

Instituto Superior Tecnológico Público

“De las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**TÉCNICA DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE GLP DE QUINTA
GENERACIÓN PARA REPOTENCIAR EL MÓDULO DIDÁCTICO
MOTOR NISSAN QG15 DESARROLLADO EN EL IESTPFFAA-2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

PRESENTADO POR:

LUNASCO LEGUÍA, Maguil

PAUCCAR AÑO, Jhonatan

LIMA, PERÚ

2023

Todos nuestros esfuerzos a nuestros padres que estuvieron con nosotros en todos los momentos de nuestras vidas inspirando nuestro paso por esta etapa académica.

Agradecimientos

A nuestros docentes por compartir sus conocimientos, inculcarnos la paciencia y perseverancia para cumplir nuestras metas trazadas hasta llegar a ser profesionales.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” por ser el alma mater de nuestra carrera profesional técnica en Mecánica Automotriz.

A los profesionales que nos permitieron ser parte de sus técnicos calificados en la rama mecánica automotriz.

A los compañeros de clase por ser siempre compañeros y ahora colegas en este camino de la mecánica.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice	v
Resumen	viii
Introducción	10
I. CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.1 Formulación del problema	12
1.1.1 Problema general.	12
1.1.2 Problemas específicos.....	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general.	13
1.2.2 Objetivos específicos.	13
1.3 Justificación.....	13
II. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Estado de arte	16
2.1.1 Antecedentes internacionales	16
2.1.2 Antecedentes nacionales	17
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Motor QG15.....	20
2.2.1.1 Los cuatro tiempos del motor de ciclo Otto.....	21
2.2.1.2 Gestión del motor.....	25
2.2.1.3 Sistema de combustible del motor Nissan QG15.....	28
2.2.1.4 La gasolina como combustible.....	29
2.2.2 Gas licuado de petróleo GLP.....	31
2.2.2.1 Características técnicas.....	34
2.2.2.2 Equipo del sistema GLP	36
2.2.2.3 Configuración o calibración en el software	48
III. CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL	51
3.1 Finalidad.....	52
3.2 Propósito	52
3.3 Componentes	53
3.4 Actividades.....	53

3.4.1	Instalación del sistema GLP	53
3.4.1.1	Instalación de cilindro, válvula de abasto, válvula de cilindro.	54
3.4.1.2	Instalación del reductor vaporizador (gasificador).	55
3.4.1.3	Instalación del sensor MAP.	56
3.4.1.4	Instalación de inyectores del sistema GLP.	57
3.4.1.5	Instalación de cañerías.	58
3.4.1.6	Instalación de la ECU del sistema de gas.	60
3.5	Limitaciones	63
IV.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS	65
4.1	Resultados	66
V.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1	Conclusiones.....	70
5.2	Recomendaciones	71
	Referencias Bibliográficas.....	72
	Apéndice A	77
	Apéndice B.....	78
	Apéndice C.....	81
	Apéndice D	82
	Apéndice E.....	83
	Apéndice F.....	84
	Apéndice G	85

Índice de figuras

Figura 1 Tiempo de admisión del cilindro uno	22
Figura 2 Tiempo de compresión del cilindro uno.....	22
Figura 3 Tiempo de combustión del cilindro uno.....	23
Figura 4 Tiempo de escape del cilindro uno	24
Figura 5 Diagrama eléctrico de la gestión electrónica del motor QG15 Nissan	26
Figura 6 Identificación del inyector de combustible en el diagrama de gestión electrónica. .	28
Figura 7 Bomba de gasolina en el circuito eléctrico de la gestión electrónica del motor.....	30
Figura 8 Destilación del GLP	31
Figura 9 Table de especificaciones técnicas de GLP.....	34
Figura 10 Capacidades de carga por modelo de cilindro	37
Figura 11 Válvula de llenado	38
Figura 12 Vista real de la toma de carga.....	39
Figura 13 Válvula de cilindro o multiválvula	41
Figura 14 Reductor-evaporador (gasificador)	42
Figura 15 Riel de inyectores, inyectores y acoples del GLP	43
Figura 16 Conmutador de gasolina a gas	44
Figura 17 Filtro de gas	45
Figura 18 Caja multisensorial de GLP: Temperatura, presión, MAP	46
Figura 19 ECU, gestor electrónico de GLP.....	47
Figura 20 Entorno virtual de configuración de GLP	48
Figura 21 Vista de ventana de cambio de combustible.....	49
Figura 22 Preparación del depósito de gas (Tanque).....	54
Figura 23 Instalación de Reductor-vaporizador en el módulo “Motor QG15”	55
Figura 24 Croquis a mano alzada de la distribución de accesorios GLP	56
Figura 25 Instalación del circuito de gas para el sensor MAP	57
Figura 26 Instalación de inyectores	58
Figura 27 Preparación e instalación de la cañería de alta presión	59
Figura 28 Instalación de la ECU del sistema GLP en el tablero junto al la ECCS Nissan	60
Figura 29 Entorno que nos permite configurar tipo de combustible	61
Figura 30 Entorno de datos a bordo con motor en funcionamiento	61
Figura 31 Entorno de diagnóstico de inyección por cilindro	62
Figura 32 Mapa del tiempo de inyección de gas	62
Figura 33 Guardado de datos configurados.....	63

Resumen

El Trabajo de Aplicación Profesional titulado: “Técnica de instalación de equipo de GLP de quinta generación para repotenciar el módulo didáctico motor Nissan QG15 desarrollado en el IESTPFFAA-2023”, se inició con la siguiente interrogante ¿Cuál es la técnica adecuada de instalación del equipo de GLP quinta generación en un motor Nissan QG15 para repotenciar el módulo didáctico desarrollado en el IESTPFFAA-2023?, porque se encontró que el mercado interno, para empezar, ofrecía y sigue ofreciendo una gran demanda de profesionales técnicos en mecánica automotriz competentes en la técnica de instalación del sistema GLP en todo tipo de vehículos.

Encontrado el problema, mi colega y yo nos trazamos el objetivo de “Establecer la técnica adecuada de instalación del equipo de GLP quinta generación en un motor Nissan QG15 para repotenciar el módulo didáctico desarrollado en el IESTPFFAA-2023” tomando en cuenta que el IESTPFFAA ya cuenta con un módulo didáctico “Motor QG15”.

Para conseguir que el trabajo aplicativo sea eficiente, decidimos formular los problemas específicos que nos permitieron visualizar con mayor precisión el problema y así identificamos los componentes del problema general. Los problemas específicos formulados fueron los siguientes:

¿Cuáles son las condiciones operativas del motor Nissan QG15 para la instalación del equipo de GLP quinta generación?

¿Cuáles son las características técnicas del equipo de GLP para instala en el motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023?

¿Cuál es la técnica de instalación del sistema de GLP para el módulo didáctico motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023?

De las cuales se formularon los objetivos específicos siguientes:

Establecer las condiciones operativas del motor Nissan QG15 para la instalación del equipo de GLP quinta generación.

Establecer las características técnicas del equipo de GLP para instala en el motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023.

Establecer la técnica de instalación del sistema de GLP para un motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023.

Los objetivos planteados nos permitieron orientar nuestro trabajo de aplicación profesional en la dirección correcta, logrando mostrarnos las actividades que tuvimos que realizar para resolver el problema formulado, los cuales se reportan en este informe de V capítulos y apéndices adicionales que explican el soporte teórico del funcionamiento del motor QG15 y las características fundamentales del GLP para ser empleado como combustible alternativo a la gasolina de calidad Premium. Del mismo modo se reporta las actividades desarrolladas para la preparación del motor, previo a la instalación, y luego describe el detalle de los procedimientos de instalación del kit de quinta generación logrando de esta manera la repotenciación del módulo didáctico con el objetivo de mejorar la formación de técnicos competentes en la instalación de GLP en motores con gestión electrónica.

Introducción

La tendencia hacia la instalación de sistemas de combustible de gas, como el gas licuado de petróleo (GLP) o el gas natural vehicular (GNV), en el parque automotor peruano refleja una creciente conciencia sobre la eficiencia del combustible y la reducción de las emisiones contaminantes. Muchas fallas en motores de gestión electrónica aumentan su porcentaje de emisiones de gases contaminantes que supera el límite de tolerancia normada por el MTC del Perú.

Existen muchas empresas certificadas para este trabajo de instalación de GLP en motores de gasolina, quienes requieren de técnicos calificados en mecánica automotriz. Estas empresas capacitan a los técnicos, prestan información tecnológica de las características operativas de los accesorios del equipo, prestan guías del circuito de instalación de acuerdo al modelo de motor entre otras.

Teniendo en cuenta que: el mercado nacional ofrece la demanda de técnicos calificados en sistemas GLP y, que el IESTPFFAA cuenta con un motor Nissan QG15 de inyección de gasolina de gestión electrónica, mi colega y yo hemos decidido plantear el trabajo de aplicación profesional empleando la técnica de instalación del sistema de alimentación de GLP de quinta generación para equipar el módulo y pueda ser empleado para entrenar técnicos competentes en la carrera técnico profesional de mecánica automotriz.

Al final del trabajo aplicativo, se alcanzó el objetivo de que la técnica de instalación del sistema GLP en el módulo didáctico “Motor QG15” de la marca Nissan es eficiente. La estructura y distribución de los accesorios permiten que el estudio y aplicación de la actividad práctica sea didáctica, pues facilita el aprendizaje del estudiante de turno.

CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

La tendencia actual en los vehículos del parque automotor peruano es que se le instale el sistema de combustible de gas, ya sea este, gas licuado de petróleo o gas natural vehicular como alternativa para abaratar los altos costos que genera el uso de gasolina. Esta alternativa también reducirá los gases contaminantes emitidos por el motor al usar el combustible convencional. Teniendo en cuenta que en el IESTPFFAA se encuentra el motor Nissan QG15 de inyección de gasolina, mi colega y yo hemos decidido emplear la técnica de instalación del sistema de alimentación de GLP de quinta generación para equipar el módulo y pueda ser empleado en las prácticas de taller de los estudiantes de la carrera técnico profesional mecánica automotriz.

1.1.1 Problema general.

¿Cuál es la técnica adecuada de instalación del equipo de GLP quinta generación en un motor Nissan QG15 para repotenciar el módulo didáctico desarrollado en el IESTPFFAA-2023?

1.1.2 Problemas específicos.

¿Cuáles son las condiciones operativas del motor Nissan QG15 para la instalación del equipo de GLP quinta generación?

¿Cuáles son las características técnicas del equipo de GLP para instala en el motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023?

¿Cuál es la técnica de instalación del sistema de GLP para el módulo didáctico motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Establecer la técnica adecuada de instalación del equipo de GLP quinta generación en un motor Nissan QG15 para repotenciar el módulo didáctico desarrollado en el IESTPFFAA-2023.

1.2.2 Objetivos específicos.

Establecer las condiciones operativas del motor Nissan QG15 para la instalación del equipo de GLP quinta generación.

Establecer las características técnicas del equipo de GLP para instala en el motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023.

Establecer la técnica de instalación del sistema de GLP para un motor Nissan QG15 en el IESTPFFAA-2023.

1.3 Justificación

Todos los motores con más de 5 años de antigüedad o más de 100 mil kilómetros suelen presentar deterioros en su sistema de alimentación de combustible y de sus mecanismos internos, por lo que es necesario la reparación.

La reparación ocasiona aumento de volumen de los cilindros, los que estarían iniciando una serie de cambios en el funcionamiento del motor que como consecuencia tendrá, entre otras: aumento de consumo de combustible, mayor emisión de gases contaminantes.

El motor Nissan QG15 establecido como módulo didáctico en el IESTPFFAA tiene las características de motor reparado, y es la misma condición de la gran mayoría de vehículos que

tienen este modelo de motor, por lo que los usuarios, tienen una segunda opción para reducir gastos en combustible entre 50% y 60 % de ahorro económico y reducir gases contaminantes y no caer en infracción por ello. Esa segunda opción del que se habla es instalar el sistema de GLP quinta generación en este motor. En los últimos años el costo de este equipo ha variado mucho en favor de la capacidad adquisitiva de los usuarios, la instalación es cada vez es más accesible y más fácil.

Existen muchas empresas certificadas para este trabajo de instalación de GLP en motores de gasolina quienes requieren de técnicos calificados en mecánica automotriz. Estas empresas capacitan a los técnicos, prestan información tecnológica de las características operativas de los accesorios del equipo, prestan guías del circuito de instalación de acuerdo al modelo de motor entre otras. Por ello hemos visto por conveniente desarrollar el trabajo de aplicación profesional de técnica de instalación del GLP en el motor Nissan QG15 en las instalaciones del IESTPFFAA, porque estamos capacitados para ello, al mismo tiempo tenemos la asesoría de las empresas que abastecen los equipos de gas, contamos con las instalaciones de la carrera mecánica automotriz y la asesoría técnica de docentes y técnicos del instituto.

Este trabajo permitirá equipar el módulo didáctico del motor Nissan QG15 para el entrenamiento técnico de los estudiantes, en la instalación del sistema de GLP de quinta generación. De esta manera estaremos demostrando que existen técnicas adecuadas de instalación para este modelo y marca de motor.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

2.1.1 Antecedentes internacionales

El Grup Eina, brinda asesoría técnica vía teléfono y demás medios de comunicación “*con soluciones y servicios técnicos que hacen más fácil el día a día del profesional del taller*” (Grup Eina. s. f.). Esto es un indicador de que la industria de las conversiones a GLP tiene continuidad, mencionan que se sigue desarrollando tecnología para las nuevas generaciones de gestión de motores buscando las técnicas adecuadas para la instalación como el sistema de inyección directa. También crearon un espacio web llamado Blog Mecánicos “para compartir contenido de calidad relacionado con el mundo del motor, enfocado hacia mecánicos, profesionales del sector y usuarios interesados en todo lo relativo al mundo de la mecánica”.

La empresa FV FahrzeugteileVogler. (s. F.) Ofrece 17 marcas que desarrollan tecnología en equipos de conversiones a GLP vehicular paralelo a dichas marcas se desarrollan otras empresas como la AEB Fuel Electronic. Es también una muestra de que la industria de conversiones continúa en crecimiento.

ATDautodiagnosis (2019) publicó un tutorial explicando el desarrollo tecnológico de las instalaciones de un sistema de inyección de GLP y la inyección de GLP directa en su estado líquido, describe las características funcionales de los accesorios de un sistema de 5ta generación. De esta forma, al igual que El Grup Eina, comparten información, el primero en base a la experiencia y el segundo basado en la tecnología para contribuir con el mercado de las conversiones.

El trabajo de titulación de ingeniería de la Universidad Politécnica Salesiano de Ecuador de los egresados Cordova y Paredes (2022) titulado: *Análisis comparativo de la influencia del combustible GLP y ECOPAIS en los niveles de contaminación de un vehículo subcategoría M1 con Motor Otto para el Servicio de Taxi en la ciudad de Guayaquil*, muestra el “análisis

comparativo de la influencia del combustible GLP y ECOPAIS en los niveles de contaminación de un vehículo subcategoría M1 con Motor Otto para el Servicio de Taxi en la ciudad de Guayaquil” de los gases CO, CO₂, HC y O₂ en los regímenes de ralentí, carga media y carga alta, demostrando que, efectivamente los niveles de contaminación son mínimas. Se sostiene que el GLP es amigable con el ambiente.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Gas del Perú S.A.C (s. f.) una empresa con 10 años de experiencia en las instalaciones de GLP planteó: ¿Por qué instalar GLP? La decisión de instalar un equipo GLP en un vehículo se basa en el ahorro de dinero. La gasolina como combustible tiene un costo muy elevado y que día a día va en aumento, mientras que el costo del GLP es mucho más barato y es estable. El galón GLP cuesta casi la mitad de lo que cuesta la gasolina.

Huamán. V. (2022) de la Corporación Todo Gas S.A.C. publicó en su blog en la sección “Nosotros” que se iniciaron en el 2012 con tan solo 2 trabajadores. Comienzan con la venta de repuestos, accesorios y equipos de la marca BRC para vehículos automotriz a GLP y GNV. Debido a su apertura económica y al crecimiento de la empresa ampliaron la cobertura y maximizaron su cartera de proveedores resultando así la venta de repuestos, accesorios y equipos de la marca Tomasetto, Emmegas, Landirengo, Lovato y Zav.

Tomando en cuenta esta declaración, sostenemos que mientras se garantice la producción del GLP como combustible alternativo a la gasolina se seguirán desarrollando tecnología para la conversión. No solo está el hecho de que crezca el mercado de la conversión, por el contrario, está el mercado de las refacciones, mantenimiento y cambio de sistema tomando en cuenta que la vida útil del depósito es de 10 años. El mercado de los repuestos crece también.

Habiendo analizado la posición de las cinco empresas de servicios de conversión de vehículos a GLP como combustible alternativo a la gasolina, existen muchas experiencias de desarrollo de este rubro en el mundo. El GLP es un combustible considerado verde, económico y suficiente para muchos años más. La economía en nuestro país sigue en crecimiento, la industria del transporte aumenta gracias a este combustible económico. Por lo tanto, el IESTPFFAA, como formador de mecánicos automotrices requiere contar con un módulo de instrucción equipado con el sistema GLP instalado. Viendo la oportunidad de repotenciar el módulo didáctico Motor QG15 de inyección multipunto, proponemos desarrollar el Trabajo de aplicación profesional “Técnica de instalación de Gas 5ta generación desarrollado en el IESTPFFAA-2023” como mejora del módulo.

Los egresados Asipuela y Guatemala (2015) en el 2008 venían desarrollando pruebas adaptando sistemas de GLP en vehículos tal como lo muestran en su trabajo “Adaptación del sistema de combustible G.L.P. al motor Chevrolet Spark, año 2008” presentaron al GLP como combustible alternativo, amigable con la naturaleza.

En cuanto al desarrollo de módulos para la instrucción tenemos a:

Falen. (2022) con su tesis: *Diseño y construcción de un módulo para la autocalibración de parámetros de funcionamiento en un sistema GLP stag 200 go fast* logró calcular los parámetros para la auto calibración de inyectores de gas tomando en cuenta las señales simuladas por un generador digital. Demostró que la ECU del sistema GLP busca autorregular la inyección del gas en estricta sincronización con las señales que una ECU motor usa para activar los inyectores de gasolina.

Vargas, Gutierrez, Guevara, Chucuya (2015) dirigieron su publicación sobre el uso del GLP automotriz como el combustible verde, es decir, respaldaron la teoría de que este combustible reduce significativamente los gases contaminantes en comparación a las emisiones por uso de gasolina en

los motores, “Los datos fueron registrados y tabulados en una hoja de cálculo, determinando los datos estadísticos descriptivos que permitieron el análisis e interpretación de los puntos críticos de funcionamiento”. Lograron tabular datos de configuración de volumen de inyección del GLP en relación a las exigencias del motor para luego configurar estos en el software de la ECU del sistema GLP.

Vejarano (2022) presentó en la Universidad Nacional del Centro del Perú su tesis: *Efectos que produce la conversión a GLP en el performance de los motores de marca Toyota en Huancayo*. El análisis de los efectos del GLP en el performance del motor en alta rpm y en ralentí. Muestran un cuadro comparativo de los resultados de 6 vehículos de prueba comparando la potencia alcanzada con gasolina y luego la potencia alcanzada con GLP, al mismo tiempo establece los rpm en ralentí con gasolina y luego con GLP. Los resultados muestran que el motor, al usar GLP pierde un 9% de potencia y para alcanza su estabilidad en ralentí sube los rpm por alrededor del 8% a diferencia del ralentí con gasolina. En conclusión. El performance del motor con GLP baja por alrededor de un 10% en relación a la gasolina, sin embargo, la economía sigue siendo el motivo por lo que muchos usuarios siguen eligiendo la alternativa como solución para la economía de los bolsillos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Motor QG15

De acuerdo a los datos técnicos oficiales proporcionados por Nissan publicados en la plataforma web Mecánica.info, el motor QG15 de Nissan es un motor de combustión interna de cuatro cilindros en línea y 1.5 litros de capacidad, específicamente 1497 cc. Este motor pertenece a la familia de motores QG desarrollada por Nissan, y ha sido utilizado en varios de sus modelos de vehículos (Nissan Sunny, Nissan Tiida, Nissan AD Wagon, Nissan Almera, Samsung SM3) (MECÁNICA.INFO, 2021).

En concordancia con la base de datos de mantenimiento de autos VIVID Workshop DATA ATI-10.2, podemos especificar que la configuración del motor QG15 es de 4 cilindros en línea, lo que significa que estos están dispuestos en una sola fila, con cabezal de 16 válvulas, 4 válvulas por cilindro (2 válvulas de admisión y 2 válvulas de escape).

Las válvulas se encuentran en la culata del motor, que es la parte superior del bloque de cilindros, la ubicación común de las válvulas en los motores de combustión interna, dispuestos de esta manera para un mejor flujo de aire y combustible hacia los cilindros y del mismo modo para la evacuación de los gases quemados hacia el convertidor catalítico.

Para su funcionamiento, los motores de combustión interna siguen cuatro ciclos básicos en cada cilindro: admisión, compresión, combustión y escape (conocidos como ciclo de cuatro tiempos). Estos ciclos son esenciales para el funcionamiento del motor, pues de esta forma se logra convertir la energía química del combustible en energía mecánica.

Es cierto que los motores modernos, incluidos los modelos QG15, están diseñados con tecnologías para reducir el rozamiento y mejorar la eficiencia. Esto implica la eliminación de algunas extensiones mecánicas para poder incluir la implementación de materiales y lubricantes

de baja fricción, así como la optimización de los componentes internos para minimizar las pérdidas de fuerza por fricción. A diferencia de la tecnología de motores con 8 válvulas, es importante tener en cuenta que la tecnología de diseño de los motores ha ido evolucionando con el tiempo, los más recientes suelen incorporar avances que mejoran la eficiencia, el rendimiento y la durabilidad en comparación con los modelos anteriores.

2.2.1.1 Los cuatro tiempos del motor de ciclo Otto.

El motor QG15 de Nissan utiliza el ciclo de cuatro tiempos, también conocido como el ciclo Otto, ciclo de funcionamiento estándar de la mayoría de los motores de combustión interna de gasolina y que por supuesto, incluye al motor QG15.

El ciclo de cuatro tiempos del motor con 16 válvulas consta de las siguientes fases:

Admisión: Para el sistema de alimentación de combustible, este ciclo es en el que se inyecta la gasolina en el instante en que se está aspirando el aire provocado por el descenso del pistón en su carrera desde el PMS (punto muerto superior) hacia el PMI (punto muerto inferior) mientras que las válvulas de admisión están abiertas, es el momento en que se produce la mezcla de aire y combustible. “El pistón ha realizado una carrera descendente, el cigüeñal ha girado media vuelta o 180° y la válvula de escape ha permanecido cerrada” (BlackCat Network. 2019). El pistón realizó una carrera que giró al cigüeñal, en un ángulo de 180° . En todo este tiempo, las válvulas de admisión permanecieron abiertas. La ilustración lo vemos en la figura 1.

Compresión: Una vez que el pistón alcanza el punto más bajo en su recorrido (PMI), comienza a ascender, comprimiendo la mezcla de aire y combustible en el cilindro. Ambos pares de válvulas, de admisión y escape, están cerradas en este momento. “Cuando el pistón alcanza el PMS, la mezcla comprimida ocupa el volumen de la cámara de combustión a una presión en torno a 15 bar y una temperatura cercana a los 300°C ” (BlackCat Network. 2019).

En este punto el cigüeñal habrá completado la vuelta, es decir habrá girado 360° tal como se muestra en la figura 2.

Figura 1

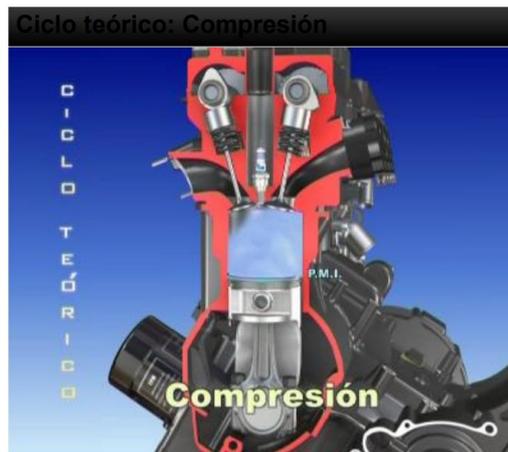
Tiempo de admisión del cilindro uno



Nota. Adaptado de *Motores*, (p. 101), por BlackCat Network, S.L., 2019, <http://www.blackcatnw.com>

Figura 2

Tiempo de compresión del cilindro uno



Nota. Adaptado de *Motores*, (p. 102), por BlackCat Network, S.L., 2019, <http://www.blackcatnw.com>

Combustión: Llamado también explosión, es cuando la mezcla comprimida está en su punto más alto de compresión, se enciende mediante una chispa de la bujía. La explosión resultante de la combustión empuja el pistón hacia abajo en su recorrido mientras que los pares de válvulas permanecen cerradas. “La combustión dura el mismo tiempo que el pistón permanece en el PMS, por lo que ésta se desarrolla a volumen constante. Se produce una elevación de la presión (entre 30 a 50 bar) y de la temperatura (próxima a los 2.000°C) en los gases quemados” (BlackCat Network. 2019). En este momento el cigüeñal continuó su giro hasta 540° en el PMI, (media vuelta más).

Figura 3

Tiempo de combustión del cilindro uno.



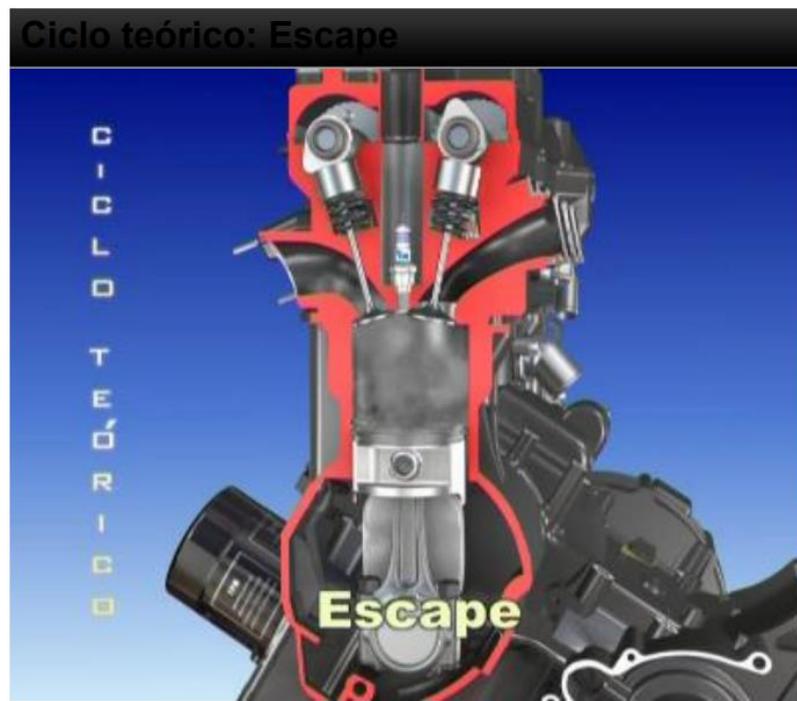
Nota. Adaptado de *Motores*, (p. 103), por BlackCat Network, S.L., 2019, <http://www.blackcatnw.com>

Escape: Después de la combustión, el pistón asciende nuevamente, empujando los gases de escape hacia el exterior a través del par de válvulas de escape abiertas. Una vez completada esta fase, el ciclo vuelve a la fase de admisión, y el proceso se repetirá iniciando el funcionamiento del motor. “Con el pistón en el PMI se abre la válvula de escape y los gases

quemados que se encuentran a una presión de 5 a 7 bares y una temperatura alrededor de los 600°C, salen de forma espontánea por el conducto de escape, hasta que el interior del cilindro queda a la presión atmosférica y a la temperatura normal de funcionamiento del motor” (BlackCat Network. 2019). En este punto (PMS) el cigüeñal habrá completada la segunda vuelta con un giro de 720° como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Tiempo de escape del cilindro uno



Nota. Adaptado de *Motores*, (p. 104), por BlackCat Network, S.L., 2019, <http://www.blackcatnw.com>

Este ciclo de cuatro tiempos es fundamental para el funcionamiento de los motores de combustión interna, ya que permite la conversión de la energía química contenida en el combustible en energía mecánica, que impulsa el vehículo.

Por lo tanto, el motor QG15 de Nissan sigue el ciclo de cuatro tiempos, que es el ciclo predominante en los motores de gasolina utilizados en la industria automotriz.

2.2.1.2 Gestión del motor.

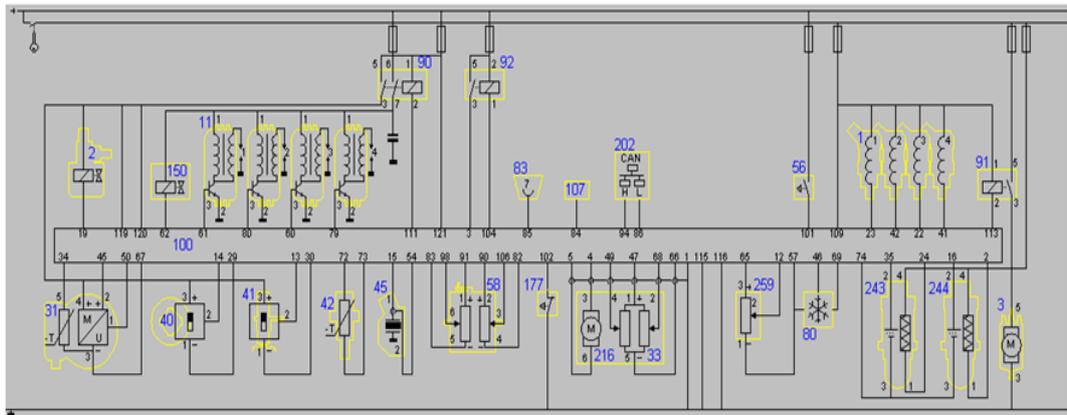
En los vehículos modernos, la Unidad de Control Electrónico (ECU por sus siglas en inglés en términos generales), conocida también como computadora del motor, es la parte esencial del sistema de gestión del motor. Controla varios aspectos del funcionamiento del motor, como la mezcla de aire y combustible, el tiempo de encendido, temperatura de trabajo del motor, el control de emisiones y otros sistemas relacionados.

La gestión del motor en un vehículo con el modelo QG15 de Nissan se lleva a cabo mediante la ECCS (Sistema electrónico concentrado de control electrónico) (Nissan, 2003) es la computadora encargada de, como ya se mencionó antes, controlar varios aspectos del funcionamiento del motor para lograr un rendimiento óptimo en términos de eficiencia, potencia y emisiones.

La gestión del modelo QG15 funciona, como en un vehículo en general, gracias a los componentes electrónicos llamados sensores, los que miden condiciones físicas del entorno comprometidos en el para el funcionamiento del motor en el vehículo. En consecuencia de esas condiciones físicas como de altitud, temperatura de motor, temperatura del aire, velocidad de rotación del cigüeñal, vibración del monoblock, porcentaje de oxígeno en los gases de escape, porcentaje de apertura del obturador y masa de aire que ingresa al múltiple de admisión la ECCS los procesa con sus algoritmos pre establecidos para activar condiciones de trabajo de los accesorios llamados actuadores como por ejemplo: activación de bobina de encendido, tiempo de activación de inyectores, adelanto de encendido, activación de ventiladores, entre otros con la finalidad de mantener el performance del motor QG15.

Figura 5

Diagrama eléctrico de la gestión electrónica del motor QG15 Nissan



Nota. Adaptado de *Nissan Almera (N16)* (Gestión del Motor), por Vivid WorkshopData ATI-10.2

Señales de entrada: La ECCS recopila información de una variedad de sensores ubicados en diferentes partes del vehículo. Estos sensores monitorean aspectos como la temperatura del motor, la posición del acelerador, la velocidad del vehículo, la posición del cigüeñal, apertura de válvulas, la concentración de oxígeno en los gases de escape, entre otros.

Procesamiento de datos: La ECCS procesa los datos recibidos de los sensores y utiliza algoritmos y mapas pres programados para tomar decisiones en tiempo real sobre cómo operar el motor. Esto incluye determinar la cantidad de combustible que debe inyectarse en los cilindros, el momento en que debe ocurrir la chispa de encendido, la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape, y otros parámetros esenciales.

Control de la mezcla aire-combustible: La ECCS ajusta continuamente la cantidad de combustible que se inyecta en los cilindros en función de la cantidad de aire que ingresa. Esto asegura una mezcla aire-combustible adecuado para una combustión eficiente y un bajo nivel de emisiones.

Control del encendido: La ECCS determina el momento óptimo para la chispa de encendido, lo que influye en el momento en que la mezcla comprimida se inflama. Esto afecta directamente el rendimiento del motor y la eficiencia del combustible.

Control de emisiones: La ECU monitorea y ajusta diversos sistemas para garantizar que las emisiones contaminantes se mantengan dentro de los límites legales. Esto puede incluir el control del recirculador de gases de escape, la monitorización de los niveles de oxígeno en los gases de escape y otras funciones relacionadas.

Adaptación: La ECCS también es capaz de adaptarse a cambios en las condiciones de operación, como la altitud, la temperatura ambiente y la calidad del combustible, para mantener un rendimiento constante y eficiente en diferentes situaciones.

En resumen, la gestión del motor en un vehículo con el motor QG15 implica una serie de procesos de recopilación de datos, toma de decisiones y ajustes en tiempo real para optimizar el funcionamiento del motor en términos de rendimiento, eficiencia y emisiones. Cabe destacar que las especificaciones y características exactas pueden variar según el año de fabricación y el modelo del vehículo.

Sensores del sistema de control electrónico ECCS (MECÁNICA.INFO, 2021).

- Sensor medidor de flujo de aire (MAF)
- Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)
- Sensor de posición de la mariposa (TPS)
- Sensor de efecto Hall /MRE en el árbol de levas FASE (CMP)
- Sensor de efecto hall /MRE en el cigüeñal POS (CKP)
- Sensor de velocidad del vehículo
- Sensor de temperatura de refrigerante de motor (ECT)

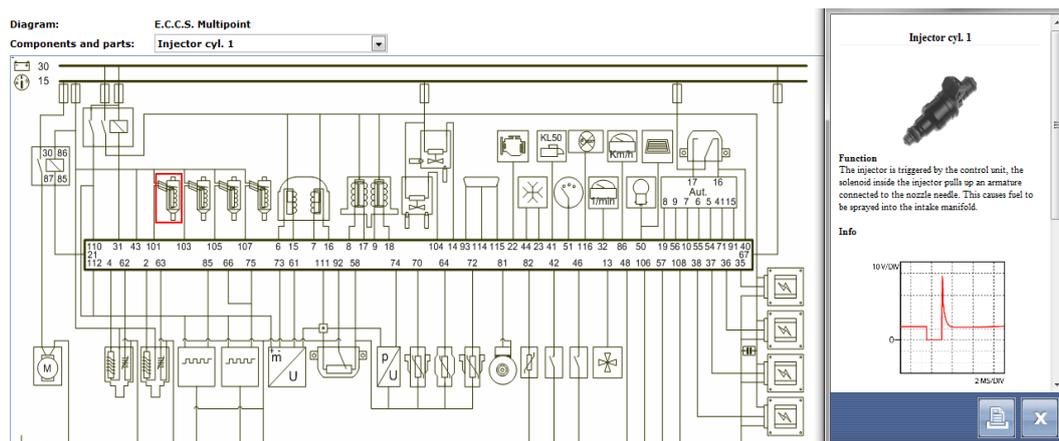
- Sensor de cascabeleo (KS)
- Sensor de posición del pedal de acelerador (APP)
- Sensor de oxígeno (O2)

2.2.1.3 Sistema de combustible del motor Nissan QG15.

En concordancia con el manual de mecánica del motor Nissan QG15DE (MECÁNICA.INFO, 2021), este utiliza un sistema de inyección de combustible controlado electrónicamente, conocido como ECCS. Este sistema de inyección electrónica se encarga de suministrar la cantidad adecuada de combustible al motor en función de las necesidades de funcionamiento, garantizando una mezcla óptima de combustible y aire para una combustión eficiente y reducción de emisiones. Utiliza un sistema de inyección de combustible multipunto, lo que significa que hay un inyector de combustible para cada cilindro del motor. La cantidad de combustible inyectada está determinada por el ECCS, que ajusta la duración de los pulsos eléctricos enviados a los inyectores.

Figura 6

Identificación del inyector de combustible en el diagrama de gestión electrónica.



Nota. Adaptado de Nissan Almera 1.5i, (Electronics, Engine management), por Vivid Tolerance Data 2009.2 Open versión.

El sistema de combustible incluye componentes como la bomba de combustible, el filtro de combustible, los inyectores de combustible y el regulador de presión de combustible. La bomba de combustible se encarga de suministrar la gasolina desde el tanque al sistema de inyección, mientras que el filtro de combustible se encarga de eliminar impurezas y partículas de la gasolina antes de que llegue a los inyectores.

Es importante destacar que el motor QG15 puede funcionar con diferentes tipos de combustible, como gasolina sin plomo o gas licuado de petróleo, dependiendo de las especificaciones y requerimientos del vehículo en el que está instalado.

2.2.1.4 La gasolina como combustible.

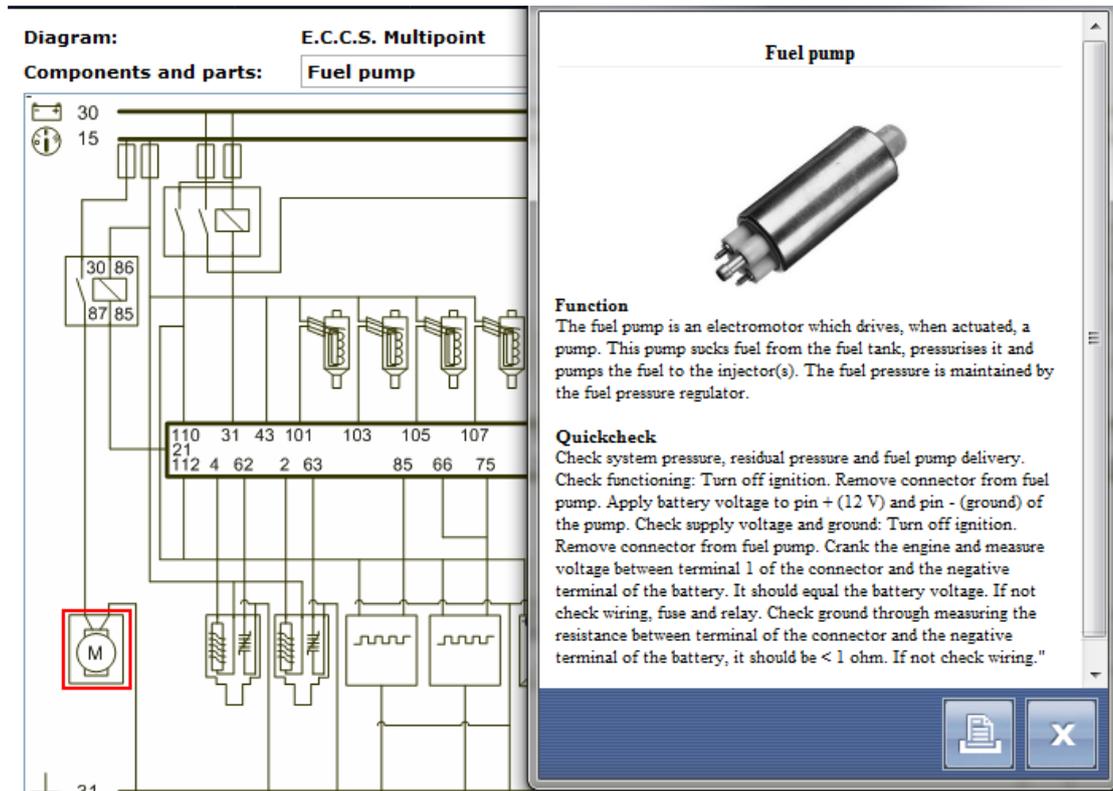
Hasta antes de marzo del presente año 2023 se expendía en nuestro país cinco tipos de gasolina o gasohol, este último para llamarlo con mayor precisión, que eran: Gasohol de 84 octanos, Gasohol de 90 octanos, Gasohol de 95 octanos, Gasohol de 97 octanos, Gasohol de 98 octanos, según informe de Mitsubishi motors del Perú (2022). Pues justamente el octanaje fue la característica que diferenciaba a estos combustibles.

De acuerdo con el canal PERFORMANCE CUSTOMS de YouTube especifica que “el octanaje es la resistencia que tiene un combustible a encender bajo presión” y el autor del canal sigue aclarando que es muy importante tomar en cuenta estos datos para suministrarlo en un motor. Comenta el autor que la gasolina a usar va a depender mucho del grado de compresión ya que esto se traduce en alto rendimiento del motor. La alta compresión hace que la colisión de las moléculas de la mezcla aire combustible en el cilindro del motor sea muy violenta, aumentando el calor en la cámara de combustión, lo que provocaría la auto detonación de la mezcla antes del terminar la fase de compresión, desde luego esto es contraproducente para los mecanismos del motor. Para evitar este fenómeno, los elaboradores del gasohol agregan en sus fórmulas, aditivos antidetonantes en cada tipo de combustible antes mencionado logrando

controlar la auto detonación, es decir, aumentan el octanaje a sus combustibles para el buen funcionamiento del motor de alto rendimiento.

Figura 7

Bomba de gasolina en el circuito eléctrico de la gestión electrónica del motor.



Nota. Adaptado de *Nissan Almera 1.5i*, (Electronics, Engine management), por Vivid Tolerance Data 2009.2 Open versión.

La gasolina es el combustible con el que trabaja el motor QG15 tiene una relación de compresión de 14.7 partes de aire por 1 de gasolina, lo que lo hace un motor de alta compresión y de acuerdo a estas características usa el tipo de gasolina que hasta marzo del presente año se identificaba como gasolina de 95 octanos y que desde entonces se llama gasolina Premium, esto significa que el mercado ofrece también otro tipo de gasolina.

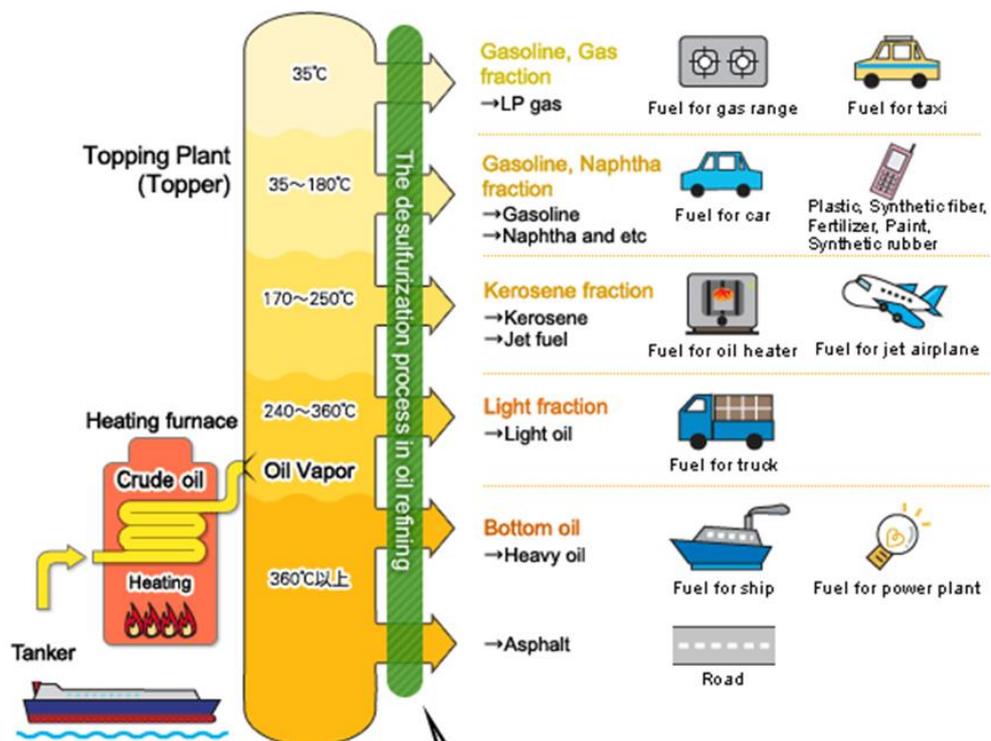
2.2.2 Gas licuado de petróleo GLP

El Gas Licuado de Petróleo (GLP), dice la Petroperú, “es mezcla balanceada de hidrocarburos volátiles, principalmente propano y butano”.

En Petroperú S.A. obtenemos el GLP de la destilación del petróleo crudo en la Refinería Talara. Para ello cumplimos con todas las especificaciones de calidad de la Norma Técnica Peruana NTP 321.007 y con el estándar internacional de calidad ASTM D 1835 de la American Society for Testing and Materials.

Figura 8

Destilación del GLP



Nota. Adaptado de ¿Qué es el GLP y por qué usarlo? [Grafico], Lo gas Perú, setiembre de 2013, Lo

Gas del Perú S.A.C. https://logasperu.files.wordpress.com/2012/09/oil_ref.gif

Estos estándares de calidad son esenciales para garantizar que el GLP producido sea seguro y cumpla con los requisitos de rendimiento. La NTP 321.007 establece los requisitos

específicos de calidad que deben cumplirse en el mercado peruano, mientras que el estándar ASTM D 1835 es un estándar internacional ampliamente reconocido para el GLP.

Estas medidas de calidad son importantes para garantizar la seguridad de los usuarios finales que utilizan GLP para diversas aplicaciones, como calefacción, cocina y vehículos. Además, aseguran que el producto cumple con los estándares ambientales y de seguridad necesarios.

En concordancia con las especificaciones técnicas para el gas licuado de petróleo de uso automotriz publicado por Petroperú actualizado al 2019. El RON (Research Octane Number) de GLP es de un mínimo 97 octanos, característica similar al de la gasolina o gasohol 97 octanos, hoy llamado Premium, según Decreto Supremo 006-2022-EM publicado el 22 de junio de 2022 que modifica al Decreto Supremo N° 014-2021-EM. (Mitsubishi Motors, 24 noviembre 2022), corroborado también el diario El Peruano en línea.

Los diferentes vehículos cuyos motores a gasolina o gasohol Premium que equivale al RON mínimo de 97 del GLP descrita en el párrafo anterior, son convertidos a GLP y sistema dual gasolina-GLP en automóviles, tractores, ómnibus y camiones, empleados estos, en diferentes actividades de transporte personal e industrial mejorando la productividad de estos.

Es cierto que la conversión de vehículos a gas licuado de petróleo (GLP) y la implementación de sistemas duales de gasolina-GLP en automóviles, tractores, ómnibus y camiones pueden tener varios beneficios significativos en términos de eficiencia y sostenibilidad en el transporte personal e industrial. Algunos de los beneficios clave incluyen:

1. Económicos: en nuestro país. El GLP es más económico que la gasolina o el diésel, lo que puede llevar a ahorros sustanciales en el costo de combustible, especialmente para flotas de vehículos utilizados en actividades de transporte industrial.

2. Menor emisión de contaminantes. La combustión de GLP tiende a producir menos emisiones de contaminantes atmosféricos en comparación con la gasolina o el diésel, lo que contribuye a una mejor calidad del aire y a la reducción de la huella de carbono.

3. Menor desgaste del motor. El GLP tiende a ser un combustible más limpio en términos de residuos y depósitos, lo que puede resultar en un menor desgaste del motor y una vida útil más larga.

4. Versatilidad. Los sistemas duales permiten a los conductores alternar entre GLP y gasolina según sea necesario, lo que puede ser beneficioso en áreas donde el acceso a GLP puede ser limitado.

5. Reducción de la dependencia del petróleo. Utilizar GLP como combustible alternativo puede ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y diversificar la fuente de energía en el sector del transporte.

6. Cumplimiento de regulaciones. En muchos lugares, los vehículos que funcionan con GLP pueden estar sujetos a regulaciones menos estrictas en términos de emisiones y cumplimiento ambiental, lo que puede simplificar los procesos de cumplimiento normativo. Esta es una de las razones por lo que se recuperan muchos vehículos carburados o con problemas de gestión electrónica.

Es importante destacar que la conversión a GLP y el uso de sistemas duales deben realizarse siguiendo las regulaciones y estándares de seguridad pertinentes, y es fundamental contar con profesionales capacitados para llevar a cabo estas conversiones de manera segura y efectiva.

En resumen, la adopción de GLP y sistemas duales ahora es una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en el transporte personal e industrial, al tiempo que se obtienen beneficios económicos y ambientales significativos.

Figura 9

Tabla de especificaciones técnicas de GLP

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A. 

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO		COMBUSTIBLE		Fecha efectiva: Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO		MEZCLA COMERCIAL PROPANO - BUTANO		Reemplaza edición de: Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO					
GAS LICUADO DE PETRÓLEO PETROPERÚ - USO AUTOMOTRIZ					
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO		
	MIN.	MAX.	ASTM	OTROS	
VOLATILIDAD					
Temperatura del 95 % de evaporado, °C		2.2	D-1837		
Presión de vapor a 37.8°C, KPa (psi)	793 (115)	1435 (208)	D-1267, D-2598, D-6897		
Presión de vapor a 0°C, KPa (psi)	152 (22)				
Densidad relativa ó gravedad específica a 15.6/15.6°C		Reportar	D-1657, D-2598		
MATERIAL RESIDUAL					
Residuo de evaporación de 100 mL, mL		0.05	D-2158		
Prueba de la mancha de aceite		Pasa	D-2158		
COMPOSICIÓN, % vol					
Hidrocarburos C ₂		Limitado por la presión de vapor			
Hidrocarburos C ₃		(b)			
Hidrocarburos C ₄		Limitado por la presión de vapor			
Hidrocarburos C ₅ y más pesados		2			
Hidrocarburos no saturados		Reportar			
Dienos (como 1,3 butadieno)		0.5			
Número de octano Research - RON	97			NTP 321.114 Anexo A	
CORROSIVIDAD					
Azufre total, ppm		140 (c)	D-6667		
Corrosión lámina de cobre, 1h, 37.8°C, N°		1	D-1838		
Sulfuro de hidrógeno		Pasa	D-2420		
CONTAMINANTES					
Agua libre		Nulo		Visual (d)	
Olor		Característico			
Humedad		Nulo	D-2713		
OBSERVACIONES:					
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.114 y con el estándar ASTM D-1835.					
(b) El contenido de propano de la mezcla deberá asegurar el cumplimiento de la temperatura del 95% evaporado.					
(c) Cuando se adiciona odorizante al producto, la determinación de azufre se hará después de dicho agregado.					
(d) Observación visual durante la determinación de la gravedad específica (ASTM D-1657).					

Nota. Adaptado de *Especificaciones técnicas de Petroperú* [cuadro] por Petroperú S.A. enero

2019, <https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/et-glp-automotriz.pdf>

2.2.2.1 Características técnicas.

Las características técnicas que se deben considerar para el uso, transporte y almacenamiento del GLP en concordancia con Petroperú y las fichas técnicas basado en la NTP 321.007 son los siguientes:

- Se almacena y transporta en estado líquido en tanques que lo mantienen bajo presión.
- Permanece en estado gaseoso a temperatura normal.
- No tiene color; es transparente en su estado líquido. La fuga es detectada por el olor a etil que los fabricantes le agregan como medida de seguridad.
- No tiene olor. Para detectarlo en caso de fuga se le agrega etil mercaptano, una sustancia de olor penetrante. Sin embargo, a diferencia de la gasolina, el motor que lo usa no emana humo cargado de gases con olor desagradable.
- Es muy inflamable. Cuando se escapa, se vaporiza y, ante una pequeña llama o chispa, se enciende violentamente.
- Presenta combustión limpia y eficiente, sin formación de humos, hollín o cenizas, por lo que genera reducidas emisiones tóxicas al medioambiente. Reduce un 35% de emisiones de óxido de nitrógeno, un 50% de monóxido de carbono y un 40% de hidrocarburos en comparación con las emisiones contaminantes de la gasolina. (Renault. 2019)
- Tiene elevado poder calorífico por unidad de peso y volumen. Esto es eficiencia térmica, que se explica en la capacidad de detonación controlada por el sistema de encendido, evitando detonaciones anticipadas o llamado también contra explosión en los cilindros.
- Presenta mínimo contenido de azufre. De esta manera evita la oxidación prematura de elementos mecánicos del motor.
- Permite máxima economía por ahorro en combustible y mantenimiento. En nuestro país, el costo del GLP es menor al de la gasolina Premium e inclusive menor a la gasolina regular, ventaja para el desarrollo económico de los usuarios.
- Su elevado octanaje (Research Octane Number), superior a 100, evita el molesto "pistoneo" del motor. En este punto los fabricantes verían su RON del GLP y estarán "entre 90 y 110 RON" (Renault. 2019)

- Permite una mayor duración del aceite lubricante. Esto significa que la reducción o eliminación de carbonilla en la cámara de combustión y accesorios como la punta de bujías y asientos de válvulas evita que se contamine el aceite del motor.
- Prolonga la vida útil del motor. Se observa que el motor con GLP tiene menor vibración en el funcionamiento que con gasolina, y se fundamenta por el ingreso de este de forma gasificada, mientras que la gasolina se pulveriza en la admisión.

2.2.2.2 Equipo del sistema GLP

El blog publicado por la empresa Renting Finders (s. f.) de Portugal, nos ayuda a identificar nuestro motor QG15 de Nissan, como un gasolinerero cuatro tiempos de diseño alternativo cuatro cilindros en línea, de combustión interna, encendido por chispa y de instalación transversal. Tomamos estas características del motor para seleccionar el equipo de GLP adecuado que pueda ser compatible con el funcionamiento del motor, además consideramos la gestión electrónica del motor, pues el QG15 cuenta con una ECU motor (ECCS) y por lo tanto el sistema GLP también tiene que estar en el nivel tecnológico que exige la marca de motor por lo que describiremos el equipo GLP adecuado.

Para selección del equipo adecuado del sistema GLP se consideró las tecnologías GLP de tercera generación y el equipo del sistema GLP con tecnología de quinta generación, los equipos de mayor factibilidad en el mercado de las conversiones. Destacados ambas generaciones se consideró la gestión electrónica del motor QG15 para seleccionar el adecuado, el equipo de quinta generación.

El sistema de alimentación de GLP seleccionado para la instalación al motor QG15 cuenta con los accesorios siguientes:

Tanque o depósito.

Es el accesorio en el que se carga el gas con capacidad de aguantar hasta 300 bares de presión (Autogas Jireh S. f.). Existen dos presentaciones más aceptables por el público, el tipo balón o cilíndrico, que es de preferencia para un sector del público usuario por el costo, está la otra opción tipo toroide, de mayor costo, pero preferido por otros, por la facilidad de ocupar el espacio asignado para la llanta de repuesto del auto.

Figura 10

Capacidades de carga por modelo de cilindro

DEPÓSITO TIPO CILÍNDRICO			DEPÓSITO TIPO TOROIDAL		
Volumen galones	Peso Kg	Dimensiones mm	Volumen galones	Peso Kg	Dimensiones mm
7	20	244 x 750	7	20	565 x 180
9	20	244 x 950	9	20	600 x 200
11	20	315 x 730	11	20	650 x 200
14	20	315 x 900	7	20	980 x 320
17	20	315 x 1100			
20	20	315 x 1300	DEPÓSITO TIPO CILÍNDRICO		
25	20	360 x 1225	Volumen galones	Peso Kg	Dimensiones mm
			7	20	980 x 320

Este tanque está construido de plancha de acero de 3 mm de espesor, con unión de soldadura, soporta hasta 8.3 bar de presión, se construyen el modelo cilíndrico, el modelo lenteja y el modelo toroide. Su durabilidad está calculada para 10 años, concluido el tiempo estimado, se recomienda cambio para continuar con el sistema GLP.

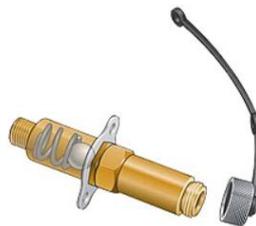
Válvula de llenado (toma de carga).

“La válvula de toma de carga es una válvula de bronce con doble tipo de cierre (resorte y check) el cual permite el cierre hermético del GLP” (Autogas Jireh. s.f.). Estas válvulas son componentes esenciales en la manipulación segura de GLP y se diseñan para asegurar un cierre hermético y evitar fugas de gas por que ofrecen: 1. El material de construcción es bronce, una opción común para aplicaciones que involucran gases o líquidos a presión y es un material duradero y resistente a la corrosión. 2. El doble tipo de cierre es una característica importante

para garantizar un sellado hermético. El cierre de resorte se utiliza para aplicar una fuerza constante para mantener la válvula cerrada en condiciones normales. El cierre de tipo "check" actúa como una válvula de retención para evitar que el gas escape en caso de un aumento repentino de presión. 3. La capacidad de cerrar herméticamente es crítica en sistemas de GLP para evitar fugas de gas, lo que podría ser peligroso y llevar a riesgos de incendio o explosión en caso de fugas violentas del gas. 4. Las válvulas de toma de carga en sistemas de GLP también suelen contar con características de seguridad adicionales, como dispositivos de alivio de presión para proteger el sistema en caso de sobrepresión. 5. Las válvulas utilizadas en sistemas de GLP cumplir con normativas y estándares de seguridad específicos para garantizar la protección del público y del medio ambiente.

Figura 11

Válvula de llenado



Nota. Adaptado de *¿Cómo funciona un sistema GLP?* [Imagen], por Blog Mecánicos, enero 2017,

http://www.blogmecanicos.com/2017/01/como-funciona-un-sistema-glp_26.html

En resumen, la válvula de toma de carga es un componente esencial en la infraestructura de almacenamiento y distribución de GLP, su diseño con un doble tipo de cierre y la capacidad de un cierre hermético son fundamentales para garantizar la seguridad en la manipulación de este gas inflamable.

Figura 12

Vista real de la toma de carga



Nota. Tomado de *Accesorios GLP* [foto], por Corporación Todo Gas S.A.C, 2022,

<https://todogas.pe/producto/toma-de-carga-glp-brc/>

Esta válvula, por lo general está ubicado en el tapón de llenado de la gasolina, pero también dependiendo de las condiciones de ubicación del tanque y del vehículo se le suele colocar externamente al tapón y muy cerca al depósito. La ubicación de este tiene que tener seguridad contra golpeteo y vibraciones excesivas que podrían deteriorar los puntos de conexión ya que las cañerías conectadas entre la válvula de abasto y el depósito son de aleaciones de cobre, es decir, son rígidos hasta cierto punto.

Válvula de cilindro o multiválvulas.

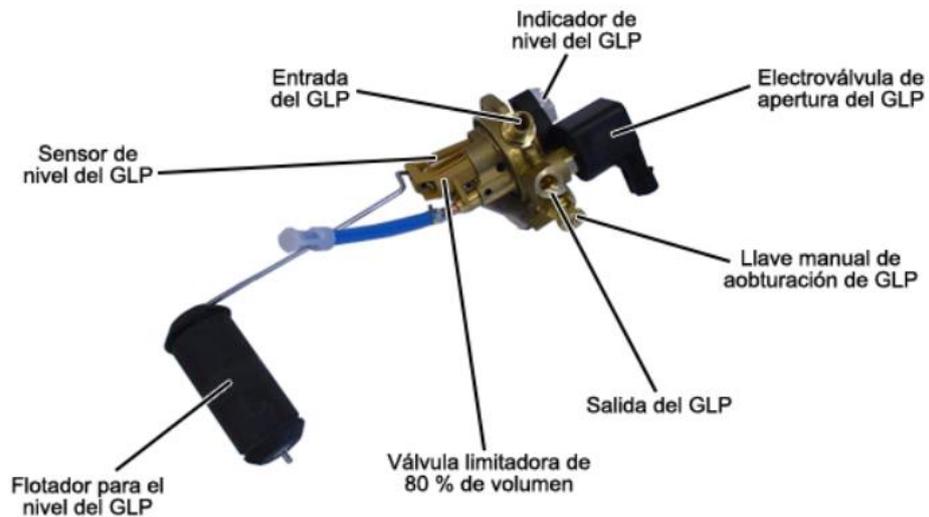
“La válvula de cilindro es una válvula de aleación de bronce que puede resistir la sobre presión de hasta 55 BARES y brinda la mayor seguridad al usuario” (Autogas Jireh. s.f.) que conecta a la válvula de abasto. Es otro componente crítico en la gestión segura de gases comprimidos como el GLP. Su construcción de aleación de bronce, es común en aplicaciones donde se necesita resistencia a la corrosión y durabilidad, adecuada para entornos que involucran gases a presión. La válvula está diseñada para soportar presiones significativamente más altas que las condiciones normales de funcionamiento, lo que proporciona una capa

adicional de seguridad. El diseño cumple con las regulaciones estándares de seguridad por lo que evita fuga del gas comprimido garantizando la protección del usuario de intoxicación o explosión.

Se llama también multiválvulas porque está compuesto por otra “válvula electromagnética gobernada” (ATDautodiagnosis. 2019) por la ECU del sistema GLP, el que será activado cuando el gasificador haya alcanzado la temperatura programada para el cambio de combustible de gasolina a gas. Está conectado justamente al cuerpo gasificador o también llamado reductor, por una cañería de bronce, a través del cual el gas se transporta desde el tanque hacia el reductor.

Esta multiválvulas también cuenta con un tornillo de apertura o ajuste manual que se usa para bloquear el paso de gas hacia toda la instalación del sistema de GLP, usado siempre en caso de emergencias por fuga de gas.

La válvula de alivio o “sobrepresión” (ATDautodiagnosis. 2019) está ubicado en el cuerpo multiválvulas y su función es dejar escapar el gas hacia la atmósfera en el caso de que la presión en el tanque aumente ya sea por abastecimiento o cambio de temperatura en el depósito. Esta válvula está conectado a un sensor de aforo o nivel de combustible el que está conectado a un indicador en el tablero del vehículo para la vigilancia del conductor.

Figura 13*Válvula de cilindro o multiválvula*

Nota. Adaptado de *¿Cómo funciona un sistema GLP?* [Imagen], por Blog Mecánicos, enero 2017, http://www.blogmecanicos.com/2017/01/como-funciona-un-sistema-glp_26.html

La válvula de cilindro de aleación de bronce está diseñada para brindar una alta resistencia a la sobre presión y una seguridad máxima al usuario. Su capacidad para resistir presiones de hasta 55 bares es un indicativo de su robustez y capacidad para manejar situaciones inusuales de alta presión, lo que es crucial para garantizar la seguridad en la manipulación de gases comprimidos como el GLP.

Reductor-Evaporador.

El evaporador es un accesorio diseñado para reducir la presión del GLP que viene desde el depósito a través de cañerías o mangueras para abastecer el riel de inyectores. El GLP está almacenado en el depósito en estado líquido, a una presión de alrededor 13 bar que luego baja en las cañerías por alrededor de 7 a 10 bares. El reducto dejará pasar el gas a través de un conducto regulado hacia la cámara reductora, bajando bruscamente la presión hasta 1 bar para los inyectores. Este cambio abrupto de presión provoca el enfriamiento del cuerpo evaporador, por lo que cuenta con otra cámara de regulación de temperatura. Para ello cuenta con una

entrada y salida para adaptarlo al circuito de refrigeración del motor. El refrigerante caliente regulará la temperatura del Reducto.

El cuerpo reductor también tiene incorporado en la entrada de alta presión, una electroválvula también gobernada por la ECU del sistema GLP. Su activación dependerá de la información del sensor de temperatura de refrigerante en el cuerpo del reductor.

Figura 14

Reductor-evaporador (gasificador)



Nota. Adaptado de *¿Cómo funciona un sistema GLP?* [Imagen], por Blog Mecánicos, enero 2017,

http://www.blogmecanicos.com/2017/01/como-funciona-un-sistema-glp_26.html

Internamente tiene una membrana conectada al múltiple de admisión. El vacío activará la válvula de paso de gas, a través de esta, permitiendo la regulación de la alimentación de gas en relación a la exigencia del motor. “tener en cuenta que a ralentí es cuando hay máximo vacío, por lo tanto, mínimo paso de gas y la plena carga, presión atmosférica, por lo tanto, máximo paso de gas” (ATDautodiagnosis. 2019).

Inyectores.

Los inyectores son accesorios eléctricos o electroválvulas de activación electrónica que se encargan de alimentar de gas al motor. Su activación está en torno al estado de funcionamiento del motor, a mayor revolución del motor la ECU del sistema de GLP regulará el tiempo de apertura y la velocidad de inyección del mismo, de acuerdo al orden establecido por la ECU del motor.

Figura 15

Riel de inyectores, inyectores y acoples del GLP



Nota. Tomado de *Accesorios GLP* [foto], por Corporación Todo Gas S.A.C, 2022,

<https://todogas.pe/producto/toma-de-carga-glp-brc/>

Los inyectores están encajados en un riel, conectados al reductor por una manguera, el cual alimenta de gas a los inyectores a una presión de alrededor de 1 bar. Cada inyector está conectado a cada colector del múltiple de admisión por medio de una manguera y un niple, cada niple está adaptado con proximidad al inyector original, es decir, al inyector de gasolina.

Conmutador.

Este es un accesorio electrónico de control que también está gobernado por la ECU del sistema GLP, para activar las válvulas solenoide: en la multiválvulas y el reductor. Su accionamiento automático será de acuerdo a la configuración de la ECU del sistema GLP, tiene que ser de acuerdo a los datos de temperatura del refrigerante de motor cuya señal será captado por un sensor instalado en el cuerpo del reductor. Esta válvula abre el paso del gas para la reducción de su presión y se derive a los inyectores.

Figura 16

Conmutador de gasolina a gas



Nota. Tomado de *GLP y Repuestos* [foto], por FV Friedrich-Naumann, s.f.,

<https://todogas.pe/producto/toma-de-carga-glp-brc/>

El conmutador también sirve para activar la válvula solenoide de forma manual, a voluntad del usuario, así podrá encender el motor directamente con gas. Se instala en la cabina del conductor, específicamente en el tablero de control al lado del conductor.

Cañerías.

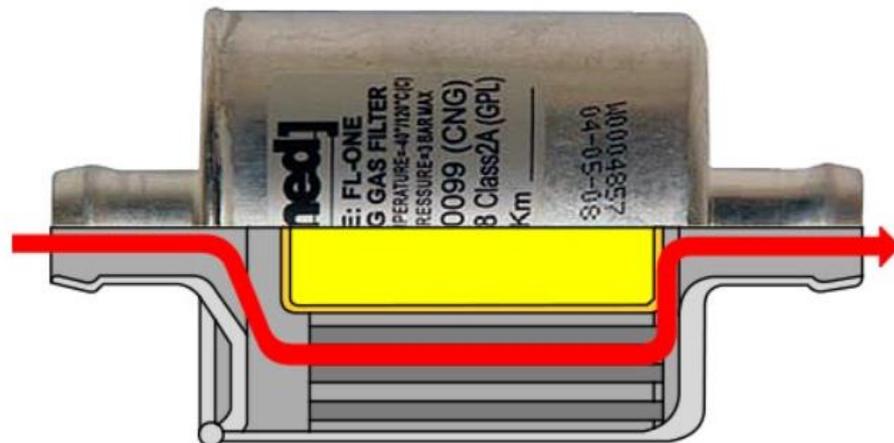
El sistema GLP está dividido en dos circuitos: el circuito de presión alta y el circuito de baja presión, cada uno se caracteriza por tener cañerías especiales para cada condición de trabajo.

El circuito de alta presión soporta entre 7 y 10 bar de presión por lo que las características de construcción de las cañerías tienen que ser el triple de resistentes para evitar fugas y fisuras en los puntos de conexión. En este caso encontraremos mangueras de alta presión y cañerías de bronce, ambas con ventajas particulares pero aceptables por su durabilidad y resistencia a las vibraciones e inclemencias del ambiente. Están conectados entre la multiválvulas del depósito y el reductor, en ambos extremos conectados con niples apropiados y ajustados para la alta presión. En esta sección encontraremos también un filtro de papel para proteger las válvulas del reductor.

El circuito de baja presión soportará hasta 1 bar y es el que conecta desde el reductor hasta los inyectores de gas. En esta sección encontraremos un filtro que liberará impurezas del gas para que llegue limpio a los inyectores.

Figura 17

Filtro de gas



Nota. Adaptado de *¿Cómo funciona un sistema GLP?* [Imagen], por Blog Mecánicos, enero 2017, http://www.blogmecanicos.com/2017/01/como-funciona-un-sistema-glp_26.html

Este circuito también tiene en su tramo al sensor MAP dentro de una caja integrado con un sensor de presión y sensor de temperatura de gas. Accesorios muy importantes para la gestión de la alimentación del gas al motor.

Figura 18

Caja multisensorial de GLP: Temperatura, presión, MAP



Nota. Tomado de *GLP y Repuestos* [foto], por FV Friedrich-Naumann, s.f.,

<https://todogas.pe/producto/toma-de-carga-glp-brc/>

ECU del sistema GLP.

La ECU o centralita del sistema GLP gestiona o gobierna la alimentación del gas hacia el motor. Su gestión depende de las señales eléctricas que recoge de los sensores de temperatura del refrigerante en el reductor, sensor de temperatura del gas de baja presión, sensor de presión de gas, sensor MAP, señal rpm y señal de inyección de la ECU motor. Los datos recibidos son procesados para activar los tiempos de inyección de gas.

Figura 19

ECU, gestor electrónico de GLP



Nota. Tomado de *4CYL CNG Kit: AEB MP48, Tomasetto AT-12, Valtek 30 - 250HP* [foto], por LPGShop, <https://lpgshop.co.uk/4cyl-cng-kit-aeb-mp48-tomasetto-at-12-valtek-30-250hp/>

La ECU del sistema GLP es un sistema electrónico alimentado por 12 V desde la batería del motor, sin embargo, procesa datos o señales de 5 V, su circuito interno cuenta con fuentes reguladores de tensión de 5 V.

El sistema requiere de un software que permita la activación del sistema GLP en el que se configurarán los parámetros de acuerdo a la clasificación del motor, considerará cilindrada del motor, orden de inyección, número de cilindros, temperatura de trabajo, entre otras consideraciones. Estas características definirán el kit adecuado para la instalación de sistema GLP adecuado al motor.

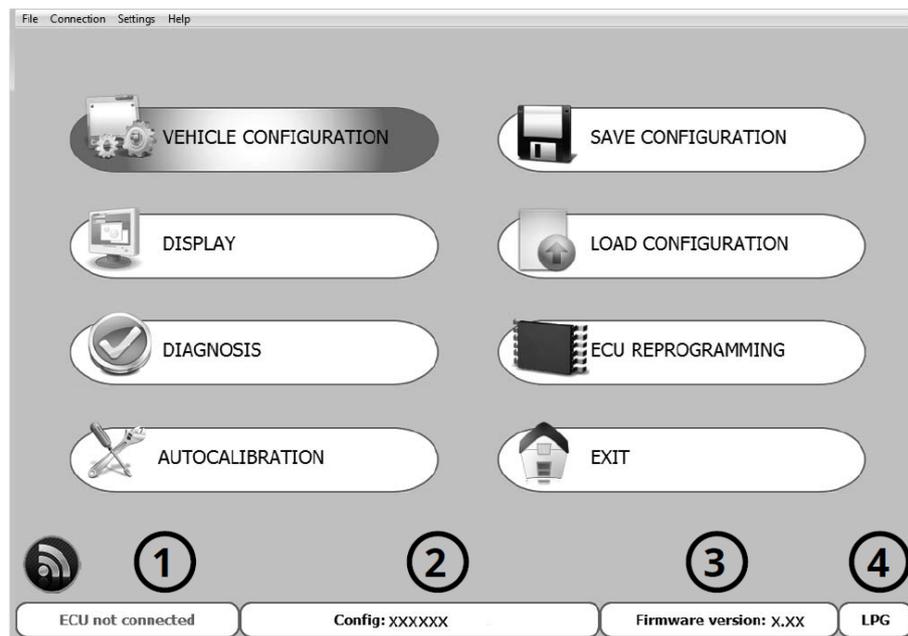
2.2.2.3 Configuración o calibración en el software

El software permite calibrar condiciones de activación automática del gas cuando las condiciones configuradas estén en conformidad con las señales que la ECU del sistema GLP reciba de sus sensores y señales del sistema del motor adicional captados desde los inyectores, bobinas de encendido y sensor de oxígeno.

Cada fabricante diseñará un software de calibración, por lo tanto, también tendrán un manual de parámetros de calibración de acuerdo a las características del motor, como ya se dijo. Por lo general los entornos de configuración son amigables, debe tener en cuenta siempre contar con las especificaciones técnicas requeridas para configurar un motor.

Figura 20

Entorno virtual de configuración de GLP



Nota. Tomado de *AEB2001Injection Control Unit N* [captura], por A.E.B. Alternative Fuel Electronics, s.f.

La característica principal de todas las ECU del sistema GLP es plug and play, porque, una vez instalada el sistema, debe reconocer inmediatamente los accesorios y el entorno debe

mostrar los datos a bordo, en funcionamiento. De no ser así, se debe revisar nuevamente las conexiones eléctricas y volver a encender el motor.

Otra característica es, que los entornos tienen una pre configuración llamada configuración automática, que mostrará específicamente datos en funcionamiento. Esto porque se elige el Kit adecuado para el motor.

Figura 21

Vista de ventana de cambio de combustible

Change-over	Fuel type	LPG	Inj.	Sequential
Lambda	Injectors			
Sensors	<input type="checkbox"/> Type of revolution signal	Standard	Reducer	0,95 bar
Map	Ignition type	Two coils	No. of cylinders	4 cylinders
Gas/petrol	<input type="checkbox"/> Valvetronik <input type="checkbox"/> Start & Stop <input type="checkbox"/> MultiAir			Note
Modify carb.	Type of change-over	In acceleration		
Emissions	Revs. threshold for change-over	1600 rpm		
Adjustments	Overlapping time	0 s		
	<input type="checkbox"/> Start on gas with hot engine			
	Reducer temperature for change-over	30 °C		
	Change-over from petrol-gas delay	30 s		
	<input type="checkbox"/> Switching to petrol for low gas temperature			
	Emergency starts allowed	0 / 255		
	Num. of inj. between cylinders change over	0		
				ATTENTION Do not disconnect the pump and do not run low on petrol!
				Reset start
				Reset ecu
	Revs	0 rpm	Tinj.gas	0,00 ms
	T.gas	n.a. °C	Tinj.petrol	0,00 ms
	T.reduc.	n.a. °C	Press.gas	n.a. bar
			MAP	n.a. bar
			Lambda	n.a. V
			Lambda 2	n.a. V
			Sensor AEB025	OBD status

Nota. Tomado de AEB2001 Injection Control Unit N [captura], por A.E.B. Alternative Fuel Electronics, s.f.

Si tomamos el ejemplo de una marca en particular como la AEB Alternative Fuel Electronics (s. f.), podemos observar que es posible configurar las siguientes funciones:

- Estrategia de activación de inyección de gas (continua, secuencial)
- Selección del tipo de inyectores de gas que depende de las características de fábrica.

- Selección de señal rpm del motor.
- Modificación de presión de activación del reductor.
- Selección del tipo de bobina de encendido del motor. (COP, DIS, con distribuidor)
- Selección de número de cilindros del motor.
- Selección del sistema star y stop o Valvetronic o Multiaire.
- Selección del tipo de cambio de gas a gasolina, gasolina a gas o combinado.
- Selección de arranque directo a gas.
- Calibración de temperatura de cambio a gas.
- Cambio de retraso de gasolina-gas.
- Configuración del cambio a gasolina por variación de temperatura.
- Configuración de lambda de acuerdo a número de bancos.
- Configuración de sensores.
- Selección de protocolo de comunicación para diagnóstico y calibración.

Cada configuración iniciada se debe guardar en una base de datos para transferir la configuración cuando se tengo que instalar en un modelo de motor igual. Y en caso de que el cliente desconfigure la calibración.

**CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO DE APLICACIÓN
PROFESIONAL**

3.1 Finalidad

La finalidad del presente trabajo aplicativo es establecer la técnica adecuada de instalación de un sistema de GLP en el módulo didáctico motor QG15 como modelo para la preparación de técnicos competentes para la instalación o mantenimiento de vehículos híbridos y cubrir la demanda que el mercado ofrece en este rubro.

3.2 Propósito

El equipo del sistema GLP está instalado de tal manera que se pueda manipular y comprender la función que cumplen cada uno de los componentes. Cada componente está distribuido estratégicamente en el módulo, de acuerdo a su función, por lo tanto, afirmamos que la técnica de instalación logrará que el motor funcione adecuadamente, permitirá que se pueda establecer los parámetros adecuados a la exigencia del motor tomando en cuenta las características del mismo.

El módulo permitirá que los nuevos estudiantes puedan familiarizarse con la instalación del sistema GLP pues el diseño de distribución de accesorios es intuitivo tomando en cuenta que está dirigido a estudiantes de nivel avanzado de la carrera de mecánica automotriz.

El equipo GLP permitirá que los estudiantes puedan acceder configuración de los parámetros de la ECU del sistema GLP a través del puerto serial o sistema OBD II. Se ha estructurado las condiciones que facilitarán este proceso.

Los estudiantes conocerán los principios de funcionamiento de un sistema GLP de quinta generación utilizado para motores de inyección electrónica multipunto y secuencial característico de los vehículos modernos.

3.3 Componentes

El primer componente es el mantenimiento preventivo y correctivo del motor QG15 como módulo instructivo puesto que es necesario hacer pruebas de funcionamiento óptimo del motor en su estado original, es decir, que su funcionamiento con gasolina sea el requerido por el fabricante. El motor se afinó previa instalación del sistema GLP.

El segundo componente fue la selección del equipo del sistema GLP adecuado para el tipo de motor. El QG15 es un motor Nissan de combustión interna a gasolina, cuatro tiempos, transversal, de inyección electrónica multipunto, secuencial. Tomando en cuenta estas características, se seleccionó el kit compatible para el modelo.

El módulo didáctico del IESTPFFAA tiene instalado el equipo de gas de quinta generación apropiada para un motor de gestión electrónica.

La técnica de instalación y configuración quedan registradas en este trabajo aplicativo realizado por mi colega y yo. Está preparado para la capacitación de los estudiantes de mecánica automotriz, nivel avanzado.

La marca del sistema GLP utilizada es comercial en el mercado peruano, por lo que su mantenimiento o reparación será fácil.

3.4 Actividades

3.4.1 Instalación del sistema GLP

La instalación del sistema de gas licuado de petróleo en el módulo Motor QG15 del IESTPFFAA comenzó con la planificación de la distribución de accesorios, tanto actuadores como sensores, de acuerdo a las características funcionales de los mismos, utilizando las recomendaciones técnicas del fabricante para la seguridad funcional y reducción de riesgos de

accidentes. Se consideró utilizar EPP para el desarrollo de las actividades de instalación establecidos por normas de seguridad y salud ocupacional que rige por Ley.

3.4.1.1 Instalación de cilindro, válvula de abasto, válvula de cilindro.

El cilindro se instaló en la parte baja del soporte de motor acoplado a una plataforma adicional al soporte del módulo sujetado por pernos de $\frac{1}{2}$ " de diámetro con la capacidad de sostener el peso total, sin riesgo alguno. El montaje de la plataforma tiene el diseño para acople y desacople fácil para la carga de gas cuando lo necesite, ya este es parte de un módulo de instrucción y no es parte de un vehículo de libre circulación.

Las características de acople y desacople permitirán transportar el cilindro a los centros de abasto de GLP por lo que la válvula de carga está también instalada en la plataforma.

Figura 22

Preparación del depósito de gas (Tanque)



La válvula de cilindro está instalada en la cavidad del cilindro que permite controlar el abastecimiento, el sellado, fuga de emergencia por sobrecarga y cerrado manual del gas, de allí es llamado también multiválvulas o válvula multifuncional.

3.4.1.2 Instalación del reductor vaporizador (gasificador).

Este procedimiento consiste en ubicar el reductor vaporizador de GLP que sale a presión desde el tanque o depósito, para ello se le ubicó cerca al sistema de refrigeración del motor, específicamente, cerca al punto de abasto de refrigerante para el compresor de aire acondicionado.

Figura 23

Instalación de Reductor-vaporizador en el módulo “Motor QG15”



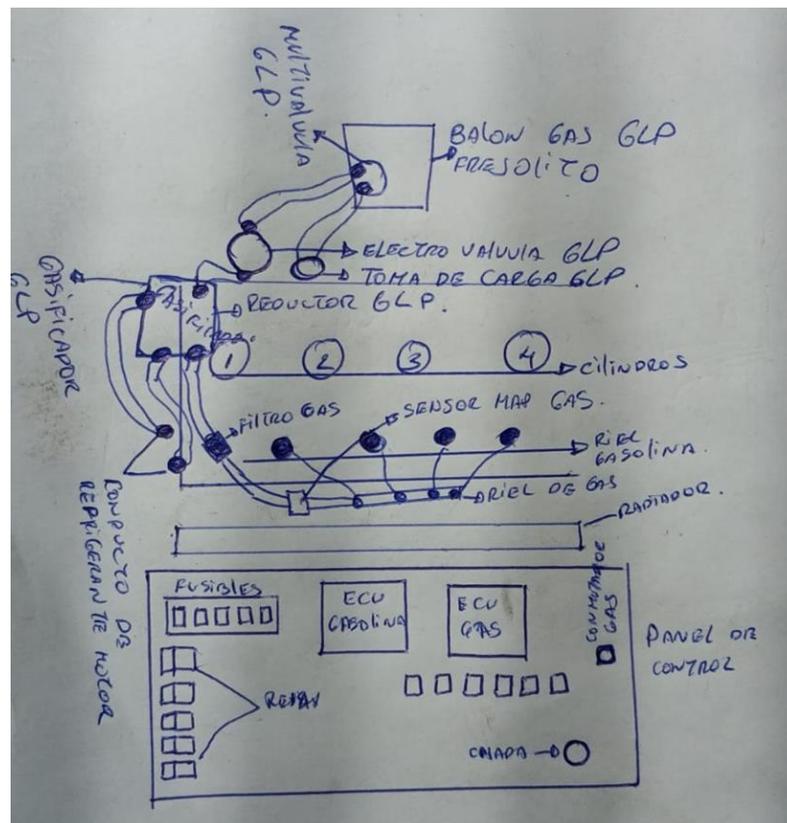
Esta conexión que atraviesa las chaquetas del reductor, permitirá aprovechar la temperatura del refrigerante del motor que, al calentarse, logre acelerar la gasificación del GLP y que de esta forma logre que los inyectores puedan dosificar la alimentación apropiada de gas al múltiple de admisión en reemplazo de la gasolina. La temperatura del refrigerante será la temperatura de trabajo del motor que alcanza temperaturas de entre 80 °C y 100 °C, definidos por el fabricante, deducibles también por las condiciones de trabajo y edad del motor.

La ubicación también está en relación a la altura del sensor MAP definido por el fabricante por lo tanto la planificación contó con un croquis de ubicación de componentes del

sistema de gas a mano alzada de vista superior, de acuerdo a la estructura o soporte modular del motor QG15.

Figura 24

Croquis a mano alzada de la distribución de accesorios GLP



Debemos recordar también que el reductor tiene una electroválvula controlada por la ECU del sistema de gas que permite el paso del gas comprimido del depósito a los inyectores, gracias al sensor de temperatura del refrigerante también instalado en el cuerpo del reductor, para el cambio automático de combustible cuando el refrigerante del motor conectado desde la manguera del motor llega a la temperatura suficiente que gasifique el GLP.

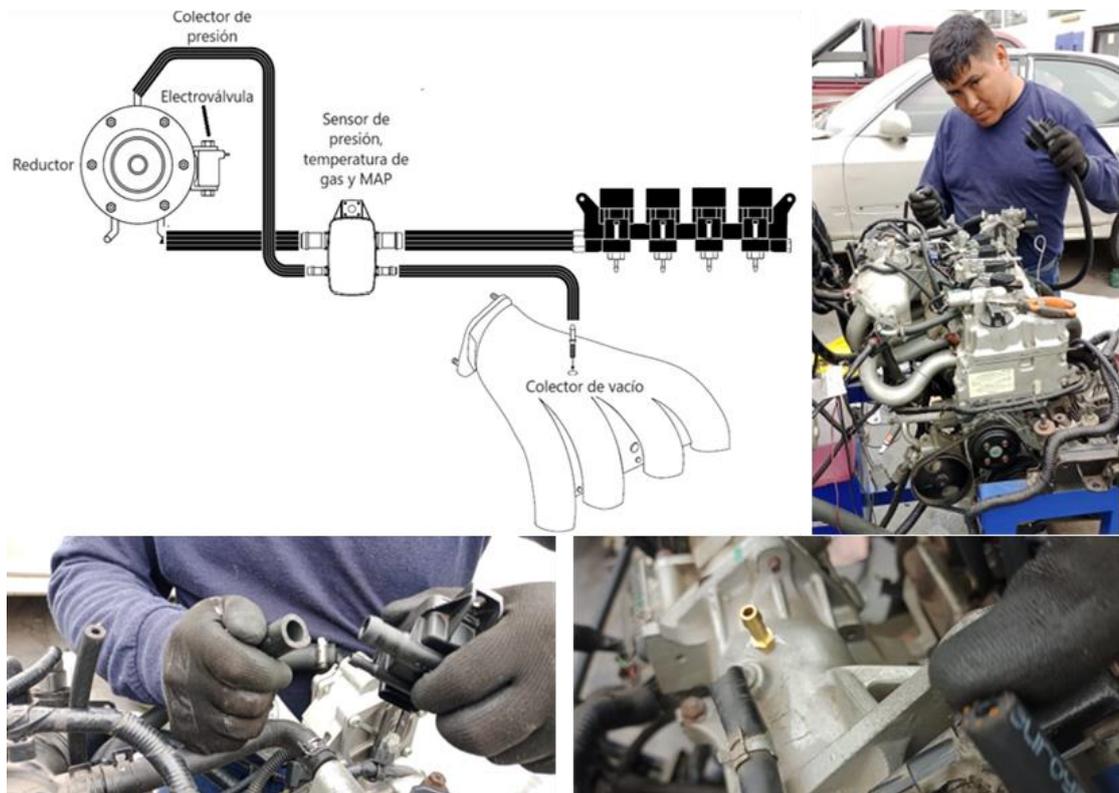
3.4.1.3 Instalación del sensor MAP.

El sensor MAP está incorporado en una caja o módulo junto con el sensor de presión y temperatura del gas, por lo que para su instalación, se consideró la especificación técnica del

fabricante que detalla ubicación en altura y modificación en el múltiple de admisión. En cuanto al múltiple de admisión se tuvo que perforar e instalar un niple en su superficie para colocar una manguera de vacío, y que de esta forma pueda activar el sensor MAP para que la ECU del sistema de gas dosifique la inyección del GLP. El módulo también cuenta con pase de gas hacia los inyectores, para lo cual se conectó con mangueras que unen el reductor con el módulo MAP y desde allí hacia los inyectores de tal forma que también active la presión y temperatura del gas.

Figura 25

Instalación del circuito de gas para el sensor MAP



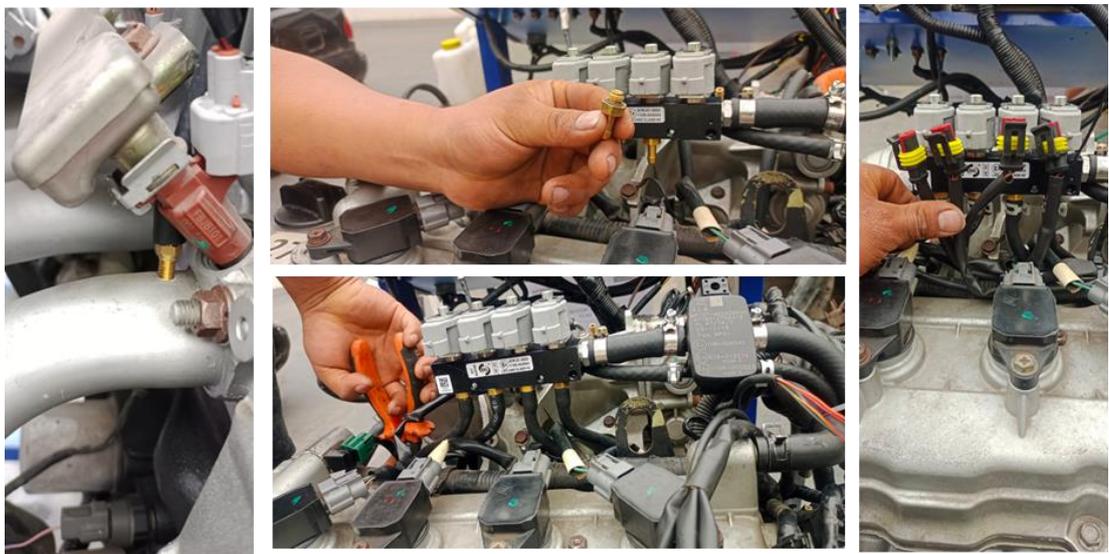
3.4.1.4 Instalación de inyectores del sistema GLP.

Para la instalación de inyectores se procedió ubicar el módulo de inyectores a la altura regulada para instalar las cañerías de inyección de gas. Para que el gas de los inyectores llegue al múltiple de admisión se perforó e instaló un niple por cada tentáculo del múltiple de admisión

cercano a cada cilindro del motor. Para que los niples tengan un cierre hermético en el múltiple de admisión se le pasó macho de roscar y de esta manera abrir hilos de rosca a la medida de los niples al igual que el vacío del MAP anteriormente instalado. El roscado garantiza cierre seguro de la inyección de GLP hacia el múltiple de admisión como lo mostramos en las imágenes siguientes.

Figura 26

Instalación de inyectores



En las imágenes viéndolo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo podemos apreciar que primero se asegura el niple el múltiple de admisión, justo detrás del inyector de gasolina para que esté cerca de la cámara de combustión. En seguida se está mostrando la instalación de niples y cañería de los inyectores de gas hacia el múltiple asegurando la alimentación de GLP al motor. Por último, se está mostrando la instalación eléctrica de los inyectores que serán gestionados desde la ECU del sistema de gas.

3.4.1.5 Instalación de cañerías.

En esta parte de la instalación del sistema GLP vehicular no referimos a las cañerías de bronce que conectan el depósito con el reductor y es del material metálico para asegurar el

transporte seguro del gas, primero desde la válvula de abasto hacia el depósito a través de la válvula multifuncional y luego desde allí hacia el reductor puesto que estarán soportando presión de hasta 33 bares. La característica es que en el trayecto se le preparó un enrollado de aproximadamente 800 mm de diámetro y de tres vueltas que técnicamente los fabricantes lo exigen porque de esta manera se estarán amortiguando las vibraciones de la cañería producto del funcionamiento del motor tomando en cuenta que la cañería, de ser rígida, provocaría deformación y debilitamiento prematuro en los puntos de ajuste como son los nipples. Los fabricantes también advierten que es para iniciar reducción de la presión del gas almacenado en el depósito, cuando este es activado para ser inyectado al motor.

Figura 27

Preparación e instalación de la cañería de alta presión

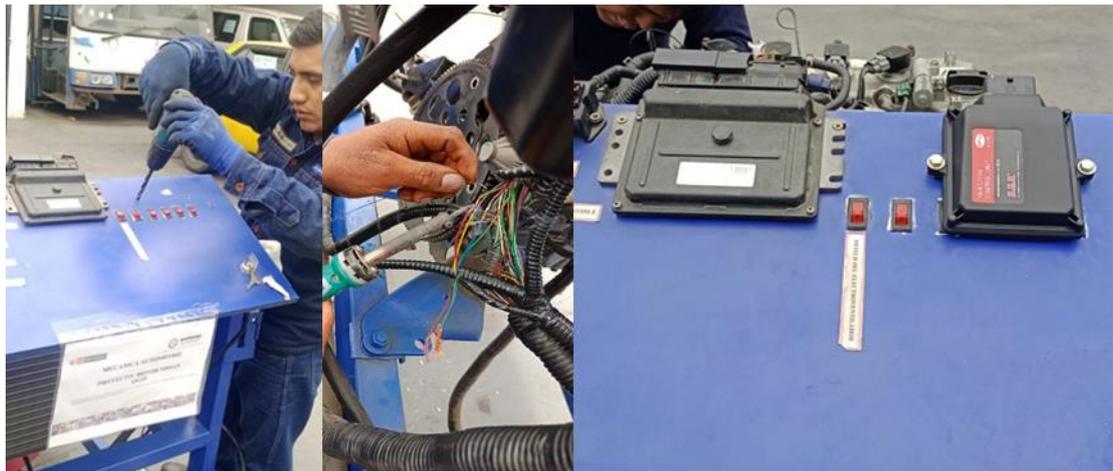


3.4.1.6 Instalación de la ECU del sistema de gas.

En una excepción, por tratarse de un módulo de instrucción, decidimos instalar la computadora del sistema de gas en la plataforma de control del motor, este está habilitado para mostrar los accesorios eléctricos y electrónicos de funcionamiento del motor ya que no cuenta con tablero de funciones tal como se muestra en las imágenes, estará sujeto al tablero a través de tornillos y turcas, estará disponible para el fácil acceso al cableado puesto que el objetivo del módulo es la instrucción de técnicos en mecánica automotriz.

Figura 28

Instalación de la ECU del sistema GLP en el tablero junto a la ECCS Nissan



3.4.1.7 Configuración del sistema de gestión GLP

La técnica de instalación de los accesorios del sistema GLP garantizará el buen funcionamiento del motor con este combustible, sin embargo, el alcance de la mezcla adecuada y los tiempos de inyección de gasolina los ejecuta la ECU motor original. El sistema de gestión del gas toma la señal de gestión electrónica original y las procesa para administrar la inyección del gas, sin embargo el comportamiento del GLP no es igual al de la gasolina, por lo que el fabricante del sistema GLP presenta su propio software de configuración de administración para dosificar la mezcla del volumen adecuado de gas y aire que el motor necesita para la quema

total del mismo, esto se llama mezcla estequiométrica, para evitar aceleraciones del motor por mezcla rica o deficiencia del mismo por una mezcla pobre. Es por esta razón que la configuración se hará de acuerdo a los parámetros de funcionamiento con gasolina. Esto permitirá que el consumo de gas sea el adecuado y no de otra manera.

Para ello mostraremos unas imágenes del entorno del software de configuración como sigue:

Figura 29

Entorno que nos permite configurar tipo de combustible

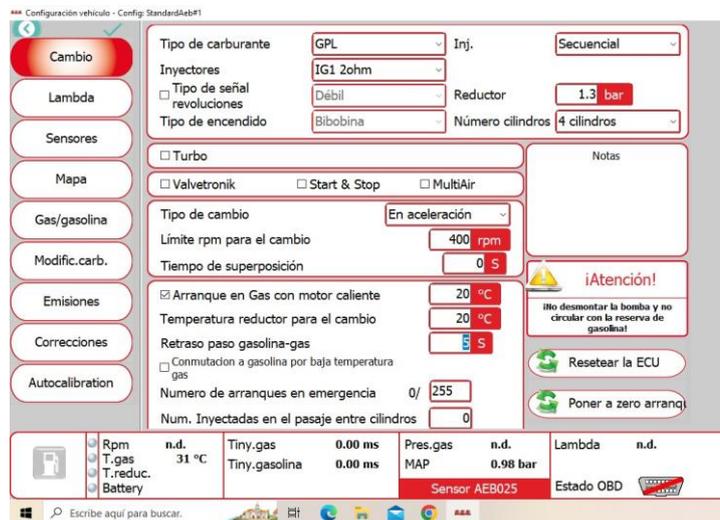


Figura 30

Entorno de datos a bordo con motor en funcionamiento

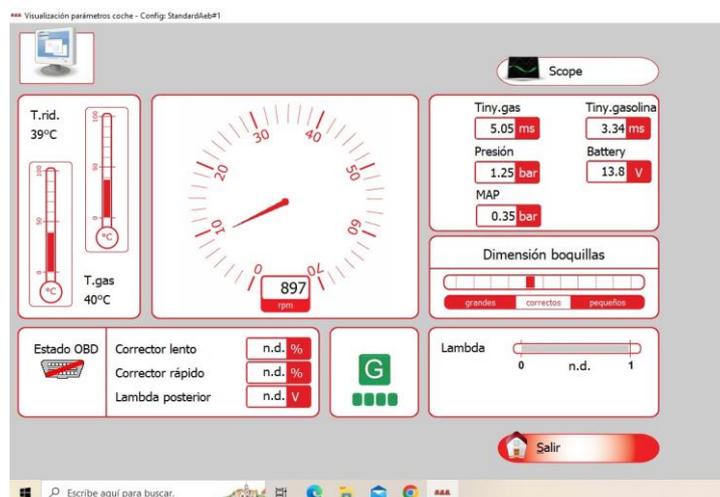


Figura 31

Entorno de diagnóstico de inyección por cilindro

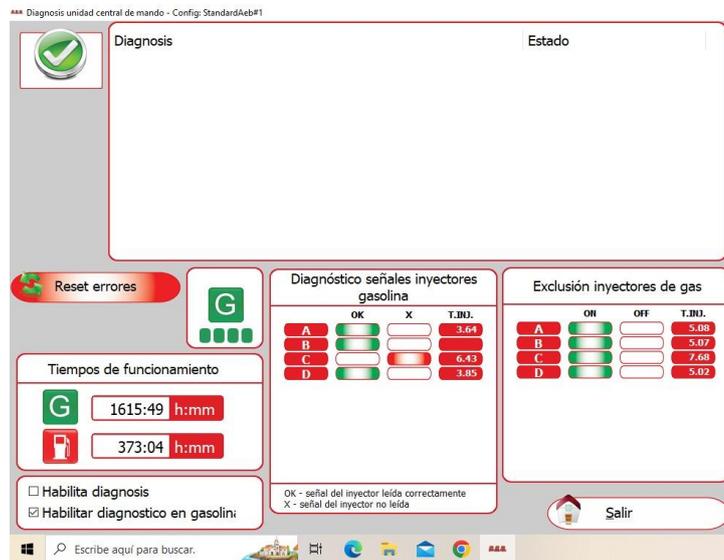


Figura 32

Mapa del tiempo de inyección de gas

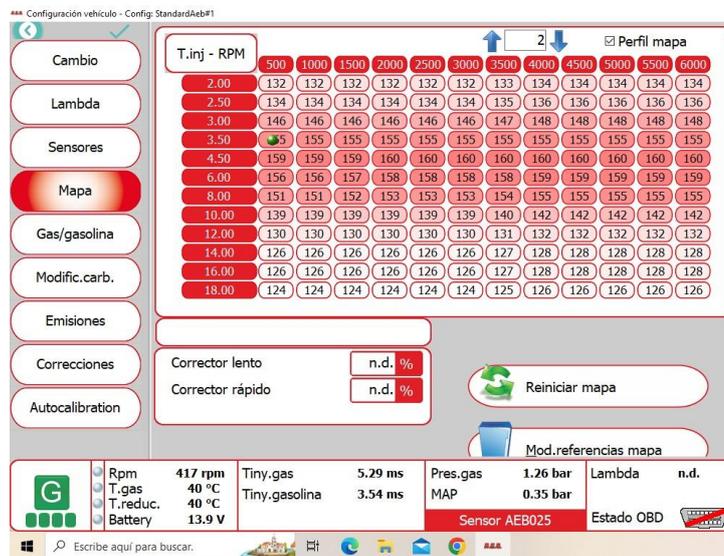


Figura 33

Guardado de datos configurados



Nota. Tomado de *AEB2001Injection Control Unit N* [captura], por A.E.B. Alternative Fuel Electronics, s.f.

De acuerdo a lo mostrado en cada ventana de configuración se analiza el buen funcionamiento del motor con GLP dejando óptimo el funcionamiento del motor QG15. Luego del guardado los datos de configuración se deja el módulo para su aplicación en las actividades de enseñanza en el IESTPFFAA.

3.5 Limitaciones

Se encontró que el sistema de refrigeración del motor del módulo fue adaptado, lo que impedía la configuración del sistema GLP. Se tuvo que replantear la configuración de la posición del radiador que impedía el funcionamiento correcto del motor con gasolina o gas.

Se encontró el sistema de alimentación de combustible inoperativo. La bomba de gasolina, principal componente que abastece de gasolina y a la presión adecuada a los inyectores estaba fuera de servicio, por lo que su habilitación era necesario.

Se encontró que el pedal de aceleración sufrió daño en el proceso de prueba de funcionamiento del motor, lo que también impedía continuar con la optimización del funcionamiento del motor con GLP.

Otro problema que se encontró en el motor es que detectamos algunas fallas en el funcionamiento de la computadora del motor. Este pierde la señal de inyección del tercer cilindro lo cual no permitía la configuración del performance del motor a GLP.

Tomando en cuenta que nuestro trabajo de aplicación consiste en establecer la técnica instalación del equipo de gas consideramos los imprevistos como limitaciones para terminar nuestra actividad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Resultados

Para poder instalar el sistema GLP en el motor QG15, tuvimos que revisar que su funcionamiento con gasolina fuera el esperado según parámetros del fabricante, por lo tanto, logramos estabilizar el funcionamiento del motor con su combustible original. Debemos recordar que antes de instalar un sistema de GLP en un motor de automóvil, se deben realizar las verificaciones necesarias para asegurarse de que el motor funcione correctamente con su combustible original, en este caso, la gasolina. Esto garantiza que el motor opere de acuerdo a los parámetros y especificaciones del fabricante del vehículo.

Estas verificaciones y ajustes fueron esenciales para evitar problemas de funcionamiento y nos aseguró que el motor pueda operar de manera segura y eficiente tanto con gasolina como con GLP. Esto también ayudará a prevenir daños al motor y garantizará que el sistema de GLP se integre de manera adecuada con el vehículo.

Visto la estructura del módulo de enseñanza motor QG15 de Nissan para la planificación de la instalación del sistema GLP, y tomando en cuenta lo anterior descrito, tuvimos que realizar una serie de ajustes y modificaciones previas para asegurarnos de que el motor funcione de manera segura y eficiente con este nuevo combustible. Algunos de los aspectos que se tuvo que incluir son: a) Cambiar la bomba del sistema de alimentación de combustible, b) cambiar sensor del pedal de aceleración para el control la aceleración, c) Reestructurar la ubicación de los accesorios del sistema de refrigeración del motor. Todos ellos deteriorados y falibles por condiciones inseguras de almacenamiento y algunas fallas en el diseño original del módulo didáctico. Finalmente se logró operativizar el motor para la planificación de la instalación del sistema GLP de quinta generación.

Tomando en cuenta que el motor QG15 es con gestión electrónica, analizamos algunos aspectos del motor antes de proceder con la elección del equipo GLP adecuado para las características del motor.

Es importante seleccionar el equipo de GLP adecuado para instalarlo en un motor con gestión electrónica, como el motor QG15 de Nissan. La elección del equipo adecuado garantiza un funcionamiento eficiente y seguro del motor.

Un motor con gestión electrónica suele estar equipado con un sistema de inyección de combustible que controla la cantidad de combustible suministrado al motor. El equipo de GLP seleccionado debe ser compatible con este sistema y permitir una conmutación suave entre gasolina y GLP.

Consideramos también que el equipo de GLP debería estar equipado con sensores y controladores que permitan el monitoreo y ajuste continuo del sistema de alimentación de combustible. Esto es especialmente importante en motores con gestión electrónica para garantizar una operación eficiente y minimizar las emisiones. En consecuencia, con estas consideraciones previas decidimos instalar un equipo GLP de quinta generación de tecnología europea compatible con las características de la gestión del motor QG15.

Luego de la exitosa técnica de instalación del kit del sistema GLP, se logró configurar el sistema de gestión de alimentación de GLP en ambas condiciones: 1) En trabajo dual, en el cual el motor primero funciona a gasolina hasta alcanzar temperatura de trabajo para el gasificador del sistema GLP y luego la activación automática de la alimentación de gas para el motor. 2) En encendido directo, lo que permite que el motor funcione directamente con la alimentación de gas. En ambos casos se logró la configuración para el funcionamiento esperado del motor.

Se logró diseñar un soporte desplegable para el depósito de GLP, el que facilita el llenado del combustible, tomando en cuenta que hay restricciones para el expendio de este combustible en las condiciones de módulo didáctico, por lo que el soporte se acomoda en cualquier vehículo para su transporte y recarga de GLP.

Instalado el sistema GLP de quinta generación en el módulo didáctico motor QG15 del IESTPFFAA podemos asegurar que se repotenció dicho módulo, al incorporar un sistema eficiente para el motor que funciona a gasolina y que ahora se utilizará un combustible alterno de amplia demanda en el país. También será usado para instruir en el tema de conversión a gas a los estudiantes de nivel avanzado de la carrera mecánica automotriz. El instituto tiene ahora material didáctico para entrenar a los técnicos en la instalación de GLP en motores inyectados.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- a) El gas alternativo llamado GLP es un combustible que combina “cantidades variables de propileno y butilenos como propano, propileno, butano, iso-butano, butileno, obtenidos de los líquidos del gas natural o de gases provenientes de la refinación de petróleo” (NTP 321.007:2022). Tiene propiedades combustibles similares a la gasolina Premium de nuestro país, lo que le da condiciones para ser aplicado para el funcionamiento de motores gasolineros como el QG15 de Nissan.
- b) La tecnología europea ha desarrollado más el diseño y fabricación de equipos para la aplicación del GLP en motores de inyección electrónica o de gestión electrónica. El llamado Kit GLP de 5ta generación, es el de mayor aceptación por el público por ser de fácil adaptación en los vehículos del parque automotor nacional.
- c) Las diferentes marcas que abastecen los kits de instalación de GLP al mercado peruano, también desarrollan los softwares que permiten configurar la ECU del sistema de gas para adaptarse a la gestión de la ECU del motor original y de esta forma adoptar el ritmo de la inyección del gas, de acuerdo a los parámetros de la inyección de gasolina, el que es captado de la gestión del motor original. Esta condición de regulación permite la vigencia del mercado de las instalaciones.
- d) Para instalar un sistema GLP a cualquier motor gasolinero, es necesario el afinamiento de este, en gasolina, es decir, tiene que funcionar correctamente en su estado original, de lo contrario, podría confundir parámetros de afinamiento con el combustible alterno.

5.2 Recomendaciones

- a) El módulo es un instrumento de instrucción muy valioso dentro de la institución, por lo que su almacenamiento deberá ser en un ambiente de asignación especial, seco y ventilado, fuera del alcance de personal no autorizado.
- b) Deberá permanecer cubierto y aislado de accesorios calientes tomando en cuenta que tiene un tanque de combustible volátil.
- c) Debe tener un ciclo de mantenimiento preventivo anual por parte de los encargados de su almacenamiento.
- d) Su uso instructivo deberá estar estrictamente supervisado por un docente o profesional asignado por los directivos jerárquicos competentes del área.
- e) El profesional asignado para el uso del módulo deberá asegurar las condiciones funcionales previas, antes de su manipulación en la instrucción. Del mismo modo se debe registrar ocurrencias a la hora de entrega para el almacenamiento.
- f) La instrucción del sistema requiere manipulaciones de despiece y armado de accesorios por lo que el profesional asignado a la unidad didáctica relacionada al tema, debe presentar el plan de reposición de accesorios de ajuste y conducción del gas cuyo deterioro por tal efecto, es inevitable.
- g) El desacople del tanque y su recarga de GLP debe ser realizado por personal competente y autorizado de la institución.

Referencias Bibliográficas

AEB Alternative Fuel Electronics (s. f.). *Injection Sistem, Descrizione del software per la calibrazione del sistema iniezione Versione CAD*. Versión ISW. 6.1.3 CAD_es-0 Rev.120313-0.

Asipuela, F. V., Guatemal, O. G. (2015) *Adaptación del sistema de combustible G.L.P. al motor Chevrolet Spark, año 2008*. [Trabajo para optar el Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz. Universidad Técnica del Norte. Ecuador]. <http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4718/1/05%20FECYT%202289%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Autogas Jireh. (s.f.). *Manual del usuario, Equipo GLP Mitsubishi Motors* (24 noviembre 2022). ¿Qué tipos de combustibles se venden en el Perú y cuál debes usar para tu vehículo? Mitsubishi Motors. <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/tipos-combustible-peru/>

ATDautodiagnosis. (30 nov 2019). *Descripción circuito GLP* [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=i3zLbSQu46E>

Bejarano, C. J. (2022). *Efectos que produce la conversión a GLP en el performance de los motores de marca Toyota en Huancayo*. [Tesis para optar el grado de maestro en ingeniería mecánica. Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7820/T010_42930266_M.pdf?sequence=1

Blog Mecánicos. (26 de enero de 2017). ¿Cómo funciona un sistema GLP? Grup Eina. http://www.blogmecanicos.com/2017/01/como-funciona-un-sistema-glp_26.html

Córdova, K. J., Paredes, G. E. (2022). *Análisis comparativo de la influencia del combustible GLP y ECOPAIS en los niveles de contaminación de un vehículo subcategoría M1 con Motor Otto para el Servicio de Taxi en la ciudad de Guayaquil* [Trabajo para optar Título de Ingeniero Automotriz. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador]

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23654/1/UPS-GT003993.pdf>

Cule E. J. (2016). *Prueba del sistema de inyección electrónico del motor Nissan Almera QG 1.5*. Para obtener el Título profesional técnico en mecánica automotriz. IESTP “Gilda Liliana Ballivian Rosado”. SJM-Lima.

<https://www.slideshare.net/Jordan2009/pruebas-al-sistema-de-inyeccion-electrnico-del-motor-nissan-almera-qg-15>

El Peruano (22 de junio 2022). *Decreto Supremo que modifica el Decreto Supremo n.º 014-2021-EM que dispone la comercialización de gasolinas y gasoholes regular y Premium*. Decreto Supremo n.º 006-2022-EM. El Peruano.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3560885/DS%20N%C2%B0%20006-2022-EM.pdf.pdf?v=1661552090>

Falén, P. J. (2022). *Diseño y construcción de un módulo para la autocalibración de parámetros de funcionamiento en un sistema GLP stag 200 go fast*. [Tesis para optar el título de ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Señor de Sipán. Perú]

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/10052/Falen%20Morales%20Percy%20Janier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- FV FahrzeugteileVogler. (S. f.). *GLP y repuestos*. https://www.fahrzeugteilevogler.de/epages/63272790.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/63272790/Categories
- Goycochea Y. (agosto, 2019). *Balance energético de un motor Nissan QG15*. <https://es.scribd.com/document/421308759/Balance-Energetico-de-Un-Motor-Nissan-Qg15>
- Grup Eina (s. f.). *El aliado tecnológico del taller*. <https://grupeina.com/>
- Huamán. V. (2022). *Accesorios GLP. Corporación Todo Gas S. A. C.* <https://todogas.pe/categoria-producto/accesorios-glp/>
- Lo Gas Perú. (Setiembre de 2013). *¿Qué es el GLP y por qué usarlo?* <https://logasperu.wordpress.com/category/5ta-generacion/>
- LPGShop. (2023). 4CYL CNG Kit: AEB MP48, Tomasetto AT-12, Valtek 30 - 250HP. <https://lpgshop.co.uk/4cyl-cng-kit-aeb-mp48-tomasetto-at-12-valtek-30-250hp/>
- Mitsubishi Motors (24 noviembre 2022). *¿Qué tipos de combustibles se venden en el Perú y cuál debes usar para tu vehículo?* <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/tipos-combustible-peru/>
- Pacheco, T. M. (2019). *Evaluación del sistema de encendido por bobinas independientes cop del motor Nissan QG15 a través de un simulador funcional didáctico* [Trabajo de aplicación nivel licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia. La Paz] <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30164>

Petroperú S.A. (2023). *Combustibles-GLP*. Petroperú.
<https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/glp/> Copyright 2023.

Petroperú S.A. (2023). *GLP, Ficha de especificaciones técnicas para el gas licuado de petróleo de uso automotriz*. Petroperú.
<https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/et-glp-automotriz.pdf>
 Que agrega RON (Research Octane Number o Número de Octano de Investigación) octanaje de GLP (97)

Raul Motors M&H SAC. (2013). Tipos de tanques GNV – GLP.
<http://www.raulmotors.com/tiposdetanques.html>

Renault. (2023). *¿Qué es GLP y cuáles son las ventajas de este combustible?* Renault.
<https://www.renault.cl/noticias/que-es-glp>

Renting Finder (s. f.). *Todos los tipos de motores de coche que existen*.
<https://rentingfinders.com/blog/tecnologia/todos-tipos-motores-coche-existen/#:~:text=Motor%20vertical%3A%20los%20cilindros%20est%C3%A1n,con%20cierto%20%C3%A1ngulo%20entre%20ellos>

Resolución Jefatural n.º 000158-2022-Perú Compras-Jefatura.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3895659/RJ_000158_2022_JEFATURA.pdf Reglamento de las características técnicas del GLP en general.

Vargas, D. M., Gutierrez, J., Guevara, R., Chucuya, R. (2015). *Implementación del equipo de conversión de gas licuado de petróleo para reducir emisiones de gases contaminantes*. Motor 1ZR, Toyota Corolla. IMASA MOTORS SAC.

Chimbote 2015. INGnosis. Universidad Cesar Vallejo. Perú.

<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1630>

Apéndice A

Ordenanza de gasolina 2023

2		NORMAS LEGALES		Miércoles 22 de junio de 2022		El Peruano																
<p style="text-align: right;">Firmado por: Editora Peru Fecha: 22/06/2022 22:34</p> <p style="text-align: center;">El Peruano</p>																						
PODER EJECUTIVO																						
ENERGIA Y MINAS																						
<p>Decreto Supremo que modifica el Decreto Supremo N° 014-2021-EM que dispone la comercialización de gasolinas y gasoholes regular y premium</p> <p style="text-align: center;">DECRETO SUPREMO N° 006-2022-EM</p> <p style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p style="text-align: center;">CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el artículo 3 del Texto Único Ordenado de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 042-2005-EM, establece que el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del Sector, así como de dictar las demás normas pertinentes;</p> <p>Que, el artículo 78 del Texto Único Ordenado de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 042-2005-EM, señala que, entre otras actividades, la comercialización de los productos derivados de los hidrocarburos se regirá por las normas que apruebe el Ministerio de Energía y Minas, las cuales deberán contener mecanismos que satisfagan el abastecimiento del mercado interno;</p> <p>Que, mediante el artículo 1 del Decreto Supremo N° 014-2021-EM se establecen medidas relacionadas al uso y comercialización de Gasolinas y Gasoholes; disponiéndose, a partir del 01 de julio de 2022, el uso y comercialización obligatoria a nivel nacional de Gasolinas y Gasoholes para uso automotor, Regular y Premium;</p> <p>Que, asimismo, el artículo 2 del Decreto Supremo N° 014-2021-EM establece el uso y comercialización de Gasolinas y Gasoholes con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm a partir del 01 de julio de 2022;</p> <p>Que, por su parte, desde finales de 2021 se viene presentando un escenario extraordinario de incremento de precios de los Combustibles, el cual se ha acrecentado en los primeros meses del presente año y que puede afectar el cumplimiento de los objetivos del Decreto Supremo N° 014-2021-EM en lo referido a generar eficiencia y competitividad, por lo que resulta conveniente diferir temporalmente la vigencia del artículo 1 y artículo 2 del citado Decreto Supremo;</p> <p>Que, en efecto, este contexto puede impactar en la economía de los consumidores actuales de los combustibles; circunstancia que se agravaría ante la migración hacia el uso y comercialización de las gasolinas y gasoholes Regular y Premium;</p> <p>Que, en ese sentido, y de conformidad con la normativa citada, resulta pertinente modificar el Decreto Supremo N° 014-2021-EM a efectos de aplazar la exigencia de uso y comercialización de las Gasolinas y Gasoholes regular y premium, considerando su importancia en el desarrollo adecuado del mercado de los combustibles a nivel nacional; y con ello, la exigencia del uso y comercialización de los citados productos con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm;</p> <p>Que, en uso de las atribuciones previstas en los incisos 8) y 24) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el Texto Único Ordenado de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 042-2005-EM y el Decreto Ley N° 25909;</p>																						
<p style="text-align: center;">DECRETA:</p> <p>Artículo 1.- Modificación de los artículos 1 y 2 del Decreto Supremo N° 014-2021-EM Modifícanse los artículos 1 y 2 del Decreto Supremo N° 014-2021-EM, de acuerdo al siguiente texto:</p>				<p>"Artículo 1.- Optimización del número de Gasolinas y Gasoholes para uso automotor 1.1. Dispóngase el uso y comercialización obligatoria a nivel nacional de los siguientes tipos de Gasolinas y Gasoholes para uso automotor, de acuerdo al siguiente cronograma:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Gasolina y Gasohol</th> <th>Fecha de vigencia</th> <th>Alcance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gasolina Regular Gasohol Regular Gasolina Premium Gasohol Premium</td> <td>01 de enero de 2023</td> <td>Nacional</td> </tr> </tbody> </table> <p>1.2. Las máquinas dispensadoras de Gasolina o Gasohol en los Establecimientos de Venta al Público de Combustibles están identificadas con el color correspondiente y la letra G en mayúsculas, seguida del tipo de gasolina o gasohol correspondiente."</p>		Tipo de Gasolina y Gasohol	Fecha de vigencia	Alcance	Gasolina Regular Gasohol Regular Gasolina Premium Gasohol Premium	01 de enero de 2023	Nacional	<p>"Artículo 2.- Comercialización y uso de Combustibles líquidos con contenido de azufre no mayor de 50 ppm 2.1 Establézcase el uso y la comercialización de combustibles con bajo contenido de azufre, de acuerdo al siguiente cronograma:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Combustibles</th> <th>Fecha de vigencia</th> <th>Alcance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diesel B5 con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm</td> <td>01 de julio de 2021</td> <td>A nivel nacional, con excepción de los departamentos de Loreto y Ucayali</td> </tr> <tr> <td>Gasolinas y Gasoholes con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm</td> <td>01 de enero de 2023</td> <td>A nivel nacional con excepción de las Gasolinas y Gasoholes de bajo octanaje comercializados y utilizados en los departamentos de Loreto y Ucayali.</td> </tr> </tbody> </table> <p>2.2 A partir de las fechas mencionadas solo se comercializa y usa los combustibles con las características de contenido de azufre indicadas en el presente artículo. 2.3 Para efectos de la aplicación del presente Decreto Supremo, se entiende como Gasolinas y Gasoholes de bajo octanaje a las Gasolinas y Gasoholes cuyo octanaje sea menor a 95 octanos."</p>		Combustibles	Fecha de vigencia	Alcance	Diesel B5 con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm	01 de julio de 2021	A nivel nacional, con excepción de los departamentos de Loreto y Ucayali	Gasolinas y Gasoholes con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm	01 de enero de 2023	A nivel nacional con excepción de las Gasolinas y Gasoholes de bajo octanaje comercializados y utilizados en los departamentos de Loreto y Ucayali.
Tipo de Gasolina y Gasohol	Fecha de vigencia	Alcance																				
Gasolina Regular Gasohol Regular Gasolina Premium Gasohol Premium	01 de enero de 2023	Nacional																				
Combustibles	Fecha de vigencia	Alcance																				
Diesel B5 con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm	01 de julio de 2021	A nivel nacional, con excepción de los departamentos de Loreto y Ucayali																				
Gasolinas y Gasoholes con un contenido de azufre no mayor de 50 ppm	01 de enero de 2023	A nivel nacional con excepción de las Gasolinas y Gasoholes de bajo octanaje comercializados y utilizados en los departamentos de Loreto y Ucayali.																				
				<p>Artículo 2.- Refrendo El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Energía y Minas, el Ministro del Ambiente, el Ministro de Transportes y Comunicaciones y por el Ministro de Economía y Finanzas.</p> <p>Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de junio del año dos mil veintidós.</p> <p>JOSÉ PEDRO CASTILLO TERRONES Presidente de la República</p> <p>MODESTO MONTOYA ZVALETA Ministro del Ambiente</p> <p>ALEJANDRO SALAS ZEGARRA Ministro de Cultura Encargado del despacho del Ministerio de Energía y Minas</p> <p>OSCAR GRAHAM YAMAHUCHI Ministro de Economía y Finanzas</p> <p>JUAN MAURO BARRANZUELA QUIROGA Ministro de Transportes y Comunicaciones</p>																		
				<p style="text-align: center;">2080218-1</p>																		

Apéndice B

Ficha técnica de GLP

FICHA TÉCNICA APROBADA

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BIEN

Denominación del bien	:	GAS LICUADO DE PETRÓLEO A GRANEL
Denominación técnica	:	GAS LICUADO DE PETRÓLEO A GRANEL
Unidad de medida	:	GALÓN
Descripción general	:	El gas licuado de petróleo (GLP) es una mezcla de hidrocarburos volátiles de rango estrecho de ebullición, conformados principalmente por propano, propileno, butano, iso-butano, butileno obtenidos de los líquidos del gas natural o de gases provenientes de la refinación de petróleo, los cuales pueden ser almacenados en recipientes cerrados o tanques de almacenamiento y manipulados como líquidos por aplicación de una presión moderada a temperatura ambiente y/o baja temperatura en almacenamiento refrigerado. El GLP proveniente de los gases de refinería contiene cantidades variables de propileno y butilenos.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL BIEN

2.1 Del bien

El gas licuado de petróleo a granel, debe cumplir con lo establecido en el Decreto Supremo Nº 01-94-EM, que aprueba el Reglamento para la Comercialización de GLP y sus modificatorias, y la NTP 321.007:2022.

El producto debe cumplir con las siguientes especificaciones:

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	REFERENCIA
Olor	Debe ser característico (desagradable), cuando la concentración del GLP sea la quinta parte del límite inferior de inflamabilidad correspondiente al componente con el límite más bajo; conforme a los valores de la Tabla 1 de la NTP de la referencia.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
Proporción de odorante	Etil o metil-mercaptano: 12 g/m ³ a 17 g/m ³ (14 ppm a 20 ppm), [0,45 kg por 37,9 m ³ en GLP líquido (1 lb por 10 000 gal)]	
VOLATILIDAD		
Presión de vapor a 37,8 °C, kPa (psig) (a) (b) (c)	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
Densidad relativa o densidad a 15,6/15,6 °C (d)		
MATERIA RESIDUAL, debe reunir uno de los siguientes requisitos:		
1. Residuo de evaporación de 100 ml, ml, y Prueba de la mancha de aceite (e)	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
2. Residuo por cromatografía, mg/kg		
COMPOSICIÓN		
Composición cromatográfica	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición

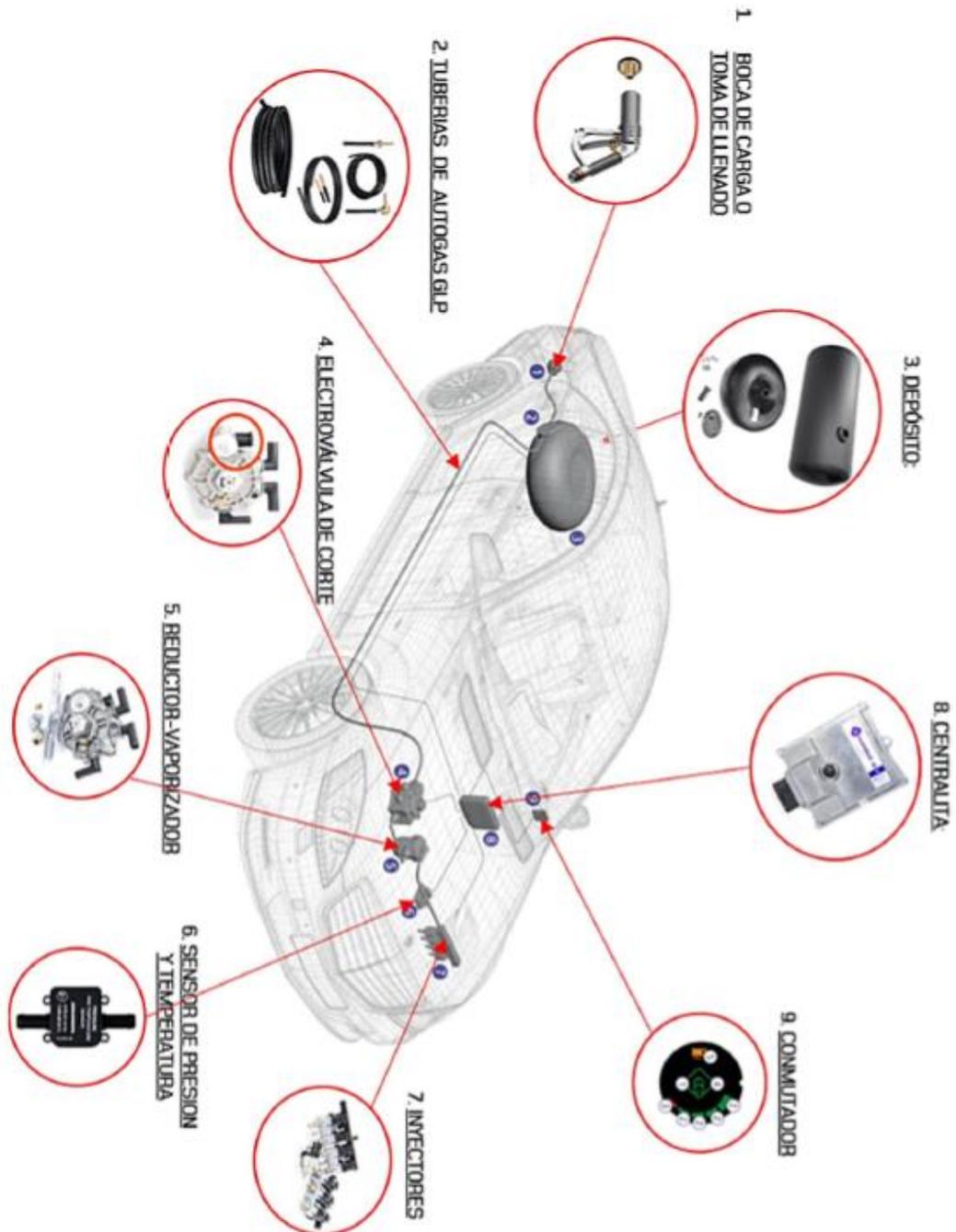
CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	REFERENCIA
CONTAMINANTES DE HIDROCARBUROS MÁS PESADOS, % Volumen		
Butano y más pesados (f)	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
Pentanos y más pesados (g)		
Contenido de dienos (como 1,3 butadieno)		
CORROSIVIDAD		
Azufre total, m/kg o ppm (h)	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
Corrosión a la lámina de cobre 1 h a 37,8 °C, N° (i)		
Sulfuro de hidrógeno		
CONTAMINANTES		
Agua libre (j)	Cumplir con lo indicado en la Tabla 2 de la NTP de la referencia, según la clase de GLP requerido.	NTP 321.007:2022 GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). Requisitos. 4ª Edición
Humedad		
Notas:		
(a) Véase en la Parte II, subtítulo 3. Gas licuado de petróleo a granel, numeral 2.3 Ensayos o pruebas, Presión de vapor, del Documento de Información Complementaria.		
(b) Los valores de presión de vapor para las mezclas propano butano: no deben exceder de 1435 kPa (208 psig) que corresponde a un gas con 100% de propano comercial. Para otras mezclas de propano y butano no deben exceder la presión calculada mediante la siguiente relación entre la presión de vapor observada a 37,8 °C (100 °F) y la densidad relativa observada a 15,6 °C o 60 °F : Máxima presión de vapor, psig: = 1167 – 1880 (densidad relativa a 15,6 °C/15,6 °C) = 1167 – 1880 (densidad relativa a 60 °F/60 °F) Toda mezcla específica de GLP debe designarse por la presión de vapor a 37,8°C (100°F) en kPa o (psig). Para cumplir con la designación, la presión de vapor de la mezcla debe estar entre +0 psi y -10 psi de la presión de vapor especificada.		
(c) Véase en la Parte II, subtítulo 3. Gas licuado de petróleo a granel, numeral 2.3 Ensayos o pruebas, Presión de vapor, del Documento de Información Complementaria.		
(d) Aunque no es un requerimiento específico, la densidad o densidad relativa debe ser determinada para propósitos de hallar la relación peso/volumen y debería reportarse. Adicionalmente, la densidad relativa de mezcla propano-butano es requerida para calcular la presión de vapor máxima permisible.		
(e) Véase en la Parte II, subtítulo 3. Gas licuado de petróleo a granel, numeral 2.3 Ensayos o pruebas, Prueba de la mancha, del Documento de Información Complementaria.		
(f) Butanos y más pesados incluyen todos los hidrocarburos (incluyendo olefinas) con 4 o más átomos de carbono.		
(g) Pentanos y más pesados incluyen todos los hidrocarburos (incluyendo olefinas) con 5 o más átomos de carbono.		
(h) Cuando se adiciona odorante al producto, la determinación de azufre se hará después de dicho agregado.		
(i) Véase en la Parte II, subtítulo 3. Gas licuado de petróleo a granel, numeral 2.3 Ensayos o pruebas, Corrosión a la lámina de cobre, del Documento de Información Complementaria.		
(j) Véase en la Parte II, subtítulo 3. Gas licuado de petróleo a granel, numeral 2.3 Ensayos o pruebas, Agua libre, del Documento de Información Complementaria.		

Precisión 1: La entidad convocante deberá precisar, en las bases (sección específica, especificaciones técnicas numeral 2 y/o proforma del contrato), la mezcla de GLP requerido de acuerdo a lo establecido en el numeral 4 de la NTP 321.007:2022; por ejemplo: GLP mezcla propano-butano comercial.

- 2.2 Envase y embalaje**
No aplica.
Precisión 2: No aplica.
- 2.3 Rotulado**
No aplica.
Precisión 3: No aplica.
- 2.4 Inserto**
No aplica.
Precisión 4: No aplica.

Apéndice D

COMPONENTES DEL EQUIPO INSTALADO



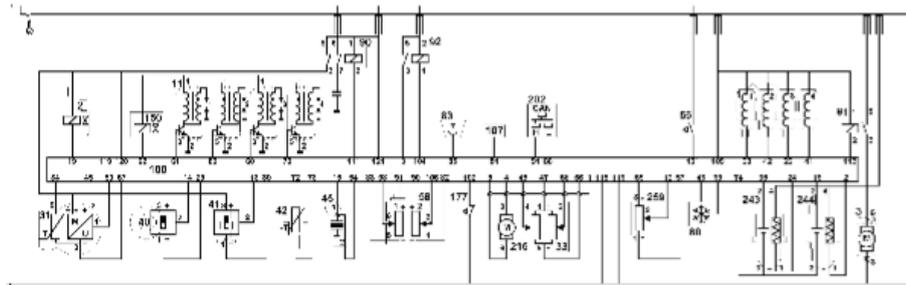
Apéndice E

Página 1/1



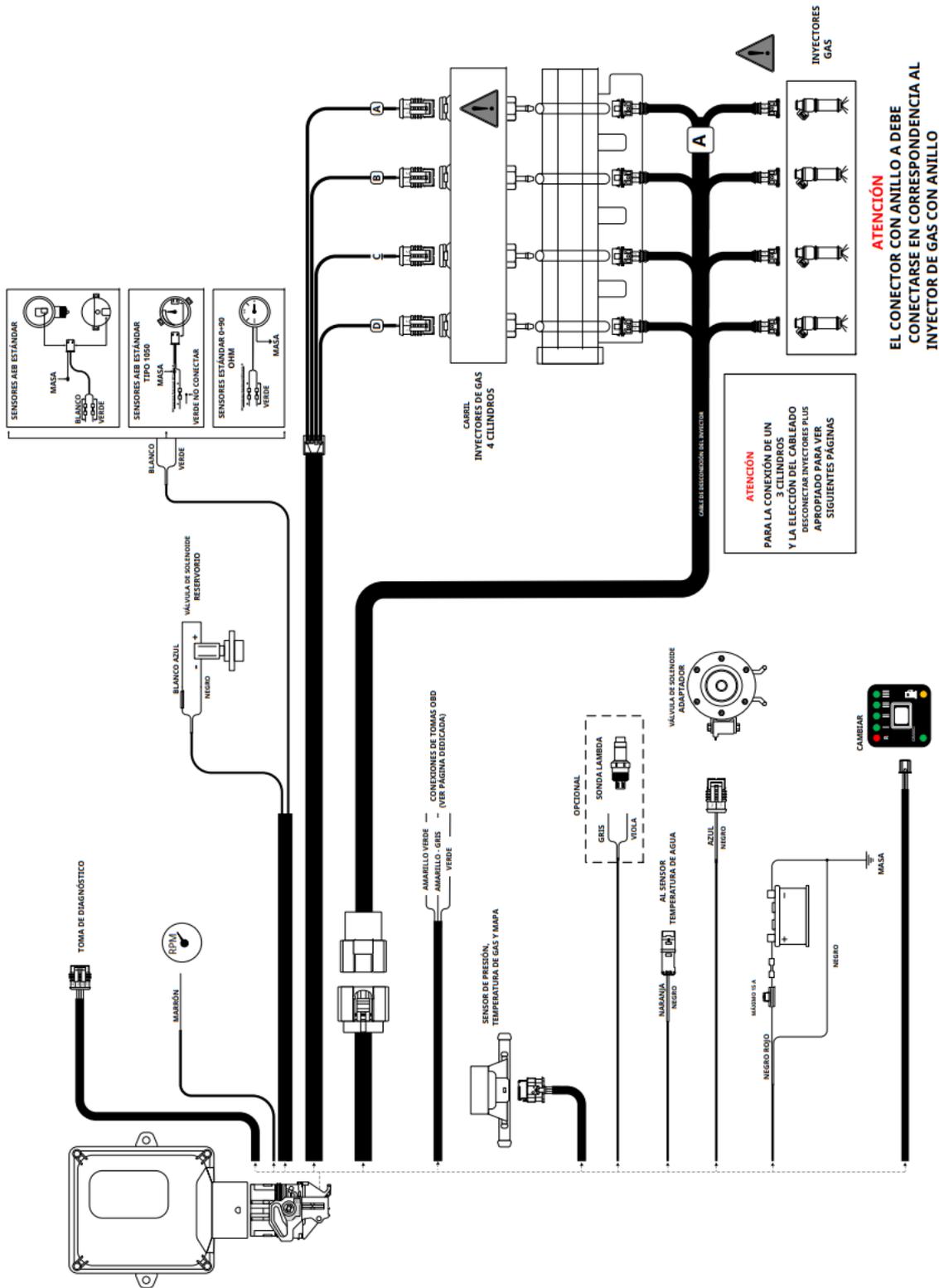
NISSAN Almera (N16) 1.5 16V (QG15DE) 2000 hasta 2003

Diagrama Eléctrico ECCS 02/2003 ->



- | | |
|--|---|
| 1. inyector | 2. solenoide de purga canister |
| 3. bomba de combustible | 11. bobina de encendido |
| 31. medidor de flujo másico de aire | 33. sensor de posición de la mariposa de gases |
| 40. sensor de efecto Hall / MRE en el árbol de levas | 41. sensor de efecto Hall / MRE en el cigüeñal |
| 42. sensor de temperatura del refrigerante | 45. sensor de detonación |
| 56. conmutador pedal de freno | 58. sensor de posición del pedal de acelerador |
| 80. aire acondicionado | 83. conector para diagnóstico |
| 90. relé principal | 91. relé de la bomba de combustible |
| 92. relé | 100. unidad de control |
| 107. consumidores eléctricos de señales | 150. válvula sincronización del árbol de levas |
| 177. interruptor estacionamiento / neutro | 202. sistema CAN |
| 216. motor de control de la mariposa de gases | 243. sensor de oxígeno delante del convertidor catalítico |
| 244. sensor de oxígeno detrás del convertidor catalítico | 259. sensor de presión de la dirección asistida |

Apéndice F



Apéndice G

