratosfera.

2.4.1.2 Plomo

Es un metal de alta toxicidad que ocasiona una diversidad de trastornos, especialmente en niños pequeños. Puede afectar el sistema nervioso y causar problemas digestivos. Ciertos productos químicos que contienen plomo son cancerígenos. El plomo también ocasiona daños a la fauna y flora silvestre.

El contenido de plomo de la gasolina se ha ido eliminando gradualmente, lo que ha reducido considerablemente la contaminación del aire. Sin embargo, la inhalación e ingestión de plomo puede tener lugar a partir de otras fuentes, tales como la pintura para paredes y automóviles, los procesos de fundición, la fabricación de baterías de plomo.

2.4.1.5 Oxido de nitrógeno (NOx)

Proviene de la combustión de la gasolina, el carbón y otros combustibles. Es uno de las principales causantes del smog y la lluvia ácida. El primero se produce por la reacción de los óxidos de nitrógeno con compuestos orgánicos volátiles. En altas concentraciones, el smog puede producir dificultades respiratorias en las personas asmáticas, accesos de tos en los niños y trastornos en general del sistema respiratorio. La lluvia ácida afecta la vegetación y altera la composición química del agua de los lagos y ríos, haciéndola potencialmente inhabitable para las bacterias, excepto para aquellas que tienen tolerancia a los ácidos.

2.4.1.6 Dióxido de azufre (SO₂)

Es un gas inodoro cuando se halla en bajas concentraciones, pero en alta concentración despiden un olor muy fuerte. Se produce por la combustión de carbón, especialmente en usinas térmicas. También proviene de ciertos procesos industriales, tales como la fabricación de papel y la fundición de metales. Al igual que los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre es uno de los principales causantes del smog y la lluvia ácida. Está estrechamente relacionado con el ácido sulfúrico, que es un ácido fuerte. Puede causar daños en la vegetación y en los metales y ocasionar trastornos pulmonares permanentes y problemas respiratorios.

2.5 EL CALENTAMIENTO GLOBAL



Gráfico 2.1 Mapa del Mundo, Radiación y Gases del Efecto Invernadero

El dióxido de carbono y otros contaminantes del aire se acumulan en la atmósfera formando una capa cada vez más gruesa, atrapando el calor del sol y causando el calentamiento del planeta. La principal fuente de contaminación por la emisión de dióxido de carbono son las plantas de generación de energía a base de

carbón, pues emiten 2,500 millones de toneladas al año. La segunda causa principal, son los automóviles, emiten casi 1,500 millones de toneladas de CO₂ al año.

Las buenas noticias son: en la actualidad existen tecnologías que permiten que los automóviles funcionen de una forma más limpia y quemen menos gasolina, también hay tecnologías que posibilitan modernizar las plantas generadoras de energía y generar electricidad a partir de fuentes no contaminantes. Tomar estas medidas y además reducir el consumo eléctrico mediante el uso eficiente de energía pueden ayudar a corregir el problema y prevenir el continuo deterioro. El problema consiste en asegurarnos que estas soluciones se pongan en práctica.

2.5.1 Pronóstico de Emisiones de CO₂ del sector Transporte en el Perú

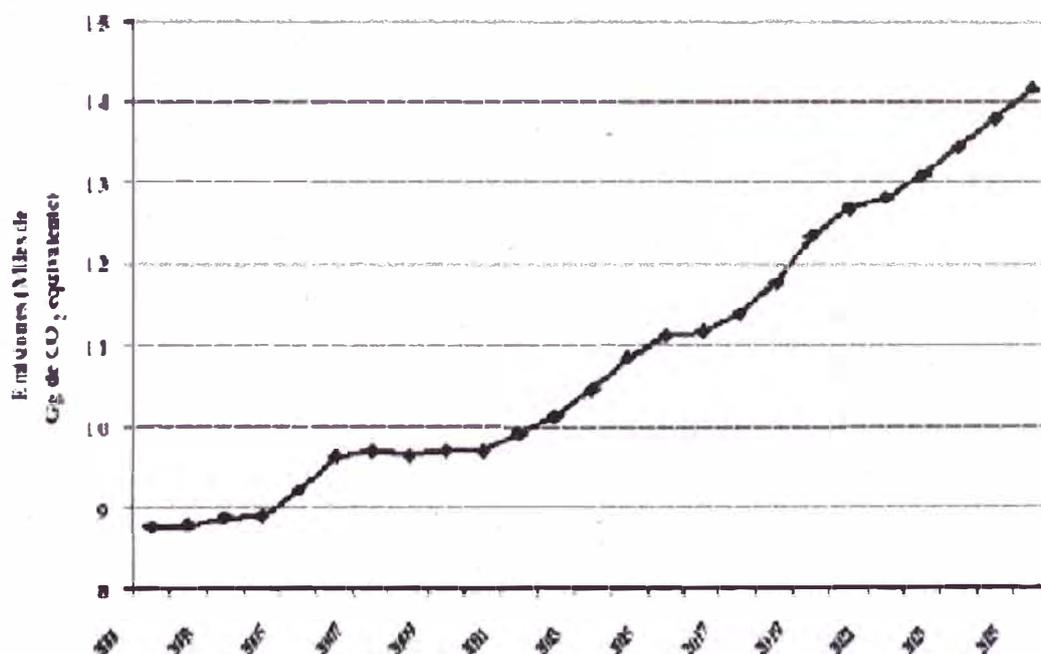


Grafico 2.2: Pronóstico de Emisiones de CO₂ del sector Transporte en el Perú

Fuente CONAM 2003

2.6 VEHÍCULOS CON SISTEMA DUAL

Son vehículos que pueden usar dos combustibles, los cuales operan indistintamente ya sea con gas natural o gasolina y gas licuado de petróleo o gasolina.

2.7 COMBUSTIBLES

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando se quema, y luego cambiar o transformar su estructura química. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general se trata de sustancias susceptibles de quemarse, pero hay excepciones que se explican a continuación.

Hay varios tipos de combustibles. Entre los combustibles sólidos se incluyen el carbón, la madera y la turba. El carbón se quema en calderas para calentar agua que puede vaporizarse para mover máquinas a vapor o directamente para producir calor utilizable en usos térmicos (calefacción). La turba y la madera se utilizan principalmente para la calefacción doméstica e industrial, aunque la turba se ha utilizado para la generación de energía y las locomotoras que utilizaban madera como combustible eran comunes en el pasado.

Entre los combustibles fluidos, se encuentran los líquidos como el gasóleo, el queroseno o la gasolina (o nafta) y los gaseosos, como el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano. Las gasolinas, gasóleos y hasta los gases, se utilizan para motores de combustión interna.

En los cuerpos de los animales, el combustible principal está constituido por carbohidratos, lípidos, proteínas, que proporcionan energía para los músculos, el crecimiento y los procesos de renovación y regeneración celular.

Los combustibles fósiles son mezclas de compuestos orgánicos mineralizados que se extraen del subsuelo con el objeto de producir energía por combustión. El origen de esos compuestos son seres vivos que murieron hace millones de años. Se consideran combustibles fósiles al carbón, procedente de bosques del periodo carbonífero, el petróleo y el gas natural, procedentes de otros organismos. Entre los combustibles más utilizados se encuentran el gas butano, el gas natural y el gasóleo.

2.7.1 Características

La principal característica de un combustible es su poder calorífico, que es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa (kilogramo) de combustible. Este calor o poder calorífico, también llamado capacidad calorífica, se mide en julio (joule en inglés), caloría o BTU, dependiendo del sistema de unidades.

Tabla 2.1: Poder Calorífico de Diferentes Combustibles

PODER CALORIFICO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES				
COMBUSTIBLE	BTU/Lb	KJ/Kg.	BTU/pie3	KJ/Lt
GAS NATURAL	21497	50046	895	33.34
GLP	19974	46500	2286	85.18
GASOLINA	20750	48306	954738	35574
DIESEL 2	19200	44697	1 037933	38673

A CONDICIONES NORMALES 20°C y 14,7 PSI

2.7.2 Tipos

2.7.2.1 La Gasolina

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido a chispa. La gasolina en Argentina, Paraguay y Uruguay se conoce como nafta, en Chile como bencina.

La gasolina se obtiene del petróleo en una refinería. En general se obtiene a partir de la nafta de destilación directa, que es la fracción líquida más ligera del petróleo (exceptuando los gases). La nafta también se obtiene a partir de la conversión de fracciones pesadas del petróleo (gasoil de vacío) en unidades de proceso denominadas FCC (craqueo catalítico fluidizado) o hidrocráquer. La gasolina es una mezcla de cientos de hidrocarburos individuales desde C_4 (butanos y butenos) hasta C_{11} como, por ejemplo, el metilnaftaleno.

Deben cumplirse una serie de especificaciones requeridas para que el motor funcione bien y otras de tipo ambiental, ambas reguladas por ley en la mayoría de los países. La especificación más característica es el índice de octano, que indica su resistencia que presenta el combustible a detonar.

2.7.2.1.1 Índice de Octano

El índice de octano de una gasolina es una medida de su capacidad antidetonante. Las gasolinas que tienen un alto índice de octano producen una combustión más suave y efectiva. El índice de octano de una

gasolina se obtiene por comparación del poder detonante de la misma con el de una mezcla de isooctano y heptano. Al isooctano se le asigna un poder antidetonante de 100 y al heptano de 0. Una gasolina de 97 octanos se comporta, en cuanto a su capacidad antidetonante, como una mezcla que contiene el 97% de isooctano y el 3% de heptano.

Normalmente se considera nafta a la fracción del petróleo cuyo punto de ebullición se encuentra aproximadamente entre 28 y 177 °C (umbral que varía en función de las necesidades comerciales de la refinería). A su vez, este subproducto se subdivide en nafta ligera (hasta unos 100 °C) y nafta pesada (el resto). La nafta ligera es uno de los componentes de la gasolina, con unos números de octano en torno a 70. La nafta pesada no tiene la calidad suficiente como para ser utilizada para ese fin, y su destino es la transformación mediante reformado catalítico, proceso químico por el cual se obtiene también hidrógeno, a la vez que se aumenta el octanaje de dicha nafta.

2.7.2.1.2 Gasolina con plomo

A partir de los años 20 y como consecuencia de los mayores requerimientos de los motores de explosión, derivados del aumento de compresión para mejorar su rendimiento, se inicia el uso de compuestos para aumentar su octanaje a base de plomo (Pb) y manganeso (Mn) en las gasolinas. El uso de antidetonantes a base de plomo y manganeso en las gasolinas obedece principalmente a que no hay forma más barata de incrementar el octanaje en las gasolinas que usando compuestos de ellos (Tetraetilo de Plomo-TEP-, Tetrametilo de Plomo -TMP- y a base de

manganeso conocido por sus siglas en inglés como MMT) comparando con los costos que conllevan las instalaciones que producen componentes de alto octanaje (reformación de naftas, desintegración catalítica, isomerización, alquilación, producción de éteres-MTBE, TAME-, etc.).

A partir de los años 70, el uso de compuestos de plomo en las gasolinas tenía dos razones: la primera, era la de alcanzar el octanaje requerido por los motores con mayor relación de compresión y la segunda proteger los motores contra el fenómeno denominado Recesión del Asiento de las Válvulas de Escape (Exhaust Valve Seat Recession, EVSR) junto a la labor lubricante que el plomo ejerce en la parte alta del cilindro (pistón, camisa y asientos de válvula).

2.7.2.1.3 Efectos negativos del plomo en la gasolina

Los metales "pesados" (plomo, manganeso, mercurio, cadmio, etc.) resultan perniciosos tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Se fijan en los tejidos llegando a desencadenar procesos mutagénicos en las células. Desde el punto de vista de la salud, la presencia de plomo en el aire que respiramos tiene diferentes efectos en función de la concentración presente y del tiempo a que se esté expuesto. Algunos de sus principales efectos clínicos, detectados por el envenenamiento agudo con plomo, son interferencia en la síntesis de la hemoglobina, anemia, problemas en el riñón, bazo e hígado, así como afectación del sistema nervioso, los cuales se pueden manifestar cuando se detectan concentraciones por encima de 60 mg de Pb por cada 100 mililitros de sangre.

En los años 70, ante los graves problemas de deterioro ambiental del planeta y su impacto sobre los seres humanos que lo habitan, los gobiernos de los países iniciaron una serie de acciones para detener y prevenir esta problemática ambiental. Se impusieron leyes cuyo fin consistió en reducir paulatinamente el uso de aditivos basados en plomo y manganeso de las gasolinas. Las empresas petroleras se vieron obligadas a desarrollar nuevas gasolinas de mayor octanaje sin el uso del plomo o el manganeso. Por otro lado, los fabricantes de motores, tuvieron que empezar a utilizar materiales más resistentes que no dependiesen de la lubricación del plomo para su mejor conservación (en concreto la mejora de la resistencia de los asientos de las válvulas).

2.7.2.2 El Gas Natural

Gas natural es el término genérico aplicado al gas que proviene de acumulaciones subterráneas, producido por una prolongada descomposición bacteriana de la materia orgánica. Aunque su composición varía según la naturaleza del reservorio, el gas natural contiene mayoritariamente hidrocarburos, siendo el metano (CH_4) su principal componente.

El gas natural se encuentra en dos formas: como “gas asociado” cuando acompaña al petróleo crudo en el reservorio, y como gas no asociado cuando ocurre independientemente. En este caso los hidrocarburos están en fase gaseosa.

El gas asociado proveniente de los campos de petróleo o el gas no asociado proveniente de yacimiento con alto contenido de hidrocarburos más pesados que el propano deben ser tratados en plantas donde se separarán mediante enfriamiento y disminución de presión:

Por otro lado; se puede mencionar que a diferencia del petróleo crudo, el gas natural no requiere de operaciones de refinación a fin de obtener productos comerciales. En el caso que exista cierta impureza, el gas es fácilmente separado por simples procedimientos físicos en las plantas de tratamiento en el campo.

Cuando el gas natural contiene cantidades elevadas de LGN resulta conveniente remover algunos de sus componentes, asegurando así que no se condensen en la tubería y permitiendo así que el gas cumpla con las especificaciones apropiadas para su transporte y uso posterior. El GNL tiene un valor comercial mayor que el gas metano.

El Gas Natural Licuado (GNL), compuesto básicamente del gas metano, es sometido a un proceso criogénico para bajar su temperatura hasta menos 161 grados Celsius para licuefactarlo y reducir su volumen en una relación de 600 a 1 con el objeto de transportarlo hacia los centros de consumo.

Una vez transportado el GNL a su lugar de destino, se regasifica mediante vaporizadores. Este procedimiento resulta costoso.

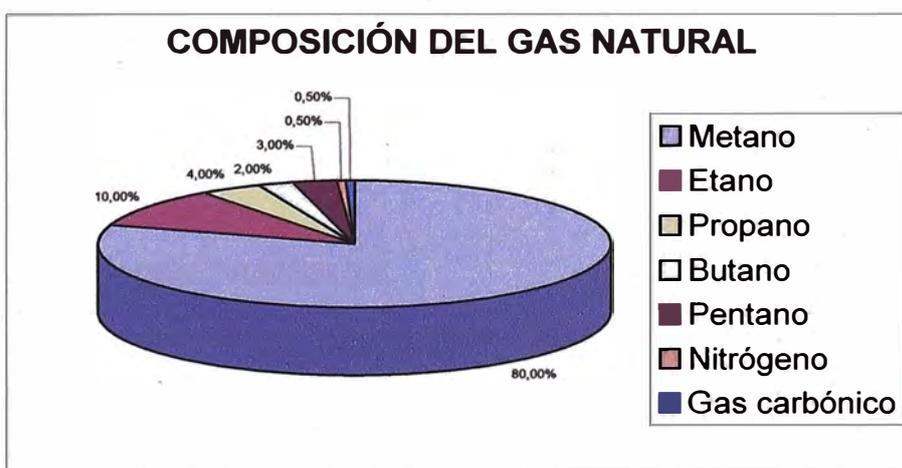
Efectivamente, no es común licuefactar el gas, usualmente su transporte se realiza a través de los sistemas de tuberías interconectadas dentro del territorio de un país o conectadas al sistema de otro país limítrofe. Sólo se transporta el 5% en buques criogénicos, a muy baja temperatura pero a presión atmosférica.

Las instalaciones típicas de explotación de gas natural cuentan normalmente con dos tipos de tuberías que van hasta los centros de consumo: de acero con cobre y de PVC.

El gas natural predominantemente está compuesto por el metano y su composición varía según el yacimiento, por ejemplo:

Tabla 2.2: Composición del Gas Natural de Camisea

Componente	Nomenclatura	Composición (%)	Estado
Metano	CH ₄	80	gas
Etano	C ₂ H ₆	10	gas
Propano	C ₃ H ₈	4	gas licuable
Butano	C ₄ H ₁₀	2	gas licuable
Pentano	C ₅ H ₁₂	3	líquido
Nitrógeno	N ₂	0.5	gas
Gas carbónico	CO ₂	0.5	gas



2.7.2.2.1 Poder Calorífico

Como combustible, tiene excelentes cualidades: alto poder calorífico y combustión muy limpia, que reduce al mínimo la contaminación atmosférica y los costos de mantenimiento de los equipos. Esto pone al gas en ventaja frente a otros combustibles como el petróleo industrial, diesel, Keroséne, carbón, etc. Además, el gas como materia prima es de gran utilidad para la rama más moderna y prometedora de la industria de los hidrocarburos: la petroquímica.

Tabla 2.3: Características de los Componentes del Gas Natural

Componentes	Densidad Relativa	Poder Calorífico Superior Kcal/m ³	Poder Calorífico Inferior Kcal/m ³	Limite Inferior de Inflamabilidad %	Limite Superior de Inflamabilidad %	Formula Química
Metano	0,5537	9530	8570	5	15	CH ₄
Etano	1,0378	16860	15390	3	12,5	C ₂ H ₆
Propano	1,5219	24350	22380	2,2	9,5	C ₃ H ₈
Butano	2,0061	32060	29560	1,7	8,5	C ₄ H ₁₀
Dióxido de carbono	1,5189	0	0	-	-	CO ₂
Oxígeno	1,1044	0	0	-	-	O ₂
Hidrógeno	0,0695	3050	2570	12,5	74	H ₂
Nitrógeno	0,9669	0	0	-	-	N ₂
Aire	1,0000	0	0	-	-	

2.7.2.2.2 Beneficios del Uso del Gas Natural

2.7.2.2.2.1 Ventajas Ambientales

El gas natural es el combustible que menos contamina el ambiente, debido a que en su combustión no se generan gases tóxicos, cenizas ni residuos. Su transporte y distribución se realiza mediante tuberías

subterráneas por lo que no daña el paisaje ni atenta contra la vida animal o vegetal.

Efectivamente se trata de uno de los combustibles que como resultado de su proceso de combustión emana una mínima cantidad de elementos agresivos a la atmósfera. Con el uso del gas natural se estaría contaminando en menor cantidad el ambiente, lo cual traería como consecuencia una mejor calidad de vida de las personas (con lo que respecta a su salud) que habitan en las ciudades; que a la fecha están expuestas a los gases tóxicos provenientes de la combustión de los motores de los vehículos.

Además, como cualquier otro combustible gaseoso, no genera partículas sólidas en los gases de la combustión, produce menos CO_2 (reduciendo así el efecto invernadero), menos impurezas, como por ejemplo azufre (disminuye la lluvia ácida), además de no generar humos.

Por otro lado, podemos decir que a diferencia del GLP, que en nuestro país es distribuido en balones haciendo uso de vehículos pesados que circulan constantemente por la ciudad incrementando el tráfico, deteriorando el pavimento y contaminando el ambiente, el GNV va generalmente por tuberías.

Al mismo tiempo se puede afirmar que con la disminución de CO otro producto del proceso de combustión se está protegiendo a la capa de ozono, que a la fecha es destruida por el CO (monóxido de carbono).

Se trata de uno de los combustibles que menos contamina el ambiente; motivo por el cual este recurso debería de aprovecharse como fuente de energía alternativa ya sea en vehículos, la industria, centrales térmicas, etc.

A continuación se muestra el resultado del análisis de gases realizado a un vehículo que cuenta con sistema dual (gasolina y GNV)

Tabla 2.4: Análisis de Gases en modo Gasolina y GNV

TOYOTA HILUX 2.7	MODO	
	GASOLINA	GNV
CO (monóxido de carbono)	0,34%	0,01%
HC (hidrocarburos)	84 ppm	55 ppm
CO ₂ (dioxido de carbono)	14,40%	11,40%
O ₂ (oxígeno)	0,57%	0,37%
CO + CO ₂	14,74%	11,41%
LAMBDA	1,023	1,029

2.7.2.2.2 Ventajas de Seguridad

El gas natural a diferencia de otros gases combustibles, es más ligero que el aire, por lo que, de producirse alguna fuga, se disipa rápidamente en la atmósfera. Únicamente se requiere tener buena ventilación.

El gas natural en su estado natural no tiene olor, no es tóxico y es más ligero que el aire; se odoriza antes de distribuirlo dándole un olor característico que permite su rápida detección por medio del olfato.

Desde su fuente de origen hasta el consumidor final, el gas natural es transportado por una red de gasoductos que, por lo general, se encuentran bajo la tierra totalmente tapados, protegidos contra rupturas que puedan ser causadas por malas condiciones climáticas o de transporte u otros problemas.

El papel del odorizante es muy importante en el sentido que ayuda a las personas detectar el momento en el cual comienza la fuga y poder tomar las medidas correctivas del caso de inmediato, antes de que ocurra un desastre. Este odorizante se usa con todos aquellos gases que no tienen olor.

Por otro lado, se debe tener en consideración que de producirse una fuga no se debe encender ningún tipo de chispa; porque la masa de gas contenida en el ambiente se podría prender generando fuego. Al mismo tiempo se debe ventilar la zona donde se produjo la fuga.

El Gas Natural requiere de una temperatura más alta para convertirse en inflamable y al ser más ligero que el aire, en caso de fuga, se elevará evitando su acumulación y alejando con ello la posibilidad de explosión. Los cilindros empleados para su almacenaje han sido sometidos a severísimas pruebas de resistencias simulando situaciones extremas.

2.7.2.3 Gas Licuado de Petróleo

El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla de gases condensables presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de condensar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que el GLP es una mezcla de propano y butano.

El propano y butano están presentes en el petróleo crudo y el gas natural, aunque una parte se obtiene durante el refinado de petróleo, sobre todo como subproducto de la destilación fraccionada catalítica.

2.7.2.3.1 Obtención del GLP

2.7.2.3.1.1 GLP de refinerías

El proceso se inicia cuando el petróleo crudo procedente de los pozos petroleros llega a una refinación primaria, donde se obtienen diferentes cortes (destilados) entre los cuales se tienen gas húmedo, naftas o gasolinas, queroseno, gasóleos atmosféricos o diésel, y gasóleos de vacío.

Estos últimos (gasóleos) de vacío son la materia prima para la producción de gasolinas en los procesos de craqueo catalítico. El proceso se inicia cuando estos se llevan a una planta FCC y, mediante un reactor primario a base de un catalizador a alta temperatura, se obtiene el GLP, gasolinas y otros productos más pesados. Esa mezcla luego se separa en trenes de destilación.

2.7.2.3.1.2 GLP de gas natural

El gas natural tiene cantidades variables de propano y butano que pueden ser extraídos por procesos consistentes en la reducción de la temperatura del gas hasta que estos componentes y otros más pesados se condensen. Los procesos usan refrigeración o turboexpansores para lograr temperaturas menores de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ necesarias para recuperar el propano. Subsecuentemente estos líquidos son sometidos a un proceso de purificación usando trenes de destilación para producir propano y butano líquido o directamente GLP.

El GLP se caracteriza por tener un poder calorífico alto y una densidad mayor que la del aire.

2.7.2.3.2 Usos del GLP

Los usos principales del GLP son los siguientes:

Obtención de olefinas, utilizadas para la producción de numerosos productos, entre ellos, la mayoría de los plásticos.

Combustible para automóviles.

Combustible de refinería.

Combustible doméstico.

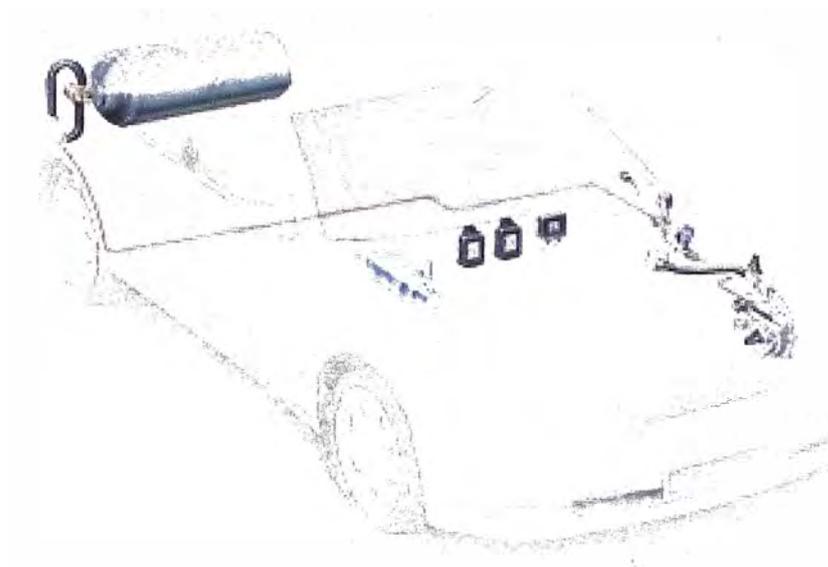


Gráfico 2.3: Instalación del Equipamiento de GLP

2.7.2.3.3 Ventajas del Uso del GLP

2.7.2.3.3.1 Ventaja Ambiental

Las conversiones de automóviles y de camionetas no rurales son un medio para reducir parte de la contaminación. Los vehículos a GLP reducen las emisiones de monóxido de carbono, de dióxido de carbono y de material particulado en relación a los vehículos gasolineros y no arrojan partículas de plomo ni de azufre.

A continuación se muestra el resultado del análisis de gases realizado a un vehículo con sistema dual (gasolina y GLP).

Tabla 2.5: Análisis de Gases en modo Gasolina y GLP de un Toyota Yaris

T OYOTA YARIS (MOTOR 2NZ)	MODO	
	GASOLINA	GLP
TEMP. ACEITE	68 °C	73 °C
RPM	2560	2530
CO (monóxido de carbono)	0.007 %	0.004 %
HC (hidrocarburos)	8 ppm	8 ppm
CO ₂ (dioxido de carbono)	13.99 %	13.93 %
O ₂ (oxígeno)	0.14 %	0.04 %
LAMBDA	1.006	1.001

2.7.2.3.2 Ventaja en la conservación del motor y partes

El GLP permite una combustión completa y más limpia que cualquier gasolina o petróleo Diesel, ya que no contiene plomo ni azufre y por ser gas se mezcla mejor con el aire al ingresar al cilindro de combustión. Desgasta menos el motor y no lo carboniza, por lo tanto el motor tiene mayor duración. Como el GLP tiene 103 octanos, más que cualquier gasolina que se ofrece en el mercado peruano, el funcionamiento del motor es más suave y silencioso, lo que también contribuye a alargar la vida útil del motor. Por lo antedicho, el lubricante se mantiene limpio por más tiempo, así también las bujías, lo que permite espaciar por un período mayor su sustitución, con la ventaja económica que esto origina.

2.7.2.3.4 Desventaja del uso del GLP

La potencia del motor, en el caso del GLP suele bajar hasta en un 13 %

2.7.2.3.5 Vehículos alimentados con GLP que circulan en el Perú

Las recientes estimaciones de sector indican alrededor de 120,000 vehículos alimentados con GLP.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ

3.1 DESARROLLO DEL GAS NATURAL EN EL PERÚ

3.1.1 Utilización del Gas Natural de Camisea (a junio del 2009)

Tabla 3.1: Uso del Gas Natural de Camisea

SECTOR	NÚMERO DE CONSUMIDORES
Industrial	287
Residencial y Comercial	13 751
Eléctrico (*)	3
Vehicular (**)	69 723
Total	83 764

(*) Ventanilla, Santa Rosa, Enersur y Globelec

(**) 75 Gasocentros de GNV (a julio 2009)

Fuente: Osinergmin

3.1.2 Formación de Precios al Usuario Final

Tabla 3.2: Formación de Precios

Regulado Otros Usuarios (Ene. 2009 - Caso de Lima)		US\$/MMBTU	
Precio Gas Boca de pozo	2.88	}	3.98
Tarifa de la Red de Transporte Camisea - Lurín	0.92		
Tarifa de la Red de Distribución Lurín - Ventanilla	0.18		
Tarifa de Baja Presión Lima y Callao (Otras Redes)			Precio Final
	A 3.8	7.8	
	B 1.8	5.8	
	C 1.1	5.1	
	D 0.7	4.7	
	D-GNV 0.8	2.6 (*)	

(*) Para D-GNV, Precio Boca de Pozo es 0.60 US\$/MMBTU

Fuente: Osinergmin

3.1.3 Categorías Tarifarias – Distribución

Tabla 3.3: Categorías Tarifarias

Tarifa de Distribución (Cliente Regulado) Lima y Callao (Otras Redes)		
CATEGORIA TARIFARIA	A	Consumo hasta 300 m ³ /mes
	B	Consumo 301 - 17,500 m ³ /mes
	C	Consumo 17,501 - 300,000 m ³ /mes
	D	Consumo Más de 300,000 m ³ /mes
	D-GNV	Independiente del Consumo
Tarifa de Distribución (Cliente Regulado) Ica		
CATEGORIA TARIFARIA	Residencial	Consumo hasta 300 m ³ /mes
	Comercio Peq. Industria	Consumo 301 - 19,000 m ³ /mes
	GNV	Consumo 19,001 - 370,000 m ³ /mes
	Gran Industria	Consumo 370,001 – 4,000,000 m ³ /mes
	G. Eléctrica	Consumo 4,000,001 – 30,000,000 m ³ /mes
	Petroquímica	Consumo Más de 30,000,001 m ³ /mes

Fuente: Osinergmin

3.1.4 Desarrollo del Gas Natural en Vehículos

3.1.4.1 Cantidad de Vehículos convertidos a GNV (Setiembre 2008 – Agosto 2009)

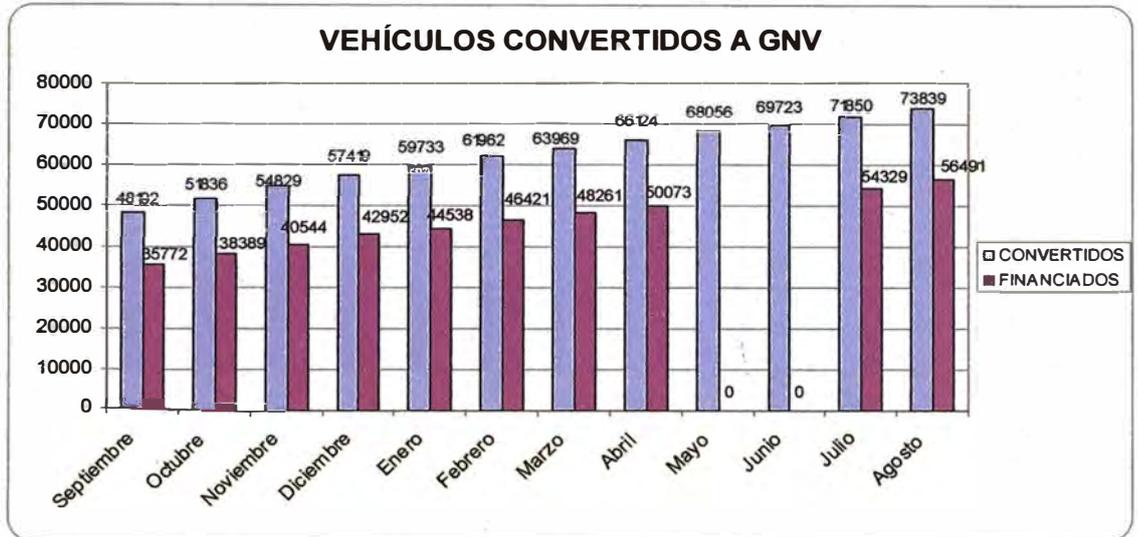


Gráfico 3.1: Vehículos Convertidos a GNV

Fuente: Cámara Peruana de GNV

VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GNV		
MES	CONVERTIDOS	FINANCIADOS
Septiembre	48 192	35 772
Octubre	51 836	38 389
Noviembre	54 829	40 544
Diciembre	57 419	42 952
Enero	59 733	44 538
Febrero	61 962	46 421
Marzo	63 969	48 261
Abril	66 124	50 073
Mayo	68 056	0
Junio	69 723	0
Julio	71 850	54 329
Agosto	73 839	56 491

3.1.4.2 Cantidad de Estaciones de Servicio de GNV en Lima (data setiembre 2008 – agosto 2009)

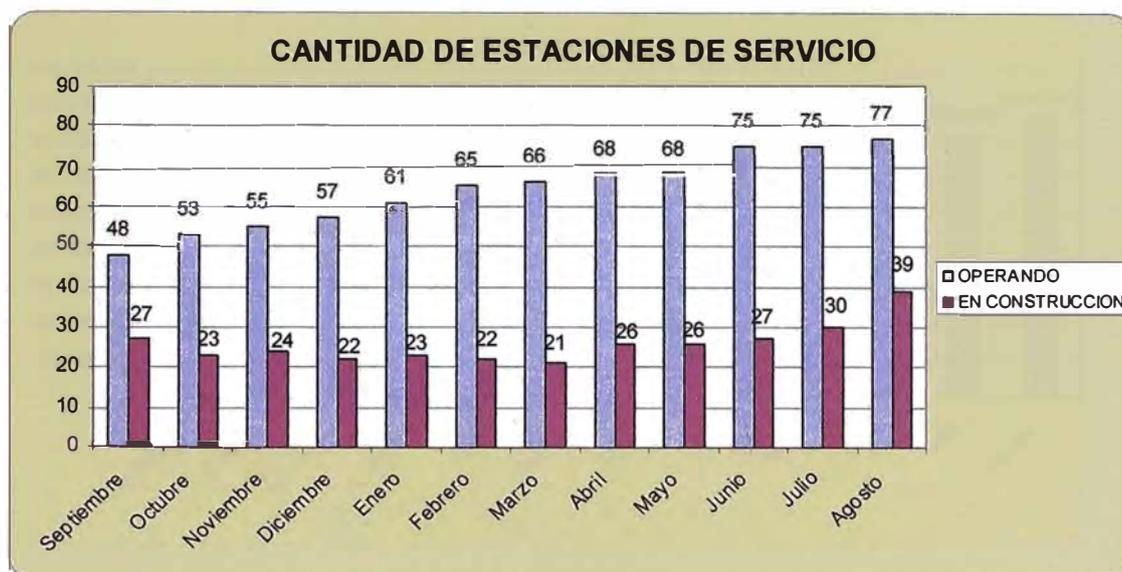


Gráfico 3.2: Estaciones de Servicio

Fuente: Cámara Peruana de GNV

CANTIDAD DE ESTACIONES DE SERVICIO		
MES	OPERANDO	EN CONSTRUCCIÓN
Septiembre	48	27
Octubre	53	23
Noviembre	55	24
Diciembre	57	22
Enero	61	23
Febrero	65	22
Marzo	66	21
Abril	68	26
Mayo	68	26
Junio	75	27
Julio	75	30
Agosto	77	39

3.1.4.3 Consumo Acumulado de GNV en el Perú (data setiembre del 2008 – agosto del 2009)

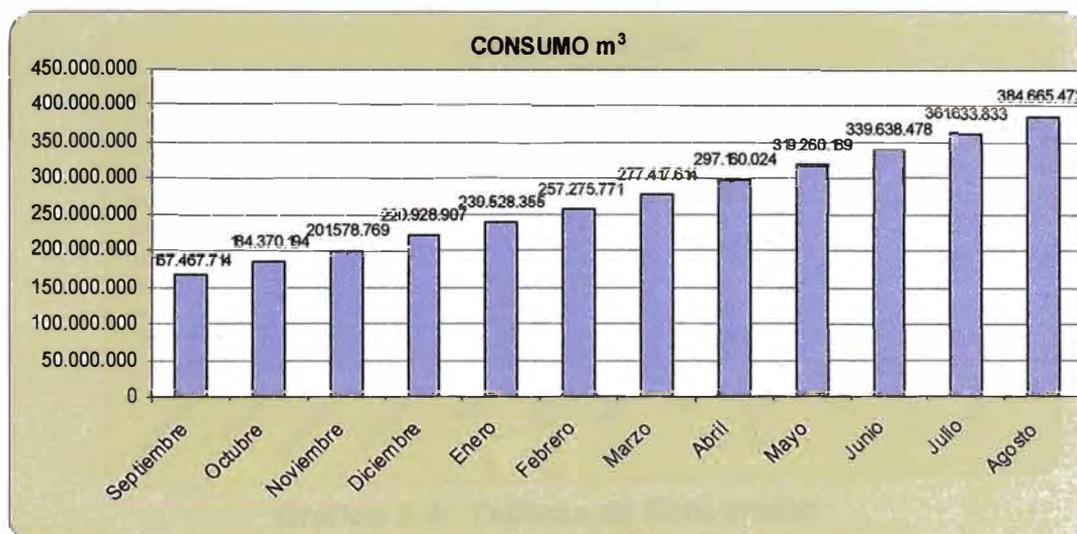


Gráfico 3.3: Consumo de GNV

Fuente: Cámara Peruana de GNV

CONSUMO ACUMULADO DE GNV	
MES	m3
Septiembre	167 467 714
Octubre	184 370 194
Noviembre	201 578 769
Diciembre	220 928 907
Enero	239 528 355
Febrero	257 275 771
Marzo	277 417 614
Abril	297 160 024
Mayo	319 260 169
Junio	339 638 478
Julio	361 633 833
Agosto	384 665 472

3.1.4.4 Talleres de Conversión (data setiembre del 2008 – agosto del 2009)



Gráfico 3.4: Talleres de Conversión

Fuente: Cámara Peruana de GNV

TALLERES	
MES	CANTIDAD DE TALLERES
Septiembre	127
Octubre	134
Noviembre	138
Diciembre	140
Enero	142
Febrero	145
Marzo	149
Abril	156
Mayo	159
Junio	163
Julio	169
Agosto	172

3.2 DESARROLLO DEL GNV EN EL MUNDO

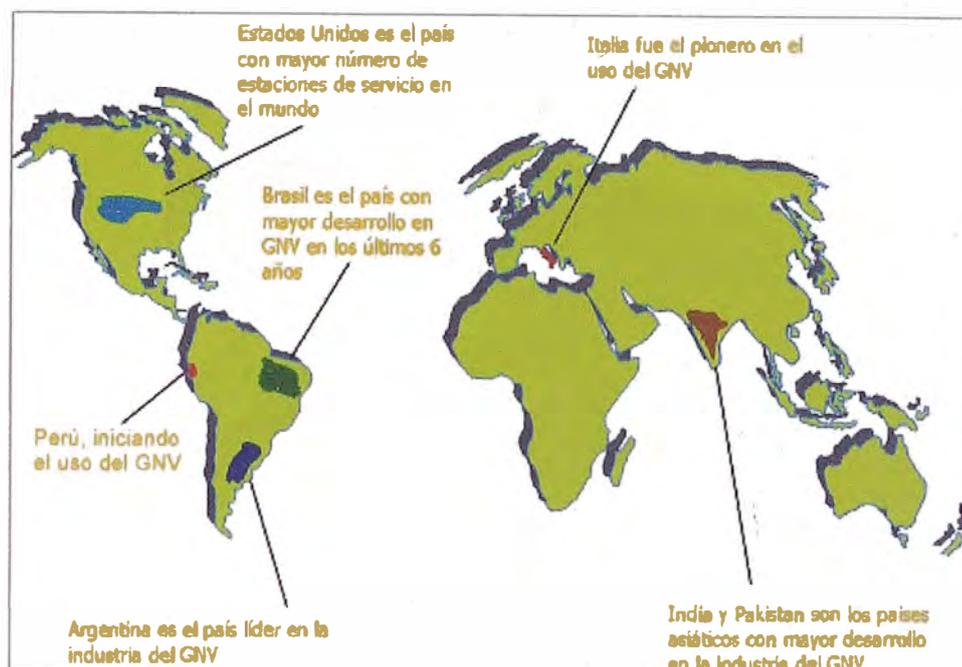


Gráfico 3.5: Desarrollo del GNV en el del Mundo

Tabla 3.4: Desarrollo del GNV en América Latina

AMÉRICA LATINA			
PAISES	VEHÍCULOS CONVERTIDOS	ESTACIONES	FECHA
Argentina	1 750 339	1 809	ene-09
Brasil	1 588 331	1 699	ene-09
Colombia	280 638	437	ene-09
Bolivia	99 657	123	ago-08
Perú	75 717	77	sep-09
Venezuela	44 146	148	dic-06
Chile	8 064	15	dic-07
Trinidad y Tobago	4 000	13	mar-08

Fuente: Cámara Peruana de GNV

Tabla 3.5: Desarrollo del GNV en el resto del Mundo

RESTO DEL MUNDO			
PAISES	VEHÍCULOS CONVERTIDOS	ESTACIONES	FECHA
Paquistán	2 000 000	2 600	dic-08
India	821 872	325	mar-08
Italia	580 000	700	ago-08
China	336 062	1260	nov-08
USA	146 876	1 600	dic-08
Ucrania	120 000	224	dic-07
Rusia	103 000	226	dic-08
Egipto	101,078	118	dic-08
Canada	12 140	101	dic-07

Fuente: Cámara Peruana de GNV

3.2.1 Liderazgo de América Latina en GNV (año 2007)

De los aproximadamente 900 millones de vehículos que circulan en el mundo, el 0.55% funciona con gas natural.

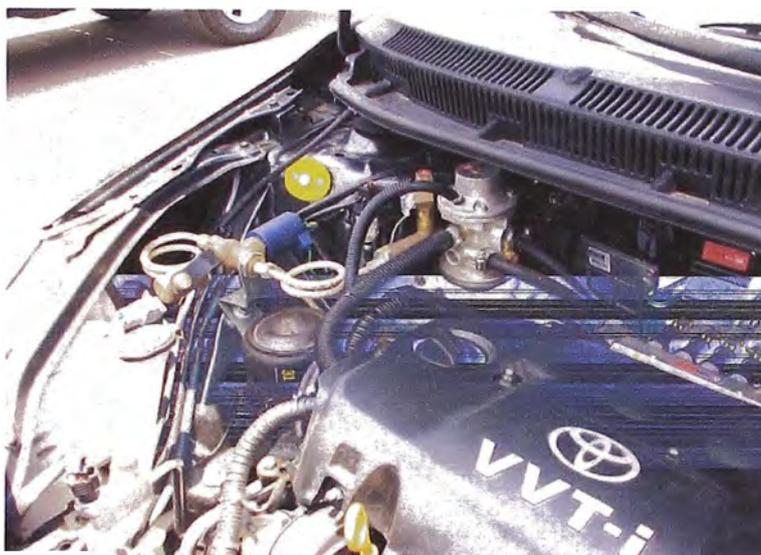


Gráfico 3.6: Vehículo Toyota Yaris con Equipamiento de GNV

De estos 6 millones de vehículos que usan gas natural, más de 50% funciona en nuestro continente. Argentina, que lidera el rubro, tiene 1.5 millones de vehículos; Brasil, con un reciente crecimiento exponencial, registra 1.1 millones de automotores; Colombia reporta 110 mil vehículos convertidos, y Venezuela y Bolivia cuentan con aproximadamente 44 mil unidades de GNV cada una. A este proceso de convertir vehículos a GNV en Latinoamérica, se suma la reciente introducción del desarrollo del gas natural en el Perú que en Octubre del 2004 el Poder Ejecutivo creó la “Comisión Nacional para la Promoción y Uso del Gas Natural”, (D.S. N° 022-2004-PRODUCE), con la finalidad de promover y desarrollar los mercados de gas industrial, comercial vehicular y residencial. La comisión está conformada por el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de la Producción, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de

Vivienda, Construcción y Saneamiento, la Corporación financiera de Desarrollo S.A. (COFIDE) y el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).

En febrero del 2005 se aprobó el Reglamento para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de Gas Natural vehicular (DS N° 006-205-EM) según el cual se crea el “Sistema de Control de Carga de GNV” para garantizar la seguridad en la operación de carga de GNV.

En Octubre del 2005 el Consejo Supervisor nombró a COFIDE como “Administrador del Sistema de Control de Carga de GNV” (Resolución N° 001-2005-CS/GNV) a través de la firma del Contrato de fideicomiso de Administración del Sistema de Control de Carga de GNV.

Fuera de América Latina hay otros países con gran desarrollo de vehículos de gas natural. Es el caso de Pakistán, que mediante una política agresiva tiene alrededor de 1 millón de vehículos convertidos. Italia, punta de lanza y líder del GNV en su tiempo, le sigue con aproximadamente 380 mil vehículos convertidos.

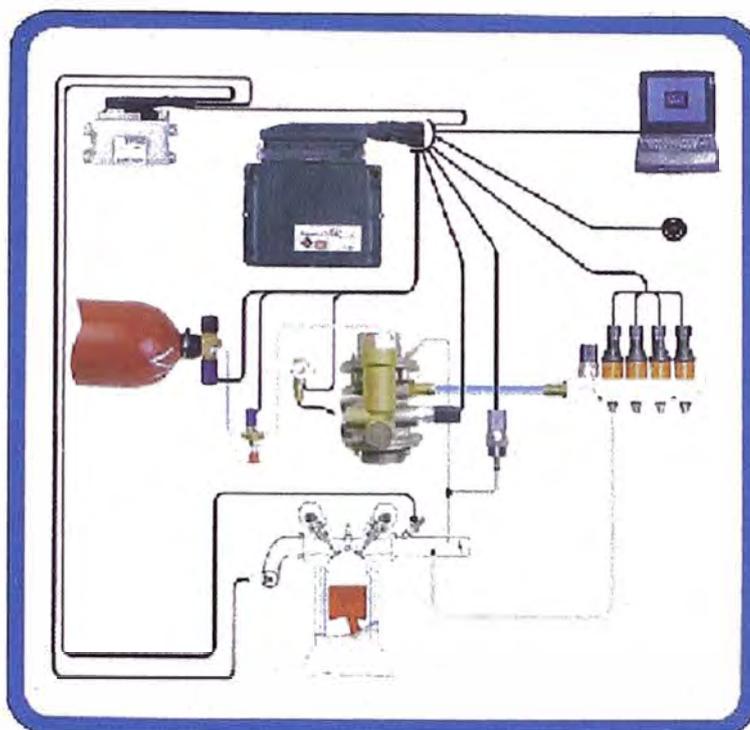
Como se puede observar, países muy ricos en reservas de gas natural como Rusia, Indonesia, Argelia, Australia, entre otros, no han avanzado en definir políticas que introduzcan masivamente el GNV. En el anterior grupo debe incluirse a Canadá, que tiene un parque de sólo 30 mil vehículos que utilizan este tipo de combustible.

Es válido, entonces, realizar un análisis del liderazgo de América Latina en el uso del GNV. Definitivamente, tenemos que reconocer el papel que ha desempeñado desde hace ya más de 20 años la empresa estatal Gas del Estado en Argentina, que empezó su desarrollo con tecnología italiana, principalmente. Después, es cierto, este país hizo desarrollos propios en la cadena del GNV, lo que le dio mayor impulso.

A partir de la política desarrollada en Argentina, varios países de la región, como Brasil, Colombia, Bolivia, y luego Perú, empezaron a introducir el GNV en el transporte. Gran parte de los equipos de conversión, así como de los sistemas de compresión, almacenamiento y expendio, que son fabricados en los países de la región, significan valor agregado a la conversión y la industria del GNV.

3.3 TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS DE GAS PARA VEHÍCULOS

3.3.1 Sistema de Inyección Secuencial de GNV – Sistema de Quinta Generación



**Gráfico 3.7: Equipamiento de GNV de Inyección Secuencial BRC
(Italiano)**

En este sistema se inyecta la cantidad exacta de gas mediante inyectores comandados por una computadora, en cada cilindro del motor, en el momento exacto cuando abren las válvulas de admisión y de un modo secuencial, esto evita la acumulación de gas en el múltiple de admisión y en consecuencia, el efecto siempre latente de una contra-explosión.

Este sistema facilita que el vehículo se comporte con las mismas prestaciones que cuando funciona a nafta, en los distintos estados de carga del motor.

Los componentes del sistema son:

a) Conjunto Toma y Pico de Carga: Es el conjunto constituido por una válvula normal de no retorno y un pico de carga que permite realizar el reabastecimiento de gas y está situado en el compartimiento del motor. Se recomienda siempre verificar el cierre del pico de carga para evitar que las impurezas puedan comprometer el normal funcionamiento.

b) Manómetro: El manómetro sensor mide la presión del interior del cilindro, conocido como manómetro de resorte o manómetro de Burdons, con una tolerancia de más o menos 5 bar, este vendrá graduado en dos escalas con una escala máxima de carga de 400 bar debe ser capaz de soportar el estallido del mismo y contener en su interior todas aquellas piezas móviles que pudieran causar algún daño al usuario con una presión de estallido de 500 bar.

Debe ser colocado en un lugar visible en el momento de carga y al resguardo del impacto con uno u otro objeto.

Este puede venir provisto con sensores los cuales transmitan en forma de señal eléctrica la cantidad de carga restante en el cilindro,

c) Cilindro de almacenamiento: Son recipientes cilíndricos de acero al manganeso o de baja aleación (cromo/níquel/molibdeno) los cilindros de acero se fabrican a partir de tochos sin costura o discos por embutido

profundo, para luego ser sometidos a un tratamiento térmico y mecanizado adecuado.

Diseñados para trabajar a una presión de 200 bar (presión de trabajo) sin presentar deformación alguna. Soportan bajo ensayo una presión de 300 bar llegando a presión de estallido de 900 bar.

Las capacidades más comunes son: 71, 82, 100 lts. Estos son cubiertos de pintura epoxi de color amarillo para protegerlos de la oxidación.

d) Reductor de Presión: Dispositivo que reduce la presión del gas. Está ubicado en el compartimiento del motor.

Los reductores de los sistemas tradicionales exigen revisiones y periódicas regulaciones, no siempre necesarias en reductores para sistemas de inyección gaseosa (sistemas de inyección secuencial).

A continuación se menciona algunas de las características:

- Construcción tipo doble estadio o membranas.

Presión regulada de 200 bar a 2 bar.

- No requiere ninguna operación de purga.

Presión de salida regulable entre 1,6 a 2,5 bar.

e) Filtro de Gas: Realiza la importante tarea de retener las eventuales impurezas del gas. Está situado a la entrada del reductor de GNV y debe ser periódicamente sustituido (cada 20 000 Km).

f) Riel de Inyectores (sistema de inyección secuencial): Con el término “riel” se está indicando el elemento en el cual se alojan los inyectores de gas. Este permite una uniforme distribución del combustible gaseoso en todos los inyectores.

Un sensor de temperatura y presión, situado en el riel o alrededor del mismo, tiene la tarea de suministrar a la central electrónica la información para la administración del flujo y la conmutación automática de gas a gasolina y de gasolina a gas.



Gráfico 3.8: Riel de Inyectores

g) Inyectores: Los inyectores son para todos los efectos, inyectores electromecánicos, estos tienen la capacidad para suministrar cantidades dosificables de gas a presión, inyectándolo en el múltiple de aspiración muy cerca de la válvula de admisión.

A continuación se menciona algunas de las características:

Temperatura -40 °C a 120 °C.

Tensión de alimentación 6v a 16v.

h) Central de Control: Es el cerebro de todo el sistema y permite realizar, basado en el tipo de sistema instalado, operaciones de diversa naturaleza: desde la simple conmutación hasta sofisticadas gestiones relativas al control de la alimentación de gas, el diagnóstico, el control de la emisión, etc.

La central está equipada con la función Safety-Car que, en caso de detención accidental del motor, incluso con el contacto encendido insertado, procede a cerrar las electro-válvulas, a manera de prevenir cualquier peligro de fuga de gas.

Para garantizar una mayor integración con el sistema de control motor gasolina y para satisfacer los requisitos del OBD, Sequent Plug Drive está dotado de un diagnóstico desarrollado sobre el sistema gas y que permite la comunicación con el sistema OBD original del vehículo.

La central de control garantiza un control de la cantidad de carburante

A continuación se menciona algunas de las características:

Microcontrolador automotivo 16 bit 40 MHz.

Temperatura operativa 40°C a 105 °C.

Tensión operativa 8V a 16V.

Sensores y actuadores compatibles.

Comunicación y reprogramación desde la PC.

Pilota hasta 8 inyectores.

Corte y emulación de inyectores integrado.

i) Variador de avance: Dado a la diferencia de la velocidad de la combustión del gas respecto de la nafta se hace necesario corregir el punto del avance inicial para lograrlo se emplean equipos especiales los cuales son colocados en el sistema de encendido posibilitando así el correcto funcionamiento en ambos combustibles.

Por lo tanto encontramos hoy en el mercado diversos sistemas de corrección:

El primero actúa directamente en el encendido variando el momento de disparo de la chispa (vehículos carburados, inyección).

El segundo a diferencia del primero corregirá los parámetros de ajuste del calculador para que este modifique los valores del encendido (vehículos con inyección) modificando los valores de los sensores que controla la posición del encendido.

j) Conmutador: Permite seleccionar el tipo de combustible del vehículo en uso: gas o gasolina.

k) Tubería de alta presión: Es un tubo de acero sin costura, el cual es llevado a la medida deseada por medio de varios trefilados para luego ser tratado térmicamente (recocido), se le practica una limpieza para realizar el proceso de zincado con una profundidad de 8 micrones.

Debe ser capaz de soportar una presión de trabajo de 200 bar, se le realizan pruebas a 300 bar, teniendo su presión de estallido en 750 bar.

Su presentación comercial es de 6 mts. de largo con un diámetro exterior 6 mm y 4 de diámetro interior. Existen en el mercado de 10 mm de diámetro exterior que se utilizan en motores de gran cilindrada.

3.3.2 Sistemas de Lazo Cerrado o Cuarta Generación para GNV

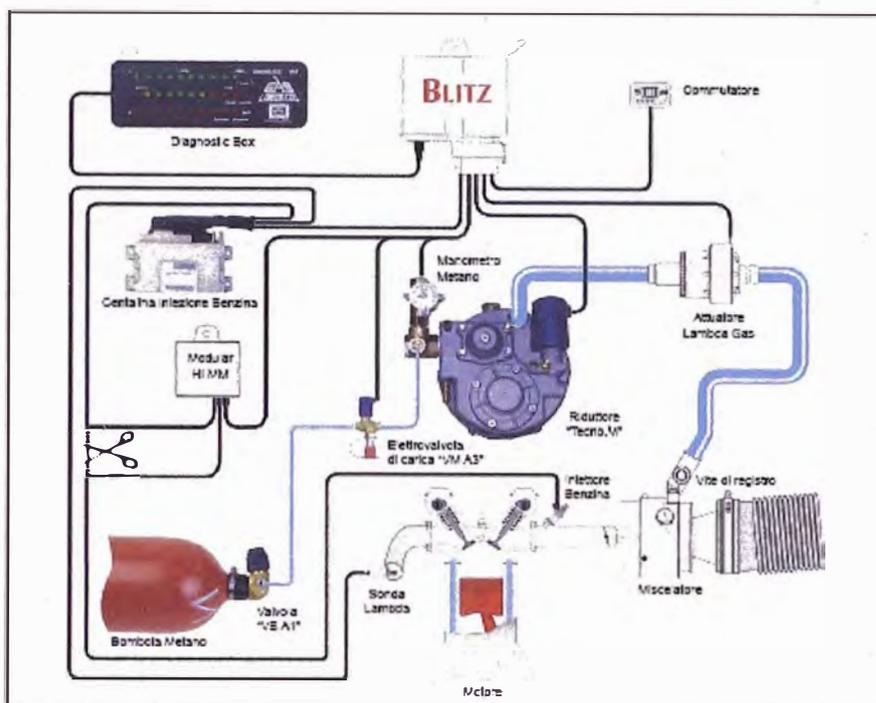


Gráfico 3.9: Equipamiento de GNV de Lazo Cerrado BRC (Italiano)

JUST es un sistema de control de la carburación, indispensable para sistemas de conversión de tipo clásico. Regula automáticamente el flujo del gas, manteniendo su bajo consumo y el control de las emisiones contaminantes del motor. Está compuesto por una computadora y un motor paso a paso. Éste sistema es indispensable para vehículos que cumplen normativa antipolución EURO III.

Los componentes del sistema son:

- a) Pico de carga.
- b) Tanque de almacenamiento.
- c) Electro válvula.
- d) Reductor.

- e) Actuador.
- f) Mezclador.
- g) Centralita Just o microcontrolador.
- h) Centralita de conmutación.
- i) Emulador de inyectores.
- j) Variador de avance.

A continuación se describe algunos de ellos:

El Actuador y Mezclador (sistema tradicional de control de lazo cerrado): Son equipos electromecánicos que regulan automáticamente la dosificación de gas a enviar al motor basado en la información, que viene del vehículo y del sensor de oxígeno, elaborado por la central de control. En el auto a carburador el actuador no existe y la dosificación del gas la realiza directamente el mezclador de acuerdo a la aspiración del motor.

- **Emulador de inyectores:** Como lo hemos dicho anteriormente en los vehículos con inyección no es necesario utilizar electro válvulas para limitar el fluido de combustible al motor basta con interrumpir la señal proveniente de la computadora.

Señal encargada de habilitar la apertura de los inyectores para lograrlo se utiliza un dispositivo especial llamado "emulador de inyectores" el cual interrumpe los pulsos de apertura del inyector y simultáneamente simula señal de apertura para que la computadora no verifique una anomalía en el sistema.

11. Electro válvula de gas.
12. Electro válvula de gasolina.

3.3.4 Sistema de Inyección Secuencial o de Quinta Generación para

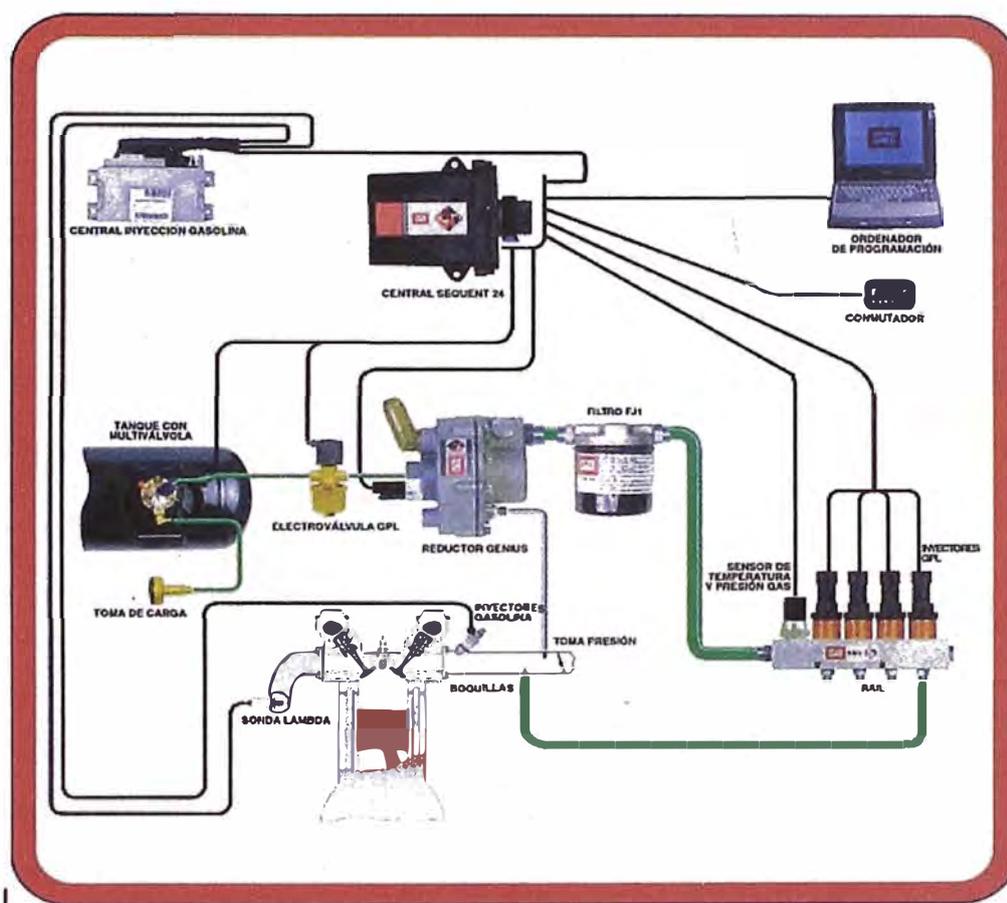


Gráfico 3.11: Equipamiento de GPL de Inyección Secuencial BRC (Italiano)

El sistema de quinta generación para el GPL es similar al del GNV. Es un sistema inyectado controlado por una computadora que interactúa con la computadora original del vehículo.

Los componentes del sistema son:

a) Tanque de Almacenamiento: Este tanque debe ser diseñado para soportar presiones de hasta 7 bar. Es liviano y generalmente son cilíndricos o toroidales cuyos volúmenes son variados.

Los depósitos cuentan con una válvula de seguridad que regula la presión del GLP, en caso que ésta suba, por efecto de una temperatura excesiva. Además la válvula de alimentación al motor está asegurada contra roturas en el circuito, pues se cierra inmediatamente si se produjera un cambio brusco en el caudal del GLP. Así también, la válvula de llenado se detiene automáticamente al llegar a cierto nivel, asegurando una óptima proporción entre GLP líquido y gaseoso.

Los depósitos son fabricados con planchas de acero especial de espesores 2,5 ó 3,0 mm., que son más de tres veces los espesores utilizados en el tanque de gasolina. En consecuencia, ante un impacto externo, los depósitos de GLP sufrirán un daño varias veces menor que el tanque de gasolina. Además, son probados al 100%, con una presión de 45 Kg./cm² (su presión de trabajo no alcanza a 7 Kg./cm²). Cabe indicar que el diseño de los mismos permite soportar presiones superiores a 125 Kg/cm², sin presentar roturas.

Ante una desconexión abrupta de las tuberías de gas, por un fuerte impacto externo, las válvulas del depósito, automáticamente cierran el paso del GLP, evitando fugas.

b) Tuberías: Las tuberías utilizadas son de cobre con pared muy gruesa y protegidas con un revestimiento de plástico contra impactos externos. Adicionalmente, estas tuberías de cobre están protegidas por un tubo de plástico duro, que impide sufran deformaciones por efecto del movimiento de bultos dentro de la maleta, que es el lugar donde se instalan normalmente los depósitos.

c) Reductor vaporizador

Son de una sola etapa.

- Presión regulada de 7 bar aproximadamente a 1,2 ó 1,5 bar.
- Por su periferia circula parte del líquido refrigerante del radiador con la finalidad de poder vaporizar el GLP.

d) Electro inyector

- Temperatura de -40 °C a 120 °C.
- Tensión de alimentación: 6V a 16V.

e) La Centralita Electrónica

- Temperatura -40 °C a 125 °C.
- CPU: Motorota MC9S12DG1288
- Tensión de alimentación 8V a 16V.

f) Filtro de Gas

- Filtro de cartucho.

3.3.5 Sistema de Lazo Cerrado para GLP o de Cuarta Generación

JUST es un sistema de control de la carburación, indispensable para sistemas de conversión de tipo clásico. Regula automáticamente el flujo del gas, manteniendo su bajo consumo y el control de las emisiones contaminantes del motor. Está compuesto por una computadora y un motor paso a paso. Éste sistema es indispensable para vehículos que cumplen normativa antipolución EURO III.

En éste caso el sensor de oxígeno ubicado en el ducto de escape envía una señal al microcontrolador, para que éste envíe una señal al actuador para que se abra o se cierre y de esta manera controlar la cantidad de GLP que va a ingresar al motor con la finalidad de buscar siempre la mezcla ideal ($\lambda = 1$).

Los componentes del sistema son:

- a) Toma de carga
- b) Tanque de almacenamiento.
- c) Electro válvula.
- d) Reductor.
- e) Actuador.
- f) Sensor de oxígeno en el escape.
- g) Centralita Just o microcontrolador.
- h) Centralita de conmutación.
- i) Emulador de inyectores.

3.3.6 Sistema de Lazo Abierto o de Tercera Generación para GLP

Los sistemas de tercera generación son similares a los de cuarta generación con la diferencia de que no tienen control de lazo cerrado, es decir no cuentan con sensor de oxígeno en el escape, centralita Just o microcontrolador y el actuador. La regulación del caudal se hace manualmente a la salida del reductor evaporador.

Los componentes del sistema son:

- a) Cilindro contenedor de gas.
- b) Válvula de cilindro.
- c) Tubería de alta presión.
- d) Válvula de recarga interna.
- e) Válvula de recarga externa (opcional).
- f) Reductor o regulador de presión de gas.
- g) Manómetro indicador de carga.
- h) Mezclador - dosificador o pico inyector de gas.
- i) Electro válvula de corte de nafta (vehículos carburados).
- j) Conmutador selector de combustible con indicador remoto de presión.

3.4 EQUIPAMIENTO DE GNV Y GLP SELECCIONADOS

Los equipamientos de GNV y GLP serán instalados por una empresa proveedora de equipos italianos de la marca BRC. De acuerdo al tipo de alimentación de los vehículos los equipos seleccionados son los siguientes:

Tabla 3.6: Equipamientos de GNV y GLP seleccionados

EQUIPAMIENTO DE GNV Y GLP SELECCIONADOS PARA INSTALAR EN LOS VEHÍCULOS				
MARCA	MODELO	MOTOR	TIPOS DE EQUIPAMIENTO	
			GNV	GLP
TOYOTA	YARIS	2NZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
TOYOTA	YARIS	1NZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
TOYOTA	RAV4	2AZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
TOYOTA	HILUX	1RZ	KIT BASICO CARBURADO BRC TERCERA GENERACION	KIT BASICO CARBURADO BRC TERCERA GENERACION
TOYOTA	HILUX	2RZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
TOYOTA	COROLLA	3ZZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
TOYOTA	CAMRY	2AZ	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
MITSUBISHI	L200	4G63	KIT BASICO CARBURADO BRC TERCERA GENERACION	KIT BASICO CARBURADO BRC TERCERA GENERACION
HONDA	CMC	R18A	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION
HONDA	ACCORD	K24A	KIT PLUG & DRIVE BRC QUINTA GENERACION	KIIT SEQUENT 24/4 BRC QUINTA GENERACION

3.5 CUADRO COMPARATIVO ENTRE EL USO DE GLP Y GNV

Tabla 3.7: Comparativo de Uso de GLP vs. GNV

CUADRO COMPARATIVO GLP / GNV		
CRITERIOS DE EVALUACION	GLP	GNV
COSTOS DEL EQUIPO	Menor Precio de Adquisición	Mayor precio de adquisición
TIEMPO DE INSTALACIÓN	Depende del tipo de Sistema (de 1 a 3 días)	Depende del tipo de Sistema (de 1 a 3 días)
TRÁMITES ANTE ENTIDADES PÚBLICAS	Certificación	Certificación
ESTACIONES DE SERVICIO	A Nivel Nacional	Sólo en Lima y próximamente en Pisco
TIPO DE TANQUES	Cilíndricos y Toroidales	Sólo cilíndricos
CAPACIDADES DE LOS TANQUES	Desde 4 gls. en adelante	Limitada hasta 5 gls.
VELOCIDAD DE CARGA DE GAS	Igual que la gasolina	Muy lenta por la mayor presión del gas
PASAJEROS EN AUTO DURANTE CARGA DE GAS	No permitido	No permitido
AUTONOMIA POR TANQUE	Igual que la gasolina	50% aproximadamente frente al tanque de gasolina
SUSTRACCION DE COMBUSTIBLE	Imposible	Imposible
MAYOR DURACION DE BUJIAS Y ACEITE	Sí	Sí
SISTEMA DUAL	Sí Gas/Gasolina	Sí, Gas/Gasolina
NO CONTAMINACIÓN	Sí	Sí
SEGURIDAD DEL EQUIPO DE GAS	Sí	Sí
PROCEDENCIA DEL GAS	Camisea y de refinarias	Camisea
DISPONIBILIDAD FUTURA DEL COMBUSTIBLE A NIVEL NACIONAL	Ya está	A largo Plazo

CAPÍTULO IV

MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LOS EQUIPOS DE GNV Y GLP

4.1 MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LOS EQUIPOS DE GNV Y GLP

Este mantenimiento se realiza cada 20,000 kilómetros. También se realiza un mantenimiento gratuito a los 1000 kilómetros de instalado el equipamiento en el vehículo.

El mantenimiento consiste en las siguientes tareas:

- a) Control de parte mecánica del sistema GNV.
- b) Control y sustitución de filtros de gas (GNV y GLP) y líquido (GLP).
- c) Limpieza del filtro de aire.
- d) Control de cables de bujías y sistema de encendido.
- e) Control y ajustes de empalmes.
- f) Control de mangueras de agua gas.

4.2 SUMINISTRO DE GNV

Gráfico 4.1: Esquema de Estación de Abastecimiento de GNV



Las principales partes de la red de suministro son

“1”. Red de gas natural.- Son las redes de distribución disponibles para conectarse a las estaciones de servicio de GNC.

“2”. Estación de compresión.- es un equipo que se instala para elevar la presión de entrada del gas hasta 250 bar y entregar bajo esa presión a las baterías de tanques de almacenamiento.

“3”. Almacenamiento.- está formado por múltiples cilindros conectados entre sí, tiene como objetivo acumular GNC que viene del compresor y realizar la entrega hacia el surtidor.

“4”. Surtidor.- es el dispositivo que permite cargar el GNC a los vehículos hasta una presión de 200 bar.

4.3 EL REABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE PARA AUTOS A INYECCIÓN Y A CARBURADOR

El pico de carga, equipado con válvula de no retorno, necesario para el reabastecimiento de GNV, está situado en la parte anterior del vehículo (compartimiento del motor).

Para proceder a la recarga de los cilindros de GNV es necesario quitar la protección del pico de carga en el cual será insertada la pistola para la recarga. Al cesar el flujo de la carga, la válvula de no retorno se reposiciona y se cierra automáticamente, ocluyendo el agujero central del cuerpo y permitiendo la separación de la manguera del surtidor sin escape apreciable de gas.

Es recomendable respetar las advertencias y las precauciones sugeridas acerca de los expendedores de gas ubicados en la vía pública. Durante la operación de reabastecimiento es necesario seguir algunas normas simples de seguridad:

Apagar el motor.

Apagar todas las luces del vehículo y el sistema de audio.

Bajar del vehículo y dirigirse a la estación.

4.4 ARRANQUE Y CONMUTACIÓN PARA AUTOS CON CARBURADOR

4.4.1 Operación a gasolina

Con el conmutador en la posición de gasolina uno obtiene la alimentación y apertura de la electro válvula de gasolina y el inmediato

encendido del led rojo de indicación del tipo de combustible en uso (gasolina) al frente del mismo conmutador.

4.4.2 Operación a gas

Con el conmutador en la posición de gas se obtiene por unos segundos, la excitación y apertura de la electro válvula de gas, y la aparición de la señal de color verde situado al frente del conmutador. Esto tiene la finalidad de suministrar automáticamente gas para “el arranque” a fin de favorecer el encendido y salida del vehículo.

4.4.2.1 Conmutación gasolina-gas:

El conmutador realiza el paso de la alimentación de gasolina a gas sin riesgos de mal funcionamiento, siguiendo el procedimiento indicado a continuación. Moviendo la llave de conmutación a la posición central se activa el cierre simultáneo de todas las electro válvulas. Cuando el carburador se va quedando vacío de combustible (perceptible por una disminución ligera de fuerza), es suficiente aviso para llevar el conmutador a la posición de gas.

4.4.2.2 Conmutación gas – gasolina:

A fin de ejecutar la conmutación es suficiente llevar el conmutador de la posición de gas a la posición de gasolina. Colocada la llave en la posición central se pone en práctica el llenado del carburador (perceptible por una disminución ligera de fuerza). Una vez que el llenado es suficiente se debe llevar el conmutador a la posición gasolina obteniendo así el cierre

de la electro válvula del gas (función no está disponible en todos los modelos).

4.5 ARRANQUE Y CONMUTACIÓN PARA AUTOS A INYECCIÓN

El conmutador tiene tres posiciones que permite el funcionamiento a gas con arranque a gasolina y conmutación automática, el funcionamiento a gasolina y el funcionamiento a gas. La primera clase de funcionamiento es la recomendada para el automóvil inyectado.

4.5.1 Funcionamiento con conmutación automática gasolina - gas

Con el switch de conmutación en posición central el auto arranca a gasolina, y luego pasa automáticamente a gas.

Mientras el motor funciona a gasolina el encendido del conmutador está iluminado de color rojo y se convierte en verde cuando el motor funciona a gas.

4.5.2 Funcionamiento a gasolina

Con el switch de conmutación presionado hacia la izquierda (o hacia el símbolo surtidor de gasolina) el panel del conmutador ilumina de color rojo, los inyectores de gasolina están en funcionamiento, las electro válvulas de gas están cerradas y el control de la alimentación de gas desconectado. El auto funciona regularmente a gasolina, como si el sistema del gas no estuviera presente.

4.5.3 Operación a gas

Con el switch presionado hacia la derecha; el conmutador se ilumina de color verde y el motor funciona exclusivamente a gas.

La operación con el conmutador en posición de gas debe considerarse como una solución de seguridad, para usar sólo en caso de funcionamiento defectuoso del sistema de alimentación a gasolina y como una precaución para no paralizar nunca la marcha una vez que la gasolina del tanque se termina.

Es posible seleccionar sólo la operación a gasolina, o sólo a gas, según necesidades relativas a la disponibilidad de combustibles.

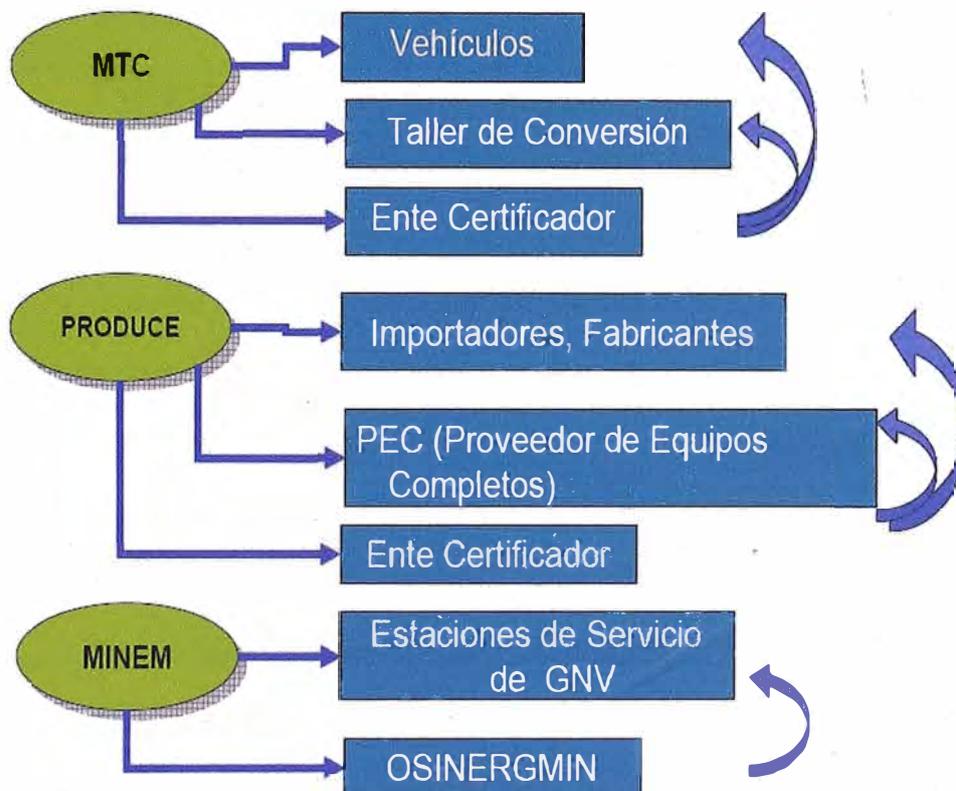
4.6 CERTIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GNV

Todos los vehículos que se convierten a GNV en el Perú deben pasar automáticamente por una certificación de emanación de gases, lo cual contribuye sin duda al cuidado del medio ambiente.

Una entidad certificadora verifica que el vehículo haya sido convertido con equipos que han sido registrados por Produce; es decir, que han pasado el control de calidad, que ha sido efectuado en un taller autorizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); y que ha pasado todas las pruebas de emisiones.

Ningún vehículo a GNV puede dejar de pasar por esta certificación, pues al término de la misma le entregan el denominado "chip inteligente", con el cual puede realizar la carga de gas en las estaciones de servicio.

Un vehículo que no haya sido certificado no puede ir a cargar a una estación de servicio de GNV, porque una vez certificado se le instala recién el chip de carga.



4.7 DIAGNÓSTICO DE LOS VEHÍCULOS PARA SU CONVERSIÓN A GNV

Este procedimiento de diagnóstico permite dar la evaluación de que el vehículo (motor y sistemas componentes) está en óptimas condiciones para operar con GNV, sin perder la posibilidad de continuar haciéndolo normalmente con gasolina, por lo cual lo llamaremos PRECONVERSIÓN.

La preconversión permite establecer la evaluación y la viabilidad del paso de gasolina a GNV, así:

Conocer que los espacios y estructura del vehículo, permiten la adaptación del kit de conversión.

Determinar si el motor está en buenas condiciones de trabajo para el cambio de combustible.

Verificar si cumple las exigencias del GNV con respecto al sistema de enfriamiento.

Comprobar que los sistemas eléctricos del vehículo y los del motor (encendido-carga-inyección) funcionan correctamente.

Cuando se quieren obtener los mejores resultados del proceso de pasar un vehículo con motor a gasolina a motor dual (GNV y gasolina), el paso más importante es el procedimiento de diagnóstico de la PRECONVERSIÓN; este define si es apto el vehículo.

Para ofrecer una respuesta adecuada al funcionamiento con un combustible de características un poco diferentes para el cual fue diseñado el motor del vehículo, indicamos algunas diferencias:

El avance de llama, la rapidez de combustión es menor, necesitándose un avance de chispa adicional.

La naturaleza del gas como refrigerante es menor que la gasolina, con lo cual afecta la temperatura de las válvulas. Esto mismo hace que la temperatura en la cámara de combustión suba, por lo que el sistema de refrigeración debe tener mayor capacidad de absorción del calor para su disipación.

El montaje de los tanques de GNV hace necesario que se revise parte de la suspensión (peso) y se utilice un espacio que deben ocupar y ser protegido de cualquier eventualidad.

El gas tiene un octanaje más alto 125 a 130.

Ecológicamente el GNV en su combustión nos da un índice muy favorable, pues es uno de los de menor contaminación.

4.8 LIMITE DE EMISIÓN DE GASES

De acuerdo a la normativa vigente en nuestro país, los porcentajes de gases de emisión producto de la combustión de los motores que usan gasolina, GLP y GNV son los siguientes:

Tabla 4.1: Límites de Emisión de Gases

VEHICULOS A GASOLINA, GLP Y GNV D047-2001-MTC			
AÑO DE FABRICACIÓN	CO % de volumen	HC (ppm)	CO + CO₂ % de volumen (mínimo)
Hasta 1995	3.0	400	10
1996 a 2002	2.5	300	10
2003 en adelante	0.5	100	12

CAPÍTULO V

CÁLCULOS Y RESULTADOS

5.1 INFORME TÉCNICO DE LOS VEHÍCULOS

5.1.1 Sistema de Alimentación de Combustible

Tabla 5.1: Sistemas de Alimentación

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
MARCA	MODELO	MOTOR	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
TOYOTA	YARIS	2NZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
TOYOTA	YARIS	1NZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
TOYOTA	RAV4	2AZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
TOYOTA	HILUX	1RZ	CARBURADA
TOYOTA	HILUX	2RZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
TOYOTA	COROLLA	3ZZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
TOYOTA	CAMRY	2AZ	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
MITSUBISHI	L200	4G63	CARBURADA
HONDA	CMC	R18A	INYECCIÓN ELECTRÓNICA
HONDA	ACCORD	K24A	INYECCIÓN ELECTRÓNICA

5.1.2 Medidas de Compresión de los Motores

La medida de compresión de los motores de todas las unidades que han sido seleccionadas para usar los sistemas GNV y GLP se encuentran dentro del rango entre la medida mínima y máxima de compresión que deben de tener.

Tabla 5.2: Medida de Compresión de los Motores

MARCA	MODELO	MOTOR	CILINDRAJE cc	AÑO DE FABRICACIÓN	MEDIDA DE COMPRESIÓN (PSI)	
					MÍNIMA	MÁXIMA
TOYOTA	YARIS	2NZ	1299	2006	156	213
TOYOTA	YARIS	1NZ	1497	2005	156	213
TOYOTA	RAV4	2AZ	2362	2007	145	189
TOYOTA	HILUX	1RZ	1998	2002	127	178
TOYOTA	HILUX	2RZ	2438	2003	127	178
TOYOTA	COROLLA	3ZZ	1598	2006	145	184
TOYOTA	CAMRY	2AZ	2362	2002	145	189
MITSUBISHI	L200	4G63	2000	2001	147	194
HONDA	CIVIC	R18A	1799	2007	128	190
HONDA	ACCORD	K24A	2354	2007	135	190

Estas medidas de compresión son las indicadas por el fabricante.

A continuación se mostrará la medida de compresión obtenidas:

Tabla 5.3: Medida de Compresión de los Motores 2NZ - Yaris

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ1	178
2	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ2	180
3	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ3	176
4	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ4	178
5	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ5	180
6	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ6	176
7	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ7	162
8	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ8	176
9	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ9	173
10	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ10	175
11	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ11	175
12	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ12	173
13	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ13	176
14	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ14	184
15	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ15	186
16	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ16	182
17	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ17	184
18	TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	TY2NZ18	178

Tabla 5.4: Medida de Compresión de los Motores 1NZ - Yaris

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ1	178
2	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ2	180
3	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ3	176
4	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ4	173
5	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ5	175
6	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ6	175
7	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ7	162
8	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ8	176
9	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ9	184
10	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ10	178
11	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ11	180
12	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ12	176
13	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ13	178
14	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ14	180
15	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ15	176
16	TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	TY1NZ16	176

Tabla 5.5: Medida de Compresión de los Motores 2AZ – RAV4

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	RAV 4	TR1	173
2	TOYOTA	RAV 4	TR2	171
3	TOYOTA	RAV 4	TR3	178
4	TOYOTA	RAV 4	TR4	176
5	TOYOTA	RAV 4	TR5	167
6	TOYOTA	RAV 4	TR6	173
7	TOYOTA	RAV 4	TR7	171
8	TOYOTA	RAV 4	TR8	173
9	TOYOTA	RAV 4	TR9	176
10	TOYOTA	RAV 4	TR10	171

Tabla 5.6: Medida de Compresión de los Motores 1RZ - Hilux

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC1	160
2	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC2	162
3	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC3	164
4	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC4	162
5	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC5	160
6	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC6	160
7	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC7	160
8	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC8	165
9	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC9	165
10	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC10	165
11	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC11	165
12	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC12	165
13	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC13	162
14	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC14	162
15	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC15	162
16	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC16	162
17	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC17	162
18	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC18	160
19	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC19	160
20	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC20	160
21	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC21	160
22	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC22	162
23	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC23	162
24	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC24	162
25	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC25	162
26	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC26	162
27	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC27	162
28	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC28	160
29	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC29	160
30	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC30	160
31	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC31	162
32	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC32	162
33	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC33	162
34	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC34	164
35	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC35	160
36	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC36	160
37	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC37	164
38	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC38	160
39	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC39	164
40	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC40	165
41	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC41	165
42	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC42	165
43	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC43	160
44	TOYOTA	HILUX (CON CARBURADOR)	THC44	160

Tabla 5.7: Medida de Compresión de los Motores 2RZ - Hilux

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI1	164
2	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI2	165
3	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI3	162
4	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI4	160
5	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI5	160
6	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI6	160
7	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI7	160
8	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI8	160
9	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI9	160
10	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI10	162
11	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI11	162
12	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI12	164
13	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI13	164
14	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI14	164
15	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI15	162
16	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI16	162
17	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI17	165
18	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI18	165
19	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI19	160
20	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI20	165
21	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI21	165
22	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI22	162
23	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI23	165
24	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI24	162
25	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI25	164
26	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI26	162
27	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI27	162
28	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI28	162
29	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI29	165
30	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI30	165
31	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI31	160
32	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI32	160
33	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI33	160
34	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI34	171
35	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI35	164
36	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI36	160
37	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI37	164
38	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI38	164
39	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI39	164
40	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI40	165
41	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI41	165
42	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI42	162
43	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI43	162
44	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI44	162
45	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI45	171
46	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI46	164
47	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI47	165
48	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI48	162
49	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI49	162
50	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI50	164
51	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI51	162
52	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI52	165
53	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI53	164
54	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI54	162
55	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI55	162
56	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI56	162
57	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI57	171
58	TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	THI58	162

Tabla 5.8: Medida de Compresión de los Motores 3ZZ - Corolla

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	COROLLA	TCO1	164
2	TOYOTA	COROLLA	TCO2	171
3	TOYOTA	COROLLA	TCO3	162
4	TOYOTA	COROLLA	TCO4	160
5	TOYOTA	COROLLA	TCO5	162
6	TOYOTA	COROLLA	TCO6	169
7	TOYOTA	COROLLA	TCO7	169
8	TOYOTA	COROLLA	TCO8	169
9	TOYOTA	COROLLA	TCO9	169
10	TOYOTA	COROLLA	TCO10	165
11	TOYOTA	COROLLA	TCO11	171
12	TOYOTA	COROLLA	TCO12	160
13	TOYOTA	COROLLA	TCO13	162
14	TOYOTA	COROLLA	TCO14	162
15	TOYOTA	COROLLA	TCO15	162
16	TOYOTA	COROLLA	TCO16	162
17	TOYOTA	COROLLA	TCO17	164
18	TOYOTA	COROLLA	TCO18	164
19	TOYOTA	COROLLA	TCO19	164
20	TOYOTA	COROLLA	TCO20	171

Tabla 5.9: Medida de Compresión de los Motores 2AZ - Camry

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	TOYOTA	CAMRY GX 2.4	TCA1	173
2	TOYOTA	CAMRY GX 2.4	TCA2	169

Tabla 5.10: Medida de Compresión de los Motores K24A - Accord

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	HONDA	ACCORD	HA1	162
2	HONDA	ACCORD	HA2	176
3	HONDA	ACCORD	HA3	165
4	HONDA	ACCORD	HA4	173
5	HONDA	ACCORD	HA5	180
6	HONDA	ACCORD	HA6	176
7	HONDA	ACCORD	HA7	173
8	HONDA	ACCORD	HA8	165
9	HONDA	ACCORD	HA9	162
10	HONDA	ACCORD	HA10	173
11	HONDA	ACCORD	HA11	165
12	HONDA	ACCORD	HA12	180
13	HONDA	ACCORD	HA13	162
14	HONDA	ACCORD	HA14	176
15	HONDA	ACCORD	HA15	162
16	HONDA	ACCORD	HA16	176
17	HONDA	ACCORD	HA17	173
18	HONDA	ACCORD	HA18	162
19	HONDA	ACCORD	HA19	162
20	HONDA	ACCORD	HA20	180
21	HONDA	ACCORD	HA21	173
22	HONDA	ACCORD	HA22	176
23	HONDA	ACCORD	HA23	165

Tabla 5.11: Medida de Compresión de los Motores R18A - Civic

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	HONDA	CIVIC	HC1	165
2	HONDA	CIVIC	HC2	173
3	HONDA	CIVIC	HC3	169
4	HONDA	CIVIC	HC4	180
5	HONDA	CIVIC	HC5	169
6	HONDA	CIVIC	HC6	173
7	HONDA	CIVIC	HC7	165
8	HONDA	CIVIC	HC8	162
9	HONDA	CIVIC	HC9	162
10	HONDA	CIVIC	HC10	160
11	HONDA	CIVIC	HC11	169
12	HONDA	CIVIC	HC12	187

Tabla 5.12: Medida de Compresión de los Motores 4G63 – L200

	MARCA	MODELO	IDENTIFICACIÓN	COMPRESIÓN ACTUAL DE LOS MOTORES (PSI)
1	MITSUBISHI	L200	ML1	165
2	MITSUBISHI	L200	ML2	160
3	MITSUBISHI	L200	ML3	169
4	MITSUBISHI	L200	ML4	162
5	MITSUBISHI	L200	ML5	165
6	MITSUBISHI	L200	ML6	165
7	MITSUBISHI	L200	ML7	165
8	MITSUBISHI	L200	ML8	165
9	MITSUBISHI	L200	ML9	169
10	MITSUBISHI	L200	ML10	162
11	MITSUBISHI	L200	ML11	162
12	MITSUBISHI	L200	ML12	173
13	MITSUBISHI	L200	ML13	165
14	MITSUBISHI	L200	ML14	169
15	MITSUBISHI	L200	ML15	169
16	MITSUBISHI	L200	ML16	162
17	MITSUBISHI	L200	ML17	169
18	MITSUBISHI	L200	ML18	173
19	MITSUBISHI	L200	ML19	160
20	MITSUBISHI	L200	ML20	169
21	MITSUBISHI	L200	ML21	169
22	MITSUBISHI	L200	ML22	162
23	MITSUBISHI	L200	ML23	176
24	MITSUBISHI	L200	ML24	176
25	MITSUBISHI	L200	ML25	169
26	MITSUBISHI	L200	ML26	169
27	MITSUBISHI	L200	ML27	176
28	MITSUBISHI	L200	ML28	162
29	MITSUBISHI	L200	ML29	162
30	MITSUBISHI	L200	ML30	176
31	MITSUBISHI	L200	ML31	176
32	MITSUBISHI	L200	ML32	165
33	MITSUBISHI	L200	ML33	169
34	MITSUBISHI	L200	ML34	173
35	MITSUBISHI	L200	ML35	173
36	MITSUBISHI	L200	ML36	176
37	MITSUBISHI	L200	ML37	176
38	MITSUBISHI	L200	ML38	173
39	MITSUBISHI	L200	ML39	173
40	MITSUBISHI	L200	ML40	162
41	MITSUBISHI	L200	ML41	162
42	MITSUBISHI	L200	ML42	176

Las medidas de compresión obtenidas de los motores de los vehículos propuestos para ser duales nos indica que están en buen estado, por lo cual si es factible la instalación de los equipos de GNV y GLP.

5.1.3 Mantenimientos Preventivos y Correctivos

A todos los vehículos de la empresa se le realiza un mantenimiento preventivo programado cada 5000 kilómetros, adicionalmente se realizan los mantenimientos correctivos que requiera la unidad con la finalidad de garantizar que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones de operación. Los mantenimientos correctivos que se le realizan a los vehículos son completos, es decir se cambian o reparan todos aquellos partes o componentes de los sistemas del vehículo que lo requieran (eléctrico, electrónico, suspensión, transmisión, frenos, dirección).

Los servicios de mantenimiento se realizan en talleres propios y de terceros, los cuales son supervisados y controlados por los Supervisores de Flota de la empresa, quienes realizan el control de calidad del vehículo.

5.2 DISMINUCIÓN ANUAL DE KILOGRAMOS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EMITIDOS A LA ATMÓSFERA USANDO GNV y GLP.

Con el uso del GNV y el GLP los niveles de emisión de dióxido de carbono a la atmósfera disminuye considerablemente en comparación a la gasolina con lo cual se contribuye a la disminución del efecto invernadero.

Los valores o factores usados para el cálculo de la cantidad de kilogramos de CO₂ emitidos a la atmósfera por uso de gasolina, GLP y GNV son:

- 2,300 kilogramos de CO₂ por litro de gasolina consumida.
- 2,070 kilogramos de CO₂ por litro de GLP.
- 1,322 Kilogramos de CO₂ por metro cúbico de GNV.

Para este caso tenemos:

a) Usando el GNV en las 177 unidades ubicadas en la ciudad de Lima

Tabla 5.13: Diferencia de Kg. de CO₂ emitidos por usar GNV

DIFERENCIA DE KILOGRAMOS DE CO ₂ EMITIDOS A LA ATMÓSFERA POR USAR GNV EN UN AÑO					
MARCA	MODELO	VEHICULOS A GNV	TOTAL Kg. CO ₂ CON USO DE GASOLINA	TOTAL Kg. CO ₂ CON USO DE GNV	DIFERENCIA DE Kg. CO ₂ EMITIDO A LA ATMÓSFERA
TOYOTA	HILUX (INYECTADA)	34	198636,88	117960,69	80676,18
TOYOTA	HILUX (CARBURADA)	18	122428,93	76156,47	46272,46
TOYOTA	YARIS (MOTOR 1NZ)	16	43527,50	25844,93	17682,57
TOYOTA	YARIS (MOTOR 2NZ)	18	47464,13	28183,05	19281,07
TOYOTA	COROLLA	20	62644,78	37200,76	25444,02
TOYOTA	CAMRY GX 2.4	2	7817,54	4642,59	3174,95
TOYOTA	RAV 4	8	46891,31	27842,80	19048,51
HONDA	ACCORD	23	97390,17	57825,84	39564,33
HONDA	CIVIC	12	47479,80	28193,97	19285,83
MITSUBISHI	L200	26	167652,26	104291,30	63360,96
TOTAL		177	841933,28	508142,40	333790,88

b) Usando el GLP en las 68 unidades ubicadas en provincias

Tabla 5.14: Diferencia de Kg. de CO₂ emitidos por usar GLP

DIFERENCIA DE KILOGRAMOS DE CO ₂ EMITIDO A LA ATMÓSFERA POR USAR GLP EN UN AÑO					
MARCA	MODELO	VEHICULOS A GLP	TOTAL Kg. CO ₂ CON USO DE GASOLINA	TOTAL Kg. CO ₂ CON USO DE GLP	DIFERENCIA DE Kg CO ₂ EMITIDO, A LA ATMÓSFERA
TOYOTA	HILUX (INYECTADA)	24	140214,27	137174,30	3039,96
TOYOTA	HILUX (CARBURADA)	26	176841,79	176839,52	2,26
TOYOTA	RAV 4	2	11722,83	11468,80	254,03
MITSUBISHI	L200	16	103170,62	103170,62	0,00
TOTAL		68	431949,50	428653,25	3296,25

5.3 CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LOS VEHÍCULOS A LOS CUALES SE LE INSTALARÁN LOS EQUIPAMIENTOS

5.3.1 Con respecto a los mantenimientos del vehículo

Los mantenimientos preventivos recomendados por el fabricante se mantendrán con su misma periodicidad; es decir se realizará cada 5000 Kilómetros.

De acuerdo al fabricante los mantenimientos preventivos al equipamiento de GNV y GLP instalado en los vehículos se realizarán cada 20000 kilómetros, y a los 1000 kilómetros luego de instalado el equipo de GNV y GLP, este último mantenimiento es gratuito.

5.3.2 Con respecto al tiempo que trabajarán con los equipamientos antes de ser vendidos

Los vehículos seleccionados son aquellos que están mecánica y eléctricamente en buen estado.

Los vehículos seleccionados deberán usar por lo menos cinco años los equipos de GNV o GLP antes de ser vendidos; para ello se tendrá en consideración la política de renovación de la flota vehicular que es:

Para automóviles y camionetas Toyota RAV4 de 200 000 kilómetros de uso.

Para las camionetas pick up 260 000 kilómetros.

Los tiempos de análisis económico financiero para cada tipo de vehículo varían debido a que estos han sido adquiridos en distintos tiempos y a la fecha tienen distintos kilometrajes. Para los cálculos de tiempo de uso de los equipamientos se está trabajando con los kilometrajes promedios de acuerdo al historial por marcas, modelos y tipos de motor.

Tabla 5.15: Características de los Vehículos que serán Convertidos

DESCRIPCIÓN DE LOS VEHÍCULOS QUE SERÁN CONVERTIDOS A GNV Y GLP									
MARCA	MODELO	MOTOR	AÑO DE ADQUISICIÓN (NUEVAS)	RECORRIDO ANUAL PROMEDIO (Km.)	RECORRIDO PROMEDIO ACUMULADO (Km.)	VIDA ÚTIL	AÑO QUE SE VENDERÁ EL VEHÍCULO	AÑO DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO GNV O GLP	AÑOS DE ESTUDIO CON SISTEMA DUAL
TOYOTA	YARIS	2NZ	2007	14841	29682	13	2020	2010	10
TOYOTA	YARIS	1NZ	2005	14841	59364	13	2018	2010	8
TOYOTA	RAV4	2AZ	2007	18000	36000	11	2018	2010	8
TOYOTA	HILUX	1RZ	2002	20000	140000	13	2015	2010	5
TOYOTA	HILUX	2RZ	2003	20000	120000	13	2016	2010	6
TOYOTA	COROLLA	3ZZ	2006	14106	42318	14	2020	2010	10
TOYOTA	CAMRY	2AZ	2003	13471	80826	15	2018	2010	8
MITSUBISHI	L200	4G63	2002	20000	140000	13	2015	2010	5
HONDA	CIVIC	R18A	2007	15000	30000	13	2020	2010	10
HONDA	ACCORD	K24A	2007	14106	28212	14	2021	2010	11

5.3.3 Con respecto al tipo de combustible a usar por la ubicación de los vehículos

Para los vehículos que trabajan en la ciudad de Lima se instalará el equipo de GNV.

Para los vehículos que trabajan fuera de la ciudad de Lima se instalará el equipo de GLP.

5.3.4 Vehículos que serán convertidos a GNV y GLP

A continuación se detalla el número de vehículos a los cuales se le instalará el equipamiento de GNV y GLP, ciento setenta y siete serán convertidos a GNV los cuales se ubican en la provincia de Lima y sesenta y ocho serán transformados a GLP, los cuales se ubican en las distintas provincias del Perú que se ubican fuera de la provincia de Lima.

Tabla 5.16: Cantidad de Vehículos que serán Convertidos a GNV y GLP

VEHÍCULOS QUE SERÁN CONVERTIDOS A GNV Y GLP				
MARCA	MODELO	GNV	GLP	TOTAL
HONDA	ACCORD	23		23
	CIVIC	12		12
MITSUBISHI	L200	26	16	42
TOYOTA	CAMRY GX 2.4	2		2
	COROLLA	20		20
	HI LUX (CON CARBURADOR)	18	26	44
	HI LUX (CON INYECCIÓN)	34	24	58
	RAV4	8	2	10
	YARIS (MOTOR 1NZ)	16		16
	YARIS (MOTOR 2NZ)	18		18
TOTAL		177	68	245

5.3.5 Ubicación de los vehículos

Los vehículos seleccionados para ser duales, es decir que usarán GASOLINA/ GNV y GASOLINA/GLP se encuentran ubicados en distintos lugares del Perú, como se muestra en el mapa adjunto. Para los cálculos se

considera el costo de traslado (ida y vuelta) de los vehículos desde las distintas provincias hacia la ciudad de Lima a los cuales se le instalará el equipamiento de GLP.



Grafico 5.1: Ubicación de los Vehículos en el Perú

Tabla 5.17: Ubicación de Vehículos que serán Convertidos a GNV y GLP

UBICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS QUE USARÁN GLP Y GNV			
DEPARTAMENTO	CIUDAD	COMBUSTIBLE A USAR	CTAD DE UNIDADES
LIMA	LIMA	GASOLINA / GNV	177
AREQUIPA	AREQUIPA	GASOLINA / GLP	14
ICA	ICA	GASOLINA / GLP	10
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	GASOLINA / GLP	8
LA LIBERTAD	TRUJILLO	GASOLINA / GLP	7
PIURA	PIURA	GASOLINA / GLP	6
ANCASH	HUARAZ	GASOLINA / GLP	6
JUNIN	HUANCAYO	GASOLINA / GLP	5
CUSCO	CUSCO	GASOLINA / GLP	4
UCAYALI	PUCALLPA	GASOLINA / GLP	3
LIMA	HUACHO	GASOLINA / GLP	2
CAJAMARCA	CAJAMARCA	GASOLINA / GLP	2
TACNA	TACNA	GASOLINA / GLP	1
TOTAL			245

72,2%
5,7%
4,1%
3,3%
2,9%
2,4%
2,4%
2,0%
1,6%
1,2%
0,8%
0,8%
0,4%

5.4 CÁLCULOS ECONÓMICOS FINANCIEROS POR CADA TIPO DE MARCA, MODELO Y MOTOR DE VEHÍCULO

Todos los valores considerados se analizan sin el impuesto general a las ventas (IGV) debido a que éste se compensa con el crédito fiscal.

A continuación mostramos los costos de mantenimiento del equipamiento de GNV y GLP de cada 20 000 Km.

COSTO UNITARIO EN MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE GNV Y GLP		
TECNOLOGIA	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE GAS	
	GNV	GLP
EQUIPAMIENTO DE TERCERA GENERACIÓN	S/. 121,85	S/. 121,85
EQUIPAMIENTO DE QUINTA GENERACIÓN	S/. 487,39	S/. 572,69

Costo del traslado de los vehículos desde provincias hacia la ciudad de Lima (ida y vuelta) para la instalación del equipamiento de GLP.

COSTO PROMEDIO UNITARIO EN TRASLADO DE LAS UNIDADES QUE USARÁN GLP			
MITSUBISHI	TOYOTA		
L200	HI LUX	HI LUX INY	RAV4
S/. 604,64	S/. 1.025,45	S/. 827,98	S/. 1.229,75

Con la finalidad de poder tomar una decisión óptima con respecto a la inversión se calcula la tasa interna de retorno de la inversión, el valor actual neto, los cuales se aplicarán a cada marca y modelo de vehículo, considerando que cada una tiene una inversión, flujos de caja y período de evaluación distinta, debido al tiempo de uso que quedará en propiedad de la empresa antes de ser vendidas.

Los flujos son distintos para cada marca y modelo debido a que cada uno tiene diferentes recorridos promedios anuales, rendimientos de combustible y usan distintos tipos de combustible.

A continuación se realizará el análisis económico financiero para todas las marcas y modelos de vehículos propuestos para la instalación del equipamiento de GNV y GLP.

5.4.1 Toyota Hilux con Inyección Electrónica Multipunto

- Gasto promedio anual en combustibles

Gasto en Combustible = (Cantidad de Galones consumidos al año) X (Precio por galón)

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA HILUX CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD. GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA DE 90 OCTANOS	20000	29,8	671,1	S/. 9,11	S/. 6.114,09
GNV	20000	26,2	762,7	S/. 4,02	S/. 3.065,29
GLP	20000	27,4	729,5	S/. 4,61	S/. 3.364,75

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 7.286,55	S/. 4.752,10

- **Ahorro Real:** El ahorro real se calcula de la siguiente manera:

Ahorro real = Sumatoria de los flujos de caja anuales.

Ahorro real = (AC + VS – I - CE – CM – CI – CRC – CTU)

AC: Ahorro total en gastos de combustible.

VS: Valor de salvamento del equipamiento instalado en el vehículo.

I : Inversión.

CE: Costo del equipamiento de GNV o GLP.

CM: Costo total de los mantenimientos de los equipos de GNV o GLP. Aplica cada 20 000 kilómetros.

CI: Costo de la inspección anual de los vehículos, para reactivar el chip. Sólo aplica para sistemas con GNV.

CRC : Costo de revisión del cilindro de almacenamiento de GNV. Sólo aplica para sistemas con GNV cada cinco años.

CTU: Costo promedio de traslado de la unidad desde la provincia donde están ubicadas hacia Lima (ida y vuelta), es para los vehículos que van a ser convertidos a GLP. En el caso de los vehículos que van a ser convertidos a GNV, este valor es cero debido a que son unidades que están en la ciudad de Lima

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 6.960,36	S/. 9.380,69

- Inversión inicial y flujos de caja

Los valores que se consideran como inversión en el año cero (inicio del proyecto) son:

Para los vehículos a los cuales se le instalará el equipamiento de GNV es igual al costo del equipamiento de GNV.

Para los vehículos a los cuales se le instalará el equipamiento de GLP (que son los ubicados fuera de la ciudad de Lima) es igual al costo del equipamiento de GLP más el costo del traslado desde provincias hacia Lima (ida y vuelta), que es el lugar en donde le instalarán el equipamiento.

Finalmente cada proyecto por marca y modelo de vehículo se aceptará si su tasa interna de retorno es mayor a 10,65%, que es la tasa de comparación.

- Cálculo de la tasa interna de retorno, valor actual neto, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente

Valor Actual Neto= Inversión + Valor presente de los flujos de caja

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

VAN: Valor actual neto.

I₀: Inversión inicial.

F₁, F₂, F₃, ..., F_n: Flujos de caja anual.

i: tasa de descuento

La tasa interna de retorno (TIR) es el valor de i cuando el VAN es igual a cero.

- Cálculo del flujo anual equivalente

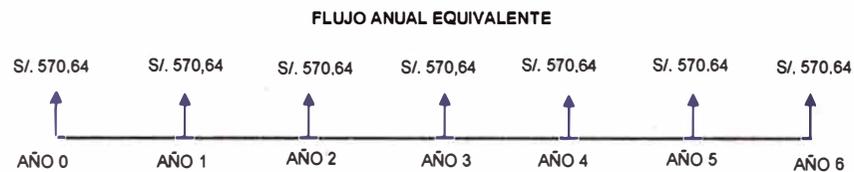
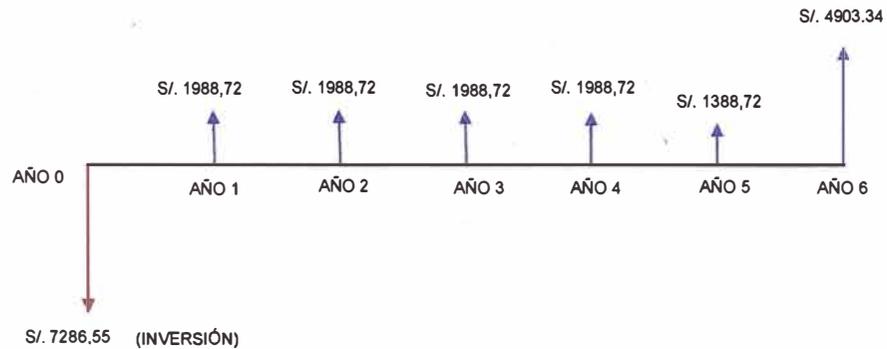
$$CAE = VAN \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

5.4.1.1 Con uso de GNV

	140000 Km.	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 7.286,55						
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00						
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.048,80					
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 487,39					
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69					
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00	
VALOR DE SALVAMENTO							S/. 2.914,62
FLUJOS DE CAJA	-S/. 7.286,55	S/. 1.988,72	S/. 1.988,72	S/. 1.988,72	S/. 1.988,72	S/. 1.388,72	S/. 4.903,34

TASA INTERNA DE RETORNO 20,31%
VALOR ACTUAL NETO S/. 2.438,65
TASA DE DESCUENTO 10,65%
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN 3 AÑOS, 7 MESES Y 29 DIAS

INVERSION VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



5.4.1.2 Con uso de GLP

	140000 Km.	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 4.752,10						
TRASLADO DEL VEHÍCULO	-S/. 827,98						
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 2.749,34					
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 572,69					
VALOR DE SALVAMENTO							S/. 1.900,8
FLUJOS DE CAJA	-S/. 5.580,08	S/. 2.176,65	S/. 4.077,49				

TASA INTERNA DE RETORNO

34,37%

VALOR ACTUAL NETO

S/. 4.757,64

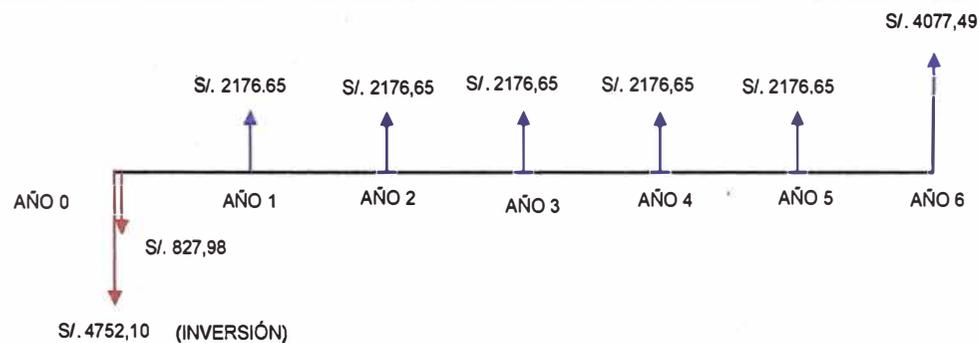
TASA DE DESCUENTO

10,65%

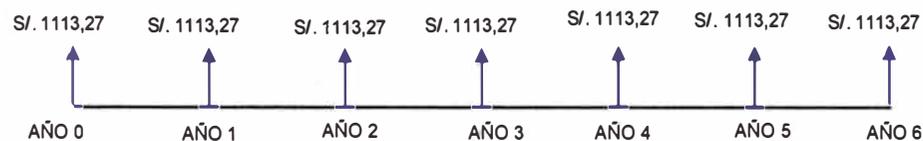
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

2 AÑOS, 6 MESES Y 23 DÍAS

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.2 Toyota Hilux (con carburador)

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA HILUX CON CARBURADOR					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA DE 90 OCTANOS	20000	25,6	781,3	S/. 9,11	S/. 7.117,19
GNV	20000	21,5	930,1	S/. 4,02	S/. 3.738,11
GLP	20000	23,0	868,1	S/. 4,61	S/. 4.003,82

- Costo de los equipos de GNV y GLP

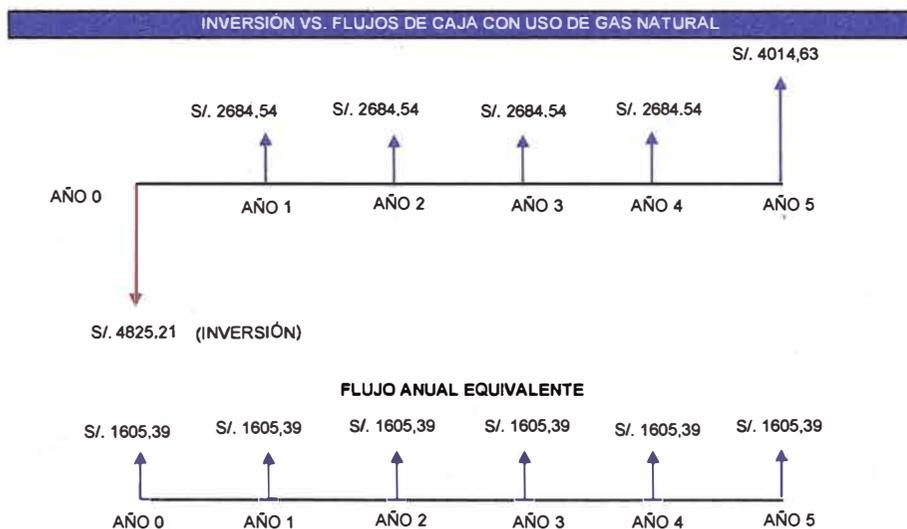
POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSION GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 4.825,21	S/. 2.558,82

- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 9.927,59	S/. 12.396,85

5.4.2.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

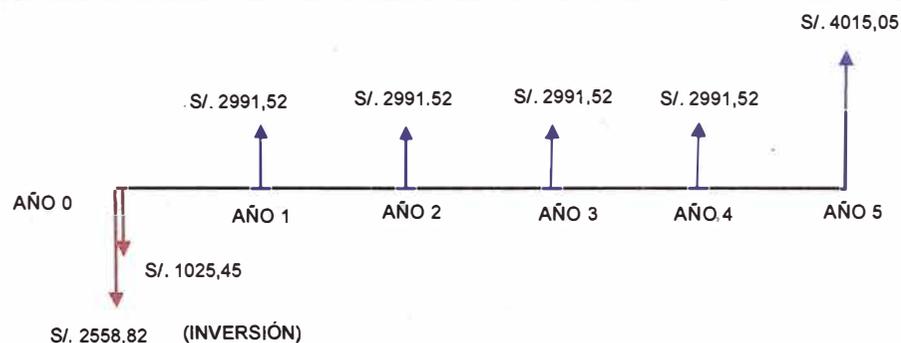
	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 4.825,21					
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00					
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.379,08	S/. 3.379,08	S/. 3.379,08	S/. 3.379,08	S/. 3.379,08
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00
VALOR DE SALVAMENTO						S/. 1.930,08
FLUJOS DE CAJA	-S/. 4.826,21	S/. 2.684,64	S/. 2.684,64	S/. 2.684,64	S/. 2.684,64	S/. 4.014,63
TASA INTERNA DE RETORNO				50,16%		
VALOR ACTUAL NETO				S/. 5.986,46		
TASA DE DESCUENTO				10,65%		
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		1 AÑO, 9 MESES Y 17 DÍAS				



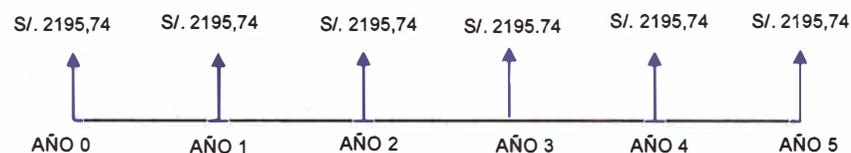
5.4.2.2 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GLP

	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 2.558,82					
TRASLADO DEL VEHÍCULO	-S/. 1.025,45					
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.113,37	S/. 3.113,37	S/. 3.113,37	S/. 3.113,37	S/. 3.113,37
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85
VALOR DE SALVAMENTO						S/. 1.023,53
FLUJOS DE CAJA	-S/. 3.584,27	S/. 2.991,52	S/. 2.991,52	S/. 2.991,52	S/. 2.991,52	S/. 4.015,05
TASA INTERNA DE RETORNO				80,28%		
VALOR ACTUAL NETO				S/. 8.187,20		
TASA DE DESCUENTO				10,65%		
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		1 AÑO, 2 MESES Y 12 DÍAS				

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.3 Toyota Yaris (Motor 1NZ)

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA YARIS (MOTOR 1NZ)					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALON	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	14841	47,5	312,5	S/. 11,72	S/. 3.661,38
GNV	14841	41,8	355,1	S/. 4,02	S/. 1.427,31
GLP	14841	43,7	339,7	S/. 4,61	S/. 1.566,75

- Costo de los equipos de GNV y GLP

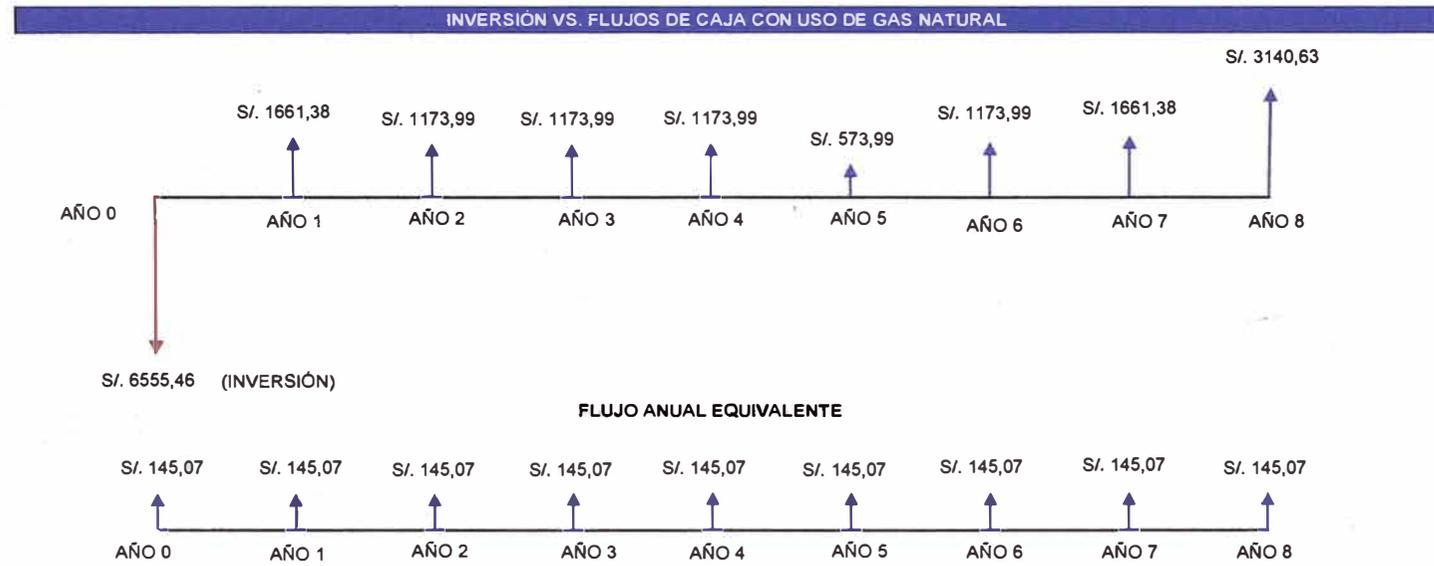
POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSION GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.555,46	S/. 4.362,18

- Ahorro real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 5.177,86	S/. 10.267,40

5.4.3.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	74205 Km.	89046 Km.	103887 Km.	118728 Km.	133569 Km.	148410 Km.	163251 Km.	178092 Km.	192933 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.555,46								
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00								
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07	S/. 2.234,07
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00			
VALOR DE SALVAMENTO									S/. 1.966,64
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.555,46	S/. 1.661,38	S/. 1.173,99	S/. 1.173,99	S/. 1.173,99	S/. 573,99	S/. 1.173,99	S/. 1.661,38	S/. 3.140,63
TASA INTERNA DE RETORNO				13,54%					
VALOR ACTUAL NETO				S/. 756,14					
TASA DE DESCUENTO				10,65%					
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		5 AÑOS, 8 MESES Y 5 DÍAS							



5.4.4 Toyota Yaris (Motor 2NZ)

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA YARIS (MOTOR 2NZ)					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALON	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	14841	49,0	302,9	S/. 11,72	S/. 3.548,55
GNV	14841	43,1	344,2	S/. 4,02	S/. 1.383,33
GLP	14841	45,1	329,2	S/. 4,61	S/. 1.518,47

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSION GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.555,46	S/. 4.362,18

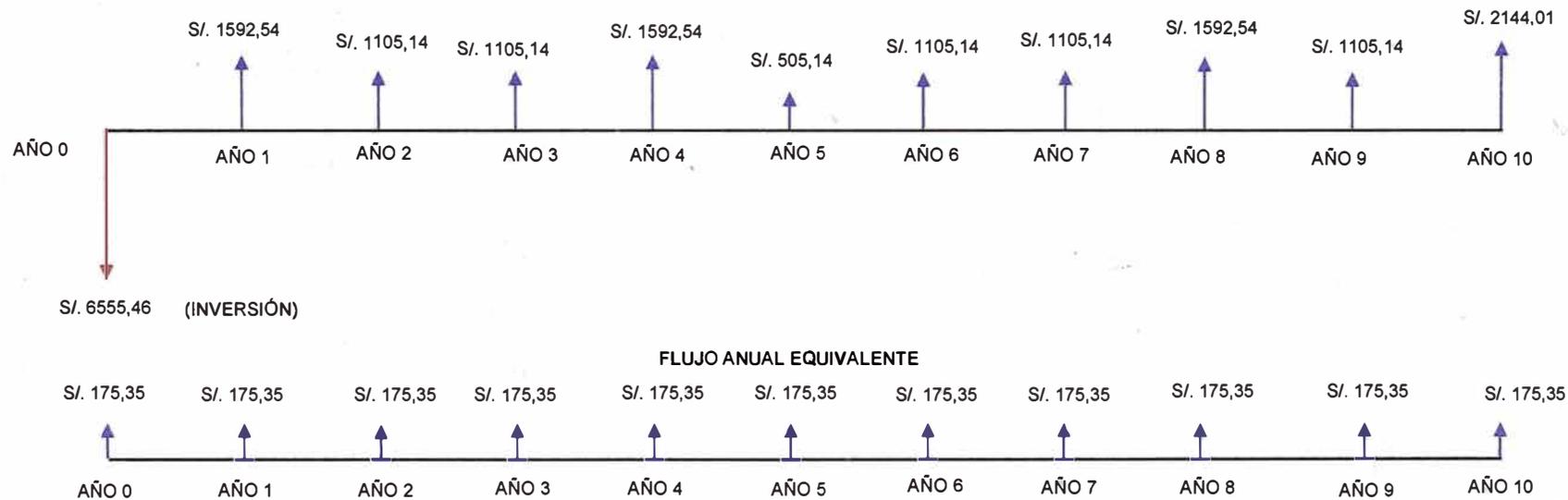
- Ahorro real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 6.397,00	S/. 13.020,38

5.4.4.1 Cálculo de la TIR, VAN y flujo anual equivalente con uso de GNV

	44523 Km.	59364 Km.	74205 Km.	89046 Km.	103887 Km.	118728 Km.	133569 Km.	148410 Km.	163251 Km.	178092 Km.	192933 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.555,46										
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00										
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23	S/. 2.165,23
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00					-S/. 600,00
VALOR DE SALVAMENTO											S/. 1.638,87
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.555,46	S/. 1.592,54	S/. 1.105,14	S/. 1.105,14	S/. 1.592,54	S/. 505,14	S/. 1.105,14	S/. 1.105,14	S/. 1.592,54	S/. 1.105,14	S/. 2.144,01
TASA INTERNA DE RETORNO				14,25%							
VALOR ACTUAL NETO				S/. 1.048,01							
TASA DE DESCUENTO				10,65%							
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		5 AÑOS, 7 MESES Y 4 DÍAS									

INVERSIÓN VS. FLUJO DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



5.4.5 Toyota Corolla XLI

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA COROLLA					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	14106	39,2	359,8	S/. 11,72	S/. 4.216,02
GNV	14106	34,5	408,9	S/. 4,02	S/. 1.643,52
GLP	14106	36,1	391,1	S/. 4,61	S/. 1.804,08

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.555,46	S/. 4.362,18

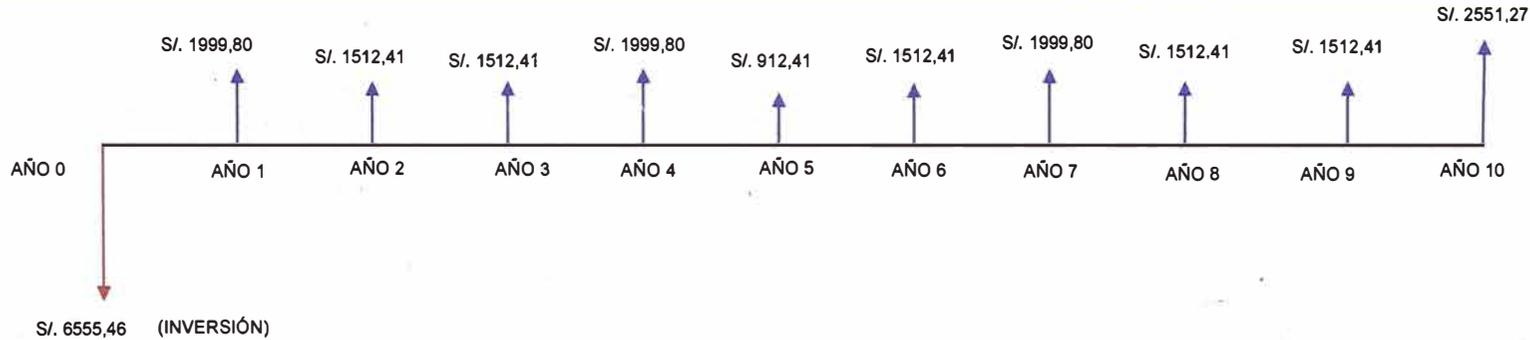
- Ganancia Efectiva

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 10.469,65	S/. 16.838,84

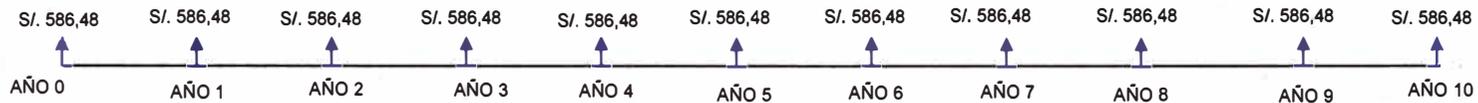
5.4.5.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	56424 Km.	70530 Km.	84636 Km.	98742 Km.	112848 Km.	126954 Km.	141060 Km.	155166 Km.	189272 Km.	183378 Km.	197484 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.555,46										
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00										
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49	S/. 2.572,49
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00					-S/. 600,00
VALOR DE SALVAMENTO											S/. 1.638,87
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.555,46	S/. 1.999,80	S/. 1.512,41	S/. 1.512,41	S/. 1.999,80	S/. 912,41	S/. 1.512,41	S/. 1.999,80	S/. 1.512,41	S/. 1.512,41	S/. 2.551,27
TASA INTERNA DE RETORNO				22,18%							
VALOR ACTUAL NETO				S/. 3.505,20							
TASA DE DESCUENTO				10,65%							
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		3 AÑOS, 9 MESES Y 6 DÍAS									

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.6 Toyota Camry GX

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO TOYOTA CAMRY					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	13471	30,0	449,0	S/. 11,72	S/. 5.260,93
GNV	13471	26,4	510,3	S/. 4,02	S/. 2.050,86
GLP	13471	27,6	488,1	S/. 4,61	S/. 2.251,22

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.799,16	S/. 4.532,77

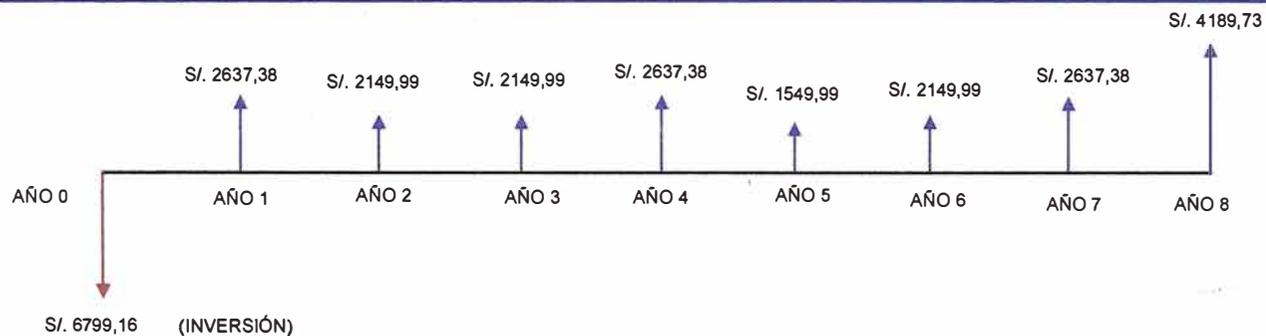
- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 13.302,67	S/. 18.041,34

5.4.6.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	94297 Km.	107768 Km.	121239 Km.	134710 Km.	148181 Km.	161652 Km.	175123 Km.	188594 Km.	202065 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.799,16								
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00								
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07	S/. 3.210,07
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00			
VALOR DE SALVAMENTO									S/. 2.039,75
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.799,16	S/. 2.637,38	S/. 2.149,99	S/. 2.149,99	S/. 2.637,38	S/. 1.549,99	S/. 2.149,99	S/. 2.637,38	S/. 4.189,73
TASA INTERNA DE RETORNO				31,16%					
VALOR ACTUAL NETO				S/. 5.956,05					
TASA DE DESCUENTO				10,65%					
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		2 AÑOS, 11 MESES Y 7 DÍAS							

INVERSIÓN VS. FLUJO DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.7 Toyota RAV 4

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO RAV 4					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	18000	26,7	673,3	S/. 11,72	S/. 7.888,7
GNV	18000	23,5	765,1	S/. 4,02	S/. 3.075,2
GLP	18000	24,6	731,9	S/. 4,61	S/. 3.375,7

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.799,16	S/. 4.532,77

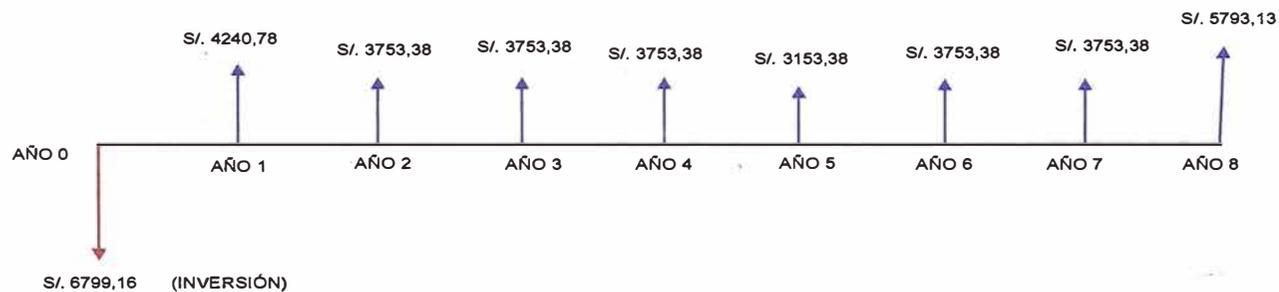
- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 25.155,03	S/. 27.692,76

5.4.7.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	54000 Km.	72000 Km.	90000 Km.	108000 Km.	126000 Km.	144000 Km.	162000 Km.	180000 Km.	198000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.799,16								
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00								
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46	S/. 4.813,46
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39						
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00			
VALOR DE SALVAMENTO									S/. 2.039,75
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.799,16	S/. 4.240,78	S/. 3.753,38	S/. 3.763,38	S/. 3.753,38	S/. 3.163,38	S/. 3.753,38	S/. 3.753,38	S/. 6.793,13
TASA INTERNA DE RETORNO				56,16%					
VALOR ACTUAL NETO				S/. 13.746,17					
TASA DE DESCUENTO				10,65%					
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		1 AÑO, 9 MESES Y 23 DÍAS							

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



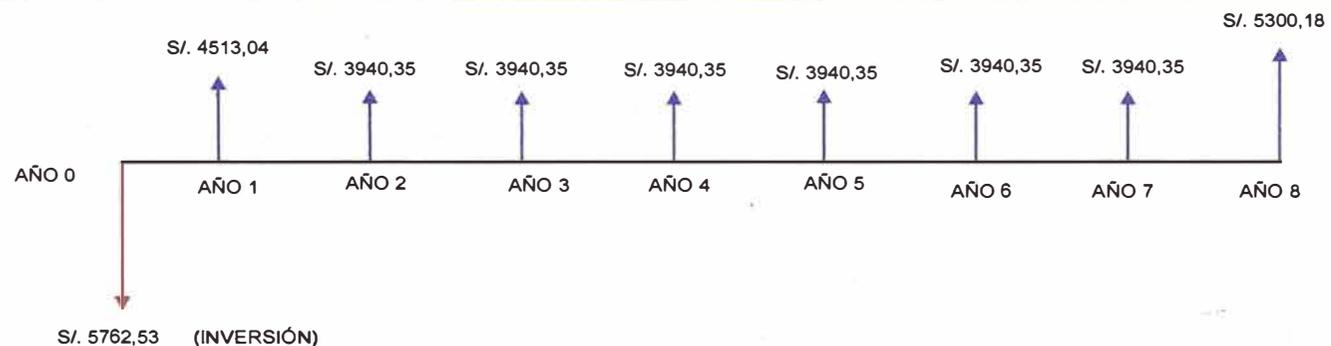
FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



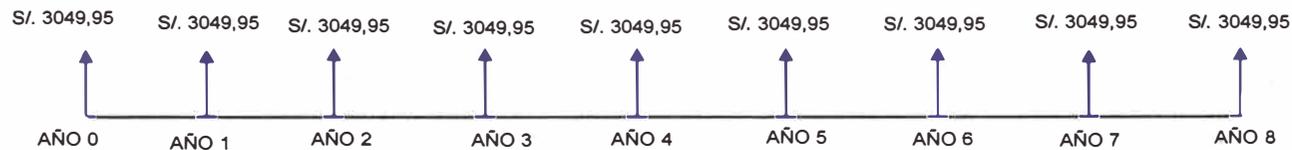
5.4.7.2 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GLP

	54000 Km.	72000 Km.	90000 Km.	108000 Km.	126000 Km.	144000 Km.	162000 Km.	180000 Km.	198000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 4.532,77								
TRASLADO DEL VEHÍCULO	-S/. 1.229,75								
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04	S/. 4.513,04
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
VALOR DE SALVAMENTO									S/. 1.359,83
FLUJOS DE CAJA	-S/. 5.762,53	S/. 4.513,04	S/. 3.940,35	S/. 3.940,35	S/. 3.940,35	S/. 3.940,35	S/. 3.940,35	S/. 3.940,35	S/. 5.300,18
TASA INTERNA DE RETORNO			71,86%						
VALOR ACTUAL NETO			S/. 15.893,32						
TASA DE DESCUENTO			10,65%						
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN			1 AÑO, 3 MESES Y 25 DÍAS						

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.8 Honda Accord

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHICULO HONDA ACCORD					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	14106	29,0	486,4	S/. 11,72	S/. 5.698,9
GNV	14106	25,5	552,7	S/. 4,02	S/. 2.221,6
GLP	14106	26,7	528,7	S/. 4,61	S/. 2.438,6

- Costo de los equipos de GNV y GLP

POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.799,16	S/. 4.532,77

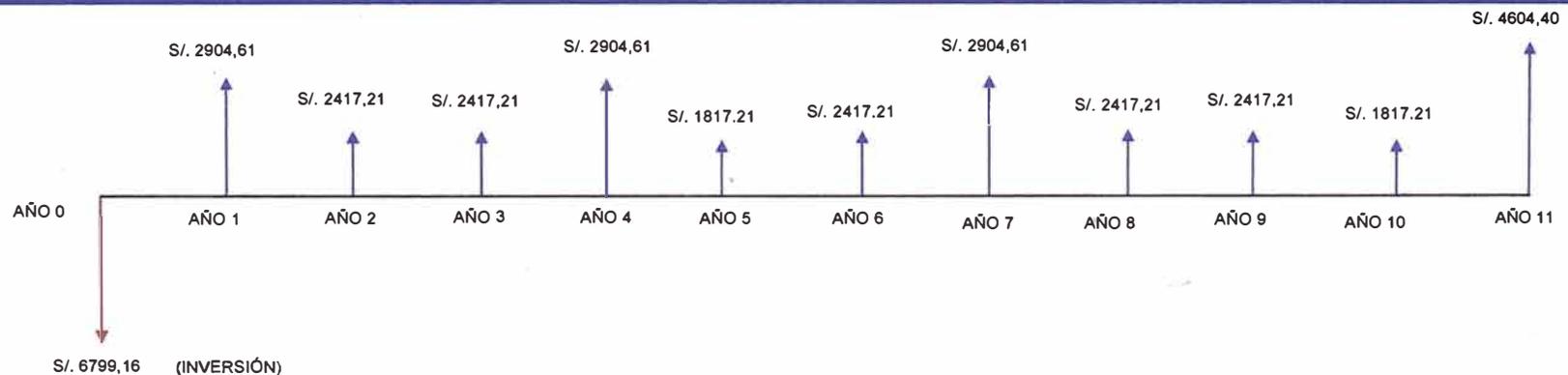
- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 22.239,56	S/. 28.454,51

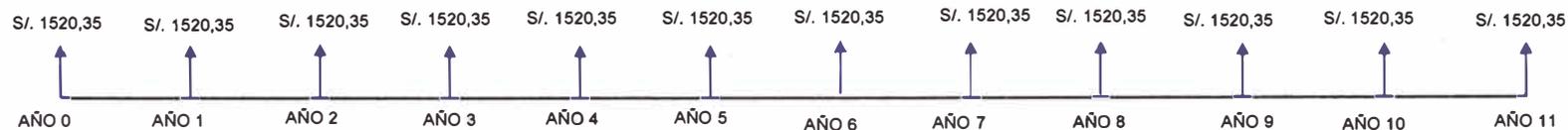
5.4.8.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	42318 Km.	56424 Km.	70530 Km.	84636 Km.	98742 Km.	112848 Km.	126954 Km.	141060 Km.	155166 Km.	169272 Km.	183378 Km.	197484 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.799,16											
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00											
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30	S/. 3.477,30
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39	
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00					-S/. 600,00	
VALOR DE SALVAMENTO												S/. 1.699,79
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.799,16	S/. 2.904,61	S/. 2.417,21	S/. 2.417,21	S/. 2.904,61	S/. 1.817,21	S/. 2.417,21	S/. 2.904,61	S/. 2.417,21	S/. 2.417,21	S/. 1.817,21	S/. 4.604,40
TASA INTERNA DE RETORNO				36,97%								
VALOR ACTUAL NETO				S/. 9.586,08								
TASA DE DESCUENTO				10,65%								
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		2 AÑOS, 7 MESES Y 10 DÍAS										

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL



FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



5.4.9 Honda Civic

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO ANUAL POR VEHÍCULO HONDA CIVIC					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA G-PRIX	15000	33,0	454,5	S/. 11,72	S/. 5.325,5
GNV	15000	29,0	516,5	S/. 4,02	S/. 2.076,0
GLP	15000	30,4	494,1	S/. 4,61	S/. 2.278,9

- Costo de los equipos de GNV y GLP

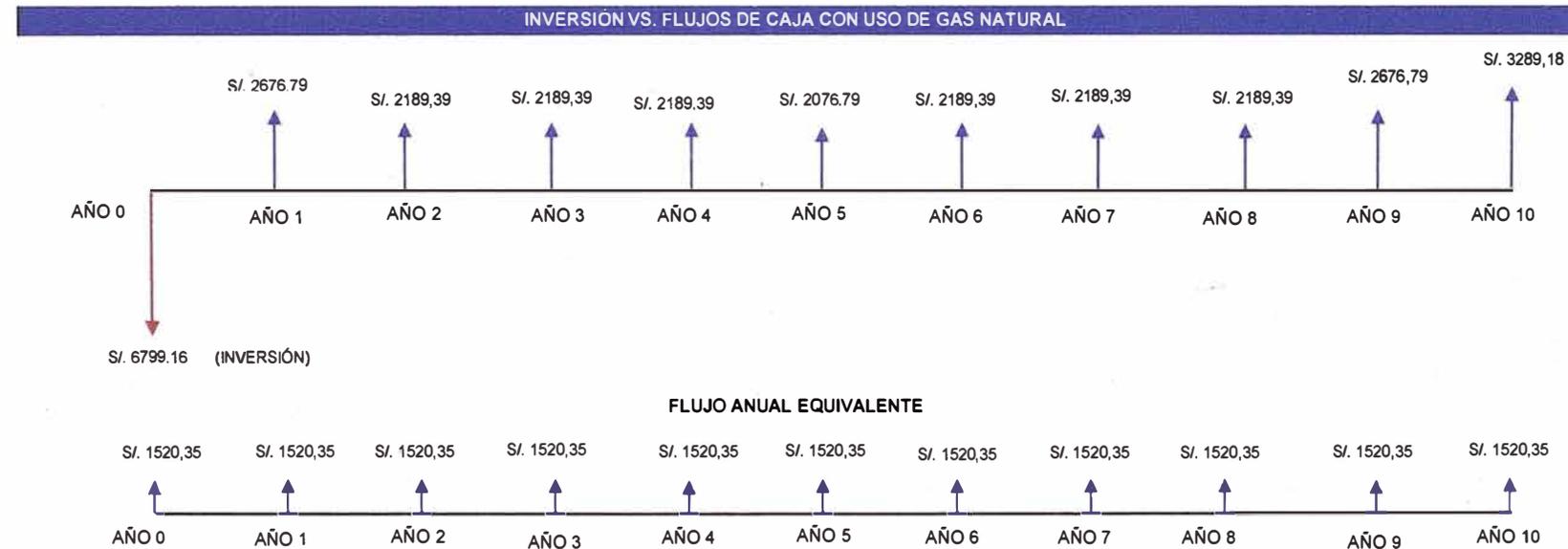
POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 6.799,16	S/. 4.532,77

- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 17.056,73	S/. 23.058,22

5.4.9.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

	45000 Km.	60000 Km.	75000 Km.	90000 Km.	105000 Km.	120000 Km.	135000 Km.	150000 Km.	165000 Km.	180000 Km.	195000 Km.	
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 6.799,16											
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00											
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	S/. 3.249,48	
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO			-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	-S/. 487,39	-S/. 487,39		-S/. 487,39	
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00					-S/. 600,00	
VALOR DE SALVAMENTO											S/. 1.699,79	
FLUJOS DE CAJA	-S/. 6.799,16	S/. 2.676,79	S/. 2.189,39	S/. 2.189,39	S/. 2.189,39	S/. 2.076,79	S/. 2.189,39	S/. 2.189,39	S/. 2.189,39	S/. 2.189,39	S/. 2.676,79	S/. 3.289,18
TASA INTERNA DE RETORNO				32,38%								
VALOR ACTUAL NETO				S/. 7.254,50								
TASA DE DESCUENTO				10,65%								
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		2 AÑOS, 10 MESES Y 18 DÍAS										



5.4.10 Mitsubishi L200 (con carburador)

- Gasto promedio anual en combustibles

CÁLCULO DEL GASTO PROMEDIO, ANUAL POR VEHÍCULO MITSUBISHI L200 CON CARBURADOR					
COMBUSTIBLE	RECORRIDO PROMEDIO ANUAL (Km.)	RENDIMIENTO (Km./gal.)	CTAD GALONES AL AÑO	PRECIO POR GALÓN	GASTO TOTAL AL AÑO
GASOLINA DE 90 OCTANOS	20000	27,0	740,7	S/. 9,11	S/. 6.748,15
GNV	20000	22,7	881,8	S/. 4,02	S/. 3.544,28
GLP	20000	24,3	823,0	S/. 4,61	S/. 3.796,21

- Costo de los equipos de GNV y GLP

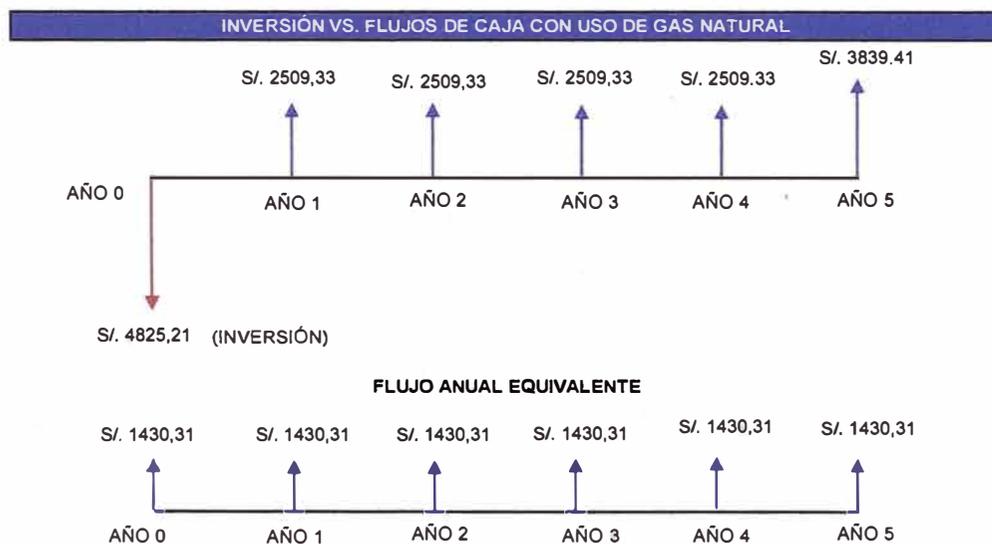
POSIBILIDADES DE INVERSIÓN	
INVERSIÓN GNV	INVERSIÓN GLP
S/. 4.825,21	S/. 2.558,82

- Ahorro Real

AHORRO REAL	
CON GNV	CON GLP
S/. 9.051,53	S/. 12.010,49

5.4.10.1 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GNV

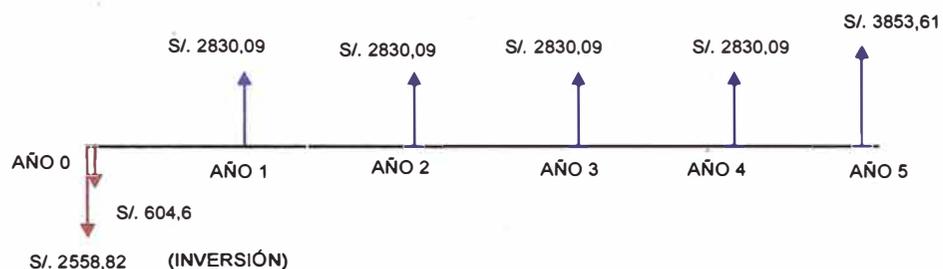
	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 4.825,21					
TRASLADO DEL VEHÍCULO	S/. 0,00					
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 3.203,87	S/. 3.203,87	S/. 3.203,87	S/. 3.203,87	S/. 3.203,87
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85
CERTIFICACIÓN ANUAL DEL VEHÍCULO		-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69	-S/. 572,69
REVISIÓN DEL CILINDRO						-S/. 600,00
VALOR DE SALVAMENTO						S/. 1.930,08
FLUJOS DE CAJA	-S/. 4.825,21	S/. 2.509,33	S/. 2.509,33	S/. 2.509,33	S/. 2.509,33	S/. 3.839,41
TASA INTERNA DE RETORNO				46,10%		
VALOR ACTUAL NETO				S/. 5.333,16		
TASA DE DESCUENTO				10,65%		
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		1 AÑO, 11 MESES Y 3 DÍAS				



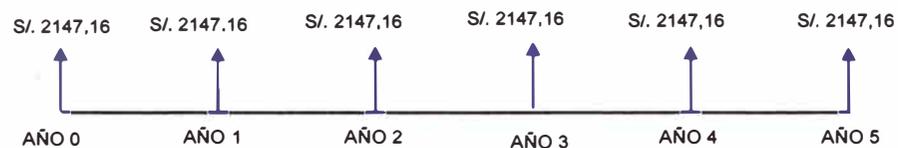
5.4.10.2 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente con uso de GLP

	160000 Km.	180000 Km.	200000 Km.	220000 Km.	240000 Km.	260000 Km.
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VALOR DE ADQUISICIÓN	-S/. 2.558,82					
TRASLADO DEL VEHÍCULO	-S/. 604,64					
AHORRO EN COMBUSTIBLE		S/. 2.951,93	S/. 2.951,93	S/. 2.951,93	S/. 2.951,93	S/. 2.951,93
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO		-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85	-S/. 121,85
VALOR DE SALVAMENTO						S/. 1.023,53
FLUJOS DE CAJA	-S/. 3.163,46	S/. 2.830,09	S/. 2.830,09	S/. 2.830,09	S/. 2.830,09	S/. 3.853,61
TASA INTERNA DE RETORNO			87%			
VALOR ACTUAL NETO		S/. 8.006,07				
TASA DE DESCUENTO			10,65%			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		1 AÑO, 1 MES Y 13 DÍAS				

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO



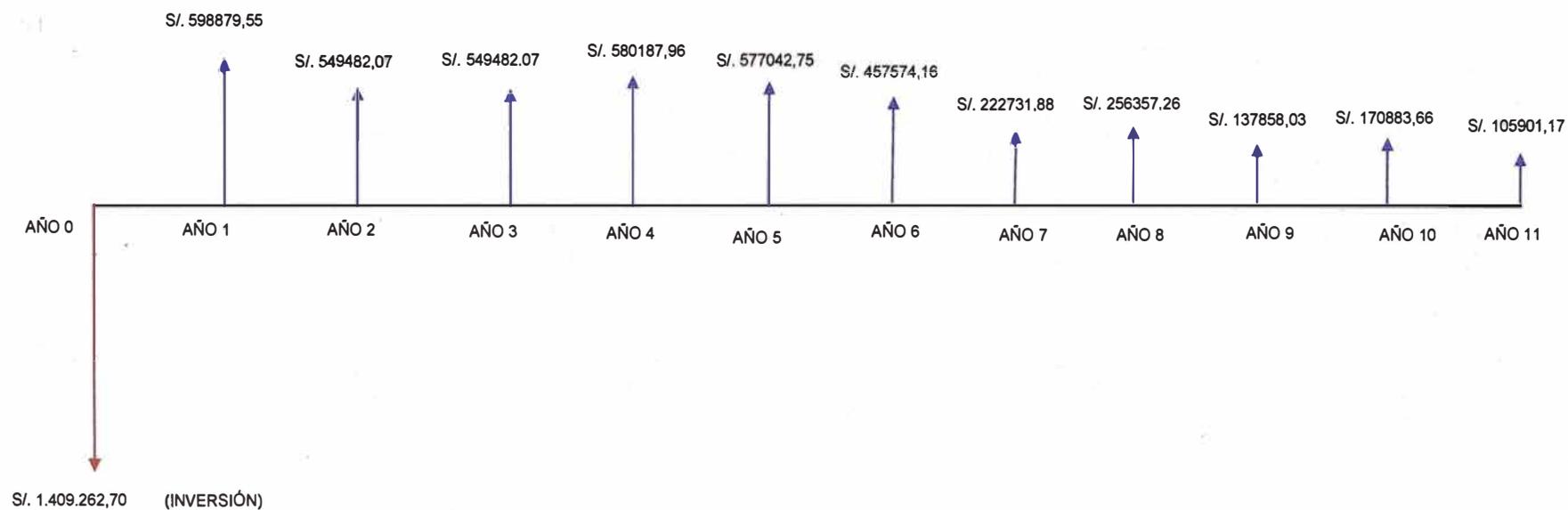
FLUJO ANUAL EQUIVALENTE



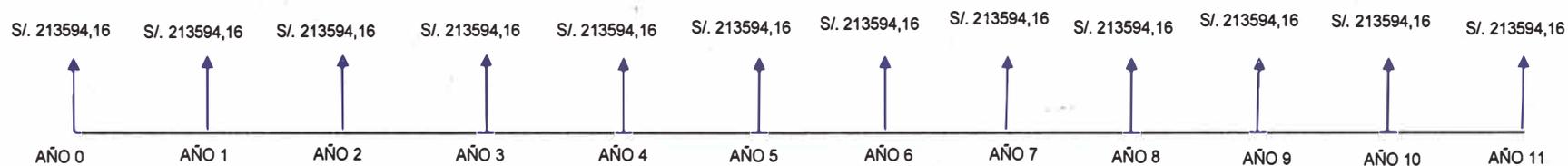
5.4.11 Cálculo de la TIR, VAN, tiempo de recuperación de la inversión y flujo anual equivalente de la inversión total

INVERSIÓN Y FLUJOS DE CAJA ANUALES TOTALES													
MARCA	MODELO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	-S/. 381.664,77	S/. 119.856,06	S/. 119.856,06	S/. 119.856,06	S/. 119.856,06	S/. 99.456,06	S/. 264.573,37					
	HILUX (CON CARBURADOR)	-S/. 180.044,89	S/. 126.101,26	S/. 126.101,26	S/. 126.101,26	S/. 126.101,26	S/. 176.654,54						
	COROLLA	-S/. 131.109,24	S/. 39.996,03	S/. 30.248,13	S/. 30.248,13	S/. 39.996,03	S/. 18.248,13	S/. 30.248,13	S/. 39.996,03	S/. 30.248,13	S/. 30.248,13	S/. 30.248,13	S/. 51.025,44
	YARIS (MOTOR 1NZ)	-S/. 104.887,39	S/. 26.582,11	S/. 18.783,79	S/. 18.783,79	S/. 18.783,79	S/. 9.183,79	S/. 18.783,79	S/. 26.582,11	S/. 50.250,01			
	YARIS (MOTOR 2NZ)	-S/. 117.998,32	S/. 28.665,65	S/. 19.892,54	S/. 19.892,54	S/. 28.665,65	S/. 9.092,54	S/. 19.892,54	S/. 19.892,54	S/. 28.665,65	S/. 19.892,54	S/. 38.592,12	
	RAV 4	-S/. 65.918,33	S/. 42.952,27	S/. 37.907,73	S/. 37.907,73	S/. 37.907,73	S/. 33.107,73	S/. 37.907,73	S/. 37.907,73	S/. 37.907,73	S/. 56.945,38		
	CAMRY	-S/. 13.598,32	S/. 5.274,76	S/. 4.299,97	S/. 4.299,97	S/. 5.274,76	S/. 3.099,97	S/. 4.299,97	S/. 5.274,76	S/. 8.379,47			
MITSUBISHI	L200 (CON CARBURADOR)	-S/. 176.070,85	S/. 110.523,96	S/. 110.523,96	S/. 110.523,96	S/. 110.523,96	S/. 161.482,62	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00			
HONDA	ACCORD	-S/. 156.380,67	S/. 66.806,00	S/. 55.595,91	S/. 55.595,91	S/. 66.806,00	S/. 41.795,91	S/. 55.595,91	S/. 66.806,00	S/. 55.595,91	S/. 55.595,91	S/. 41.795,91	S/. 105.901,17
	CIVIC	-S/. 81.589,92	S/. 32.121,44	S/. 26.272,70	S/. 26.272,70	S/. 26.272,70	S/. 24.921,44	S/. 26.272,70	S/. 26.272,70	S/. 26.272,70	S/. 32.121,44	S/. 39.470,18	
FLUJOS DE CAJA		-S/. 1.409.262,70	S/. 598.879,55	S/. 549.482,07	S/. 549.482,07	S/. 580.187,96	S/. 577.042,75	S/. 457.574,16	S/. 222.731,88	S/. 256.357,26	S/. 137.858,03	S/. 170.883,66	S/. 105.901,17
TASA INTERNA DE RETORNO		35,34%											
VALOR ACTUAL NETO		S/. 1.346.748,37											
TASA DE DESCUENTO		10,65%											
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		2 AÑOS, 5 MESES Y 21 DÍAS											

INVERSIÓN VS. FLUJOS DE CAJA CON USO DE GAS NATURAL

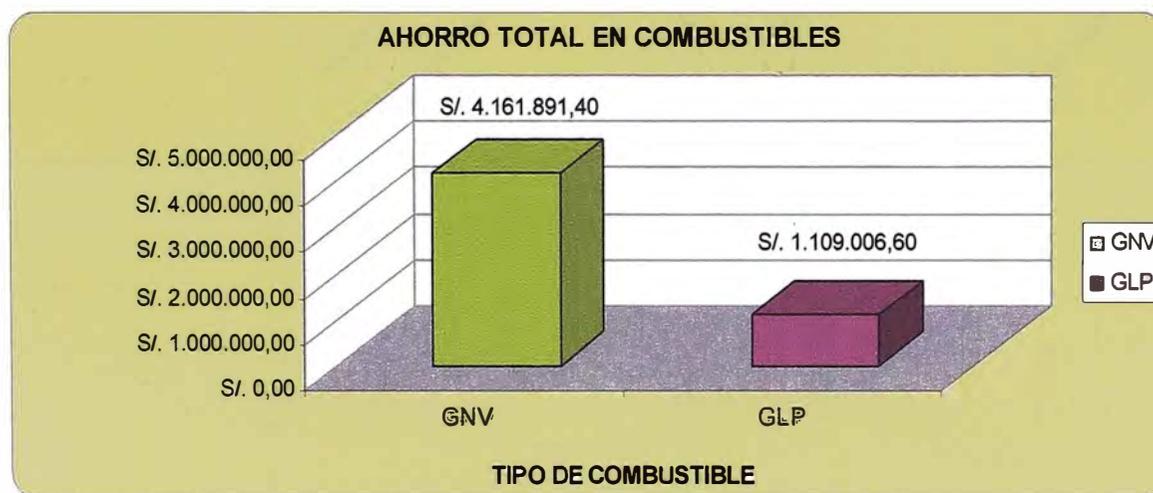


FLUJO ANUAL EQUIVALENTE

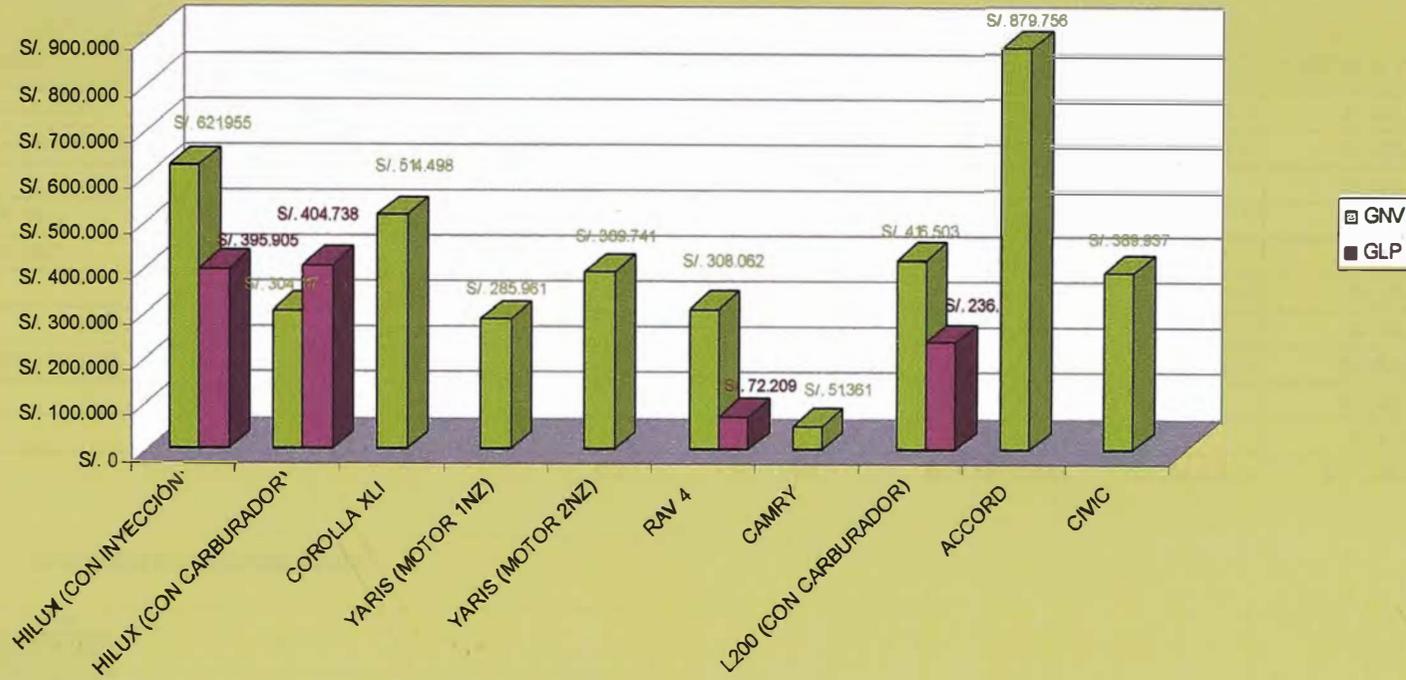


5.5 AHORRO EN COMBUSTIBLES

AHORRO TOTAL EN COMBUSTIBLES										
MARCA	MODELO	GASTO ANUAL POR VEHÍCULO			VEHÍCULOS		AÑOS DE ANÁLISIS	AHORRO TOTAL PARCIAL		AHORRO TOTAL
		GASOLINA	GNV	GLP	GNV	GLP		GNV	GLP	
TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	S/. 6.114,09	S/. 3.065,29	S/. 3.364,75	34	24	6	S/. 621.955,25	S/. 395.905,46	S/. 1.017.860,71
	HILUX (CON CARBURADOR)	S/. 7.117,19	S/. 3.738,11	S/. 4.003,82	18	26	5	S/. 304.117,21	S/. 404.737,85	S/. 708.855,05
	COROLLA XLI	S/. 4.216,02	S/. 1.643,52		20		10	S/. 514.498,13		S/. 514.498,13
	YARIS (MOTOR 1NZ)	S/. 3.661,38	S/. 1.427,31		16		8	S/. 285.961,10		S/. 285.961,10
	YARIS (MOTOR 2NZ)	S/. 3.548,55	S/. 1.383,33		18		10	S/. 389.740,54		S/. 389.740,54
	RAV 4	S/. 7.888,71	S/. 3.075,25	S/. 3.375,68	8	2	8	S/. 308.061,72	S/. 72.208,56	S/. 380.270,28
	CAMRY	S/. 5.260,93	S/. 2.050,86		2		8	S/. 51.361,13		S/. 51.361,13
mitsubishi	L200 (CON CARBURADOR)	S/. 6.748,15	S/. 3.544,28	S/. 3.796,21	26	16	5	S/. 416.502,91	S/. 236.154,73	S/. 652.657,64
HONDA	ACCORD	S/. 5.698,89	S/. 2.221,59		23		11	S/. 879.756,32		S/. 879.756,32
	CIVIC	S/. 5.325,52	S/. 2.076,04		12		10	S/. 389.937,10		S/. 389.937,10
								S/. 4.161.891,40	S/. 1.109.006,60	S/. 5.270.898,00

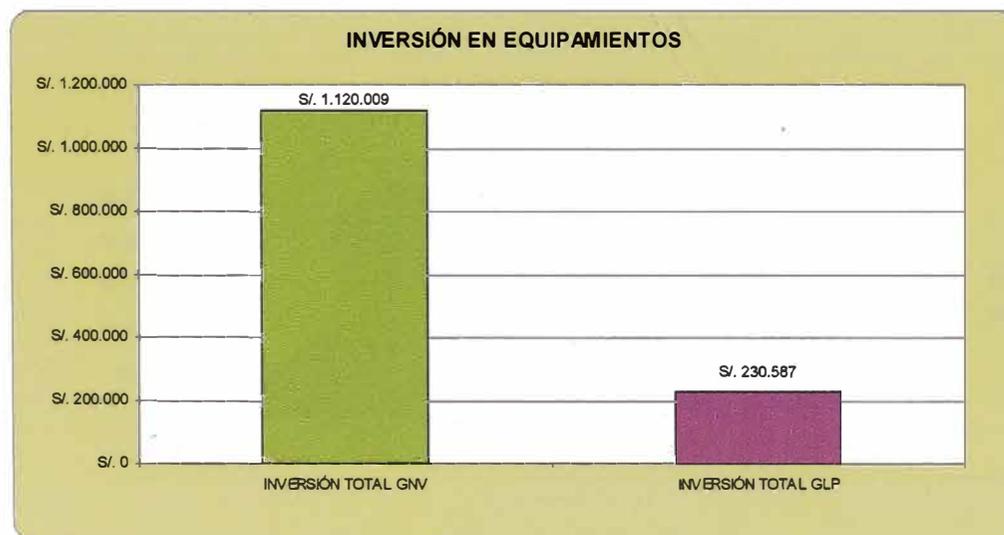


AHORRO EN COMBUSTIBLE POR MODELOS DE VEHÍCULOS



5.6 INVERSIÓN TOTAL EN EQUIPOS

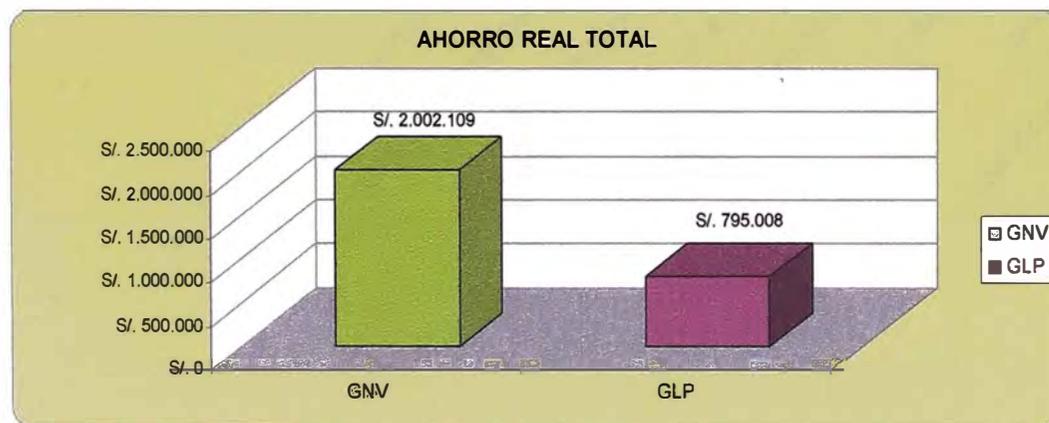
INVERSIÓN EN EQUIPAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS								
MARCA	MODELO	COSTO EQUIPO GNV	COSTO EQUIPO GLP	CTAD. UNIDADES GNV	CTAD. UNIDADES GLP	INVERSIÓN TOTAL GNV	INVERSIÓN TOTAL GLP	INVERSIÓN TOTAL
TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	S/. 7.286,55	S/. 4.752,10	34	24	S/. 247.742,86	S/. 114.050,42	S/. 361.793,28
	HILUX (CON CARBURADOR)	S/. 4.825,21	S/. 2.558,82	18	26	S/. 86.853,78	S/. 66.529,41	S/. 153.383,19
	COROLLA XLI	S/. 6.555,46	S/. 4.362,18	20		S/. 131.109,24		S/. 131.109,24
	YARIS (MOTOR 1NZ)	S/. 6.555,46	S/. 4.362,18	16		S/. 104.887,39		S/. 104.887,39
	YARIS (MOTOR 2NZ)	S/. 6.555,46	S/. 4.362,18	18		S/. 117.998,32		S/. 117.998,32
	RAV 4	S/. 6.799,16	S/. 4.532,77	8	2	S/. 54.393,28	S/. 9.065,55	S/. 63.458,82
	CAMRY	S/. 6.799,16	S/. 4.532,77	2		S/. 13.598,32		S/. 13.598,32
MITSUBISHI	L200 (CON CARBURADOR)	S/. 4.825,21	S/. 2.558,82	26	16	S/. 125.455,46	S/. 40.941,18	S/. 166.396,64
HONDA	ACCORD	S/. 6.799,16	S/. 4.532,77	23		S/. 156.380,67		S/. 156.380,67
	CIVIC	S/. 6.799,16	S/. 4.532,77	12		S/. 81.589,92		S/. 81.589,92
				177	68	S/. 1.120.009,24	S/. 230.586,55	S/. 1.350.595,80



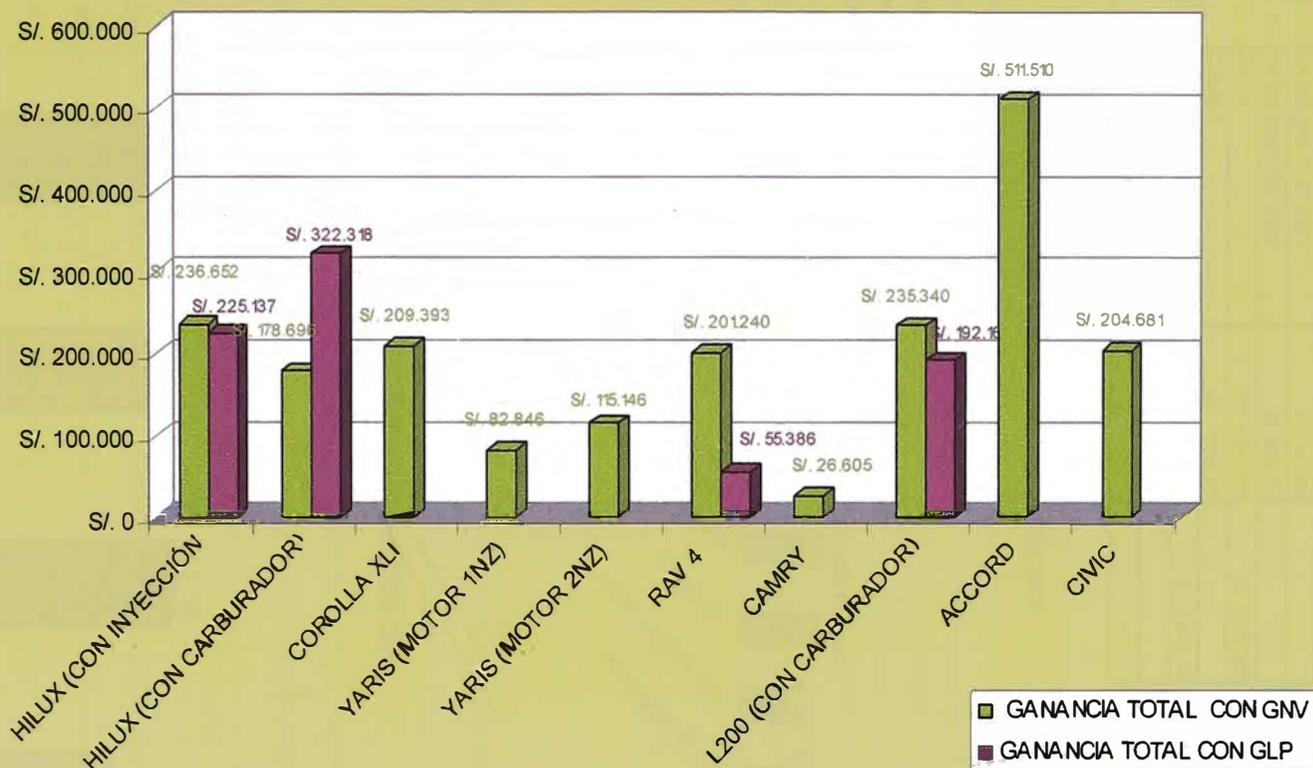
5.7 AHORRO REAL TOTAL

5.7.1 Ahorro Total

AHORRO REAL A LO LARGO DEL TIEMPO DE USO DE LOS VEHÍCULOS CON LOS EQUIPAMIENTOS									
MARCA	MODELO	AÑOS DE ANÁLISIS	AHORRO PER CÁPITA CON GNV	AHORRO PER CÁPITA CON GLP	CTAD. DE UNIDADES CON GNV	CTAD. DE UNIDADES CON GLP	AHORRO TOTAL CON GNV	AHORRO TOTAL CON GLP	GANANCIA TOTAL
TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	6	S/. 6.960,36	S/. 9.380,69	34	24	S/. 236.652,24	S/. 225.136,56	S/. 461.788,80
	HILUX (CON CARBURADOR)	5	S/. 9.927,54	S/. 12.396,85	18	26	S/. 178.695,72	S/. 322.318,10	S/. 501.013,82
	COROLLA XLI	10	S/. 10.469,65		20		S/. 209.393,00		S/. 209.393,00
	YARIS (MOTOR 1NZ)	8	S/. 5.177,86		16		S/. 82.845,76		S/. 82.845,76
	YARIS (MOTOR 2NZ)	10	S/. 6.397,00		18		S/. 115.146,00		S/. 115.146,00
	RAV 4	8	S/. 25.155,03	S/. 27.692,76	8	2	S/. 201.240,24	S/. 55.385,52	S/. 256.625,76
	CAMRY	8	S/. 13.302,67		2		S/. 26.605,34		S/. 26.605,34
MITSUBISHI	L200 (CON CARBURADOR)	5	S/. 9.051,53	S/. 12.010,49	26	16	S/. 235.339,78	S/. 192.167,84	S/. 427.507,62
HONDA	ACCORD	11	S/. 22.239,56		23		S/. 511.509,88		S/. 511.509,88
	CIVIC	10	S/. 17.056,73		12		S/. 204.680,76		S/. 204.680,76
							S/. 2.002.108,72	S/. 795.008,02	S/. 2.797.116,74

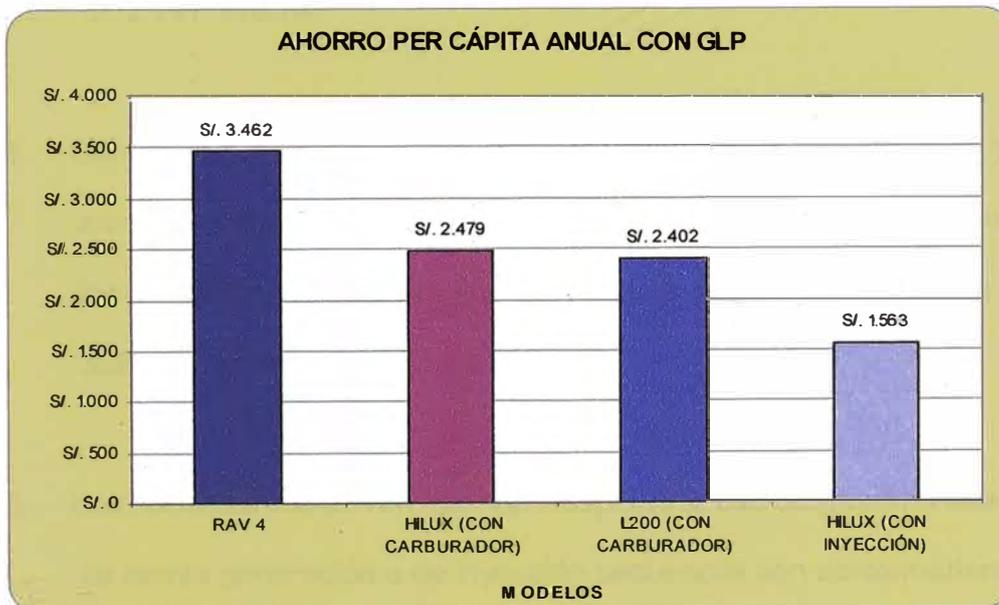
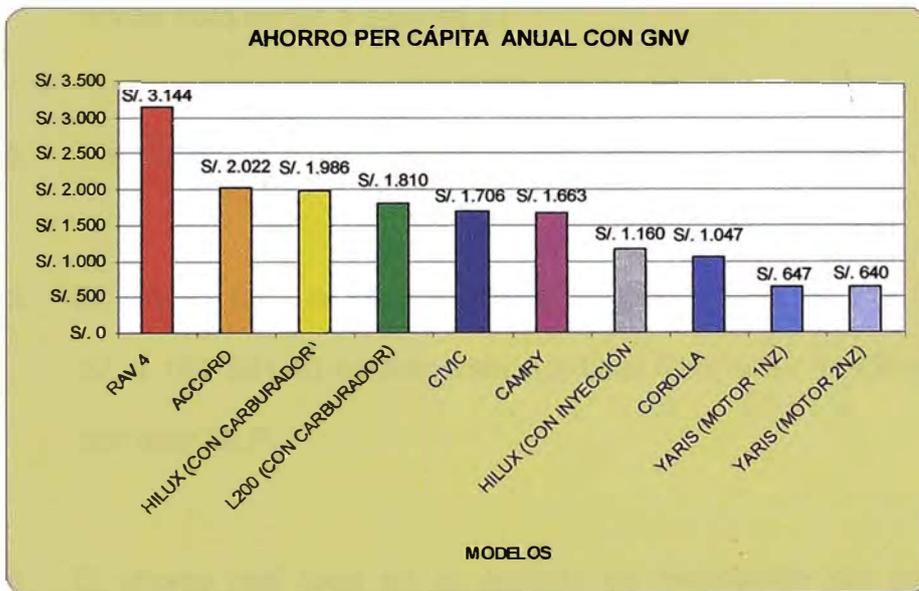


AHORRO REAL TOTAL POR CADA MODELO DE VEHÍCULO



5.7.2 Ahorro Anual Per cápita

MARCA	MODELO	AHORRO PER CÁPITA ANUAL CON GNV	AHORRO PER CÁPITA ANUAL CON GLP
TOYOTA	HILUX (CON INYECCIÓN)	S/. 1.160,06	S/. 1.563,45
	HILUX (CON CARBURADOR)	S/. 1.985,51	S/. 2.479,37
	COROLLA	S/. 1.046,97	
	YARIS (MOTOR 1NZ)	S/. 647,23	
	YARIS (MOTOR 2NZ)	S/. 639,70	
	RAV 4	S/. 3.144,38	S/. 3.461,60
	CAMRY	S/. 1.662,83	
MITSUBISHI	L200 (CON CARBURADOR)	S/. 1.810,31	S/. 2.402,10
HONDA	ACCORD	S/. 2.021,78	
	CIVIC	S/. 1.705,67	



CONCLUSIONES

1. La flota vehicular automotriz motivo de estudio (autos y camionetas) con la cual cuenta la organización asciende a 650, de la cual se ha seleccionado 245 para usar como combustible alternativo GNV y GLP, cuya inversión total asciende a S/. 1 409 262,70, la cual se recuperará en 2 años, 5 meses y 21 días, obteniendo el proyecto una tasa interna de retorno de 35,34% y un valor actual neto de S/. 1 346 748,37.
2. Los valores actuales netos son positivos.
3. El ahorro total en combustibles asciende a S/. 5 270 898; de este total S/. 4 161 891,40 corresponde por usar GNV y S/. 1 109 006,60 corresponde por usar GLP.
4. El ahorro real total en el período de evaluación del proyecto asciende a S/. 2 797 116,74.
5. Con el uso de GNV en los 177 vehículos en vez de gasolina se dejaría de emitir a la atmósfera 333 790,88 Kg. de CO₂ anuales y con el uso del GLP en los 68 vehículos en vez de gasolina se dejaría de emitir a la atmósfera 3296,25 Kg. de CO₂ anuales.
6. Los rendimientos en Km./gal. con respecto al uso de gasolina usando equipos de quinta generación o de inyección secuencial son aproximadamente de 88% para GNV y del 92% para GLP. Con los equipos de lazo abierto o de tercera

generación los rendimientos son aproximadamente de 84% para GNV y de 90% para GLP.

7. El proyecto es factible desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de no afectar la operación se debe planificar el internamiento de las unidades al taller para su equipamiento de GNV y GLP, de tal forma que estas sean reemplazadas por los vehículos retenes mientras permanezcan en el taller para su conversión.
2. Las unidades nuevas que la organización vaya adquiriendo deben ser equipadas con GNV y GLP, de esa forma los costos operativos van a disminuir.
3. Conforme el gas natural llegue a las distintas provincias del Perú, ir proyectando el uso del GNV como combustible alternativo en los vehículos que se vayan adquiriendo y operen en estas provincias, de esa forma contribuimos a disminuir la emisión de los gases tóxicos producto de la combustión que tanto daño hacen a la salud y al medio ambiente.
4. Negociar con el proveedor de la instalación y el equipamiento, la disminución en sus tarifas de mantenimiento del equipamiento de GNV y GLP, y la certificación anual de los vehículos a ser transformados. De esa forma nuestro ahorro sería mayor y la recuperación de la inversión sería en menor tiempo.
5. Capacitar a los usuarios de estos vehículos sobre los cuidados que deben tener con los vehículos que tienen asignados.

6. Los abastecimientos de GNV de preferencia realizarlos en horarios que no haya mucho calor, con ello garantizamos el mayor ingreso de masa a los tanques de almacenamiento.

7. Las autoridades deben de ser severas y estrictas con respecto al cumplimiento de las normas que hacen referencia a los máximos permisibles de gases de escape producto de la combustión; todo ello con la finalidad de cuidar nuestro medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Luis Cáceres Graziani: "El Gas Natural", Lima – Perú 2000.
2. Julio A. Cáceres: "El Gas Oportunidades y Negocios", Editorial Palomino, Lima – Perú 2004.
3. Jaime Postigo / Juan F. Cruz, "Termodinámica Aplicada", 2da Edición, W.H editores Lima – Perú.
4. Jim Palomares Anselmo, "Motores de Combustión Interna" Lima – Perú, Febrero – 2007.
5. MASSI BRC GAS EQUIPMENT, "Manual de Uso y Mantenimiento del Equipo GNV", Lima – Perú, Enero 2009.
6. Osinergmin, seminario "Desarrollo del Gas Natural en el Perú", Lima – Perú, Enero 2010.
7. Revista Mundo Gas Perú, Lima – Perú, 2008
8. Prensa Vehicular Perú, Lima – Perú, Agosto 2009.
9. Revista Especializada de Gas Natural Vehicular Perú GNV, Edición 12, Junio 2009.
10. Edwin Moncada Ochoa, "Gerencia Financiera Estratégica I", Lima – Perú 2006.
11. VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Noviembre 1997.
12. Colección del Ingeniero Civil, "Seminario de Ingeniería de Tránsito", Lima - Perú 1992.
13. William W. Hay, "Ingeniería de Transportes", Limusa, México, 1983.
14. Petroperú "Proyecto Integral de Desarrollo del Gas de Camisea", Lima - Perú Diciembre 1988.
15. <http://www.calidda.com.pe/vehicular.htm>.

16. <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos>.
17. <http://calentamiento-global-peru.blogspot.com/2007/07/el-calentamiento-global-surge-partir.html>
18. <http://www.osinergmin.gob.pe>
19. <http://cpgnv.org.pe>

ANEXOS

1. COTIZACIONES DE LOS EQUIPAMIENTOS DE GNV Y GLP



Representante General para el Perú

-----EQUIPOS A GAS VEHICULAR -----

Lima, 3 de Octubre de 2009

Atención.: Sr. Luis Bisso A.

Estimados Señores:

De acuerdo a nuestra conversación les estamos remitiendo con esta carta, los precios de los equipos de GLP y GNV para los diferentes modelos de vehículos de su interés.

Toyota Yaris 1300 – 1500 CC Motor VVTi

GLP

Kit Sequent 24/4 BRC 5ª Generación.

Tanque cilíndrico de 12 galones marca Livabú (manufactura nacional ISO de calidad) o tanque toroidal marca Stako (Polonia) de 8.8 galones.

Soportes y accesorios de fijación de cilindro / tanque BRC Italia.

US\$ 1,790.00 incluido el IGV.

GNV

Kit Plug & Drive BRC 5ª Generación.

Variador de avance modelo Aries BRC.

Cableado F de variador avance Aries BRC.

Cilindro MAT de 57 litros

Soportes y accesorios certificados de fijación de cilindro.

US\$ 2,690.00 incluido el IGV.

Toyota Camry 2400 CC 4 cilindros Motor VVTi

GLP

Kit Sequent 24/4 BRC 5ª Generación.

Tanque cilíndrico de 14 galones marca Livabú (manufactura nacional ISO de calidad) o tanque toroidal marca Stako (Polonia) de 9.93 galones.

Soportes y accesorios de fijación de cilindro / tanque BRC Italia.

US\$ 1,860.00 incluido el IGV.

GNV

Kit Plug & Drive BRC 5ª Generación.

Variador de avance modelo Aries BRC.

Cableado F de variador avance Aries BRC.

Cilindro MAT de 71 litros

Soportes y accesorios certificados de fijación de cilindro.

US\$ 2,790.00 incluido el IGV.

Toyota Hilux Motor VVTi

GLP

Kit Sequent 24/4 BRC 5ª Generación.
Tanque toroidal marca Stako (Polonia) de 15.43 galones.
Soportes y accesorios de fijación de tanque BRC Italia.
US\$ 1,950.00 incluido el IGV.

GNV

Kit Plug & Drive BRC 5ª Generación.
Variador de avance modelo Aries BRC.
Cableado F de variador avance Aries BRC.
Cilindro MAT de 100 litros
Soportes y accesorios certificados de fijación de cilindro.
US\$ 2,990.00 incluido el IGV.

Toyota Hilux y Mitsubishi L200 Carburadas

GLP

Kit Básico Carburado BRC 3ª Generación.
Tanque toroidal marca Stako (Polonia) de 15.43 galones.
Soportes y accesorios de fijación de tanque BRC Italia.
US\$ 1,050.00 incluido el IGV.

GNV

Kit Básico Carburado BRC 3ª Generación.
Variador de avance modelo Aries BRC.
Cableado F de variador avance Aries BRC.
Cilindro MAT de 100 litros
Soportes y accesorios certificados de fijación de cilindro.
US\$ 1,980.00 incluido el IGV.

Toyota Hilux y Mitsubishi L200 Inyectadas

GLP

Kit Básico Inyectado BRC 4ª Generación.
Tanque toroidal marca Stako (Polonia) de 15.43 galones.
Soportes y accesorios de fijación de tanque BRC Italia.
US\$ 1,270.00 incluido el IGV.

GNV

Kit Básico Inyectado BRC 4ª Generación.
Variador de avance modelo Aries BRC.
Cableado F de variador avance Aries BRC.
Cilindro MAT de 100 litros
Soportes y accesorios certificados de fijación de cilindro.
US\$ 2,260.00 incluido el IGV.

Los precios incluyen el equipo, la instalación, la certificación de los vehículos convertidos a GLP y GNV y el IGV.

Sin otro particular por el momento, quedamos a la espera de sus gratas órdenes.

Atentamente,



Juan Carlos Prevost Navea
Gerente Comercial

COTIZACIÓN N° 1254

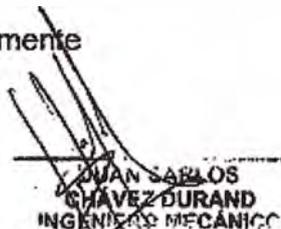
A	<input type="text" value="Luis Bisso Alfaro"/>	FECHA DE COTIZACIÓN	<input type="text" value="27/01/2010"/>
ATENCIÓN	<input type="text"/>	FECHA DE IMPRESIÓN	<input type="text" value="27/01/2010"/>
FAX	<input type="text"/>	MONEDA	<input type="text" value="Sol"/>
REFERENCIA	<input type="text"/>		

MARCA	MODELOS	EQUIPO	CANT	CAPACIDAD	TIPO	PRECIO (INC. IGV)
TOYOTA	YARIS (1NZ)	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300
	YARIS (2NZ)	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300
	RAV	QUINTA GENERACIÓN	2	40 L	INYECTADO	S/ 7200
	HILUX	TERCERA GENERACIÓN	2	40 L	CARBURADO	S/ 5500
	HILUX	QUINTA GENERACIÓN	2	40 L	INYECTADO	S/ 7200
	COROLLA	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300
	CAMRY	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300
MITSUBISHI	L200	TERCERA GENERACIÓN	2	40 L	CARBURADO	S/ 5500
HONDA	CIVIC	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300
	ACCORD	QUINTA GENERACIÓN	1	70 L	INYECTADO	S/ 6300

PLAZO DE ENTREGA	<input type="text" value="Inmediata"/>
CONDIC. PAGO	<input type="text" value="Pago Contado"/>
VALIDEZ OFERTA	<input type="text" value="10 DIAS"/>

En espera de la confirmación de la presente quedo de usted.

Atentamente



JUAN CARLOS
CHAVEZ DURAND
INGENIERO MECÁNICO

ING JUAN CHAVEZ DURAND
JEFE TALLER AREA GNV
MOTORES DIESEL ANDINOS

E-mail: chavezd@modasa.com
Telef.: 620-9400 Anex: 215

COTIZACION

ATENCIÓN: LUIS BUSSO ALFARO

MARCA	MODELO	MOTOR	AÑO	GNV	GLP	GNV	GLP
TOYOTA	YARIS	2NZ	2006	5TA GENERACION	5TA GENERACION	Marca: AEB ITALIA-PELMAG Con 01 Cilindro Marca: MAT Mod 58 04 GALONES (Aproximadamente) PRECIO: US \$ 1913,00	Marca: BRC ITALIANO Con 01 Tanque Cilindrico Marca: LIVABU 10 GALONES PRECIO: US \$ 1290,00
	YARIS	1NZ	2005				
	COROLLA	1ZZ	2006				
HONDA	CIVIC	R18A	2007				

HONDA	ACCORD	K24A	2007	5TA GENERACION	5TA GENERACION	Marca: AEB ITALIA-PELMAG Con 01 Cilindro Marca: MAT Mod 71 05 GALONES (Aproximadamente) PRECIO: US \$ 1967,00	Marca: BRC ITALIANO Con 01 Tanque Cilindrico Marca: LIVABU 14 GALONES PRECIO: US \$ 1410,00
TOYOTA	CAMRY GX 2,4	2AZ	2002				
	RAV 4	2AZ	2007				
	HILUX INYECTADA	2RZ	2003				
	HILUX CARBURADA	1RZ	2002	3RA GENERACION	3RA GENERACION		
MITSUBISHI	L200	4G64	2001			PRECIO: US \$ 1510,00	PRECIO: US \$ 990,00

PARA LOS EQUIPOS DE GNV INCLUYE:

- * Tanque lleno de gas
- * Certificación inicial (Chip de carga)

PARA LOS EQUIPOS DE GLP INCLUYE:

- * Tanque lleno de gas
- * Certificación inicial

En ambos casos los precios están incluidos con I.G.V.

2. ESTACIONES DE SERVICIO DE GNV

DISTRITO	ESTACIÓN DE SERVICIO	DIRECCIÓN
Ate	Midas GAS SA	Av. Nicolas Arriola N° 3125.
	Bac Petrol	Av. Nicolás Ayllón N° 2237.
	TAD Inversiones SAC	Av. Separadora Industrial N° 2503 cruce con Av. Los Ingenieros.
	Servicentro SMILE	Av. Separadora Industrial N° 129.
	Delfina Atachagua Mauricio Vda. De Cordova	Av. Las Torres No 497 esq. con prolongación Mariscal Nieto.
	Estación Comar S.A.	Av. Carretera Central s/n Km. 2.5.
	Primax S.A	Av. Nicolás de Arriola N° 6162.
	Lubrigas SAC	Carretera Central Km. 2.5 Ex Fundo Vista Alegre.
	Vijogas SAC	Av. Santa Rosa 610 Mz. I, Lt 11-13 esq. con Jr. Los Sauces - Ate Vitarte.
Breña	Administradora de Servicios Asoc. SAC	Esq. Av. Arica con Jr. Pilco mayo-Mz. 27 Sub-Lote A1,A2,A3 y B-Breña
	Corporación Lumar S.A.C.	Jr. Huaraz N° 1484 - 1494, esquina con Restauración.
	Estación de servicio Arica	Av. Arica 481, esquina con General varela y Jr. Rebeca Oquendo.
Callao	PETROCORP S.A.	Esquina E. Faucett y Av. N. Gambeta.
	Estación de Servicio AGUKI	Esquina Av. Faucett y Av. Carácas.
	Corporación de Servicentros	Av. Elmer Faucett No 2900.
	Grifo-Argentina SAC	Av. Argentina N° 3990.
	Primax S.A.	Av. Quilca con Calle 10 Urb. San Alfonso, Santa Irene Mz.A lote 1 y 2
Cercado de Lima	Monaco SRL	Av. Nicolás Dueñas No 308.
	Estación de Servicio Grifosa	Av. Oscar R. Benavides No 2398.
	Estación Santa Margherita	Av. Venezuela N° 2600.
	Pecsa Colonial II	Av. Oscar R. Benavides esq. con Jr. Ascope.
	Clean Energy del Perú S.R.L.	Av. Universitaria Sur N° 239.
	Operaciones Argus S.A.	Av. Nicolas Dueñas N° 606, 610, 616.
	Oleocentro El Ovalo S.A.C	Av. Venezuela N° 3300.

	Siroco Holdings S.A.C	Av. Argentina N° 898 esquina con Antonio Elizalde.
	Primax SA. (Colonial)	Av. Mariscal Oscar R. Benavides No 871 Cercado de Lima.
	MD y Afines SAC	Av. Argentina N° 1830 esquina con Av. Nicolás Dueñas.
	Corporación de Servicentros SAC	Av. Oscar Benavides No 930.
	Energigas	Av. Venezuela N° 2180.
	Servicentro Shalom S.A.C	Av. Naciones Unidas N° 1222
	Formas Metálicas SA	Av. Argentina N° 915 Sub lote A-2 Mz. 102, Urb. Fundo Lazo
	Peruana de Gas Natural - Colonial III	Av. Oscar Benavides Cdra. 13 Esq. Jr. Presbitero Gaspar Hernandez.
Independencia	Gasocentro Norte SAC	Av. Gerardo Unger N° 3301.
	Petrocorp-Independencia	Av. Gerardo Unger esquina con Av. Izaguirre Mz. D Lt. 26.
	Primax-Grifos Espinoza	Av. Alfredo Mendiola N° 3550, Esquina con Av. Pablo Olavide
	Inversiones Transportes y Servicios Cinco SAC	Av. Carlos Izaguirre N° 220 Z.I. Panamericana Norte - Independencia.
La Molina	Gas Petróleo SAC	Av. Nicolás Ayllón esquina con Av. La Molina.
Los Olivios	Altavida Gas SAC	Jr. Los Hornos N° 149 - Los Olivios.
Lurín	Comercial Industrial Lurin Gas SRL	Antigua Panamericana Sur Km. 40, esq. con la Av. Los Eucaliptos Mz. F, Lote 9 Urb. Predio Santa Genoveva.
Magdalena	Servicentro Julia SAC	Av. Javier Prado Oeste N° 900.
	G&K Inversiones S.R.L	Av. Ejército N° 110-112.
Pachacamac	Grifos Espinoza S.A.(GESA)	Av. Lima N° 2205 Urb. Galvez.
San Juan de Lurigancho	Los Jardines E.I.R.L.	Av. Próceres de la Independencia N° 1015.
	Aba Singer & Cia SAC.	Jr. Chinchaysuyo N° 710 esq. Calle Las Mercedes.
	Peruana de Gas Natural - Próceres	Av. Próceres de la Independencia 701 - 709.
San Juan de Miraflores	GASBRA SAC	Av. Circunvalación N° 377.
	San Juanito SAC	Av. Los Héroes N° 1109.
	Carlos Alfredo Ibañez Manchego	Av. De los Héroes N° 1187/1189.
	Estación Pachacutec S.A.C.	Av. Defensores Lima y Av. Central Pamplona Baja.
San Luis	Inmobiliaria Las Malvinas	Felipe Santiago Salaverry N° 341- El Pino.

	Import Exportaciones San Luis	Av. Nicolás Arriola N° 2140.
San Martín de Porres	Inversiones Picor SAC	Av. José Granda N° 3210-EI Retablo.
	Grifo Servitor	Av. Alfredo Mendiola N° 1395.
	Genex Peru SAC	Av. Tomas Valle N° 1207.
	Servicentro Lima S.A.	Av. Lima N° 3100, esquina Av. Pacasmayo y Jr. Camaná.
	Estación Delta EIRL	Av. Alfredo Mendiola 700 - 704.
San Miguel	Inversiones Uchiyama SRL	Av. Riva Agüero con Av. La Mar N° 3280.
Santa Anita	Servicentro Universal S.R.Ltda	Av. Santiago de Chuco N° 501, esquina con Av. Apurímac.
	Servicentro El Asesor S.A.C.	Av. Huarochiri N° 905 Urb. El Asesor.
	Estación de servicio Santa Rosa	Av. Santa Rosa N° 274.
Surco	Estación Marsano	Av. Tomas Marsano N° 4080.
Surquillo	Estación de Servicio Angamos	Av. Angamos Este N° 1401.
	Estación de Servicio La Calera	Av. Aviación N° 4524-Esq. Con Av. Villarán.
	Panamerican Gas Trading	Av. República de Panamá N° 4120.
	Estación Trígam S.A.C.	Av. República de Panamá N° 5025.
Villa María del Triunfo	Grifos Espinoza S.A.	Av. Prolongación Pachacutec No 5295.
	Carlos Ibanez Manchego	Av. Pacahcutec N° 3859 con Jr. La Merced.
	Pits GNV S.A.C	Av. Nicolás de Piérola N° 800 Mz. H-1 Lote 16, esq. con la Av. Villa María.

3. ESTACIONES DE SERVICIO DE GLP

CIUDAD	DISTRITO	ESTACIÓN DE SERVICIO	DIRECCIÓN
Arequipa	Cercado	Servicios CISNE	Juan el Bueno A-1
	Cercado	Serv. Autrisa	Benito Bonifas S/N
	Miraflores	EEESS Miraflores	Teniente. Rodrigues/Av. Progreso
	Umacollo	EESS Umacollo	Esquina Pque. Libertad de Expresión.
	Cerro Colorado	Servicios Zamacola	Av. Aviación S/N Ingreso al Aeropuerto.
Barranca	Barranca	J.E.W. SRL Grifo Palmeras (SHELL)	Esq. Jirón Lima y Castilla # 940 Barranca
Cajamarca	Cajamarca	Pecsa	Jr. Independencia
	Cajamarca	El Tayo	Jr. Atahualpa
Chanchamayo	Chanchamayo	Estación de Servicios "Chrismar" EIRL	Av. Perú N° 552 Urb. Pampa del Carmen - Chanchamayo.
Chiclayo	Chiclayo	Grifo Petroperú	Av. Bolognesi 690
	La Victoria	Grifo Repsol	Av. Los Incas 100
	Chiclayo	Grifo Repsol	AV. Bolognesi 390
Chincha	Grocio Prado	Servicentro Green	Panam. Sur Km 195.
	Sunampe	Servicentro Ordesur	Panam. Sur Km 197.
Cusco	Santiago	REPSOL - AUTOGAS	Av. Panamericana S/N Puquin
Huacho	Huacho	JC Negociaciones Huacho (SHELL)	Av. Tupac Amaru 598
	Sta. Maria	Estacion Petroperú	Panamericana Norte Ovalo Huacho
	Sta. Maria	Estacion Zuchetti	Panamericana Norte S/N.
Huancayo	El Tambo	Estación de Servicios Santa Cecilia S.A.	Av. Mariscal Castilla No 2699 Int "A" Parque Industrial.
	El Tambo	Est. Serv. Villa Rica de Oropesa S.R.L.	Av. Mariscal Castilla No 8812.
Huaraz	Independencia	Estación de servicio grifo "Santa Eulalia"	Av. Centenario Cdr. 18 Cascapampa
Ica	Ica	Representaciones Sr. de Luren de Ica S.A.C	Panamericana Sur Km. 300.5 San Joaquin
	Ica	Estación de Servicios El Pacifico E.I.R.L.	Av. Arenales N°1911.
Ilo	Ilo	Paititi	Av. Andrés Avelino Cáceres S/N
Piura	Piura	Grifos San Jose "Petro Perú"	Av. Grau # 1602
	Piura	Grifos COESTI "PRIMAX"	Av. Sanchez Cerro Mz. 248 Lote 01-A Zona Industrial
Satipo	Satipo	Grifo Satipo	Av. Alameda Hilser Km. 1 Urb. Santa Leonor - Satipo
Tacna	Tacna	Sur Ondina II E.I.R.L PECSA	Av. Circunvalación 475
	Tacna	Caplina	Parque Industrial Mz. J Lote. 19
Trujillo	Trujillo	Grifo Amigo	Esquina de Av. America Norte con la Av. Nicolás de Pierola
	Trujillo	Grifo Repsol	Esquina de Av. Teodoro Varcarcel con la Av. Nicolas de Pierola
Ucayali	Pucallpa	Servicentro Ucayali	Carretera Federico Basadre Km. 4
	Pucallpa	Repsol	Carretera Federico Basadre Km. 12

4. RELACIÓN DE TALLERES DE CONVERSIÓN

DISTRITO	TALLER	DIRECCIÓN
Ate	Modasa	Av. Los Frutales 202 Ate - Lima.
	Autoservicio ARGAS	Av. Calca 267 Ate - Lima.
	Auto Korea S.A.C.	Av. Industrial N° 284 – Urb. La Aurora.
	Modasa II	Av. Los Frutales N° 329.
	Gestión de Combustibles	Av. Separadora Industrial 180 - Ate Vitarte.
Barranco	Motorsports S.A.C. Golden Gas GNV II	Prolongación El Sol 833.
	Amiservice S.A.C.	Av. El Sol N° 750.
	Taller de servicios Mecánicos Lusan GNV S.A.C.	Jr. García y García N° 747.
	G3 servicios E.I.R.L.	Jr. Aurelio Souza 143.
	Talleres Sergal y Hnos. II	Jr. Catalino Miranda 230.
	Fanisa E.I.R.L.	Av. Rosendo Vidaurre 341.
Breña	A-GAS	Jr. Pedro Ruiz 417 - 424.
	Hugo Lopez Autos S.A.	Jr. Castrovirreyra N° 981.
Callao	Natural Gas	Av. Faucett 5482.
	Inversiones EPSA S.A.C.	Av. Elmer Faucett 6000.
	Automotriz multimarca Korean Motors E.I.R.L.	Av. Tomas Valle 3247-3253 Urb. El Cóndor.
	Factoría Angie S.A.C.	Av. Elmer Faucett Mz. A Lt. 2, urb. Pocha Regalado
Cercado de Lima	PGN Monaco	Av. Nicolás Dueñas 308.
	Automotriz Atahualpa	Av. Venezuela 1886 - Cercado de Lima.
	GNC Global S.A.C.	Av. Argentina 915.
	PGN Roma	Av. Colonial 2320.
	Kikuyama Racing E.I.R.L.	Av. Argentina N° 1877.
	Italnord	Av. Mca. O. R. Benavides 2090, Mz.a-Lote 20, Urb. La Trinidad-Cercado.
	Comercial Rey de Paz	Av. Colonial 2180.
	Equipment Technical Services del Peru S.A.C.	Av. Tingo María N° 1220.
	Corporación MAC-GNV Automotriz S.A.C.	Av. Brasil 425.
	Valen Group S.A.C.	Av. Oscar Benavides 1650.
	Inversiones Cayma	Jr. Paseo de la Republica 1156 Urb. Santa Beatriz.
	Peruana de Gas Natural S.A.C.	Av. Oscar Benavides N° 1208 - 1212.

Chorrillos	Conversión Narváez E.I.R.L.	Av. Las Gaviotas, Urb. Parcelación, La Campiña, Mz. A Lt. 5-B.
Comas	SR GAS S.A.C. - 3	Calle 6 N° 185 Mz. C Lote 12 Urb. El Retablo II Etapa.
	Corporación Mac Automotriz S.A.C.	Av. Metropolitana Mz. K Lt. 8,9 Urb. San Eulogio - Comas.
	J.R. AUTOMOTRICES S.A.C.	Av. Universitaria Norte 9460 – Mz. L Lt. 8 Urb. San Juan Bautista.
Independencia	Gas Multiservicios e Industrial EIRL	Av. Industrial 3434, Independencia.
	Talleres Peruanos de Gas Natural del Norte S.A.C.	Av. Gerardo Unger 3323.
	Desarrollo de Negocios Internacionales S.A.C.	Jr. Marcos Farfan 3377.
La Molina	Automas YHK Corporation	Av. Javier Prado 5223.
	Lay Car S:R:L:	Av. Juan Pascal Pringles (antes Av. La Fontana) N° 1038.
	Auto Tech del Perú S:A.	Av. La Molina 538 - La Molina.
	Dexcar Multiservicios S.A.C.	Av. Javier Prado 5930.
	Romero Motors S.R.L.	Av. La Molina 678.
Jesús María	AutoGas Jireh	Av. 28 de Julio N° 278.
La Victoria	AGN Ingenieros S.A.C.	Manuel Cisneros 1135.
	SR GAS S.A.C.	Av. Aviación No 1296.
	AGN INGENIEROS S.A.C	Av. México N° 1345.
	GNV Camisea Trading Zony Intemational S.A.C. I	Av. Luna Pizarro N° 1376.
	GNV Camisea Trading Zony International S.A.C. II	Av. Nicolás Arriola N° 1751.
	Repuestos Bong S.A.C.	Jr. Lucanas N° 1475.
	Multiservicios Mael S.A.C.	Rodolfo Beltran N° 124 Urb. Santa Catalina.
	Talleres Peruanos de Gas Natural	Av. Circunvalación 990.
	GNV Planet	Jr. Luis Chiappe 678.
	Iza Motors	
	Conversión lider	Av. Abtao N° 1353-1355.
	Auto Gas Tank	Av. Nicolás Arriola N° 914.
	Flotacetro E.I.R.L.	Av. México N° 1983-1987.

	Autoservicios Untiveros	Jr. Abtao N° 1367.
	Camisea GNV 2	Av. México N° 360.
	Belgas del Perú S.A.C.	Av. Manco Cápac 1043.
	Factoría Detroit E.I.R.L.	Prolongación Huánuco 2266.
	Importadora Sudamericana Motors Trading	Av. Nicolás Arriola N° 117 Urb. El Palomar.
	SPS Ingenieros S.A.C.	Av. Luis Aldana 161 Santa Catalina.
	Repuestos Bong II	Prolongación Parinacochas 1561.
	PGN Arriola	Av. Aviación 1548.
	Gas Camisea Gas	Bauzate y Meza 965.
Lince	Servicandamo 281 SRL	Jr. Manuel Candamo 281.
Los Olivos	Talleres Sergal y Hnos.	Av. Angélica Gamarra N° 739.
	LMN ASOCIADOS S.A.C.	Alfredo Mendiola (5817) Mz. O Lte. 7 Urb. Villa del Norte.
	Tecnigas Perú S.A.C.	Av. Angélica Gamarra 749-755 Urb. El Trebol.
Miraflores	Irsagas	Av. Reducto 825.
	Gas del Pacifico S.A.C.	Av. Paseo de la República 5398.
	GSE	Av. Angamos Oeste N° 601-645.
	Ecolinea S.A.C.	Federico Villareal N° 200 Urb. Santa Cruz.
Pueblo Libre	P & P GAS S.A.C.	Av. La Marina N° 1554.
	Perú Continental Gas Conversion	
	Cordaez E.I.R.L.	Av. la Marina 785.
Puente Piedra	GNC Motors S.A.C.	Km. 29.5 Panamericana Norte c/Av. Saenz Peña.
	Cigas	Mz. E Lt. 54 Asociación de Pobladores los Gramadales, Pan. Norte.
Santa Anita	Buba Autopartes	Av. Huancaray Mz. A Lote 15 Asoc. Viv. San Carlos
San Borja	Italmotors	Av. San Luis 2441 - San Luis.
	Massi Gas	Av. De la Rosa Toro N° 1244.
San Isidro	Jam Gas	Av. Aramburu N° 943.
San Juan de Miraflores	JJ Talleres y Conversiones S:A:	
	Lubricentro San Juan S.R.L.	Av. de los Heroes N° 692 San Juan de Miraflores.
	GLP GNV PRO GAS S.A.C.	Panamericana Sur Km. 13.5 Mx.B Lote 1.
San Juan de Lurigancho	Corporación MAC GNV Automotriz	Urb. Mcal. Caceres Mz. A1-Lote 39 Av. Wiese
	AGN Ingenieros S.A.C.	Av. El Sol 353-359, Urb.Cantogrande.

	Inversiones MICOS	Av. Proceres de la Independencia N° 3414-3422.
	Conversión Narvaez E.I.R.L.	
	GNV San Juan S.A.C.	Av. Canto Grande Mz.H Lt. 14-A Urb.Canto Grande.
	Buba Autopartes SAC 2	Av. Proceres de la Independencia N° 2026.
	JJ Multiservices Company International E.I.R.L.	Av. Próceres de la Independencia 1099, Mz. G Lt. 1-2.
	Taller de Servicios Mecanicos Lusan GNV S.A.C.	Av. El Sol Oeste 145 Mz. H Sub. Lt 108, Urb. Canto Grande.
	SR Gas S.A.C.	Av. Bayobar Mz. I-12 Lt. 21 Prolongación Mariscal Caceres.
	Vasvedol II	Mz. C-11 Lt. 1, Urb. Mariscal Caceres.
San Luis	Laboratorios Diesel Senatinos S:A. (LADISE)	Av. Rio Chincha N° 189.
	Raul Motors	Av. San Luis 994-Urb Las Moras.
	Santa Ursula	Av. San Luis N° 874 Urb. Las Moras.
	Howdy Perú S.A.C.	Av. Del Aire N° 1563 Urb. La Viña.
	Talleres Peruanos de Gas Natural S.A.C. 2	Av. Agustín de la Rosa Toro N° 469.
	ABSE Autos S.A.C.	Av. Nicolás Arriola N° 2848, Urb. El Pino.
	Santa Agustina Automotores S.A.	Av. Nicolas Arriola 2324 A, 2324 B, 2326.
	Practico Transportes S.A.C.	Av. Circunvalación 2104 Urb. Las Viñas.
	Kio Take Service S.A.C.	Av. San Luis 1221.
San Martín de Porres	Autogas JIREH S.A.C.	Jr. Gerardo Unger N° 337.
	GNC Motors S.A.C.	Av. Gerardo Unger N° 357, Urb. Ingeniería.
	G y G S.A.C.	Av. Tomas Valle 2296-2298.
	Magico Motors	Av. Angelica Gamarra 2039.
	SJ GAS S.A.C.	Av. Universitaria cuadra 37 Urb. El Olivar Mz. E Lote 36-37.
	Buba Autopartes SAC	Av. Gerardo Unger N° 335.
	Imigolbe Perú S.A.C	Av. Gerardo Unger 839 Urb. Ingeniería.
	Inversiones Open House	Calle Marco Farfán 3323-A.
	Perú Cetu S.A.	Canta Callao, Urb. Los Jardines del Naranjal, Mz.A Lt. 17-18.
	Motor Gas Company S.A.	Av. Gerardo Unger 3615.
	Conversiones Gas Plus E.I.R.L.	Mz. G Lote 8 Y 9 Urb. El Oasis.

San Miguel	CETAP S.A.	Av. La Marina 3001.
	SERPEGAS	Av. José de la Riva Agüero 2081.
	GNC Ecology	Av. La Paz N° 925.
	Karts Motors	Av. Rafael Escardo 660 Maranga.
	Alese S.A.C.	Av. La Marina 3140.
	Visión y Vanguardía	Av. Elmer Faucett 333.
	Daimex Distribuidores Asociados	Av. La Paz 298.
	H v V S.A.C.	Av. La Paz 2360.
Surco	Danilo Motors	Av. Manuel Holguín 531.
	Futurgas Perú S.A.C.	Av. Santiago de Surco N° 4771.
	Mecánica Max Motor's E.I.R.L.	Av. Santiago de Surco N° 4753 Urb. Prolongacion Benavides.
	Corporación GNV lidercentro	Av. Alfredo Benavides 3818, Urb Chama Surco.
	Auto expert S.R.L.	Av. Intihuatana N° 649.
	Talleres Multimarca Unidos E.I.R.L.	Av. Santiago de Surco 3820.
	Powergas	Av. Primavera 1336.
	Dge S.R.L.	Av. Javier Prado Este 4325.
Surquillo	El Taller	Los Angeles 204 La Calera.
	Corporación MAC GNV Automotriz	Av. Víctor Alzamora N.- 348.
	Vasvedol S.R.L.	Calle Corrientes (antes Los Ángeles) N° 185.
	AGN Ingenieros S.A.C.	Av. Angamos Este 1600.
	JJ Taleres y Conversiones S.A. 2	Av. Angamos N° 868.
	Collection Autos S.A.C.	Jr. Inca 834.
	Cooperación MAC GNV Automotriz S.A.C.	Av. Pachacutec parcela 1 Mz 7 Lote 2 Parque Industrial.
Villa María del Triunfo	Corporación Cam Motors S.A.C.	Av. Pachacutec 3327, Mz. G-3 Lt. 01.

NORMA TÉCNICA NTP 111.015

PERUANA 2004

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

GAS NATURAL SECO. Montaje de equipos completos
en vehículos con gas natural vehicular (GNV)

NATURAL GAS. Installation of complete equipment components for natural gas
vehicular (NGV)

2004-07-09

1ª Edición

R.0077-2004/INDECOPI-CRT.Publicada el 2004-08-04

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Gas natural seco, montaje de equipos, instalaciones internas

ÍNDICE

PREFACIO

1. OBJETO

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

3. CAMPO DE APLICACIÓN

4. INSTALACIÓN DEL EQUIPO COMPLETO PARA GNV EN EL VEHÍCULO

5. SISTEMA DE INYECCIÓN

6. ENSAYOS A REALIZAR EN EL TALLER DE MONTAJE

7. ANTECEDENTES

ANEXO A

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante los meses de agosto a diciembre del 2003, utilizando como antecedentes a los que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT-, con fecha 2004-02-11, el PNTP 111.015:2003, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-04-23. No habiéndose presentado ninguna observación, fue ficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 111.015:2004 GAS NATURAL SECO. Montaje de equipos completos en vehículos con gas natural vehicular (GNV)**, 1ª Edición, el 04 de agosto del 2004.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Instituto de Petróleo y Gas – IPEGA.
Presidente	Wilfredo Salinas Ruiz-Conejo.
Vicepresidente	Aldo Espinoza.
Secretario	César Luján Ruiz

ENTIDAD	REPRESENTANTE
AGUAYTIA ENERGY DEL PERU SRL	Marco Pineda
EMPRESA ELECTRICA DE PIURA – EEPSA	Alberto Trujillo Pereda
PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.	Antonio Tella Enrique Martinez
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS- DGH (Dirección General de Hidrocarburos)	Pablo Maldonado Luis Zavaleta Vargas
OSINERG	César Sáenz Jaime Madueño
PETROPERU S.A. OPERACIONES TALARA	Daniel Díaz del Aguila
SUDAMERICANA DE FIBRAS S.A.	Luis Vargas
CERTIPETRO –	Amador Paulino R.
FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO	Beatriz Adaniya H.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SGS DEL PERU S.A.C.
UNIGAS-FIM

Fernando Correa
Santiago Paredes Jaramillo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
MEGA TOTAL INGENIERIA SAC.

Harold Robillard
Jorge Besio

QUÍMICA SUIZA S.A.

Juan Díaz Camargo
Milan Pejnovic Kapa

GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO

Erick Portuguez
Wilman Grados

CONSULTOR

Máximo Uriburú Sosa

VAMSAC

Carlos Seguin

CIA GAS DEL SUR

Carlos Nuñez
Marianella Espinoza

SACOR S.A.

Ricardo Santillán
Pablo Mendoza

CENERGIA

Eduardo Cisneros

BUREAU VERITAS

Rafael Guinassi

PECSA (Peruana de Combustibles)

Luis Camacho
Diego Tejero

INVERSIONES ARICA S.A.C.

Carlo de los Santos

CONSULTOR

Víctor Ortíz M.

CONSULTOR

Freddy J, Rojas Ch

---oooOooo---

GAS NATURAL SECO.

Instalación de equipos completos en vehículos con gas natural vehicular (GNV)

1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos para la instalación de los componentes del equipo completo para vehículos cuyos motores funcionan con gas natural comprimido (GNV) o bi-combustible (bi-fuel). Asimismo, los ensayos y verificaciones a los vehículos implementados con estos equipos para utilizar GNV.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1 NTP 111.014:2004 GAS NATURAL SECO. Diseño y ensayos de los componentes del sistema de alimentación en vehículos con GNV.

2.1.2 NTP 111.019:2004 GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV)

2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ANSI B 31.3:1999 Chemical plant and petroleum refinery piping

2.2.2 ANSI B-57.1 (del tipo no métrica).

2.3 Normas Técnicas Nacionales

2.3.1 DIN 477:1990 Gas cylinder valve rated for test pressure up to 300 bar; types, sizes and outlets. outlets and connections.

2.3.2 DIN 2353:1998 Non soldering compression fitting with cutting ring
– Complete fittings and survey.

2.3.3 BS 341 Standard cylinder valve outlets and connections.

2.3.4 UNI 4535:1964 Filettature metriche ISO a profile triangolare Dimension nominali.

2.3.5 IRAM 2539:1975 Válvulas metálicas para cilindros para gases comprimidos. Características generales y conexiones roscadas.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a la instalación de los componentes y cilindros, previa aprobación de los mismos de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas respectivas.

Es aplicable a los componentes de los sistemas que tienen principios de funcionamiento tanto de presión positiva como de presión negativa, que funcionan con GNV a una presión máxima de operación de 20 MPa (200 bar).

4. INSTALACIÓN DEL EQUIPO COMPLETO PARA GNV EN VEHICULOS

4.1 Instalación del cilindro

4.1.1 Los cilindros a instalar en el vehículo deberán estar contruidos para operar a una presión normal de 20 MPa (200 bar), estar aprobados por la entidad competente y una vez instalados, no ser modificados ni alterados.

4.1.2 El equipamiento de los cilindros para GNV estará constituido por un dispositivo de seguridad por alivio de presión, manómetro, válvula de retención y materiales compatibles.

4.1.2.1 Dispositivo de seguridad por alivio de presión

Todo cilindro de acero para GNV en función de su longitud tendrá en uno o sus dos extremos, un dispositivo de seguridad del tipo combinado, que consiste en un disco de ruptura por presión que se acciona a 34 MPa (340 bar) y tapón fusible para que funda a 100 °C nominal ± 4 °C.

Cuando la longitud del cilindro no sea superior a 1650 mm (no se considera la zona de la boquilla) el dispositivo de seguridad estará colocado en la válvula de maniobra, con la que se provee cada cilindro. Cuando la longitud del recipiente supera el valor antes indicado, deberá contener en un orificio calibrado ubicado en el casquete, una pieza roscada provista con el dispositivo de seguridad combinado, anteriormente descrito.

4.1.2.2 Manómetro

Todo sistema de combustible con GNV deberá estar equipado con un manómetro, que indique la presión de almacenamiento y que responda a los requisitos especificados en la NTP 111.014.

El manómetro se ubicará próximo a la boca de carga, de modo que resulte visible durante la operación de reabastecimiento. No se admitirán tuberías de alta presión dentro de la cabina. Todo indicador de carga de nivel de llenado que se coloque en la cabina deberá ser un instrumento repetidor accionado eléctricamente.

4.1.2.3 Válvula de retención

El sistema de llenado del cilindro en el vehículo, deberá estar equipado con una válvula de retención, la que evitará el flujo de retorno del gas, desde el cilindro a la conexión de llenado.

4.1.2.4 Compatibilidad de los materiales

Los accesorios montados directamente en los cilindros deberán ser de un material compatible electro-químicamente con el material correspondiente al recipiente de GNV.

4.1.3 Instalación de los cilindros para GNV en los vehículos

4.1.3.1 Antes de la instalación de los cilindros se debe efectuar una inspección al vehículo para evitar el debilitamiento en su estructura cuando se realice el montaje.

Véase
Anexo A.

4.1.3.2 El cilindro de acero para GNV no deberá ser instalado sobre el techo del vehículo ni dentro del compartimiento del motor.

4.1.3.3 El cilindro para GNV deberá ser instalado:

- a) En forma permanente y en posición horizontal, con anclaje adecuado a efectos de evitar su desplazamiento, resbalamiento o rotación. No se permitirá el uso de cilindros intercambiables.
- b) De modo de no producir esfuerzos indebidos sobre el recipiente ni sobre los accesorios vinculados a él.
- c) De manera de evitar un debilitamiento significativo de la estructura del vehículo. Si a criterio del fabricante del vehículo fuese necesario reforzar dicha estructura, deberán adicionarse los elementos establecidos, con la ubicación y características que el fabricante indique.
- d) De modo que la fuerza necesaria para separar el recipiente del vehículo, no sea menor que veinte veces el peso del recipiente lleno en la dirección longitudinal del vehículo u ocho veces el peso del recipiente lleno, en cualquier otra dirección.
- e) No debe soldarse ningún elemento al cilindro, y debe evitarse el contacto de éste con cualquier elemento metálico diferente al caucho que los separa del herraje.

4.1.3.4 Los requisitos de los apartados 4.1.3.3 se estimarán cumplidos si la instalación se ajusta a lo siguiente:

- a) Para cilindros de hasta 110 Kg de peso; estar fijado al vehículo con dos sunchos como mínimo, que tengan no menos de 30 mm de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 90 mm² de sección. Los pernos a utilizar serán de 10 mm de diámetro.
- b) Para cilindros de más de 110 kg de peso; estar fijado al vehículo con dos sunchos como mínimo, que tengan no menos de 45 mm de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 225 mm² de sección. Los pernos a utilizar serán de 12 mm de diámetro.
- c) Cuando se utilicen más de dos sunchos, el área total de la sección de los mismos será por lo menos igual a la de dos sunchos, de los arriba especificados.
- d) Cuando la fijación al vehículo sea por medio de ménsulas y pernos, se usarán como mínimo cuatro pernos de acero de resistencia equivalente.
- e) Los orificios para fijar los herrajes deben hacerse solo con taladro, nunca con oxicorte, para evitar el debilitamiento del material.

4.1.3.5 Las cargas por eje resultantes del peso propio del vehículo más el equipo completo de GNV y la carga útil (la que podrá ser variada con respecto a la original), no deberá sobrepasar las especificadas por el fabricante.

4.1.3.6 Cuando el cilindro esté localizado dentro de un compartimiento adecuadamente diseñado, éste puede ser usado para el transporte de pasajeros, entonces:

- a) El extremo del cilindro que contiene la válvula y demás accesorios deberá encerrarse dentro de una caja resistente, la que deberá ventear al exterior del vehículo.
- b) El recipiente deberá ser instalado de acuerdo a los apartados 4.1.3.3, 4.1.3.4 y 4.1.3.5.
- c) El disco de ruptura deberá ventear por un tubo de acero, directamente al exterior del vehículo.

4.1.3.7 Cuando el cilindro esté localizado dentro de un compartimiento que no está diseñado, o no puede ser usado para el transporte de pasajeros:

- a) El extremo del cilindro que contiene la válvula y demás accesorios deberá encerrarse dentro de una caja resistente, la que deberá ventear al exterior del vehículo, o bien el compartimiento deberá ser sellado con respecto al de pasajeros; y deberá tener una apertura para ventilación, con área libre no menor de 1100 mm², localizada en el nivel más alto posible.
- b) El recipiente deberá ser instalado de acuerdo con los requisitos de los apartados 4.1.3.3, 4.1.3.4 y 4.1.3.5.
- c) El disco de estallido deberá ventear por un tubo de acero, directamente al exterior del vehículo.

4.1.3.8 Como alternativa para ventear el gas hacia el exterior conforme se indica en los apartados 4.1.3.6 y 4.1.3.7.

- a) Podrán utilizarse tubos flexibles contruidos con material no inflamable o auto extingible. Las mismas deberán estar protegidas o de lo contrario instaladas en sitios que las preserven de daños provocados por objetos, la abrasión, etc.
- b) Expulsarán hacia la parte externa inferior del automotor el gas canalizado a través de conductos encamisados y herméticos (con respecto al habitáculo) de idéntico material al usado en a), con sección no menor de 1100 mm². No deberán descargar en la zona de guardafangos.

4.1.3.9 Respetando el apartado 4.1.3.2, un recipiente localizado en el exterior del vehículo deberá:

- a) Ser instalado conforme a lo especificado en 4.1.3.3 y 4.1.3.4.
- b) No proyectarse por sobre el punto mas alto del vehículo.
- c) No proyectarse por fuera de los costados del vehículo.
- d) No proyectarse por delante del eje delantero.
- e) Tener las válvulas y conexiones del recipiente protegidas contra daños debidos a contactos con objetos estacionarios u otros objetos sueltos en las rutas.
- f) Ubicado por lo menos a 50 mm del tubo o sistema de gases de escapes.
- g) Cuando esté instalado longitudinalmente poseer un medio adecuado para absorber y transmitir a la estructura del vehículo, cualquier embestida.
- h) No afectar negativamente las características del manejo del vehículo.

4.1.3.10 Cuando el cilindro sea instalado entre los ejes del vehículo, la distancia mínima al suelo, considerando el vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde cualquier accesorio, el que estuviese mas bajo, no debe ser menor de:

- a) 175 mm para vehículos con distancia entre ejes menor o igual a 3175 mm.
- b) 225 mm para vehículos con distancia entre ejes mayor de 3175 mm.

4.1.3.11 Cuando el cilindro está instalado detrás del eje trasero, y por debajo de la estructura, la distancia mínima al suelo, considerando el vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde cualquier accesorio, el que estuviese mas bajo, no debe ser menor de:

- a) 200 mm y para vehículo con saliente trasera de hasta 1125 mm, y
- b) 0,18 veces la distancia entre la línea central del eje posterior y la línea central del fondo del recipiente, cuando éste está instalado a más de 1125 mm detrás de la línea central del eje trasero.

4.2 Instalación de tuberías y mangueras del sistema de alimentación

4.2.1 Deberán construirse de modo que toleren una presión de:

- a) Cuatro (4) veces la presión de operación, cuando se hallen ubicadas aguas arriba de la primera etapa de regulación.
- b) Cinco (5) veces la presión de operación, cuando se hallen ubicadas aguas abajo de la primera etapa de regulación.

4.2.2 El material de construcción a emplear, deberá ser resistente a la acción química del gas y a las condiciones de operación. Responderán a ANSI B 31.3 ó norma técnica extranjera de reconocida aplicación.

4.2.3 Serán del tamaño adecuado a efectos de proveer el flujo de gas requerido conforme a las características del automotor en el que se implemente el sistema.

4.2.4 Las tuberías y accesorios deberán estar limpias y libres de recortes, residuos de la operación de fileteado, escamas u otro tipo de suciedad o defecto.

4.2.5 Los bordes extremos de las tuberías deberán estar adecuadamente escariados.

4.2.6 Los accesorios y conexiones deben estar localizados en lugares accesibles para permitir la inspección y mantenimiento.

4.2.7 Las tuberías y accesorios deberán ser montados en forma segura y debe estar soportado para compensar vibraciones por medio de abrazaderas de metal galvanizados o con otro tratamiento equivalente. Podrán estar amarradas por bandas de nylon u otro producto de idéntica resistencia y reacción neutra. La distancia entre piezas de amarre no será mayor de 600 mm.

4.2.8 Las tuberías para la conducción de GNV deberán seguir el recorrido práctico más corto, entre los cilindros y el mezclador, compatibles con su flexibilidad; y deberán ser protegidas contra daños o roturas debido a choques, esfuerzos excesivos o desgaste por rozamiento. Las tuberías deberán ser encamisadas cuando resulte necesario.

Es recomendable que la ruta de la tubería siga la ruta de la línea de gasolina o línea de frenos original.

4.2.9 Todas las líneas rígidas entre los cilindros y el punto de llenado deben disponerse de manera que permitan un ligero movimiento estructural para absorber las vibraciones, y que ante un impacto se evite su estrangulamiento o rotura.

4.2.10 No estarán ubicadas en canales que contenga el sistema de gases de escape y los materiales serán resistentes a la corrosión o deberán tener un tratamiento adecuado que garantice su comportamiento en medios corrosivos.

4.2.11 Las líneas de suministro deben estar instaladas a una distancia mínima de 0,2 metros de los terminales de la batería, a menos que se prevenga el contacto eléctrico.

4.2.12 Juntas y conexiones

- a) Rosca de boquilla de cilindros de acero. Será hembra, cónica, interna del tipo métrica según DIN 477 o BS 341 o IRAM 2539 o del tipo no métrica según ANSI B-57.1 o la correspondiente en la norma internacional ISO.
- b) Rosca en válvula para roscar en boquilla de cilindros de acero, será macho, cónica, externa del tipo métrica según DIN 477 o BS 341 o IRAM 2539 o del tipo no métrica según ANSI B-57.1 o la correspondiente en la norma internacional ISO.
- c) Rosca en boca de salida de válvula indicada en b) será hembra, cilíndrica, interior a 12 mm x 1 según DIN 2353 o UNI 4535-64 o SAE J 403-H o la correspondiente en la norma internacional ISO, con buje rosca externa, macho y orificio de diámetro acorde al tubo usado y pieza bicono intermedia.

4.2.13 El sellante, cuando resulte necesario su uso, deberá aplicarse solamente en la rosca macho de la tubería; y deberá ser de calidad y compatible con los materiales a sellar.

4.2.14 No está permitido realizar:

- a) Conexiones ubicadas en lugares poco accesibles,
- b) La ubicación de tuberías donde pueda acumularse gas,
- c) La unión con niples o manguitos,
- d) Utilizar materiales diferentes al bronce o al acero,
- e) Uniones utilizando tuberías que contienen rosca derecha e izquierda en la misma pieza,
- f) El curvado de tuberías, donde dicha operación debilite a estos componentes.
- g) Cortes en la estructura, reduciendo su resistencia, con el propósito de instalar tuberías o mangueras y desviándolos del objetivo para el cual fueron diseñadas.
- h) Reparaciones de defectos en la línea que canaliza el GNV. Todo elemento con fallas deberá ser reemplazado.
- i) La línea rígida no debe estar localizada en el túnel por donde va el eje de la transmisión del vehículo.
- j) La línea rígida que sufra daños al doblarla en el momento del montaje no debe ser utilizada.

4.3 Instalación del regulador de presión

4.3.1 El regulador o reguladores no se deben fijar directamente al motor del vehículo en el que van a ser instalados y deben cumplir con lo establecido en la NTP 111.014.

4.3.2 El regulador de presión debe ser instalado en forma segura y en lugar accesible, debe estar protegido de golpes, de excesivo calor y de equipos e instalaciones eléctricas.

4.3.3 En los casos que el regulador tenga el intercambiador de calor operado por el circuito cerrado refrigerante del motor, el regulador no debe verse afectado negativamente por el refrigerante del vehículo o cualquier otro aditivo.

4.3.4 El regulador de presión debe disponer de un sistema de fijación propio de modo que su peso no sea soportado por las líneas rígidas o flexibles adyacentes. Cuando se utilice una platina para la fijación del regulador, ésta debe ser de un espesor mínimo de 3 mm (1/8 de pulgadas).

4.3.5 El regulador debe colocarse de manera que el desplazamiento y el movimiento del vehículo no afecten el funcionamiento del mismo.

4.3.6 El regulador debe ser instalado cerca al mezclador para tener las mangueras lo más cortas posible.

4.4 Instalación de válvulas

Las válvulas indicadas deberán cumplir con los requisitos especificados en la NTP 111.014.

4.4.1 La válvula de carga debe instalarse en un lugar seguro contra impactos, en la zona del motor u otra zona considerada segura.

4.4.2 Debe instalarse una válvula de cierre manual en un lugar que permita aislar del cilindro (o cilindros), el resto del sistema; y deberá estar protegida contra golpes o choques.

4.4.3 Una válvula automática debe ser instalada aguas abajo de la válvula de cierre manual, a fin de que aquella evite el flujo de gas al carburador cuando el motor cesa de funcionar o no esté vinculado el encendido.

4.4.4 Cuando se trata de vehículos bi-combustibles, el medio para seleccionar al combustible deberá ser instalado tan próximo como resulte práctico al punto de inyección; y para operarlo deberá ser fácilmente accesible desde el asiento del conductor.

4.4.5 Para vehículos bi-combustibles, deberá instalarse en la línea para gasolina, una válvula accionada eléctricamente, que cierre evitando el flujo de líquido al carburador, cuando la línea de este ha sido conectada con el suministro de GNV.

4.4.6 Cuando el vehículo trabaja con sistema de alimentación de combustible a carburador, la electro válvula de corte de gasolina debe ser instalada entre la bomba de gasolina y el carburador mediante líneas rígidas, líneas flexibles y accesorios equivalentes a aquellos que utiliza el fabricante del vehículo a la salida de la bomba.

4.5 Instalaciones eléctricas

4.5.1 Se debe utilizar como mínimo cable eléctrico calibre 16 AWG.

4.5.2 Las conexiones eléctricas y conectores deben estar protegidos, mediante dispositivos, contra eventuales cortocircuitos y contra la corrosión.

4.5.3 En todos los terminales para las conexiones se deben utilizar elementos para aislamiento eléctrico o conectores aislados.

4.5.4 Al unir los cables se deben recubrir con cinta aislante adecuada o entubarse en un material plástico.

4.5.5 La distancia de cualquier instalación eléctrica con respecto al múltiple de escape no debe ser inferior a 50 mm.

4.5.6 La corriente para el selector de combustible debe tomarse de la posición de la chapa de encendido.

4.5.7 Entre la toma de alimentación eléctrica y el selector de combustible se debe intercalar un fusible para proteger todo el sistema eléctrico del equipo de conversión.

4.5.8 Para la instalación básica de los componentes eléctricos se debe emplear el siguiente código de colores:

TABLA 1 – Código de colores

Color	Línea correspondientes a
Azul	Gas
Rojo	Ignición
Verde	Gasolina
Negro	Conexión de puesta a tierra

4.6 Instalación del selector de combustible

4.6.1 El selector de combustible debe estar ubicado en la cabina del vehículo al alcance del conductor.

4.6.2 El indicador de nivel de combustible en los cilindros debe estar ubicado de tal modo que sea fácil efectuar su lectura y que la señal luminosa emitida por éste no afecte la visión del conductor.

4.7 Instalación del dispositivo electrónico de avance de encendido

4.7.1 Para obtener un adecuado rendimiento del motor, la instalación de este dispositivo se debe hacer en vehículos que operan tanto con GNV como con gasolina, de manera alternativa.

4.7.2 El dispositivo de avance de encendido debe ser instalado de manera segura, lejos de fuentes de calor, y debe estar protegido contra goteo de líquidos y eventuales golpes contra elementos propios del motor y objetos extraños.

4.7.3 El dispositivo de avance de encendido se puede instalar en la cabina del vehículo para evitar daños y corto-circuitos debidos a humedad, de modo que no interfiera con la operación normal de manejo por parte del conductor.

4.8 Instalación del indicador de presión

4.8.1 El indicador de presión se debe instalar en un lugar visible, preferiblemente cerca de la válvula de carga y debe cumplir con lo establecido en la NTP 111.014.

4.9 Instalación del mezclador

4.9.1 El mezclador debe ser instalado según las recomendaciones del fabricante y debe cumplir con lo establecido en la NTP 111.014.

4.9.2 Para los vehículos con sistema de carburador, el mezclador se debe instalar entre el filtro de aire y el cuerpo del carburador.

4.9.3 Para los vehículos a los cuales se les ha retirado el sistema de combustible líquido, el mezclador se debe empalmar con las mariposas de aceleración.

4.10 Instalación de la interfaz para el sistema de información

4.10.1 Al realizar la instalación de los diferentes componentes del equipo completo de conversión, se debe ubicar un dispositivo electrónico para almacenamiento de información relativa a la vigencia de las revisiones periódicas del vehículo, que permita autorizar las operaciones de reabastecimiento de GNV por parte de la estación de servicio.

4.10.2 El dispositivo electrónico debe estar localizado cerca de la válvula de carga para facilitar la verificación de la información, y debe estar suficientemente protegido de la acción de agentes externos como humedad y golpes que puedan afectar, eventualmente, su funcionamiento. Véase NTP 111.019 Anexo A.

5. SISTEMAS DE INYECCIÓN

5.1 Generalidades

5.1.1 La conversión de un vehículo con sistema de inyección requiere mayor precaución, pues los motores han sido diseñados y construidos para trabajar con tolerancias más exigentes. En los sistemas de inyección se debe emplear un sistema cerrado para el control de la mezcla.

5.2 Instalación de componentes

5.2.1 Antes de realizar la conversión se deben verificar los siguientes aspectos:

- Sistema de encendido,
- Sistema de inyección,
- Condiciones generales del motor.

5.2.2 El rele instalado para cortar el suministro de gasolina a los inyectores se debe conectar de acuerdo con el diagrama eléctrico de cada vehículo, proporcionado por el fabricante. Adicionalmente, este elemento debe suspender el suministro de electricidad a la bomba de gasolina.

6. ENSAYOS A REALIZAR EN EL TALLER DE MONTAJE

6.1 Realizando el montaje del equipo completo sobre el automotor conforme lo indica en el esquema correspondiente el productor del equipo, se realizará una verificación por prueba neumática a 20 MPa (200 bar), empleando gases inertes (N₂, CO₂) hasta la salida del regulador a efectos de comprobar si no hay fugas a través de las conexiones. En el tramo de baja presión se realizará la verificación al doble de la presión regulada.

6.2 Verificada la estanqueidad de las conexiones (considerando una distancia mínima de 4,5 metros con respecto a cualquier fuente de ignición), el encargado del taller procederá a cargar el o los cilindros con GNV, previa purga del aire en el sistema con gas inerte y realizará una demostración de manejo para instruir al usuario. Procederá a poner en marcha el vehículo, variar regímenes de marcha, acelerando y desacelerando en repetidas oportunidades e igualmente efectuando el cambio alternativo de combustible gaseoso líquido a viceversa.

6.3 Los equipos que vayan a ser transferidos a otros vehículos deben pasar las pruebas descritas en la presente NTP y en las normas que se hace referencia.

7. ANTECEDENTES

7.1 GE Nº 1-116:1984 Normas y especificaciones mínimas, técnicas y de seguridad, para el montaje de equipos completos para GNC en automotores y sus ensayos de verificación. ENARGAS Ente Nacional Regulador del Gas – Argentina.

7.2 NTC 4821:2002 Instalación de componentes del equipo completo para vehículos con funcionamiento dedicado GNCV o bicomcombustible gasolina-GNCV.

ANEXO A
(INFORMATIVO)

**FORMATO PARA EVALUACIÓN DE
PRECONVERSIÓN**

TALLER DE CONVERSIÓN			
Nombre:			
Dirección:			
Teléfono:			
PROPIETARIO		VEHICULO	
Nombre:		Marca:	
Identificación:		Modelo y año:	
Dirección:		Placa:	
Teléfono:		Kilometraje:	
		Cilindrada:	
REVISIONES			
1. BATERIA ARRANQUE. Voltaje batería Voltaje de arranque Prueba de arranque		5. SISTEMA DE ESCAPE Verificación general estado y funcionamiento	
2. BOBINA / CABLEADO / BUJÍAS Entrada a la bobina de arranque Entrada a la bobina funcionamiento Salida de la bobina polaridad de la bobina Condición de cables y bujías		6. SISTEMA DE ENFRÍAMIENTO Verificación general estado y funcionamiento.	
3. SISTEMA CABURACIÓN- INYECCION Verificación filtro de aire Verificación filtro de combustible Operación del carburador Operación del sistema de inyección.		7. DISTRIBUIDOR Condición del rotor Condición de la tapa Operación avance por vacío Operación avance centrífugo	
4. SISTEMA DE ADMISIÓN En milímetros a ... (mm) ... pulgadas Hg. Verificación entrada de aire		8. CARROCERÍA Y CHASIS Verificación estado general	
9. VERIFICACIÓN DE BALANCE Y COMPRESIÓN DE CILINDROS NUMERO DE CILINDROS 1 2 3 4 5 6 7 8 COMPRESIÓN OBTENIDA Para la prueba de compresión la diferencia máxima respecto a la especificación del fabricante es del 20% y entre cilindros del 10%.			
RESULTADO DE LAS REVISIONES			
OBSERVACIONES (reparaciones o refuerzo):			
RESPONSABLE DE LA REVISIÓN			
FECHA:		Vº Bº	

NOTA: EFECTUADA LA REVISIÓN QUEDA A CRITERIO DEL INSTALADOR Y EL USUARIO LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE CONVERSIÓN.