



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE UN TALLER DE CONVERSIÓN DE VEHICULOS A GNV Y GLP

Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico, que presenta el bachiller:

José Alejandro Herrera Vera-Tudela

ASESOR: Fernando Octavio Jimenez Ugarte

Lima, noviembre del 2009

RESUMEN

La descripción detallada de los procesos principales que se llevan a cabo en el taller de conversiones, tales como la recepción de vehículos, la evaluación de pre conversión, la conversión misma, la prueba de ruta y calibración, los planes de mantenimiento, reparaciones y seguridad, la facturación y la entrega de los vehículos terminados, disminuye el espacio a cometer errores por falta de conocimiento. El objetivo de lo mencionado anteriormente es dejar claro las funciones y los procedimientos que deben seguir cada una de las personas involucradas en el taller de conversiones implementado dentro de un taller automotriz ya existente.

La determinación de las características del taller se llevó a cabo mediante el planteamiento de la capacidad operativa deseada del mismo durante los primeros meses de su funcionamiento. Considerando 40 conversiones para el primer mes de trabajo, se determinó que el espacio del piso de taller necesario para realizarlas es no menor a 430m^2 dentro de un taller de más de 2700m^2 . Estos valores cumplen con la norma NTP 111.018 que enuncia las principales características con las que debe contar un taller de conversiones para ser certificado. Los trabajos a realizarse en cada zona de trabajo fueron especificados y éstas apropiadamente señalizadas para cumplir totalmente con la norma.

Se definió cuáles serán las tecnologías de los equipos a instalarse en los vehículos para los distintos tipos de conversiones disponibles. Asimismo se detalló una explicación técnica del funcionamiento de las herramientas y equipos que serán utilizados para la conversión y la evaluación de pre conversión de cada auto. Conociendo los equipos y herramientas requeridos, se determinó la necesidad de realizar instalaciones eléctricas adicionales a las existentes. La demanda de alimentación eléctrica de los equipos necesarios para realizar las conversiones, obliga a incluir en la inversión inicial el pago a un contratista para realizar cableados eléctricos e instalación de tableros adicionales necesarios para cubrir con la demanda del servicio (aproximadamente 36kW). Asimismo el uso de herramientas neumáticas obliga al contar con una compresora que alimente una línea de aire comprimido. El caudal necesario es de 20 l/s a una presión de 7 bares.

La cantidad de mecánicos necesarios para el taller se define mediante el cálculo del número de horas operativas del taller mensuales y dividirla entre el número de horas efectivas necesarias para realizar una conversión. Se necesitan 3 equipos, de dos mecánicos cada uno, para lograr cumplir con la demanda de 40 conversiones mensuales. Adicionalmente un jefe de taller deberá llevar el control de las pruebas de ruta y las calibraciones realizadas. Un asesor de servicios capacitado apropiadamente para resolver cualquier tipo de duda sobre las conversiones se encargará de las recepciones y del cierre de las ordenes de trabajo facturables. El personal de logística y almacenes del taller será el mismo para la división de conversiones.

Con una tasa de crecimiento de ventas de estimado de 3% mensual, se pudo proyectar el volumen de ventas para los próximos 5 años. Conociendo los datos de inversión inicial ($\$52.500,00$) y la proyección de los ingresos y costos directos e indirectos, variables y fijos, según volumen de conversiones realizadas, se obtuvo márgenes positivos de flujo de caja que indican que la inversión sería recuperada durante el primer año de funcionamiento. Finalmente los valores del VPN y el TIR son de $\$2.536.074,00$ y de 544% respectivamente, muestran una alta rentabilidad al realizar del proyecto.



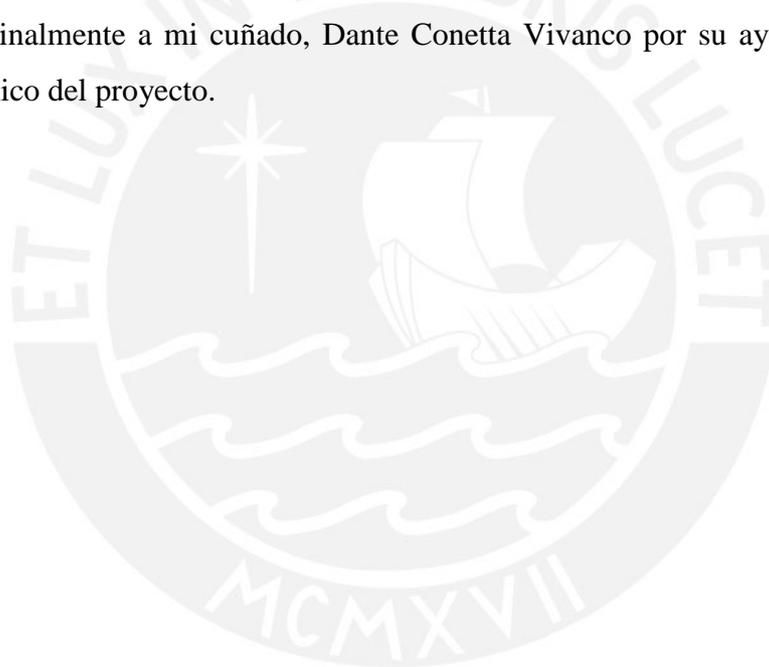




(A mis padres, por su confianza y apoyo incondicional en las decisiones que he tomado a lo largo de toda mi vida y me llevan presentar este tema de tesis.)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me brindaron su ayuda cuando lo solicité, sobretodo en la recopilación de información necesaria para realizar este tema de tesis. En especial a mis padres, María Consuelo Vera-Tudela de la Gala y Alejandro Carlos Herrera Fernández Dávila, por el apoyo incondicional y confianza. A mi hermana la Dra. Cynthia Herrera Vera-Tudela, por sus aclaraciones con respecto al tema legal del proyecto. A mi jefe Enrique Broggi por facilitarme información, cotizaciones y tiempo para la redacción de la tesis. Al jefe de Eurogas, Daniel Domínguez por responder cada duda que se presentaba en el camino. A mis compañeros de trabajo Renzo Capanni y Raúl Iglesias, por asumir mis responsabilidades en el trabajo cuando la falta de tiempo me hizo descuidarlas un poco. Finalmente a mi cuñado, Dante Conetta Vivanco por su ayuda en el análisis económico del proyecto.



INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	i
APROBACIÓN DE TEMARIO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE DE CONTENIDO.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
I. PROCESOS DE CONVERSIÓN DE VEHICULOS	3
1.1 Procesos a seguir en la recepción del vehículo a ser convertido	5
1.1.1 Recepción para conversión a GLP.....	5
1.1.2 Evaluación de preconversión - Recepción para conversión a GNV	6
1.2 Procedimiento a seguir en una instalación (GLP o GNV).....	7
1.2.1 Tecnología de los equipos instalados durante las conversiones	7
1.2.2 Inspección general y prueba de ruta previa a la conversión	18
1.2.3 Instalación del kit de conversión de 5ta generación	19
1.2.4 Instalación del kit de conversión de 3ra generación).....	21
1.2.5 Regulación y calibración de los equipos.....	21
1.3 Control de calidad.....	22
1.4 Facturación y entrega.....	22
1.5 Procesos a seguir en una inspección y mantenimiento/repación	23
1.5.1 Inspección	24
1.5.2 Reparaciones	25
1.5.3 Planes de seguridad durante la instalación y/o reparaciones del vehiculo...	26
1.6 Procesos de logistica y administración	27
1.6.1 Logistica	27
1.6.2 Administración y contabilidad.....	30
II. DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL TALLER.....	31
2.1 Mercado Actual y Proyecciones	31
2.1.1 Cantidad de vehículos que actualmente utilizan combustibles gaseosos.....	31
2.1.2 Niveles socioeconómicos de los vehículos más comúnmente convertidos .	32
2.2 Volúmenes de ventas deseados y estimados.....	34
2.2.1 Objetivos de numero de conversiones mensuales de GLP	34
2.2.2 Objetivos de numero de conversiones mensuales de GNV	36

2.3	Requisitos Legales	36
2.4	Determinación del tamaño del taller y el de las áreas específicas	37
2.4.1	Espacio requerido para la recepción de autos	38
2.4.2	Espacio requerido para la inspección de preconversión	38
2.4.3	Espacio requerido para soldadura	38
2.4.4	Espacio requerido para el montaje de equipos.....	39
2.4.5	Espacio requerido para la adaptación o modificación de motores.....	39
2.4.6	Espacio requerido para ensayos y calibración de equipos	39
2.4.7	Espacio requerido de almacenes, lavado y estacionamiento	40
2.4.8	Distribución de áreas y espacio total	40
III.	REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y HUMANOS.....	41
3.1	Equipamiento necesario para el proceso de conversión	41
3.1.1	Herramientas	43
3.1.2	Equipos de consumo eléctrico	49
3.1.3	Equipos neumáticos.....	63
3.1.4	Equipos libres de alimentación eléctrica	65
3.2	Disponibilidad de accesorios, herramientas y equipos en el mercado.....	71
3.3	Determinación de la cantidad de personal y sus tareas específicas	72
3.3.1	Personal de taller.....	72
3.3.2	Soldadores	73
3.3.3	Asesores.....	73
3.3.4	Logística y almacenes	74
3.3.5	Personal Administrativo	74
3.4	Requisitos Legales.....	74
IV.	SERVICIOS GENERALES.....	75
4.1	Distribución del piso de taller	75
4.2	Instalaciones del sistema de aire comprimido	78
4.2.1	Selección del compresor	81
4.2.2	Selección del aftercooler.....	82
4.2.3	Selección del tanque de aire húmedo.....	82
4.2.4	Selección del secador de absorción.....	83
4.3	Instalaciones Eléctricas	83
V.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO	86
5.1	Inversión inicial	86
5.2	Ventas e ingresos	87
5.3	Costos de producción y gastos administrativos	88

5.4	Planilla	89
5.5	Flujo de caja.....	90
5.6	Análisis de sensibilidad.....	90
5.7	Punto de equilibrio.....	91
CONCLUSIONES		96
BIBLIOGRAFIA		98
LINKOGRAFIA		99



INTRODUCCIÓN

En el mercado local actual existen más de 120 talleres de conversión y más de seis mil vehículos convertidos a sistemas de combustibles gaseosos¹. Las proyecciones del mercado indican que la cantidad de vehículos convertidos para diciembre del 2007 alcanzaron los veinte mil, triplicando la suma de diciembre del 2006. Queda claro que la industria del gas ha tenido un desarrollo progresivo debido a su importancia social, económica y medio ambiental. Por esto es necesario promover la utilización de los combustibles gaseosos (Gas Natural Vehicular y Gas Licuado de Petróleo) como una alternativa adecuada para el consumo masivo de los trasportes terrestres, haciendo hincapié en su bajo costo, las ventajas ambientales al utilizarlo en lugar de la gasolina o el petróleo, entre otros.

Considerando que el mercado de los combustibles gaseosos incrementa a diario y que la tendencia es que lo siga haciendo debido a las ventajas mencionadas en el párrafo anterior, se puede caer en la tentación de querer volverlo un recurso lucrativo sin control. De ser el caso la búsqueda de rentabilidad podría opacar a las normas existentes sobre el tema. Por lo mismo fue necesaria la determinación de los requerimientos técnicos, de los procesos y procedimientos para crear un taller de conversiones (a GNV y GLP) que cumpla con todos los requisitos de seguridad y tecnología para poder eficazmente satisfacer la demanda del mercado local y los requerimientos de los clientes más exigentes.

¹ Fuente: www.cpgnv.org.pe – octubre 2007.

El realizar las conversiones lleva a dos grandes responsabilidades; el apropiado mantenimiento y la reparación de los kits instalados, con lo que se garantiza la satisfacción del cliente y su seguridad, siendo esta uno de los factores que más preocupa al público en general. Es responsabilidad del taller garantizarle al cliente la mejor calidad de instalación posible. Esto es posible al contar con el mejor personal, las mejores herramientas y equipos seleccionados específicamente para las tareas requeridas en el taller, y los mejores kits de conversión disponibles en el mercado. El lograr alta calidad con cada conversión solo lleva a destacar entre otros negocios similares aumentando la proyección de ventas.

Seguir una metodología apropiada, nos lleva a trabajar de manera ordenada ya que el espacio dejado para los errores disminuye considerablemente sobretodo si se cuenta con los recursos ideales para hacerlo. Se desea definir los procesos principales por los que un auto en conversión atraviesa durante su estadía en el taller. Desde su ingreso, durante la instalación, las responsabilidades del área administrativa, la facturación de los trabajos hasta que el cliente recibe de vuelta su auto convertido y funcionando apropiadamente.

El objetivo de este proyecto es adaptar de manera real un taller de conversiones a un taller de mecánica automotriz ya existente en Lima, concentrado a escalas sociales A y B. Se delimitarán las zonas de trabajo apropiadas según la demanda actual, la selección de equipos y herramientas, y el personal necesario para el taller de conversiones. Adicionalmente se implementarán instalaciones eléctricas adicionales a las ya existentes para cumplir con el incremento de la demanda energética, al igual que una red de aire comprimido para abastecer la neumática de esta nueva zona del taller. Finalmente un análisis económico del proyecto evaluará la rentabilidad y viabilidad del mismo.

CAPÍTULO 1

PROCESOS DE CONVERSIÓN DE VEHICULOS

Seguir una metodología apropiada nos lleva a trabajar de manera ordenada ya que el espacio dejado para los errores disminuye considerablemente. Existen casos en los que es necesario plantear desde cero los pasos ideales a seguir cuando se realiza un trabajo en específico. Esto puede tomar mucho tiempo y esfuerzo por parte de las personas involucradas y muchas veces se desarrolla mediante la prueba y el error. Afortunadamente este no es el caso, ya que previamente en el mercado local e internacional se crearon manuales y se plantearon métodos para el correcto funcionamiento de un taller de conversiones a gas, en todas sus áreas.

La figura 1,1 muestra a los participantes principales de este flujo general para la conversión de un auto desde que es dejado en el taller, hasta que los trabajos realizados son facturados por el asesor y el vehículo es recogido por el cliente. Asimismo, encontramos señalados los procesos principales dentro flujo general. Estos son explicados en detalle a lo largo de este primer capítulo. Entrar en demasiado detalle en alguno de estos procesos podría extender el capítulo mas allá de lo necesario. El objetivo del capítulo no es crear un manual de instalador o un manual ISO de procesos, sino es dejar claro que cada actividad del taller tiene un proceso formal plasmado en palabras y estos no son dejados al criterio de las personas involucradas.

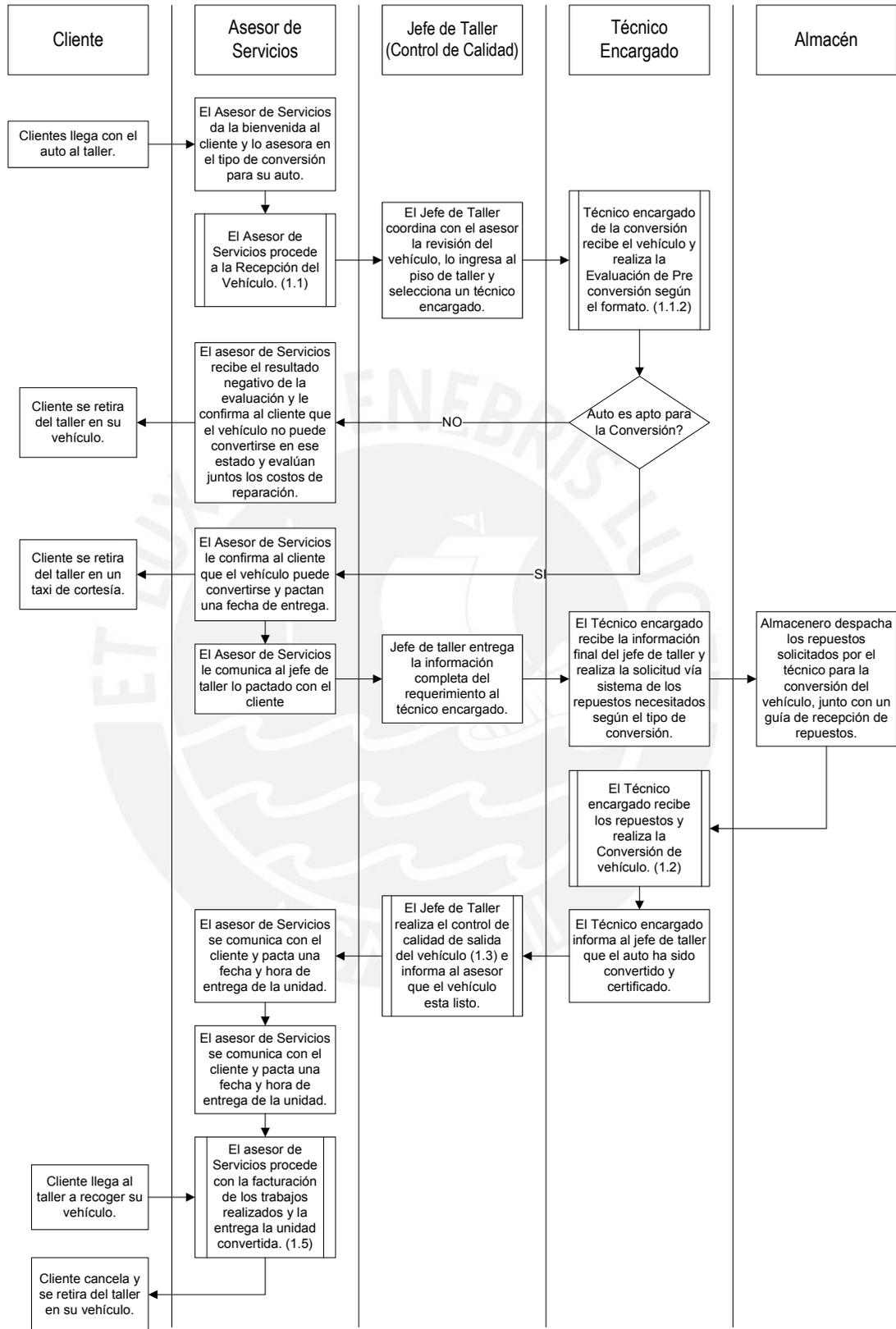


Figura 1.1 Diagrama de Flujo del proceso general del taller de conversiones.

1.1. Procesos a seguir en la recepción del vehículo a ser convertido

La recepción del vehículo empieza desde que ingresa al taller. Por lo general los interesados en la conversión de su vehículo, ya indagaron previamente en el tema y llegan al taller con el conocimiento y la decisión tomada acerca de cual de los dos sistemas de combustibles gaseosos prefieren para su auto. En estos casos no es necesario una explicación detallada del tema, simplemente se recibe el vehículo.

En caso que el cliente ingrese al taller en busca de información, la recepción es un tanto distinta, toma mayor tiempo y se maneja una mayor cantidad de información. Es importante darle al cliente la mayor cantidad de datos acerca de las opciones que tiene, para que no se produzcan confusiones y así poder reducir el número de reclamos después de realizada la conversión.

1.1.1 Recepción para conversión a GLP

Hasta el momento no existen normas donde se especifiquen las pautas acerca de la importación, comercialización o instalación de los equipos necesarios para el uso del GLP en vehículos particulares. Esto no implica que no haya una manera óptima de realizar dichas tareas. Por el contrario, para el uso del GNV y de los componentes necesarios para su uso como combustible alternativo automotriz, si existen normas vigentes para todo lo antes mencionado elaboradas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y el de la Producción (PRODUCE).

La conversión de vehículos al sistema de Gas Licuado de Petróleo (GLP) es más usada entre los propietarios de autos del sector privado. Es por eso que este proyecto se enfoca primordialmente en dichos vehículos con poco (0 a 15000km) o mediano recorrido (15000km a 50000km), sin dejar de lado la posibilidad de dar servicio a autos con un recorrido mayor que los antes mencionados.

El asesor de servicios encargado del caso es el encargado suministrarle información básica sobre la calidad y funcionamiento de los equipos a ser instalados en su auto, mediante una simple conversación. Para esto son necesarias capacitaciones de modo que cada asesor de servicio domine el tema. La información escrita que describe la tecnología involucrada en el proceso se deberá encontrar disponible en folletos o cartillas, en caso el cliente lo requiera.

De tratarse de un cliente nuevo, dispuesto a dejar su vehículo para su respectiva conversión, es necesario crear un archivo para facilitar el manejo de datos

en un futuro, para dicha creación se toman los datos de chasis, número de motor, placa y los datos del cliente. De ser un auto con una base de datos ya existente, se busca la historia a través de su número de placa y de ser necesario, se actualizan los datos del cliente y se procede con la generación de la orden de trabajo (OT), documento que registra los requerimientos del cliente y la fecha aproximada de entrega del auto. Se imprimen tres copias de la orden de trabajo establecida entre el asesor y el cliente, con las cuales se realiza el inventario del vehículo.

El proceso de recepción culmina después de que se colocan los elementos de protección en el vehículo (protectores de asientos, timón y pisos), se coordina con el jefe de taller la asignación de los mecánicos a cargo de la instalación, a los cuales se les informa los trabajos requeridos y el plazo acordado con el cliente. De existir algún requerimiento en especial por parte del cliente o alguna diferencia en lo que una conversión convencional respecta (la posición del conmutador dentro de la cabina por ejemplo), ésta debe ser entregada por escrito al jefe de taller cuando el auto es ingresado a la zona de taller. Culminada la recepción, se procede a buscar el visto bueno del cliente en la OT. Después de firmarlo, el cliente recibe la tercera copia de la OT, y de las dos restantes; una permanece en posesión del Asesor de Servicios y la otra en el auto. Si el cliente requiere un taxi, la recepcionista le emite un vale para el mismo, de lo contrario el cliente simplemente se retira del taller.

1.1.2. Evaluación de pre conversión – Recepción para conversión a GNV

En el caso que una conversión a Gas Natural Vehicular (GNV) sea requerida, el proceso de recepción antes descrito es muy similar. La excepción es que por la NTP 111.015 (Norma Técnica Peruana), previa a la conversión del vehículo, éste debe ser evaluado para comprobar que se encuentra en adecuadas características para que la conversión sea un éxito.

Primordialmente, se evalúa el sistema de arranque y la condición de la batería, las bobinas de encendido o los cables de bujía según sea el caso, el estado del distribuidor de chispa, las bujías, los sistemas de inyección, admisión, escape y enfriamiento. Finalmente se toma en cuenta el estado de la carrocería del auto y lo más importante el balance y compresión de los cilindros involucrados. Los parámetros para la compresión del motor son, una diferencia de 10% entre cilindros

y de 20% entre el valor nominal especificado por el fabricante del auto.² De tratarse de una conversión en un auto de alta tecnología, la inspección del correcto funcionamiento de la sonda lambda (sensor de oxígeno en el tubo de escape) y el actuador de marcha lenta (estabilizador de mínimo) es fundamental.

El Formato para Evaluación de Pre conversión se encuentra como anexo en la NTP antes referida. A la orden de trabajado se debe adjuntarse una copia igual o similar, que cubra por lo menos con el listado de las inspecciones especificadas por la Norma. En el anexo 1, se encuentra un formato similar al necesitado. (Los puntos 7, 9 y 10 fueron agregados al formato presentado en la norma). Cabe recalcar que sería muy importante considerar que la evaluación pre conversión se realice también en los autos que requieran conversiones a GLP, por más que ésta no sea de carácter obligatorio. De esta manera, se podrá disminuir el número de reclamos por fallas en los vehículos en mal estado previo a la conversión. Un vehiculo con mala compresión va a fallar después de haber sido realizada la conversión y no podrán resolverse los problemas de calibración de los equipos instalados.

1.2. Procedimiento a seguir en una instalación (GLP o GNV)

La metodología de instalación de los equipos en los vehículos en proceso de conversión es la más importante y por lo mismo se encuentra normada y disponible a todas las entidades con intenciones de realizar dicho proceso. De no seguir al pie de la letra los procesos indicados en los manuales, se puede caer tanto en errores simples como graves, que a la larga implican una mala conversión, causando así no sólo reclamos justificados e insatisfacción de los clientes sino pudiendo también ocasionar accidentes significativos.

Para poder entender los procesos necesarios durante la conversión de un vehículo a un sistema dual de combustión, es necesario explicar las distintas tecnologías y los componentes de los kits instalados en los autos.

1.2.1. Tecnología de los equipos instalados durante las conversiones

Son 2 las generaciones de equipos disponibles para realizar las conversiones respectivas a los autos que lo soliciten. El desarrollo tecnológico de los sistemas

² Fuente: NTP 111.015 2004, Pág. 17

duales fue logrado a través de los años mayormente por la industria Italiana, que trabajo en paralelo al desarrollo de la tecnología utilizada para el mejor desempeño, mejor eficiencia y últimamente mayor ecología emisiones de los vehículos de combustión interna. Los clientes no pueden elegir libremente que generación de kit instalar en sus vehículos y esperar los mejores resultados. Cada auto cuenta con características que definen el tipo de equipo adecuado para su respectiva conversión.

I. Equipo de tercera generación GLP

La tercera generación fue desarrollada al contar con sensores de oxígeno en los vehículos inyectados. Captando la señal de la sonda lambda (o sensor de oxígeno) en el catalizador, es posible variar la cantidad de gas siendo alimentado al sistema. Evitando demasiada presencia de oxígeno o muy poca presencia de oxígeno en el escape, el sistema varía el suministro de GLP para obtener una mezcla cercana a la estequiométrica en todo tipo de condiciones de manejo.

Para estas conversiones, se utilizarán kits de la marca italiana Landi Renzo, denominado como un sistema de lazo cerrado. La alimentación de GLP al motor se da mediante un mezclador colocado previo al cuerpo de mariposa. Es aquí donde se une el GLP con el aire y la mezcla viaja por el múltiple de admisión para finalmente ingresar a las cámaras de combustión dependiendo de los requerimientos del motor.

El ciclo de funcionamiento del sistema comienza cuando se enciende el vehículo. El vehículo conmuta a GLP una vez que es acelerado a 1500rpm por el conductor. Una limitante de este tipo de conversión es que solo cuenta con el parámetro de rpm para conmutar de gasolina a gas. Es necesario dejar que el motor del vehículo caliente a una temperatura cercana a 60°C antes de hacerlo trabajar en GLP. En estas instalaciones esto es dejado a criterio del conductor.

a. Vaporizador

Denominado por Landi Renzo como SE81 SIC, tiene como tarea expandir el GLP almacenado en estado líquido a un estado gaseoso en dos etapas distintas mediante electro válvulas internas que entran en funcionamiento al encender el motor. Asimismo, cuenta con una electroválvula que se encarga de cerrar la alimentación de GLP una vez que el auto es apagado.

El GLP es almacenado a aproximadamente 8 bar en estado líquido, como su nombre lo señala, por lo que la variación de presión dentro del reductor es un poco

mayor a 6 bar a un valor constante a lo largo de todo el sistema de admisión. El cambio de estado demanda de una extracción de calor mucho mayor, por lo que el no contar con un sistema de intercambio de calor, podría peligrar en un congelamiento indeseado del gas dentro del sistema. Es por esto que el vaporizador SE81 SIC cuenta con intercambiador de calor dimensionado para asegurar una vaporización completa del GLP, permitiendo un comportamiento regular, adecuado y dinámico del motor aún en ambientes particularmente fríos.

Cuenta con un elemento de filtración que protege los conductos de impurezas sólidas evitando obstrucciones, un estabilizador de mínimo interno y una válvula de control que cumple la misma función de evitar variaciones en el flujo de gas en situaciones en las que el auto es expuesto a situaciones de inercia alta o cuando el motor es desenganchado de la transmisión del auto. El ajuste del sistema de control permite satisfacer la demanda de picos de potencia y las variaciones en la demanda de gas. La activación del vaporizador también se produce gracias a una señal eléctrica que activa una válvula solenoide dentro del SE81 SIC (12 voltios³ de voltaje de alimentación eléctrica) que capta el vacío creado por el motor, habilitando el flujo principal del gas del tanque, al reductor y al mezclador. A su vez, se realiza el corte de gas en el reductor al apagar el vehículo, evitando presencia de gas no deseado en el motor, fugas y malos olores. Este sistema cuenta con un rele conectado a la línea de la bomba de gasolina, encargado de desconectarla cuando el sistema de gas entraba en funcionamiento.

b. Sistema de lazo cerrado

El sistema Feed-back o de lazo cerrado LCS Plus de Landi Renzo desarrolla la labor de una central de control electrónica cuando es instalado en una conversión a GLP. Su función principal es mantener la relación aire/gas en un rango de valores determinado para todas las condiciones de funcionamiento. Para realizar esta tarea, utiliza señales suministradas por sensores originales del auto, tales como la sonda lambda y el TPS (sensor de posición de mariposa).

En el sistema LCS Plus, el controlador recibe información constante emitida por la sonda lambda sobre la cantidad de oxígeno presente en el sistema de escape. Si la presencia de oxígeno es mayor a la deseada para mantener la relación

³ “LPG Mixer Systems”, catálogo Landi Renzo, página 4.

estequiométrica, la mezcla en el sistema de admisión es considerada pobre en combustible, por lo tanto se controla el incremento de gas en la mezcla. Si la presencia de oxígeno es menor a la necesitada, el sistema controla la disminución de gas en la mezcla. Este control lo hace a través del actuador electromagnético instalado en el sistema de suministro de gas. El LCS Plus emite una señal que le indica al actuador cual debe ser su apertura controlando la restricción del flujo mediante una ventana variable y un electroimán. El propósito de mantener la mezcla estequiométrica, es que los consumos de combustible disminuyen, así como los niveles de emisiones de contaminantes.

c. Emulador de Inyectores

En vehículos con inyección electrónica de gasolina, es necesario cortar el funcionamiento de los inyectores durante el uso del auto en gas, y “engañar” a la computadora de inyección, emulando la señal de los inyectores para que la computadora no note que han dejado de trabajar regularmente. Así se evita un mal funcionamiento del auto o el posible encendido del testigo de Check Engine (testigo en el tablero de instrumentos que enciende una luz anaranjada al detectar un funcionamiento anormal, o un valor fuera de rango de alguno de los sensores de los sistemas de inyección, combustión y escape de los vehículos). Landi Renzo tiene un gran rango de emuladores de inyectores, específico para cada marca de vehículos y sus respectivas configuraciones de los sistemas de alimentación de combustible.

d. Emuladores OBD

Al obtener una combustión mas limpia utilizando GLP (una reducción de CO de hasta el 80%), los valores de emisiones van a encontrarse fuera del rango del funcionamiento regular en gasolina. Esto tiene como consecuencia que la computadora varíe tiempos de inyección para contrarrestar las bajas emisiones.

Durante el funcionamiento del sistema de gas, los emuladores OBD (o emuladores de sonda lambda) interactúan con la computadora de diagnostico y el control de emisiones de los autos para evitar que graben señales de error de los sensores de oxígeno del sistema de escape. De manera que cuando el auto trabaje nuevamente en gasolina, los parámetros de inyección no hayan sido modificados. Los modelos de los emuladores OBD de marca Landi Renzo varían dependiendo del rango de funcionamiento de la sonda lambda del auto.

e. Multi Válvula para los tanques de suministro de GLP

Este elemento es el encargado de suministrarle la información sobre el nivel del GLP en el tanque de almacenamiento a la computadora del sistema. Cuenta con un solenoide conectado un flotador que envía un valor de resistencia dependiendo de la posición del flotador dentro del tanque.

La multi válvula para sistemas de GLP de Landi Renzo consta de varios dispositivos de seguridad que le permite alimentar de manera confiable el gas licuado almacenado en los tanques. Contiene una válvula eléctrica para el corte de gas cuando el motor es apagado, un fusible térmico para liberar el gas al ambiente en caso exista un sobrecalentamiento del tanque de almacenamiento, una válvula de desaireación en caso se presente una sobre presión en el tanque, un dispositivo encargado de cortar el suministro de gas en caso se presente la ruptura de una cañería de alta presión y finalmente el sistema de “bloqueo seguro” que garantiza el llenado del tanque de almacenamiento al adecuado 80%⁴ de su capacidad.

f. Conmutador indicador de combustible

El conmutador de combustible es el único componente del kit de conversión que es colocado dentro de la cabina del vehículo. Cuenta con cinco LEDs que indican el nivel de GLP en el tanque. El encendido de estos varía dependiendo de la señal recibida desde la multi válvula de nivel (cinco encendidos indica tanque lleno, uno sólo indica la reserva con un LED parpadeante). Lo más recomendable es que el conductor conmute el sistema a gasolina para evitar que el motor se apague en plena marcha. Para esto, deberá presionar el conmutador en la parte central para permitir el funcionamiento del sistema de gasolina. Después de recargar GLP, se deberá pulsar nuevamente el conmutador para reactivar el sistema, caso contrario éste no conmutara ya que la condición de revoluciones del motor fue desactivada.

Cuando el tanque está casi vacío, es difícil obtener una lectura confiable del medidor, es por esto que el indicador deja el LED parpadeante de reserva con un margen adecuado para llegar al siguiente punto de suministro de GLP. Esta dificultad se presenta ya que la pequeña cantidad de gas licuado en el tanque permite una deflexión considerable del indicador de nivel flotante al acelerar, desacelerar y en curvas rápidas ya que los tanques no cuentan con agentes rompeolas.

⁴ “LPG Mixer Systems”, catálogo Landi Renzo, página 15.

g. Mezcladores

Para los sistemas de 3era generación a gas es necesario incorporar un mezclador antes del obturador del vehículo con la tarea de suministrar el gas combustible que proviene del vaporizador, con el aire que proviene del sistema de admisión. Al estar expuesto a un aumento de velocidad por el cambio de presión ocasionado por el vénturi de mezclador, el aire de admisión se mezcla con el GLP suministrado por un efecto arrastre. La salida del mezclador es conectada a la entrada del cuerpo de mariposa, que en lugar de sólo succionar aire proveniente del ambiente, da pase a la mezcla aire/GLP. Los mezcladores deben ser dimensionados para cada vehículo, dependiendo del tamaño del vénturi para mantener la mezcla lo mas estequiométrica posible, y del diámetro exterior, dependiendo de la geometría del sistema de admisión de aire.

II. Equipos de quinta generación

La quinta generación es sistemas duales es la más avanzada hasta el momento. Implicó el desarrollo de un sistema totalmente paralelo al de gasolina para alimentar el gas lo mas parecido posible, utilizando parámetros de inyección, señales del control de emisiones y señales de presión y temperatura de alimentación de gas. Es un sistema que disminuye el error humano conmutando el auto a gas cuando alcanza una temperatura adecuada de trabajo a pesar que el conductor acelere el motor en una etapa de calentamiento. Asimismo el sistema se conmuta nuevamente a gasolina si es que el nivel de presión de gas disminuye fuera de rangos apropiados de funcionamiento o cuando el sistema detecta alguna falla en sus componentes. De esta manera el conductor no estará preocupado si es que el gas en el tanque de GLP o cilindro de GNV es consumido totalmente, ya que el motor comenzará a funcionar en gasolina antes que el motor se apague.

Para las conversiones de 5ta generación se utilizarán equipos de la marca Landi Renzo. Los equipos de GLP son diseñados, fabricados e importados directamente desde Italia mientras que los de GNV, que son diseñados en Italia, son fabricados en Brasil. Utilizando tecnología avanzada, con los sistemas de inyección secuencial, Landi Renzo ofrece un mejor comportamiento del motor, mayor repuesta del auto a las distintas exigencias a las que puede estar expuesto y un control de emisiones más eficiente y detallado mientras disminuye significativamente los costos por el uso del combustible vehicular.

a. Sistema Omegas Plus para GLP

El Omegas Plus es un sistema sofisticado de inyección de GLP de Landi Renzo. Cuenta con componentes de un alto estándar tecnológico que junto con un número mínimo de instalaciones eléctricas, forman un sistema flexible y fácil de instalar en autos modernos que de por sí utilizan un sistema de inyección computarizado de gasolina. Este sistema cuenta con un software especializado para realizar calibraciones en la inyección de gas dependiendo de cada modelo de auto en el que será instalado, que optimiza el comportamiento del vehículo y los consumos de combustible.

i. Unidad de control electrónica Omegas Plus

También conocida como centralita o ECU del sistema de GLP, es el componente encargado de copiar la secuencia y los tiempos de inyección de la computadora original del vehículo para calcular, mediante una fórmula establecida por el fabricante, la secuencia y los tiempos de inyección del GLP. Utiliza las lecturas de la temperatura del motor, temperatura y presión del gas en el sistema, los rpm del motor, la cantidad de oxígeno en el sistema de escape, la posición del cuerpo de mariposa, la tensión de la batería, etc. para suministrar la cantidad de gas que necesita cada pistón en el momento que lo necesita. Es un sistema completamente auto regulable que utiliza las lecturas de sus diversos sensores así como los del vehículo para controlar las variaciones necesarias en aceleraciones repentinas y lograr mantener un funcionamiento estable a ralentí.

La computadora también se encarga de emular la señal de los inyectores y de la emulación del diagnóstico a bordo del vehículo. Al estar conectada directamente a la computadora del sistema de gasolina, extrae y suministra las señales que necesita para su correcto funcionamiento en cada vehículo. Adicionalmente contiene un módulo de diagnóstico de fallas que permite grabar en la memoria del componente, lecturas inapropiadas durante el funcionamiento del sistema, como también permite conmutar a gasolina automáticamente si es que se detecta una falla que pueda impedir el correcto funcionamiento de la alimentación del GLP.

ii. Vaporizador

El vaporizador LI 02 tiene como función principal cambiar de fase y expandir el GLP líquido almacenado en el tanque a una presión de trabajo apropiada para su

inyección y combustión. Contiene una válvula de alimentación que se encuentra cerrada mientras el auto esta apagado y durante el arranque del motor. Cuando la centralita realiza el cambio de combustible, abre la válvula permitiendo el pase del GLP. Como medida de seguridad, cuando se detecta una fuga por algún punto del sistema, ésta misma válvula esta encargada de cerrar la alimentación del vaporizador.

Para evitar el congelamiento durante la expansión, se utiliza las elevadas temperaturas del refrigerante a la salida del motor (antes de ingresar al radiador) para calentar el gas mediante una superficie de transferencia de calor dentro del vaporizador. Es por este motivo que se necesita que la temperatura del refrigerante sea elevada para que el motor trabaje apropiadamente con el GLP.

iii. Riel de Inyectores

Se encarga de almacenar momentáneamente y distribuir el gas que ingresa a través de los inyectores al múltiple de admisión. La secuencia y los tiempos de inyección son controlados por la centralita Omegas Plus. Cada inyector esta compuesto por un electroimán que controla la aguja que abre cierra el inyector dependiendo de las señales recibidas de la unidad de control. En su estructura, el riel de inyectores contiene sensores de presión y temperatura que constantemente mandan señales a la centralita para corregir los tiempos de inyección con los valores reales de funcionamiento.

El riel de mayor uso es el de 4 inyectores orificios para motores de 4 cilindros en línea. También puede ser usado para motores V8 (dos rieles en paralelo que distribuyen el gas alimentado a cuatro inyectores cada uno). Encontramos también rieles de distribución de 3 orificios para motores de 3 cilindros en línea o motores de 6 cilindros en línea o en V, y finalmente de 5 orificios para motores 5 en línea o motores V10.

iv. Inyectores Landi

El ECU Omegas Plus roba la información sobre los tiempos de apertura de cada inyector de gasolina y convierte el tiempo de inyección de gasolina en el tiempo de apertura para el inyector GLP. El propósito es que la cantidad de gas inyectado produzca precisamente el mismo efecto en el motor que una inyección de gasolina. Como resultado el sistema de control original del a gasolina continuará regulando la cantidad de combustible inyectado, sólo que por los inyectores Landi Renzo.

Existen 3 clases de inyectores disponibles en esta marca:

1. Baja/Verde - Inyectores para en motores hasta 20Kw/cilindro
2. Media/Negro - Inyectores para motores entre 15Kw y 28Kw/cilindro
3. Alta/Blanco - Inyectores para motores entre 25Kw y 40kW/cilindro.⁵

Cada inyector tiene una vida de 300 millones de ciclos, si un inyector es remplazado, debe ser remplazado por un inyector del mismo tipo identificado por el número de serie colocado en su carcasa. Al fluir una corriente a través de la bobina del inyector, se crea un campo electromagnético. El núcleo de acero del diafragma es atraído por el campo electromagnético moviéndolo hacia arriba y abriendo el inyector. Para cerrarlo, la corriente de alimentación a la bobina es cortada. Sin el campo electromagnético y la presión del gas sobre el diafragma debido a una entrada que alimenta gas a esa posición, éste desciende cerrando el inyector.

Desde el pico del inyector hasta el múltiple de admisión, el GLP viaja por una manguera de 6mm de diámetro interno hasta una tobera de la misma medida de diámetro externo a su ingreso. La salida del gas de la tobera es por un orificio de 4mm de diámetro interno. Para fijar cada tobera al múltiple de admisión es necesario taladrar orificios M6x1⁶ lo más cerca posible a la cabeza de las válvulas de admisión.

v. Filtro de gas

La presencia de impurezas en los inyectores de gas puede causar que estos lleguen a obstruirse. La función del filtro es filtrar GLP en fase gaseosa. La entrada del filtro está conectada a la salida del vaporizador con una manguera de 14 mm de diámetro interno. El filtro contiene un cartucho filtrante con un grado de filtración de hasta 75 micras⁷, cuya función es obtener un filtrado eficaz en la dirección del flujo del gas del exterior al interior. La salida del filtro está conectada con la entrada del riel de los inyectores mediante un otra manguera de 14 mm de diámetro interno.

vi. Conmutador selector de combustible

Las características del conmutador para equipos de 5ta generación son similares a las del LCS Plus, solo con unas cuantas variaciones. El pulsador central A

⁵ “Manual de componentes e instalación”, LandiRenzo Omegas/GI, página 16

⁶ “Manual de componentes e instalación”, LandiRenzo Omegas/GI, página 17

⁷ “Manual de componentes e instalación”, LandiRenzo Omegas/GI, página 14

permite al conductor seleccionar cual es el combustible que desea usar. El LED luminoso B indica si el funcionamiento del sistema de gas esta siendo utilizado, mientras que el C indica lo mismo para la gasolina. Los 5 LED superiores marcan el nivel de combustible encontrado en el tanque, recibiendo la señal de la multi válvula de nivel. En este el ultimo LED luminoso marca la reserva con color rojo, y permanece apagado excepto cuando el resto de los 4 LED de nivel están apagados.

El conmutador cuenta con una alarma auditiva que se dispara cuando el nivel de presión del gas en el riel de inyectores es insuficiente. De esta manera avisa al conductor que el vehículo ya hizo el cambio automático de combustible y está trabajando en gasolina. Éste cambio de combustible puede producirse a velocidad constante, a ralentí o en aceleración. Adicionalmente la señal auditiva se dispara cuando el modulo de diagnostico de fallas del Omegas Plus detecta una que fuerza al sistema a conmutar a gasolina.

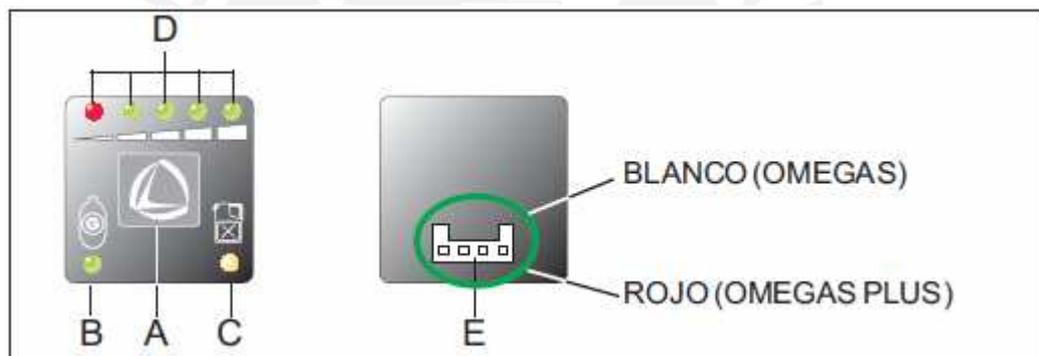


Figura 1.2 Vistas del conmutador selector de combustible⁸

b. Sistema Omegas Plus para GNV

El sistema Omegas Plus que Landi Renzo tiene disponible para GNV no es muy distinto al usado en para conversiones a GLP. Se utilizan los mismos inyectores, riel de inyectores, filtro de GLP/GNV, central de control Omegas Plus y el conmutador selector de combustible. Las diferencias se concentran puntualmente en la presencia de un reductor de presión en lugar del vaporizador y la incorporación de un variador de avance de chispa en el sistema de encendido. En lugar de contar con una multi válvula para medir el nivel de GLP líquido dentro del tanque, se mide la presión dentro del cilindro de almacenamiento y del sistema de alta presión mediante

⁸ “Manual de componentes e instalación”, LandiRenzo Omegas/GI, página 20

a un potenciómetro a la entrada del reductor de presión. Asimismo este tipo de conversiones incluyen una válvula de cilindro y una válvula de carga en lugar de la multi válvula y la toma de carga invisible de la instalación de GLP.

i. Reductor de presión

El reductor de presión de GNV modelo NG2-2 tiene como tarea expandir el gas natural almacenado en a 200 bares a una presión entre 2.0 y 2.5 bares, dependiendo de la calibración del sistema. Contiene un potenciómetro a su entrada para medir el nivel de gas en el sistema. Este manda una señal al conmutador indicador que enciende un cierto número de luces dependiendo cual es la presión detectada. Cuatro LED encendidos indican una presión cercana a 200bar, que es la presión máxima de carga. Conforme disminuye la cantidad de gas en el sistema, se iran apagando las luces hasta solo quedar con el LED que indica reserva. Es aquí cuando el conductor debe acercarse a un grifo para recargar el cilindro de almacenamiento.

Utiliza el líquido refrigerante caliente previo a su entrada al radiador para controlar las bajas temperaturas generadas por una expansión del GNV. De otra manera, el gas tendría una temperatura demasiada baja como para poder lograrse una combustión adecuada. La alimentación eléctrica a los sensores y electro válvulas incorporadas en el reductor proviene directamente de la batería del auto (12 V de corriente directa). Al encender el auto y llegar a la temperatura adecuada del gas, la computadora que controla el sistema realiza el cambio de gasolina a combustible abriendo las válvulas del reductor.

ii. Variador de avance de encendido

Los motores diseñados para trabajar utilizando gasolina, llevan un punto de encendido óptimo para ese tipo de combustible. Si son alterados y obligados a trabajar con un combustible alternativo como el GNV, que tiene características distintas a las de la gasolina, como el tiempo de disipación de la flama, se tiene como consecuencia un mayor consumo de combustible y un menor desarrollo de potencia de parte del motor. Para contrarrestar este efecto, es necesario utilizar un variador de chispa que permita adelantar el punto original de encendido y optimizarlo al combustible en uso en ese momento de manera automática, mejorando el manejo del auto y disminuyendo el consumo de combustible durante la aceleración y a

velocidades constantes. Es conveniente desconectar el avance del encendido durante la desaceleración y cuando el motor funciona al mínimo, para evitar saltos o funcionamientos irregulares.

Los variadores electrónicos cuentan con un microprocesador capaz de elaborar la curva de anticipo original del motor para después modificarla dependiendo de los distintos principios contenidos en su memoria. De ser necesario, dichos principios pueden ser modificados durante la instalación utilizando micro-interruptores, adaptando las señales de entrada y salida para específicos modelos de automóviles, permitiendo optimizar su funcionamiento dependiendo del número de cilindros del motor.

1.2.2. Inspección general y prueba de ruta previa a la conversión

Antes que se proceda a instalar los equipos, es necesaria la inspección general del auto usando el Formato para Evaluación de Pre conversión y adicionalmente una prueba de ruta para observar el comportamiento del auto utilizando gasolina. Es ideal que la persona que realice la prueba de ruta sea la misma que calibre el vehículo después de convertido.

En la prueba se debe tomar nota del comportamiento del auto en las siguientes condiciones⁹:

- ❖ Tiempo de arranque en frío,
- ❖ Tiempo de arranque en caliente,
- ❖ el comportamiento del motor a ralentí en frío.
- ❖ el comportamiento del motor a ralentí en caliente.
- ❖ el comportamiento del mínimo al encender el AC.
- ❖ el comportamiento de las revoluciones al acelerar en neutro,
- ❖ las reacciones del motor ante velocidades menores a 50km/h,
- ❖ la desaceleración del motor después de desenganchar la marcha a 4000 rpm,
- ❖ la aceleración del auto entre 1500 rpm y 4000 rpm,
- ❖ la desaceleración del motor enganchado desde 4000 rpm hasta 1500 rpm,
- ❖ la constancia del motor a velocidades constantes de 50, 80, 100 o 120 km/h,
- ❖ aceleración a fondo desde 1000 rpm hasta el punto de corte de la primera marcha.

⁹ Fuente: Bruno Loyola, Gerente de desarrollo tecnológico de LandiRenzo Brasil. Capacitación para obtener el título de instalador / instructor de equipos para GLP y GNV.

1.2.3. Instalación del kit de conversión de 5ta generación

La instalación del kit de conversión se lleva a cabo en forma de una secuencia, de manera que todos los componentes instalados tengan un lugar específico y sean siempre implementados en los vehículos de la misma manera. Con esto se logra disminuir la cantidad de errores que pueden llegar a ser cometidos por falta de concentración y desorden durante la instalación.

La cantidad de electrónica en un kit de 5ta generación es mayor que al de uno de 3era y por lo general son los elementos electrónicos los primeros a ser instalados debido al tamaño del ramal central. La unidad de control Omegas Plus de GLP o GNV es emperrada al chasis del auto, en la lata de la parte posterior del tablero. En caso la conversión es a GNV, es necesario adicionar un variador de avance de chispa en un lugar cercano. Se debe dejar un espacio libre para poder pasar el cableado del ramal y conectarlo a la unidad de control sin que el cableado se vea afectado por temperatura o fuerzas externas.

El reductor de presión o vaporizador debe ser instalado cerca de los equipos de aspiración del aire para la ventilación y la calefacción de la cabina, con una distancia mínima de 650mm del piso y 150mm de los tubos del sistema de escape. El reductor debe ser colocado en forma vertical y paralelo al sentido de la marcha y debe ser de fácil acceso por si es necesario realizar regulaciones u operaciones de mantenimiento. Una consideración importante es que el evaporador no debe ser colocado en un lugar más alto que el punto más alto del radiador y su manguera de entrada, con el fin de evitar la formación de burbujas en el sistema de refrigeración.¹⁰ Esto toma la importancia antes mencionada porque es el líquido refrigerante que sale del motor el encargado de calentar la expansión del gas dentro del evaporador. Para esto, las mangueras del sistema de refrigeración son adaptadas para que antes de regresar al radiador, pasen por el regulador de presión.

Paso siguiente se maquina los agujeros para las toberas en el múltiple de admisión, se coloca el riel de inyectores con las mangueras de alimentación y el filtro de gas. Después, las mangueras que conectan al riel con el filtro y el filtro con el reductor o vaporizador. Cada conexión debe ser totalmente impermeable es por eso que se aconseja el uso de abrazaderas para cada unión de mangueras. Con el sistema de inyección instalado, se procede con el sistema de almacenamiento.

¹⁰ NTP 111.015 2004, GAS NATURAL SECO. "Montaje de equipos completos en vehículos con gas natural vehicular (GNV)." Pág.11.

En caso la conversión sea a GLP se tiene dos opciones de tanques, el toroidal y el cilíndrico ambos con capacidad de soportar los 10 bares¹¹ de presión que requiere el recipiente de almacenamiento del GLP. El tanque cilíndrico necesita ser colocado en un bastidor metálico y éste mismo se instala en la parte superior de la maletera. El tanque toroidal interno no necesita esto ya que es colocado en el lugar de la llanta de repuesto y generalmente tiene medidas similares a la cavidad del chasis. De tratarse de un tanque toroidal externo, se debe soportar en la parte inferior del chasis con un soporte especialmente diseñado para dicho propósito con más de 3 puntos de apoyo conectados al chasis. Para conversiones a GNV, sólo contamos con la opción del tanque cilíndrico ya que los 200 bares de presión¹² de almacenamiento no nos permiten cambiar la geometría del recipiente.

Junto con los cilindros de almacenamiento o tanques, se instalan sus componentes afines: una multi válvula de GLP o válvula de cilindro de GNV, la válvula de carga con el manómetro de control de carga, las cañerías de cobre o de acero, que trasportan el GLP o el GNV respectivamente desde la parte posterior hasta la frontal del vehículo. Para finalizar con la instalación de equipos, se coloca el conmutador selector de combustible dentro de la cabina del auto, en el tablero, al alcance visual del conductor y se realiza todo el cableado eléctrico que conecta a todos los componentes electrónicos entre sí, junto con el ECU del kit y el ECU de gasolina original del auto.

Con todos los equipos, mangueras y cañerías instaladas en el auto se procede a hacer una prueba de estanqueidad para las instalaciones a GNV. Se inyecta de un tanque nitrógeno comprimido o de un compresor, 100 bares de presión¹³ al sistema y es controlada por un manómetro. De presentarse alguna fuga (aguja del manómetro descende significativamente), se verifica todo el sistema y conexión hasta eliminar las fugas. Cuando ya no existan fugas, se lleva el auto a la estación de servicio más cercana y se llena el cilindro de almacenamiento con GNV. De regreso en el taller, se vuelve a verificar la presencia de fugas con un detector especializado y de no existir alguna anomalía se procede a la calibración del sistema y a la certificación de la instalación.

¹¹ Service Training de Volkswagen. Programa autodidáctico 262. “Gas Natural – un combustible alternativo para vehículos de motor” – Diseño y Funcionamiento. Pág.20.

¹² NTP 111.013 2004, GAS NATURAL SECO. “Cilindros de alta presión para almacenamiento de gas natural utilizado como combustible para vehículos automotores.” Pág.9

¹³ Fuente: www.praxair.com.pe – noviembre 2007

1.2.4. Instalación del kit de conversión de 3era generación

Cada componente del kit de conversión tiene destinado un lugar en la secuencia de funcionamiento del sistema de GLP. Para que alcanzar el funcionamiento óptimo de la conversión, se debe respetar el orden y seguir las indicaciones de Landi Renzo en la instalación de cada componente.

El vaporizador debe ser colocado en el chasis del vehículo guardando ciertas distancias con el piso, el radiador, el motor o alguna pieza móvil del sistema de distribución. De ninguna manera debe ser fijado al motor o a alguna pieza fijada al motor. Se debe usar mangueras de agua para alterar el sistema de refrigeración del motor para que éste pase por dentro del vaporizador y haga contacto con la superficie de transferencia de calor. Una manguera une la salida de GLP a baja presión del vaporizador con el mezclador. Éste debe ser colocado previo al cuerpo de mariposa, por lo que es necesario cortar la línea de suministro de aire para colocarlo. Se debe asegurar que no hayan fugas de aire en la conexión del mezclador de lo contrario la calibración final no será la ideal.

Los componentes electrónicos como la unidad de lazo cerrado LCS Plus, el emulador de inyectores, el emulador OBD son colocados en el chasis del vehículo, en una zona donde no sean afectados por el calor extremo del motor. Se debe permitir que cada cableado y sus conectores respectivos accedan a la posición de los componentes electrónicos sin ejercer una fuerza excesiva en su conexión. Cuando el cableado está culminado, se instala el conmutador dentro de la cabina según lo indicado por el cliente.

Todos los componentes del sistema de almacenamiento de GLP son iguales a los de 5ta generación, por lo que se debe tomar en cuenta lo descrito en el punto 1.2.3 de éste capítulo.

1.2.5. Regulación y calibración de los equipos

Es necesario realizar una apropiada calibración de los equipos instalados para obtener una conversión exitosa. En las instalaciones de tercera generación se usa el reductor para calibrar la marcha lenta (el mínimo) y usando la computadora se registran los valores adecuados para la máxima y mínima apertura del régimen de pasos del actuador eléctrico mecánico (similar al actuador de marcha en un vehículo inyectado por computadora). De no contar con el software adecuado, se suele

controlar la lectura del voltaje del sensor de oxígeno para que cicle entre 0,6 y 0,7 voltios¹⁴ (mezcla estequiométrica).

Para la calibración de los equipos de quinta generación se usa únicamente la computadora personal y el software especial suministrado por el proveedor. Una vez que se realiza un mapa de los tiempos de inyección de gas para un determinado tipo de auto, es posible grabarlo y simplemente cargarlo en los siguientes autos de mismas características.

1.3. Control de calidad

Una vez que los trabajos en la unidad fueron culminados, el jefe de taller, junto con el técnico a cargo, procede a realizar la calibración del sistema. Paso siguiente salen en una prueba de ruta final para comprobar el comportamiento del auto en distintas condiciones de manejo. Como se mencionó previamente el conductor debe ser el mismo que realizó la prueba de ruta previa a la conversión. De obtener resultados positivos, se ingresa el vehículo a la zona de lavado e informa al asesor la hora tentativa en la que el vehículo se encontrara listo para su entrega.

Al finalizar el lavado respectivo, el jefe de taller debe llenar una lista de revisión del vehículo que indica si es que éste cumple con los requisitos necesarios para su entrega. Esto incluye observaciones como los niveles de aceite, líquido refrigerante, presión de ruedas, limpieza general del vehículo, revisión del inventario de entrada y las condiciones de la carrocería a la salida, etc. Finalmente se le comunica al asesor de servicios que la unidad esta lista para su entrega.

1.4. Facturación y entrega

Una vez que el asesor de servicios ya coordinó con el cliente el recojo de la unidad, procede a verificar que los montos de la orden de trabajo sean los correctos. Los montos de la mano de obra, certificación, recarga inicial y misceláneos son cargados por el asesor de servicios, mientras que los repuestos son cargados por el almacenero. Si es que todo lo requerido es agregado a la OT, el monto total por la conversión debe ser el mismo que el pactado con el cliente durante la recepción del

¹⁴ Fuente: Bruno Loyola, Gerente de desarrollo tecnológico de LandiRenzo Brasil. Capacitación para obtener el título de instalador / instructor de equipos para GLP y GNV.

vehículo. De ser así se liquida la orden usando el sistema y le informa a caja que puede generar la factura correspondiente (o una boleta, es decisión del cliente).

Cuando el cliente llega al taller, el asesor le indica que puede pasar a cancelar la factura generada y coordina con el jefe de taller el traslado del vehículo terminado a la zona de estacionamiento del área recepción. En caso el cliente tengas dudas sobre lo facturado, se le debe explicar en detalle la factura; los trabajos realizados, repuestos instalados, observaciones y recomendaciones.

El jefe de taller, el asesor y el cliente revisan el vehículo y el kit instalado, mientras el cliente recibe la explicación del correcto funcionamiento del sistema. Después de esto, se le entrega un manual de mantenimiento y garantía de la conversión junto con el resto de los documentos del auto. Una vez culminada la entrega, el cliente se dirige a la puerta de salida del taller y le entrega al agente de seguridad la orden de salida que le fue entregada en caja al cancelar la factura.

1.5. Procesos a seguir en una inspección y mantenimiento/reparación

Debido a que contamos con combustibles de alta presión almacenados y circulando en un estado gaseoso dentro de los vehículos, el riesgo de la existencia de una fuga no es un tema para ser tomado a la ligera. En autos gasolineros, la fuga de combustible se produce en estado líquido y por lo general se almacenan en lugares específicos dentro de los vehículos. Cuando la fuga de un combustible gaseoso se hace presente a través de una mala conexión o empaque que falló antes del tiempo esperado, el gas de alta presión (hasta 200 bares en caso del GNV) se expande y no se aloja en ningún lugar del auto. Al ser de menor densidad que el aire, el GNV no descenden por la gravedad sino asciende y ocupa un mayor volumen debajo del capot del auto, llegando así a estar presente cerca del sistema de distribución de chispa, o incluso pudiendo reaccionar con alguna chispa formada por rodajes gastados de una bomba de agua o de los ventiladores del radiador.

Al existir los riesgos antes mencionados, es crucial una constante inspección de los sistemas instalados durante la conversión y del resto de los sistemas con los que cada vehículo es equipado proveniente de fábrica. Es por esto que a cada usuario de un auto de sistema dual de combustible se le es entregado un programa de mantenimiento e inspección. Al acudir de manera aplicada a los mantenimientos

programados y efectuar las reparaciones necesarias en los vehículos convertidos se logra mantener un nivel óptimo en el performance del vehículo.

1.5.1. Inspección

El mantenimiento de los equipos instalados en el auto se reduce a una revisión periódica general de los mismos y de la instalación en sí. Se debe revisar el estado físico de todos los componentes, su sujeción y estanqueidad.

Siendo más específico, se debe comprobar la fecha de reemplazo del cilindro de almacenamiento y controlar su apropiada sujeción al bastidor o cuna de sujeción, mediante la inspección visual del estado de los apoyos de goma. El bastidor debe reajustarse al chasis del auto para evitar vibraciones en el sistema de almacenamiento. El endurecimiento de la válvula del cilindro no es aceptable, se debe comprobar su apropiado cierre y que no exista la presencia de pérdidas.

Se debe verificar que no haya ninguna conexión suelta, implica tener niples bien conectados y abrazaderas bien ajustadas. La presencia de barro o grandes cantidades de suciedad evita la apropiada evacuación de calor del sistema de ventilación, este debe ser limpiado y liberado de todo elemento que lo limite. El sistema de escape debe ser sujetado al chasis en caso no lo este.

La válvula de admisión no debe haber sufrido endurecimiento, su cierre manual debe encontrarse operativo. No debe existir presencia de fugas por lo que se debe verificar el estado de los sellos y empaques. Las mangueras del sistema de refrigeración deben permanecer en perfecto estado y apropiadamente conectadas sin presencia de fugas ni de obstrucciones, ya que una de ellas (de calefacción) afecta directamente el funcionamiento del reductor de presión. Se debe revisar el correcto funcionamiento de apertura y cierre de manera manual y eléctrica de la electroválvula de gasolina. Del sistema de alimentación, se verifica el correcto estado de los inyectores, del mezclador y la limpieza del filtro de aire o cambiarlo de ser necesario.

El regulador de presión y el vaporizador se consideran como el corazón del sistema, por eso mismo sus estados deben ser óptimos. Su revisión periódica se reduce al drenaje del aceite proveniente de GNV y el GLP. Se controla su funcionamiento a través del rendimiento del auto en sí y una inspección visual del estado de las mangueras que lo alimentan y descargan, y de las instalaciones eléctricas que lo vinculan con el auto. Para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del reductor y el vaporizador, es necesario reemplazar el diafragma

de transferencia de calor localizado dentro del mismo y drenar todo tipo de sedimento que pueda estar presente dentro de él. Este servicio se realiza cada 60,000km¹⁵ de preferencia. Este valor puede variar dependiendo de la humedad y la cantidad de polvo del ambiente en el que trabaja el auto regularmente.

En caso el rendimiento del auto haya disminuido, se debe comprobar que la presencia de la misma falla durante el uso de gasolina. De ser así, se deben realizar las reparaciones necesarias para mejorar la combustión del auto para después recalibrar los equipos de la instalación de gas. En caso la falla sólo se presente al andar con el uso del combustible gaseoso, se debe proceder a desmontar y desarmar el reductor de presión. Al ser esta la situación, una vez desarmados el reductor y el vaporizador, se verifica la limpieza del filtro interno de GNV y GLP, el estado del asiento plástico del pistón de cierre, el desgaste del eje de la primera etapa, el endurecimiento general de los sellos y empaques de goma de ambos pistones (de cebado y de paso), el desgaste del vástago de alimentación y su respectivo asiento, y la apropiada limpieza y lubricación del eje de la palanca de la segunda etapa.¹⁶

En el sistema en general se puede verificar la presencia de fugas utilizando agua jabonosa (formación de burbujas) en caso de no contar con un detector de fugas y en especial después del rearmado del reductor de presión.

1.5.2. Reparaciones

Para mantener la conversión de alta calidad en un estado óptimo, no es aconsejable la reparación de los equipos en general. En caso algún elemento del sistema falle, éste debe ser reemplazado para evitar el poner en riesgo el estado del vehículo y del propietario. Las reparaciones de los elementos electrónicos, como el variador de avance de chispa, el conmutador o las centrales de control, es inaceptable más allá de una nueva calibración y de ninguna manera deben ser reinstalados en el auto si es que fueron abiertos para su inspección. En el caso de la falla del reductor o vaporizador, que si pueden ser desarmados, los componentes con fallas deben ser reemplazados al igual que las mangueras y cables del resto del sistema. La misma premisa se utilizar para los inyectores que pueden ser cambiados individualmente sin tener que cambiar el riel completo.

¹⁵ Fuente: Bruno Loyola, Gerente de desarrollo tecnológico de LandiRenzo Brasil. Capacitación para obtener el título de instalador / instructor de equipos para GLP y GNV.

¹⁶ Fuente: Bruno Loyola, Gerente de desarrollo tecnológico de LandiRenzo Brasil. Capacitación para obtener el título de instalador / instructor de equipos para GLP y GNV.

1.5.3. Planes de seguridad durante la instalación y/o reparaciones del vehículo.

Existen ciertas consideraciones a tener en cuenta al realizar la conversión de un auto. El lugar de la conversión deberá ser ventilado naturalmente y no debe existir la presencia de fuego abierto, chispa o cigarrillo encendido en el lugar o en sus cercanías.¹⁷

Directamente en el auto, la batería debe estar desconectada durante la conversión y el vehículo debe contar con una conexión a tierra en todo momento a través del elevador. Cualquier tipo de fuga puede ser detectada usando agua jabonosa o un detector de fugas electrónico. En caso sea necesario desmontar algún elemento del circuito del combustible gaseoso, la válvula de seguridad del cilindro de almacenamiento y la multi válvula del tanque deben cerrarse mientras que el motor del auto sigue encendido, de manera que el gas dentro de las tuberías del sistema sean vaciadas también. En quinta generación, el vehículo cambiará automáticamente de sistema a un consumo de gasolina justo antes que el motor se apague por falta de GNV o GLP. En tercera generación se debe esperar a que el motor se apague para poder asegurar que no hay presión de gas en las líneas de alta o baja.

De ser necesario realizar alguna reparación en el auto utilizando un soplete (reforzar alguna soldadura del bastidor o el trabajo de planchado de la carrocería o chasis) el sistema de almacenamiento y de ductos de gas debe ser vaciado completamente previa a la intervención. La misma medida preventiva debe ser utilizada en caso el auto ingrese a una cabina de secado después de un trabajo de pintura.

En caso de un incendio en un vehículo convertido a GNV, la alta temperatura incrementará la presión dentro del cilindro, haciendo que la válvula de seguridad de la válvula de cilindro expulse el GNV del cilindro hacia el ambiente a través del sistema de venteo instalado. Si el fuego afecta directamente el venteo del GNV, dejar que éste se consuma en su totalidad antes de intentar apagar el fuego con un extintor. Es preferible que el gas se consuma junto con el fuego a que éste se acumule dentro del vehículo, esto en presencia del fuego podría causar una explosión. En un vehículo convertido a GLP, las precauciones son muy similares, a diferencia que no contamos con una válvula de seguridad, sin un sistema de prevención dentro de la estructura de la multi válvula del tanque. Si el fuego afecta directamente la zona del tanque, tratar

¹⁷ NTP 111.018 2004, GAS NATURAL SECO. "Taller de montaje y reparación de equipos completos para gas natural vehicular (GNV)." Pág. 4.

de disminuir la temperatura de la superficie del mismo con agua fría para contrarrestar el incremento en temperatura y darle el tiempo necesario a la multi válvula para expulsar todo el GLP almacenado. Si el incendio no puede ser apagado con el extintor o la cantidad de agua no es suficiente para disminuir la temperatura del tanque, se podrá observar un incremento en la presión del gas dentro del mismo. De ser este el caso, un plan de evacuación deberá ser ejecutado y solicitar la ayuda del cuerpo de bomberos.

1.6. Procesos de logística y administración

Es necesaria una inversión inicial para la creación del taller para la compra de equipos y herramientas utilizadas en la conversión de los autos. Los repuestos y materiales consumibles deben reponerse constantemente para mantener un stock suficiente para el correcto abastecimiento por parte de almacén a los técnicos del taller. Todo taller necesita de departamentos de Administración y Logística. El departamento de logística es el encargado de mantener disponibles los recursos del taller de manera que no caiga en necesidades que no puedan ser atendidas con prontitud y esto se vea reflejado en una mala calidad de trabajo y en una prolongación innecesaria de los tiempos de producción

1.6.1. Logística

La Logística de un taller de mecánica automotriz es más amplia y compleja de la que se necesita en el caso de un taller dedicado específicamente a realizar conversiones a GLP y GNV. Los macro procesos de la Logística de un taller se muestran en la figura 1.3.

Teniendo en cuenta esta estructura, de los procesos mostrados con un flujo de izquierda a derecha, el único relevante para el taller sería el de Compras para un Cliente Interno, que se refiere al taller en sí. El proceso de compras para el taller se rige tanto para la compra de equipos necesarios para las conversiones, como para las herramientas y equipamiento del mismo, así como para la compra de los kits de conversión de las distintas generaciones disponibles, los tanques y repuestos y materiales consumibles del mismo. Esta en el departamento de logística garantizar que el taller no perderá opciones de venta por falta de stock.

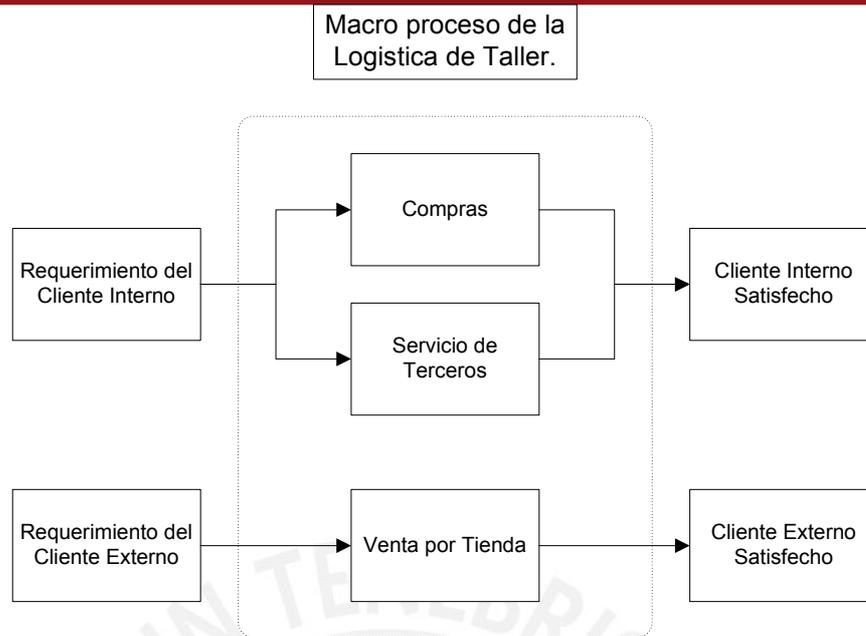


Figura 1.3 Mapa Conceptual de los Macro procesos de la Logística de Taller

Este proceso se divide en diez etapas gestionadas y llevadas por una o más personas dependiendo del tamaño del taller. Cada etapa tiene una relevancia distinta y no todas se repiten todo el tiempo en las compras. Cada una puede ser detallada de la siguiente manera:

- a) **Evaluación de Proveedores:** Es necesario determinar cual de los proveedores disponibles en el mercado es el mejor para cumplir con las necesidades del taller. Factores como variedad de stock, disponibilidad del mismo, precios, calidad, garantía, tiempo de atención, plazos de pago, etc., son tomados en consideración. Cuando la disponibilidad es amplia y se encuentra dentro del mercado local, es el taller el que se puede dar el lujo de exigir mejor calidad o de permanecer en busca de mejorías en precios o tiempos de atención. Cuando la variedad de proveedores disminuye, caso de distribuidores de equipos importados de alta calidad y tecnología, el cambio de proveedores no es tan común. Son éstos últimos los más importantes ya que de ellos depende abastecer la mejor calidad de productos; y considerando sus márgenes es que el taller calcula sus precios y márgenes propios de ganancia. Son en las etapas iniciales, como la formación del taller, donde se busca y evalúa la mayor cantidad de proveedores posible. Cuando el taller ya entra en funcionamiento y se logra establecer lazos definitivos, la

búsqueda de nuevos proveedores se hace escasa y en muchos casos innecesaria, dejando espacio a excepciones.

- b) Registro de Proveedores: Es un padrón o listado de proveedores donde figuran sus datos y artículos que ofrecen en stock. De esta manera se sabe en cada momento a quien recurrir cuando algo en específico requiere ser comprado sin tener que divagar o evaluar proveedores en casos de urgencia.
- c) Solicitud de Compra: Cuando se conoce la cantidad de lo que se necesita adquirir, se genera una solicitud de compra autorizada por la gerencia de Logística quien autoriza realizar las compras necesarias para completar el stock que el taller crea suficiente para desempeñarse sin restricciones. Sin una solicitud de compra, no es posible realizarla ya que es la única manera de poder llevar un control adecuado de los ingresos materiales al taller.
- d) Cotizaciones: En caso las opciones de compra sean más de una, se llevan a cabo cotizaciones entre los proveedores para analizar cual es la opción específica más conveniente. Es probable que un proveedor registrado exceda sus precios en artículos específicos, cotizando entre otros se encuentran proveedores no registrados para artículos especiales.
- e) Compra: Una vez cotizada y generada la solicitud de compra, cada artículo puede ser adquirido y suministrado a almacén.
- f) Ingreso a Almacén: El registro de activos que ingresan a almacén es pieza clave en la gestión de inventarios. Cada artículo es registrado con códigos específicos que permiten su fácil ubicación dentro del almacén. Después del registro de ingreso es que se inicia el procedimiento de pago de las facturas por los activos ingresados.
- g) Solicitud de Despacho: Realizada una Orden de Trabajo y determinados los materiales y equipos necesarios para realizar la conversión, se le hace llegar a almacén una solicitud de despacho de los mismos.
- h) Despacho: Logística lleva un control de qué fue lo que se entregó, las cantidades, a que persona y a que orden de trabajo pertenece el material entregado. De esta manera se sabe precisamente que fue instalado y utilizado para cada vehículo, lo que tiene mucha importancia en el momento de facturar los trabajos realizados.
- i) Gestión de Inventarios – Clasificación y Mantenimiento: Un inventario permanentemente actualizado nos permite saber cuando es necesario realizar nuevas compras sin tener que sufrir una sequía de stock. El no contar con uno

puede llevar a extremos como perder el stock completamente lo que implica no poder realizar las conversiones por falta de materiales. Esto alarga los plazos de entrega, entorpece el ritmo de las conversiones y genera tiempo muerto de los autos dentro del taller.

- j) Venta de Materiales en Desuso (chatarra): Cada cierto tiempo, generalmente un mes, material sobrante del taller puede ser rematado de manera de conseguir un ingreso alterno al de las conversiones en sí.

1.6.2. Administración y contabilidad

Cada orden de compra, orden facturada o proceso del taller que incluya el manejo de dinero, debe ser controlado y autorizado por el departamento de contabilidad. Estos procesos están orientados al registro y pago de las facturas de los proveedores, establecer costos fijos tales como servicios de telefonía, agua, luz etc., para finalmente elaborar el balance y estados financieros que muestran los márgenes del ejercicio en general y por cada centro de costos o área productiva.

El área de administración está orientada a la implementación de procedimientos que permitan alcanzar los objetivos de producción y satisfacción fijados en el plan de negocios anual. Mide también mediante indicadores la eficiencia de cada uno de ellos y corrige las variaciones que se encuentren. Así mismo administra los bienes o activos de la empresa supervisando su correcto uso, mantenimiento y asignación.

CAPÍTULO 2

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TALLER

Es necesario definir los distintos parámetros que limitan la capacidad y magnitud del taller. Algunos como la cantidad de autos que se planea atender simultáneamente, la cantidad de personal y los tiempos de trabajo en las conversiones y mantenimientos de los equipos instalados. Una vez definidos estos factores, se podrá definir la capacidad operativa del taller durante sus primeros meses de trabajo, así como el área necesaria para su ubicación, sin dejar de lado lo que la ley pide como requerimientos mínimos indispensables para la certificación del taller.

2.1. Mercado Actual y Proyecciones

El alza desmesurada del precio de la gasolina afecta a miles de personas que utiliza sus vehículos como movilidad personal o transporte público. La opción de la conversión de sus autos para el uso de un combustible más barato y menor índice de contaminación, es cada vez más tentativa. Se considera un mercado altamente lucrativo, ya que sólo proyecta crecimiento. Por esto la creación de un taller de conversiones resulta una opción de negocio atractiva en el mercado actual.

2.1.1. Cantidad de vehículos que actualmente utilizan combustibles gaseosos.

Se estima que en el mes de octubre del 2007 más de 75 millones de galones anuales de GLP fueron consumidos por cerca de 95,000 vehículos convertidos.

Todos estos vehículos fueron abastecidos por más de 185 estaciones de servicios o puntos de venta a lo largo y ancho de nuestro territorio nacional.¹⁸

En el caso del GNV los números no son tan amplios. Según los datos tomados de la página Web de la Cámara Peruana de Gas Natural Vehicular¹⁹ al finales del mes de agosto contábamos con cerca de 16,000 conversiones realizadas, de las cuales un poco más de 12,000 fueron financiadas a pagarse durante cada visita al punto de venta del GNV (un cliente que paga S/.100 en un punto de abastecimiento, no recibe el equivalente a S/.100 de GNV sino un porcentaje menor en número de m³. El saldo de la diferencia es automáticamente contabilizado para cancelar la deuda de la instalación y se lleva a cabo cada vez que el vehículo rellena su tanque de almacenamiento, sin excepción). Este tipo de financiamientos están disponibles a través de COFIDE.²⁰

2.1.2. Niveles socioeconómicos de los vehículos más comúnmente convertidos.

El objetivo de la explotación de los combustibles gaseosos dentro del mercado local, es lograr que el los conductores en general logren tener a su alcance la opción de un combustible más barato ya que el alza del precio del petróleo y la gasolina es cada vez más crítica. La mayoría de personas que forman parte de la economía de nuestro país, dueñas de algún tipo de vehículo, no cuentan con los medios suficientes para desembolsar sumas mayores a \$1000 para lograr convertir su vehículo. Es aquí donde se encuentra la ironía del tema, contamos con dos clases de combustibles de mucho menor precio (la mitad por galón en el caso de GLP y un cuarto en el de GNV) pero es necesaria una inversión fuerte para lograr poder consumirlos. La creación del crédito para las conversiones a GNV fue necesaria debido a la realidad socioeconómica del país permitiendo que los conductores que más necesitan abaratar sus costos diarios de transporte lo logren. En la actualidad la mayoría de conversiones realizadas a GNV son para el sector del transporte público, ya sean taxis o buses, que mediante el crédito para la conversión de sus vehículos, no necesitaron el efectivo para hacerlo una realidad.

El propósito del taller es realizar la conversión de autos de alta tecnología y de uso particular. Autos que no solo cuenten con un sistema de inyección, sino que

¹⁸ www.andina.com.pe/Espanol/Noticia.aspx?id=mbHZNzXSHs4 – octubre 2007

¹⁹ www.cpgnv.org.pe – octubre 2007

²⁰ COFIDE (Corporación Financiera de Desarrollo S.A)

incluyan controles computarizados avanzados de inyección, control de emisiones, control de caudales de aire y combustible. Vehículos de uso privado de tales características cuestan más de \$10,000 en el mercado local.

Los dueños de autos que bordean las cifras de veinte, treinta, cuarenta o más de cincuenta mil dólares, no necesitan ver la opción de una conversión por el lado del ahorro en el precio del combustible. El poseer un vehículo de tan elevado costo, implica que el dueño busca en su auto un alto estándar en el desempeño, en su comodidad y lujo. Esta clase de usuarios debe ser educada de una manera distinta para que su percepción del uso de un combustible gaseoso cambie y se convierta en una opción tentativa y real. Es necesario acentuar las cualidades de estos combustibles, enfocándonos en que no sólo presenta un alto rendimiento térmico, sino que poseen la cualidad de proporcionar una combustión no contaminante y libre de residuos. Esto evita que se presenten acumulaciones no deseadas en los sistemas de admisión y escape como en los autos que utilizan gasolina. Son estas acumulaciones las que logran malograr los componentes del auto, tales como el catalizador, sondas lambdas o el cuerpo de mariposa de admisión. En sí estos combustibles gaseosos son de mayor limpieza que las gasolinas disponibles en nuestro país logrando niveles de emisiones muy por debajo de las reglamentaciones internacionales más estrictas sobre la producción de contaminantes tales como NO_x , CO y CO_2 , principales causantes de graves problemas de la salud humana. El grado de limpieza del combustible es determinante en la vida útil de los lubricantes utilizados en el motor y del motor en sí.

Presentando información enfocada en el cuidado del auto y en el hecho que la disminución de potencia por el uso de GLP o GNV es menor al 10%, se puede lograr que el número de conversiones de autos de alta tecnología aumente. Cabe recalcar que la mención de una pérdida de potencia no implica que sea absoluta. Las velocidades del auto se pueden alcanzar también con el combustible gaseoso, solo que con un mayor consumo del mismo. El consumo es mayor, pero el costo es menor; el ahorro todavía existe.

La creación de un taller que tenga como objetivo principal la conversión de autos de élite como los antes mencionados, asegurando conversiones de la más alta calidad, con productos importados, mano de obra calificada e instalaciones de primera categoría, puede cambiar el concepto y recelo que la gente de los altos niveles socioeconómicos tiene con respecto al uso del GNV y GLP.

La participación del GLP en el mercado de los autos que utilizan combustibles gaseosos es mucho más significativa que la del GNV. Con el tiempo, la explotación del GNV en nuestro país, las tecnologías para su distribución y su disponibilidad se hacen cada vez más presentes, pero en la actualidad la disponibilidad de estaciones de servicios que cuentan con GLP es mucho mayor (Son 185 puntos de venta versus cerca de 15 estaciones de servicio de GNV según la estadística para octubre del 2007 de la CPGNV).

Como consecuencia, se puede afirmar que es más cómodo realizar una conversión al sistema de GLP ya que es más fácil encontrar un lugar donde cargarlo. Esto genera influencia en las personas en el momento de tomar una decisión sobre el tipo de sistema que desean incluir en su vehículo y explica que la mayoría de autos de uso particular sean convertidos a GLP. Proyectando esto a la creación de un taller de las características antes mencionadas, podemos afirmar que, al igual que en el mercado local, el número de conversiones a GNV será mucho menor al de personas interesadas en utilizar GLP, por lo menos en el sector privado.

2.2. Volúmenes de ventas deseados y estimados

Para determinar la magnitud del taller es necesario definir su capacidad operativa. Se debe estimar un número de conversiones relevante a la realidad actual, para poder así definir espacios, personal, herramientas, etc., sin perder de mira las proyecciones estimadas para el crecimiento del taller dentro del mercado limeño.

2.2.1. Objetivo de número de conversiones mensuales de GLP

Las proyecciones del taller se concentran en este tipo de conversiones por ser las de mayor demanda. De un total mensual de 40 conversiones el primer mes, se espera lograr por lo menos que 30 de ellas sean al sistema de GLP. Esta proyección influye mucho en la compra de repuestos a tenerse en stock mensualmente, ya que existen dos opciones adicionales dentro de éste tipo de conversión. Son dos categorías distintas de equipos disponibles para una conversión a GLP, equipos de 3era y 5ta generación. De las 30 conversiones estimadas para GLP, se espera que el número de conversiones.

Se esperan entre 5 y 10 conversiones a 3era generación ya serán ofrecidos para autos inyectados con múltiple de admisión de aluminio, que cuenten con una

unidad de control original del auto, un catalizador en el sistema de escape y de ser posible la presencia de una o dos sondas lambda. Al tener estas características, se espera que sean autos más recientes, con fechas de fabricación del año 2000 en adelante. De ser un auto de kilometraje elevado (de 40 mil a 90 mil kilómetros de recorrido), es necesario realizar una limpieza previa del múltiple de admisión, el cuerpo de mariposa y en especial una limpieza con ultrasonido de los inyectores ya que no serán cambiados durante la conversión, pero seguirán siendo piezas claves durante el funcionamiento a gasolina.

Si el auto rebasa los 100 mil kilómetros de recorrido, debe tomarse mucho en consideración los resultados de la evaluación de preconversión para determinar si el auto causará problemas después de ser convertido o no. Con el tiempo y kilometraje los motores llegan a contaminarse con la presencia de carbonilla o la presencia de otro tipo de suciedades provenientes de la gasolina. Estas impurezas pueden acomodarse en los asientos de válvulas o en las pequeñas cavidades entre los pistones, sus anillos y las paredes de los cilindros. El GLP, al ser un combustible limpio, limpiaría estas impurezas el motor creando vacíos donde no los había antes. Esto se manifiesta en pérdidas de compresión, lo que implica que el motor pierda potencia, exista un exceso de consumo de combustible e inestabilidad al encender el auto. Para evitar esto es recomendable que sean motores reparados para evitar que el mismo pierda compresión después de la instalación del equipo a gas. En la presencia de pistones nuevos, válvulas nuevas, cilindros encamisetados y anillos nuevos, el motor funcionará adecuadamente usando gasolina, lo que implica contar con altas probabilidades de lograr el mismo funcionamiento en gas.

Equipos de 5ta generación podrán ser instalados en autos más modernos y de tecnología aún más avanzada que los antes mencionados. Un factor importantísimo es el material del múltiple de admisión. Motores con el múltiple de admisión de baquelita no pueden ser con un kit de 3era generación, por lo que están obligados a usar 5ta generación. Autos de tales características son más costosos, lo que implica que los poseen dueños de mayor exigencia y poder adquisitivo. Los equipos empleados en este tipo de conversión son de mayor precisión, diseñados para no fallar. Por lo mismo son equipos de un costo mayor y tecnológicamente más avanzados.

El usuario de un auto nuevo espera que el mismo funcione a la perfección al igual que el dueño de uno moderno, costoso y de poco recorrido (de 0 a 40 mil

kilómetros), es por esto que la conversión debe ser de la más alta calidad, sin permitir algún tipo de error durante la instalación o alguna falla del sistema después de ella. Son estas conversiones de 5ta generación las que más proyectadas, siendo un estimado de entre 20 y 25 autos mensuales. Lógicamente, el costo de este tipo de conversiones es más elevado que las dos anteriores.

2.2.2. Objetivo de número de conversiones mensuales de GNV

Las variaciones entre un sistema a GNV y una a GLP se reducen a la presión de almacenamiento del combustible (cilindros de almacenamiento en el caso de GNV y tanques toroidales o cilíndricos en el caso de GLP), al uso de un reductor de presión en los sistemas de GNV y un vaporizador en el caso de GLP (cumplen la misma labor, pero en rangos distintos de presiones de funcionamiento) y a la presencia de un variador de avance para GNV (el uso de un variador de avance de chispa para GLP es posible, pero no necesario como en los de GNV debido al que el tiempo de disipación de la flama del GLP es muy similar al de la gasolina).

Se estiman entre 5 y 10 conversiones mensuales debido a la poca disponibilidad de estaciones de servicio y que la gente en general no conoce mucho de sus ventajas y de las proyecciones que tiene su uso en nuestro país. Conforme se instruya a la población sobre sus ventajas económicas y ambientales y se construya un mayor número de puntos de venta para el uso vehicular, mayor cantidad de conductores pensará en realizar las conversiones apropiadas al uso de este combustible en sus autos. Sobre todo si es que se tiene la opción de realizar una conversión de altísima calidad, con equipos importados y mano de obra calificada. Por el momento las expectativas de conversiones de este tipo se reducen a vehículos de transporte ligero pertenecientes a flotas de compañías.

2.3. Requisitos Legales

Es importante no olvidar que las normas y decretos supremos influyen mucho en el desarrollo de proyectos como este, ya que delimitan de manera estricta lo que se debe y no se debe hacer para conseguir ser un taller de conversiones certificado. La norma técnica peruana relevante a las características físicas de un taller de conversiones es la NTP 111.018 2004 – “Taller de montaje y reparación de equipos completos para gas natural vehicular (GNV)”, que comparte en gran cantidad la

información suministrada por el capítulo 6 de la Resolución Directoral n° 3990-2005-MTC-15 – “Régimen de autorización y funcionamiento de las Entidades Certificadoras de Conversiones y Talleres de Conversión a GNV”. Ambos documentos mencionan los requisitos sobre las condiciones iniciales, infraestructura y el equipamiento mínimo indispensable para autorizar a un taller de conversiones como taller autorizado para conversiones a gas natural vehicular.

A la fecha, no existen normas técnicas peruanas o resoluciones directorales que determinen las mismas características necesarias para montar un taller de conversiones a GLP. Por este motivo sólo se toman en cuenta las antes mencionadas para proyectar la envergadura del taller, su capacidad, y equipamiento.

2.4. Determinación del tamaño del taller y el de las áreas específicas

“En la misma zona de inspección, deberán existir zonas de trabajo diferenciados, tales como área de soldadura, área de montaje del equipo completo, área de modificación o adaptación de motores, área de mantenimiento de vehículos convertidos, área de ensayos, almacenes, patio de maniobras y estacionamiento, entre otros, los mismos que deberán estar debidamente señalizados de acuerdo a la normativa vigente.” [RD: 3990-2005-MTC-15, sección 6.1.2.3].

Conociendo el número de vehículos estimados a ser trabajados simultáneamente y los procesos que se llevan a cabo en las conversiones, se puede conocer la distribución del taller y el espacio necesario para cumplir con las expectativas y proyecciones. La suma de los procesos de recepción, inspección, conversión, calibración, prueba de ruta y entrega toma un total aproximado de 2 a 3 días útiles. Asumiendo un promedio de 24 días productivos (22 días completos y 4 días medios al mes) a un ritmo de 8 horas diarias de trabajo (sábados se trabaja 4 horas) y el hecho que se espera convertir alrededor de 40 autos al mes, se puede calcular la cantidad de autos que simultáneamente estarán en el taller.

Respetando los datos del párrafo anterior, se cuenta con 24 días útiles para realizar las 40 conversiones estimadas. Con el ingreso de 2 vehículos diarios y contando con que cada auto permanece dentro del taller un promedio de 2 días laborales, se calcula tener simultáneamente 5 ó 6 vehículos dentro del taller atravesando el proceso de conversión, sea en su etapa de recepción, inspección de pre

conversión, la misma conversión, la calibración del sistema, la certificación de la instalación, lavado o el control de calidad de salida.

2.4.1. Espacio requerido para la recepción de autos

La recepción de los autos no es un proceso muy extenso. Generalmente no excede los 20 minutos y es realizado por el asesor de servicios encargado. Esta se realizará en el área de recepción de un taller de mecánica en general de renombre local situado en Surquillo. Cada espacio unitario para la recepción de los autos es de 4.2m de ancho por 5.4m de largo (22.7m²). Al ser un total de 4 espacios, se cuenta con cerca de 100m² de espacios utilizados para realizar los inventarios de los vehículos. Sumando a esto la cantidad de espacio disponible para movilizar los autos hacia adentro y afuera de la zona de recepción, se cuenta con un total de 260m². Este metraje ya alcanza la cantidad de espacio normado para el piso de taller. (220m²), pero las conversiones no se realizarán en el espacio para la recepción de los autos. Se realizarán en un espacio específicamente destinado para las conversiones situado dentro del área de taller del antes mencionado.

2.4.2. Espacio requerido para la inspección de pre conversión

La evaluación de pre conversión incluye la inspección de la parte inferior de los autos, esto implica el uso de un elevador. El espacio de trabajo con un elevador es del 5.4m por 4.15m de ancho aproximadamente (27m²). Contando que es necesario montar ciertos equipos en el auto estando éste alzado en un elevador, se debe acentuar la necesidad de contar con dos elevadores para el taller de conversiones. Uno que permanentemente será utilizado para realizar las instalaciones necesarias de la conversión y el otro que se utilizará para realizar la inspección de pre conversión y la certificación de la conversión. Dependiendo de la cantidad de carga de trabajo presente en ese momento ambos elevadores serán utilizados para ambas tareas, dejando de lado el orden de los procesos de trabajo y priorizando la rapidez, pero se tendrá en cuenta el lugar para la pre conversión y certificación como dos espacios productivos sumando casi 50m².

2.4.3. Espacio requerido para soldadura

La soldadura de los bastidores o jaulas necesarias para sujetar los tanques cilíndricos de GLP y cilindros de almacenamiento de GNV, será realizada por un

soldador encargado. El área destinada para el almacenamiento de los equipos utilizados para las conversiones (10.5m^2) y el espacio de trabajo del soldador (17.4m^2) se encuentran separados por una pared de ladrillos y cemento, pero sólo el almacén cuenta con un techo de la misma construcción. El área de los trabajos de soldadura se encuentra cubierta por una estructura metálica y calaminas, para mantener un contacto directo con el ambiente. Es importante resaltar el hecho que la zona de soldadura debe estar separada de la zona de montaje de equipos completos. Las chipas durante la soldadura pueden afectar directamente la presencia de alguna fuga de gas después de la recarga inicial, pudiendo causar accidentes no deseados y poniendo en peligro la integridad física del soldador y de todo el taller y trabajadores. Es importante señalar que los bastidores deben ser empernados a la carrocería de los autos, es por esto que la soldadura de estos a los autos no es necesaria.

2.4.4. Espacio requerido para el montaje de equipos

La zona destinada al montaje de los equipos de GLP y GNV es en la que los autos permanecerán la mayor cantidad de tiempo. Contando que se tendrán por lo menos 5 ó 6 vehículos en simultáneo dentro del taller, es necesario contar con un espacio de montaje para por lo menos 5 de ellos. Uno de ellos será el que contará con el elevador. De dimensiones similares al del espacio para la inspección de los autos, se deberá contar con una zona de montaje de 110m^2 (cuatro que suman 84m^2 y una de 27m^2). Sumando el espacio necesario para movilizar los autos dentro del taller y el espacio de almacén y soldadura, hablamos de más de 220m^2 de piso de taller.

2.4.5. Espacio requerido para la adaptación o modificación de motores

Toda adaptación, modificación o reparación de motores, o del auto en sí, que sea necesaria como resultado de la evaluación para la pre conversión, será realizada en el resto del taller principal. Este taller cuenta con una sala de motores y elevadores grandes y chicos en un piso de taller mayor a los 1300m^2 . Aquí mismo se le dará mantenimiento a los sistemas de GLP y GNV cada cierto recorrido.

2.4.6. Espacio requerido para ensayos y calibración de los equipos

Sin necesidad de aumentar más el área del taller, las regulaciones, calibraciones y ensayos inmóviles de los vehículos se realizarán en los mismos

espacios de trabajos donde se realizó el montaje de los equipos a ser regulados, calibrados y ensayados.

El patio de maniobras no es otro más que el mismo donde se realizó la prueba de ruta previa a la conversión, las calles. En ruta se procederá a realizar la misma prueba después de la conversión, como un control de calidad de la conversión y la calibración realizada. Al contar con las mismas condiciones que antes de la instalación de los equipos, el encargado de dicha prueba podrá notar alguna variación no deseada en el funcionamiento del auto.

2.4.7. Espacio requerido de almacenes, lavado y estacionamiento

Al igual que las oficinas de logística, contabilidad y administración del taller, el almacén será el mismo que el del taller. Los kits de conversión serán retirados de almacén con el número de la orden de trabajo creado por el asesor y trasladados a la zona de las conversiones. Los componentes que forman parte del kit de instalación que no sean instalados el mismo día de su entrega, deberán pasar la noche, debidamente etiquetados, en el almacén de equipos y herramientas.

Al culminar todos los procesos necesarios en el local de conversiones y realizada la prueba de ruta con resultados satisfactorios, el vehículo será trasladado a la zona de lavado y aspirado. Son dos espacios de lavado de 80m² aproximadamente.

Culminado el lavado, el auto será estacionado junto con el resto de autos listos a ser entregados, en la zona de estacionamiento de autos por entregar (20 espacios de 13.2m² cada uno) que tiene un área total de 264m².

2.4.8. Distribución de áreas y espacio total.

En su totalidad el taller cuenta con más de 1600m², de los cuales 220m² serán destinados al área de conversiones a GLP y GNV. De sumar las áreas de recepción, oficinas, almacén, sala de motores, lavado y estacionamiento que son utilizadas durante la estadía del auto en el taller, el espacio se extiende a casi 2000m², sobrepasando lo indicado en la norma NTP 111.018 de contar con un terreno no menor a 300m².

La distribución de las áreas del taller de conversiones está detallada en el capítulo 4 y en el plano A1 - 1, junto con la de la distribución total del taller, zona de recepción, showroom de autos nuevos y de autos usados, etc.

CAPÍTULO 3

REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y HUMANOS

Para que el taller funcione apropiadamente, la capacidad productiva designada debe ser real de manera que sea posible alcanzar los niveles de producción deseados. Esta se ve afectada por la cantidad de personal involucrado en el taller, así como de la disponibilidad, cantidad y calidad de equipos y herramientas necesarios para una correcta conversión. En este capítulo se dará a conocer la tecnología involucrada directa e indirectamente en cada clase de conversión.

3.1. Equipamiento necesario para el proceso de conversión.

La correcta conversión de un auto a un sistema de combustible gaseoso no sólo se reduce a la calidad de los equipos a ser instalados y su respectiva calibración, también influye la calidad de herramientas, equipos, materiales y accesorios usados. El escatimar en la compra de estos lleva a conseguir sea un gasto constante e innecesario debido a la posible mala calidad de elementos de poco costo. Una fuerte inversión inicial permite la compra de las mejores herramientas posibles, dejando de lado la necesidad de reponer herramientas por roturas indeseadas. La tabla 3.1 muestra los equipos y herramientas que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) pone como condición para acceder a una autorización como taller de conversión autorizado. En este sub capítulo se da detalle de las herramientas y equipos más representativos seleccionados para el taller de conversiones.

Tabla 3.1 Equipamiento para acceder a una autorización como taller de conversión autorizado.

Directiva N° 001-2005-MTC/15, Sección 6

6.1.3.1	Equipo de ensayo neumático de mínimo de 200bar de gases inertes, para garantizar la total estanqueidad de las juntas y uniones durante la carga inicial de GNV.
6.1.3.2	Manómetro calibrado con rango de 0 a 5000PSI (0 a 350bar).
6.1.3.3	Manómetro calibrado con rango de 0 a 30PSI (0 a 2bar).
6.1.3.4	Manómetros patrones o equipos patrones para controlar los manómetros anteriores.
6.1.3.5	Extintores tipo ABC a razón de 100grs por m2 de área de taller.
6.1.3.6	Herramientas mínimas para las tareas a ejecutar: a. Dos (02) torquímetros con un rango mínimo 0 a 25kgm. b. Un (01) Juego completo de llaves combinadas milimétricas y en pulgadas. c. Un (01) Juego completo de llaves tipo “dado” milimétricas y en pulgadas. d. Un (01) Juego completo de llaves tipo “Allen” milimétricas y en pulgadas. e. Pinzas, alicates, destornilladores y martillos. f. Un (01) juego completo de llaves para conexiones de tuberías. g. Calibre de roscas (peine de roscas). h. Un (01) taladro de hasta 13mm de diámetro con juegos de brocas y sierras de copa. i. Una (01) amoladora de banco y una (01) portátil. j. Una (01) lámpara estroboscópica de puesta a punto. k. Un (01) tacómetro portátil. l. Un (01) vacuómetro portátil. m. Un (01) compresómetro con juego de adaptadores. n. Herramientas de uso específico en mecánica automotriz, tales como llaves para bujías, llaves de anillo abierto para tuercas de tubos, sondas de láminas y de alambre, etc. o. Un (01) soporte de sujeción de cilindros para colocación de válvulas de cilindro con adaptadores para ajuste de las mismas. p. Equipos para efectuar mediciones de calibración y medidas generales de los vehículos (cinta métrica de 05 metros y calibradores en unidades milimétricas) q. Una (01) gata o equipo hidráulico con capacidad suficiente para elevar un vehiculo. r. Equipos de diagnostico electrónico de uso automotriz, mínimo un (01) Multímetro digital y un (01) Osciloscopio. s. Un (01) cautil de soldadura de estaño.
6.1.3.7	Analizador de gases homologado en el país, de tipo infrarrojo, no dispersivo para vehículos que usan gasolina, GLP, GNV u otros combustibles alternos. Debe ser capaz de medir CO, HC, CO2 y O2. Debe contar además con tacómetro y sonda para medir temperatura del aceite, así como una impresora para el registro de los valores.
6.1.3.8	Un (01) detector portátil de fugas de gas combustible con alarma audible y visible, capaz de detectar metano, etano, propano, butano, gasolina, etc.
6.1.3.9	Un (01) comprobador de fugas de compresión de los cilindros del motor.
6.1.3.10	Un (01) equipo de soldadura eléctrica.
6.1.3.11	Una (01) compresora neumática de potencia no menor a 2hp.
6.1.3.2	Un (01) equipo de pintura automotriz (pistola de aplicación con regulador de presión).

3.1.1. Herramientas

Las herramientas de uso manual tales como desarmadores, dados, llaves, alicates, limas, llaves allen, llaves para tuberías, etc., son las de uso más frecuente en un taller de mecánica y cada equipo de mecánicos debe contar con su propio conjunto de herramientas básicas, tanto en medidas milimétricas como en pulgadas. Teniendo en cuenta que cada equipo de mecánicos contara con su propio juego de herramientas, la mejor manera de mantener un ambiente de trabajo ordenado, es colocando cada objeto o utensilio en su lugar respectivo, es por esto que cada equipo debe contar con su propia carreta portaherramientas, la cual debe llevar una codificación específica relacionándola con sus dueños y con cada herramienta que la ocupa, esto para facilitar la toma de inventarios. Enfocando la compra de herramientas a las de alta calidad en los productos seleccionados, se cotizaron herramientas dentro de las siguientes marcas: Gedore (www.gedore.de), la rama Nicholson de Copper Hand Tools (www.cooperhandtools.com), Eklind (www.eklindtool.net), SnapOn (www.snapon.com), Crossman, Chesco, entre otras.

a. Carro porta-herramientas.

El utilizar un carro porta-herramientas, simplifica mantener las herramientas orden de las mismas. El asignar un lugar específico a cada herramienta dentro de la carreta, facilita su ubicación ahorrando tiempo durante el trabajo y de faltar alguna, se identifica la faltante con mayor velocidad. Un carro porta-herramientas debe contar con cajones o bandejas corredizas de manera que la visibilidad y el acceso de las herramientas sea desde arriba. Es necesaria también una superficie de trabajo en la parte superior donde se puedan mantener las herramientas y piezas que se estén utilizando en el momento. Asimismo puertas corredizas verticales para facilitar la apertura y cierre de la carreta con la presencia de un porta candados en la parte superior y finalmente un juego de ruedas de goma capaz de sostener el peso de las herramientas y la carreta, facilitando la movilidad silenciosa y ágil del conjunto.

El carro porta-herramientas de la marca GEDORE (www.gedore.de) de modelo 2000, tiene las características de ser espacioso y equilibrado. Al tener una forma trapezoidal, el centro de gravedad se encuentra más bajo de lo que lo tendría un paralelepípedo, disminuyendo las posibilidades que este pueda volcarse. Vacío tiene un peso de 47kg, haciéndolo un carro porta-herramientas ligero y de fácil maniobrabilidad.

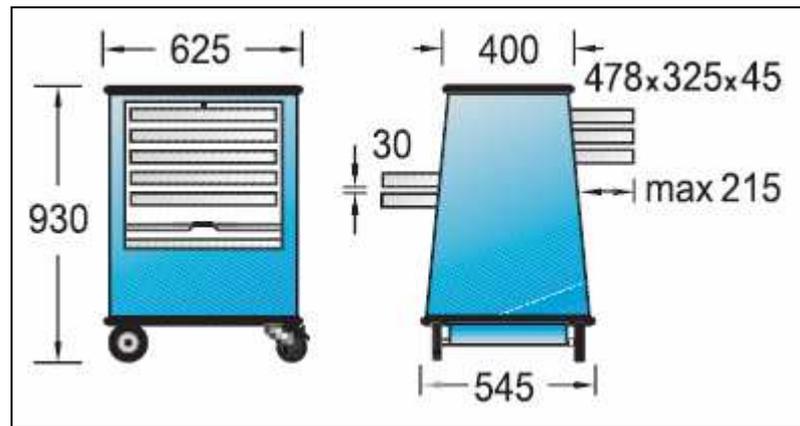


Figura 3.1 Esquema de medidas milimétricas del carro portaherramientas GEDORE 2000 seleccionado, imagen obtenida de www.gedore.br – octubre 2007

El modelo 2000 cuenta con 5 bandejas despegables en ambas direcciones sobre rieles y guías de bolas para suavizar el recorrido, con descansos autobloqueantes en el centro y al extremo (215mm de carrera) para evitar que la bandeja se abra o cierre de manera indeseada. El sexto cajón es utilizado para almacenar herramientas de mayor tamaño, como martillos, combas, taladros o lámparas de mano. En su totalidad la carreta esta compuesta de planchas de acero inoxidable pintado, incluyendo a las bandejas corredizas y las persianas verticales que cuentan con un cierre centralizado asegurado por dos candados. Cuenta con 4 ruedas grandes, dos fijas y dos giratorias, para facilitar el movimiento del conjunto y un freno en una de las ruedas giratorias para evitar el movimiento en caso de no estacionarlo en una superficie horizontal.

b. Ratchets

Es una llave que permite el ajuste y desajuste de tornillos, pernos y tuercas con un movimiento continuo, mediante el mecanismo ratchet (permite el movimiento en un solo sentido de rotación, pero lo evita en el otro mediante un engranaje de dientes tangenciales y una traba), en lugar de tener que retirar la herramienta y reposicionarla después de cada vuelta. La selección de cual es el giro permitido (horario o antihorario) se realiza con un botón de seguridad en la cabeza de la herramienta que a su vez selecciona el juego de engranaje y traba correspondiente.

Como accesorio de esta herramienta, es posible conseguir extensiones largas con diversas longitudes, que ayudan a alcanzar pernos en lugares poco accesibles,

pero visibles. Cuando la visibilidad es dificultosa y no se tiene el espacio suficiente para girar la herramienta y el dado en el plano adecuado, se utilizan extensiones cardánicas que transforman la fuerza aplicada en una dirección no adecuada en la apropiada para ajustar o desajustar el perno en cuestión.

La robustez de la herramienta a ser usada varía dependiendo de la tarea a realizarse. Las de mayor uso son las que llevan encastes de 1/4” para trabajos con pernos pequeños, cercanos a la zona del motor y de 1/2” para el resto de tareas.

c. Torquímetro.

La norma indica que es necesario contar con dos torquímetros con un rango mínimo de 0 a 25 kgm, uno en uso y el otro para control. El propósito de un torquímetro es controlar el valor del torque aplicado a pernos o tuercas en el momento de ser ajustado. Por ejemplo los pernos de culata de un motor deben ser ajustados con valores de torques enviados por el fabricante, incluso es necesario una secuencia de ajuste para esta tarea. Esta herramienta calibrada apropiadamente permite tener la certeza que el ajuste adecuado esta siendo aplicado a cada perno, tuerca o adaptador. El MTC pide los torquímetros del rango especificado principalmente para que sean utilizados en el ajuste de la válvula de cilindro al cilindro de almacenamiento de GNV. Para este ajuste se necesita un torque de 240Nm^{21} (24,5 kgm).

Se seleccionó de la marca Gedore el modelo de torquímetro TORCOFLEX – K 3550-30, con un rango de trabajo entre 60 y 300Nm para torques elevados. Cuentan con escalas en N-m y un regulador variable que permite que el operario seleccione un valor de torque específico de la escala, por ejemplo 240Nm. La regulación interna del torquímetro asegura que al realizar un ajuste, éste no excederá los 240Nm de torque, ya que se oirá un “clic” señalando que se llegó al valor deseado. De continuar el ajuste, el torquímetro funcionará de la misma manera que un ratchet utilizado en sentido inverso, girando sin aumentar el torque aplicado.

d. Herramientas de corte.

Las herramientas de corte son las utilizadas para modificar la geometría de las piezas trabajadas, removiendo o separando el material que las constituye.

²¹ Fuente: “Valvulación de cilindros de alta presión” Instrucción de Ingeniería, Cilbras, página 6

- ◇ Brocas: son utilizadas para quitar material y formar un agujero redondo o una cavidad cilíndrica del diámetro de la broca utilizada para maquinarlo. Las brocas más comunes son las helicoidales. Llevan un mango cilíndrico que es introducido en el portabrocas de un taladro de mano o de bancada. Las brocas varían según su diseño, función, el tipo de material que las constituye, el material a taladrar, la longitud de la broca, el diámetro de corte, la longitud de corte, diámetro y forma del mango, el ángulo de corte, el ángulo de la hélice y el acabado superficial de la broca. Durante la conversión es necesario realizar agujeros de 5mm de diámetro en los múltiples de admisión que mayormente son de aluminio y plástico, como también en la carrocería cerca del tanque o cilindro de almacenamiento para colocar la toma por donde se abastece el gas y por donde pasan las cañerías que conducen el gas del tanque al resto del vehículo. Es también necesario perforar agujeros en el chasis de la maletera donde irán los pernos para el anclaje del bastidor del sistema de almacenamiento, los pernos necesarios para colocar el ECU, la interfase y los accesorios que soportan el evaporador o vaporizador en el chasis delantero del vehículo.
- ◇ Juego de machos de corte: Se denomina macho de roscar a la herramienta manual de corte que se utiliza para efectuar roscas interiores en agujeros que previamente han sido taladrados a una pieza metálica o plástica. El roscado manual consta de un juego de tres machos que son pasados conservando una secuencia predeterminada. La guía inicial de la rosca es obtenida por el primer macho de forma cónica. El segundo macho desbasta la guía de la rosca y tiene una entrada media de dos hilos completos. El tercer macho es el de acabado y calibración de la rosca. El juego de machos es girado al sujetarlo por su extremo cuadrado por un porta machos donde se aplica el giro de palanca. En el caso del taller de conversiones es necesario para realizar la rosca interior M6 con 1mm de paso²² en los múltiples de admisión, necesaria para colocar los inyectores de gas en las conversiones de quinta generación.
- ◇ Juego de sierras de copa: Son utilizados para crear agujeros de mayor diámetro a los que pueden perforarse con una broca. Llevan una broca central como guía para que los dientes de la sierra de forma circular corten el metal a trabajarse. Por lo general se utilizan para agujeros en el chasis por donde pasaran

²² “Manual de componentes e instalación”, LandiRenzo Omegas/GI, página 17

cañerías y cableados (M57), así como el agujero donde se calza la toma de carga del sistema de GLP (M35). Pueden ser adquiridas por separado, pero lo seleccionado para el taller es el kit de modelo N°1250 de la marca RIDGID, consta de sierras de copa con medidas para hacer agujeros de M19 hasta M64.

e. Herramientas de medición.

Trabajos que necesitan alcanzar una precisión determinada se realizan mediante el control de medidas paulatinas durante el trabajo, tales como la profundidad exacta de agujeros, distancias y trazados de puntos donde se realizará el maquinado de agujeros, torques exactos de ajuste, etc.

◇ Vernier: es un instrumento usado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros. Las mediciones se realizan mediante la combinación de una escala milimétrica normal y la escala de vernier. Consta de mordazas externas para medir exteriores, mordazas internas para medir interiores, una cola en punta al otro extremo de las mordazas para medir profundidades, una escala de división en centímetros y milímetros, otra de división en pulgadas y fracciones de pulgadas, nonios para la lectura de fracciones de milímetros y de pulgadas y un botón de freno para mantener una medida realizada en un área no visible. En el taller de conversiones es necesario uno de rango de 0 a 200mm para poder dimensionar trazados exactos de los agujeros maquinados que irán en el chasis delantero y posterior del auto así como en el múltiple de admisión, así como poder dar dimensiones a mezcladores regulables en casos de conversiones de primera y tercera generación. El seleccionado es de marca Mitutoyo, vernier mecánico de mediciones externas, modelo 530-114BR.²³

◇ Micrómetro externo: es un instrumento usado para medir dimensiones con una mayor precisión que la del Vernier. La precisión alcanzada por este instrumento es de hasta una micra, es decir la millonésima parte de un metro ($1\mu\text{m} = 0,000\ 001\text{m} = 1 \times 10^{-6}\text{m}$). Su principio de funcionamiento se basa en que el giro de una tuerca sobre un tornillo sin fin es proporcional al desplazamiento longitudinal de la cara de la tuerca. Los micrómetros Mitutoyo usados en el sistema métrico decimal tienen intervalos de longitud de 25mm, con un paso de

²³ Fuente: www.mitutoyo.com.br – Enero 2008

rosca del tornillo sin fin de 0,5mm, de modo que girando el tambor una vuelta, éste avanza o retrocede 0,5 mm. Por lo general se encuentran disponibles en escalas de 0-25mm, e intervalos de cada 25mm, sin embargo existen otros que con un solo instrumento alcanzan rangos mayores utilizando adaptadores calibrados a medidas exactas que permiten estirar el rango de medición de 0 a 100mm. El seleccionado es de marca Mitutoyo, micrómetro mecánico de mediciones externas, modelo 104-139A.²⁴

◇ Multímetro Digital: es un instrumento electrónico de medición capaz de detectar y mostrar valores de amperaje, voltaje, resistencia, temperatura, impedancia, etc. Es útil para comprobar continuidad en un circuito, emitiendo un sonido cuando el circuito puesto a prueba no está interrumpido o la resistencia no llega a valores relevantes. Es considerado digital ya que consta de una pantalla donde se muestran los valores en lugar de una aguja y escala. Al ser digital pueden incluirse distintos tipos de rangos, todos representados en la misma pantalla. A pesar que la norma no especifica, se considera que exige un multímetro digital automatizado. El seleccionado es de marca CIE y modelo 8088. Sus especificaciones sobre los rangos de medición son:²⁵

- Voltaje DC: 400mV, 4V, 40V, 400V, 1000V ($\pm 0.5\%$)
- Voltaje AC: 400mV, 4V, 40V, 400V, 750V ($\pm 1.2\%$)(50Hz - 500Hz)
- Corriente DC: 400mA, 20A ($\pm 1\%$)
- Corriente AC: 400mA, 20A ($\pm 1.5\%$) (50Hz - 500Hz)
- Resistencia: 400 Ω , 4k Ω , 40k Ω , 400k Ω , 4M Ω , 40M Ω ($\pm 1\%$)

◇ Sondas de lámina para espesores: Son láminas de acero templado y rectificado con un espesor predefinido con alta precisión utilizado para verificar cotas y tolerancias de piezas o distancias en específico. En el taller son utilizados para la medición de luz de válvulas, la calibración de válvulas en caso de una reparación de motor y el calibrado de bujías (luz de bujías de autos a gas puede ajustarse a ser un 10% menor a la luz de bujías de un auto que funciona solo en gasolina, para evitar fugas de chispa)²⁶.

²⁴ Fuente: www.mitutoyo.com.br – Enero 2008

²⁵ Fuente: http://www.obiat.com.au/cie_model_8088_dmm.htm - Enero 2008

²⁶ Fuente: Bruno Loyola, Gerente de desarrollo tecnológico de LandiRenzo Brasil. Capacitación para obtener el título de instalador / instructor de equipos para GLP y GNV.

3.1.2. Equipos de consumo eléctrico.

La energía eléctrica se encuentra presente en nuestro día a día y es la encargada de alimentar los artefactos eléctricos que nos rodean y nos facilitan algunas de nuestras tareas cotidianas. En un taller alimenta a motores, compresores, secadores, fuentes de poder y fuentes de iluminación. Todos los artefactos de consumo eléctrico deben encontrarse conectados a una fuente eléctrica, sea trifásica de 380V (zonas industriales) o monofásica de 220V (zonas residenciales y domésticas). Su utilización se traduce en un consumo en kWh que tiene un costo específico. Para determinar cuanto es el consumo teórico del taller, es necesario aproximarlos unitariamente por el consumo de cada equipo y proyectarlo a un consumo total.

a. Elevador de 2 columnas

En lugar de utilizar fosos o rampas para las labores de conversión, mantenimiento e inspección de vehículos como lo indica la NTP 111.018 2004 “Taller de montaje y reparación de equipos completos para gas natural vehicular.”, se implementará al taller dos elevadores electro hidráulicos para autos. Las consideraciones necesarias para seleccionar un elevador de autos son su capacidad de carga, su altura total o altura de techo necesaria, su ancho total, la distancia y simetría entre postes dependiendo del ancho máximo de los vehículos que se desean alzar y donde es que se desea posicionar el centro de gravedad de los mismos, la alimentación y potencia requerida para su funcionamiento, el tipo y número de brazos, la envergadura de los brazos dependiendo del largo máximo y la distancia entre ejes de los vehículos a ser alzados y finalmente la altura de elevación o altura de trabajo.

Para la selección del elevador, se debe tomar en cuenta los extremos a nivel de peso y dimensiones, es decir, se debe considerar elevar el auto más pesado, más ancho, más alto, más largo y la mayor distancia entre ejes posible dentro de la gama de posibles vehículos a ser convertidos en el taller. Para esta selección se tomó como ejemplo una camioneta Volkswagen Touareg motor V8 (8 cilindros en V) de 4172 cm³ de cilindrada con una potencia máxima de 228kW (310CV / 305.6 HP). El peso total de la camioneta incluyendo el tanque lleno de gasolina, la parrilla portaequipaje y el brazo posterior porta llanta de repuesto es de 3056 kg.

Sus dimensiones exteriores son las siguientes:

- ◇ Largo: 4754mm (longitud real de 5196mm incluyendo la llanta de repuesto y el porta llanta posterior.)
- ◇ Ancho: 1928mm (anchura total con puertas delanteras abiertas de 3863mm)
- ◇ Altura: 1726mm (altura con capó abierto de 1953mm)
- ◇ Distancia entre ejes: 2855mm²⁷

El elevador seleccionado debe ser capaz de alzar un peso mayor a 6792 lbs. Si consideramos una situación en la que un mecánico necesita trabajar el auto desde el interior de la cabina mientras éste se encuentre elevado, a este valor de peso se debería sumar 100kg (222 lbs) más, contando el peso del individuo y de las posibles herramientas que utilice, llegando a un total de 7014 lbs. Adicionalmente debe ser capaz de superar las dimensiones de la camioneta antes mencionada con cierto espacio adicional para que los mecánicos encargados de la conversión puedan movilizarse alrededor del vehículo durante el proceso.

Dentro de las posibles marcas de elevadores que se encuentran disponibles a importación por proveedores locales, se hace presente la marca estadounidense Rotary (www.rotarylift.com). La variedad de elevadores producidos por esta empresa es amplia, pero considerando las dimensiones y peso de la camioneta puesta como ejemplo se seleccionó el modelo de elevador electro hidráulico SPOA10 de dos columnas. La tecnología que caracteriza a los elevadores Rotary es de contar con columnas en forma de doble “S” construida de una sola plancha de acero de 6mm de espesor que proporciona un carril ideal para el deslizamiento de las bocinas lubricadas de polietileno que se mantienen en contacto con la superficie de la columna en todo momento. Estas bocinas no son autolubrificantes por lo que necesitan de un mantenimiento semestral junto con el resto del elevador.

Cada columna cuenta con un cilindro hidráulico con una válvula manual de purga en la parte superior. Los cilindros hidráulicos de alta presión en cada columna proporcionan la máxima fuerza y a la vez la suavidad necesaria para la elevación. El motor eléctrico de jaula de ardilla de 2Hp²⁸ es el encargado de mover la bomba de líquido hidráulico, la que lleva un envase de plástico que sirve para almacenar el líquido hidráulico utilizado en su operación. Este envase es traslucido, lo que facilita el apreciar el color de el líquido hidráulico para programar su cambio (con el uso del elevador el líquido hidráulico cambia de color de rojo a marrón, perdiendo sus

²⁷ Valores obtenidos de: www.volkswagen.com.pe – octubre 2007.

²⁸ Catálogo: “Rotary Lift – Two-Post, Professional Automotive”. Página 7.

propiedades). Este cambio se realiza junto con el mantenimiento programado del resto del equipo cada 6 meses. A la salida de la bomba hidráulica se conecta una válvula en T que distribuye uniformemente el líquido en dos direcciones. A esta T se le conecta dos mangueras de alta presión que hacen llegar el líquido hidráulico a la base de cada cilindro hidráulico. Los cilindros funcionan de manera similar a los de los amortiguadores de los autos (tubo dentro de tubo), con la excepción que poseen una entrada abierta para el flujo del líquido hidráulico. El tubo interior es que va anclado a la base de cada columna, la parte móvil o cilindro exterior se encuentra unida por seguros mecánicos al porta brazos del elevador. Al ingresar el líquido hidráulico al tubo interior por la base, empuja el cilindro móvil unido al porta brazos y los brazos basculantes, alzando el conjunto..

De no contar con algún tipo de restricción, cada cilindro se estiraría una velocidad distinta al encontrarse a distancias distintas de la bomba. Por este motivo el elevador cuenta con un sistema de poleas interconectadas por dos cables de acero inoxidable de la misma distancia. Al interconectar los porta brazos con los cables, aseguramos que ambos cilindros se eleven a la misma velocidad, manteniendo el vehículo paralelo al piso en todo momento.

Debido a que existen unos autos más altos que otros, que puedan llegar al límite superior del elevador, éste cuenta con un sensor de presencia en la parte superior de la columna donde se encuentra el motor y la bomba hidráulica. Este sensor se encarga de cortar la alimentación eléctrica al motor, por ende se corta la alimentación a la bomba, y el elevador deja de alzar el auto, de manera que este no sea golpeado por la barra transversal superior por donde pasan la manguera de líquido hidráulico y los cables de acero. Al soltar el conmutador de elevación y descenso, el motor deja de accionar la bomba, por lo que la hidrolina deja de fluir en el sistema, la válvula de salida de la bomba se cierra evitando que más fluido ingrese o salga de los cilindros, dejando el auto en la posición en la que se encuentre.

Al encontrarse giradas las columnas 30° en forma asimétrica, se coloca el centro de gravedad de los vehículos fuera de la zona entre las columnas, permitiendo abrir las puertas de los vehículos con mayor facilidad. Los brazos basculantes permiten su fácil posicionamiento debajo del auto. Una vez colocados en los puntos de apoyo del auto y elevados a una altura mayor a 108mm, los brazos se traban automáticamente en su posición mediante engranajes que evitan su movimiento. Al descender el auto y retirar la carga de los brazos, estos seguros mecánicos son

automáticamente desenganchados permitiendo que los brazos puedan girar nuevamente. Las características del elevador son las siguientes, los datos fueron obtenidos del catalogo de fabricante:

- ◇ Capacidad de elevación de 10,000 lbs (4536kg), una cifra mucho mayor a la necesitada, pero en la marca Rotary los modelos con una menor capacidad tienen un límite de 7,000 lbs, lo que no es adecuado en caso un mecánico se encuentre trabajando el auto desde el interior estando éste elevado.
- ◇ Elevación o altura de trabajo de 1981mm
- ◇ Altura total de 3556mm
- ◇ Ancho total de 3489mm
- ◇ Espacio libre entre columnas de 2413mm
- ◇ Envergadura mínima del brazo delantero de 604mm
- ◇ Envergadura máxima del brazo delantero de 1036mm
- ◇ Envergadura mínima del brazo posterior de 1016mm
- ◇ Envergadura máxima del brazo posterior de 1548mm
- ◇ Motor de 2CV (1.472kW)
- ◇ Voltaje monofásico de 208V a 230V
- ◇ Tiempo de elevación de 45 segundos
- ◇ Altura de techo necesaria de 3658mm

La altura total de elevación es mayor a la altura original de la camioneta, alcanzando alturas adecuadas para mecánicos de altura moderada con los brazos extendidos. El espacio libre entre columnas permite ingresar el ancho de la camioneta sin problemas, incluso con espacio suficiente para transitar entre la columna y el vehículo. Al contar con una distribución asimétrica de las columnas, es posible alcanzar los 3863mm que la camioneta ocupa con las puertas abiertas sin problemas. Usando la envergadura variable de los brazos posteriores y delanteros, los puntos de apoyo pueden adaptarse a una amplia gama de vehículos.

Factor clave para poder utilizar el elevador adecuadamente es la cimentación de los postes. La base de los postes está conformada por una plancha cuadrada de acero de 1/4" de 600mm de largo y ancho soldada a la estructura vertical de las columnas en "doble S". Diez agujeros pasantes de 16mm de diámetro se encuentran distribuidos simétricamente alrededor de esta plancha, albergando 10 pernos M16 de 150mm de largo. Cada una de las zapatas debe ser construida en una cavidad de un

metro de largo por uno de ancho por 400mm de profundidad. El relleno de cada cavidad es una mezcla de roca con acero en mallas y concreto. Las superficies de las zapatas deben ser perfectamente planas, horizontales y deben encontrarse exactamente a la misma altura. Al anclar los diez pernos de cada columna en las zapatas construidas con especificaciones del fabricante, se garantiza la estabilidad del elevador, por ende la de los vehículos a ser elevados.

b. Cautil de soldadura

Durante las conversiones, las soldaduras menores de cableados y conexiones eléctricas deben realizarse con una alta precisión para evitar falsos contactos debido a las vibraciones producidas al andar con el vehículo. Las conexiones entre cables usando cinta aislante no se consideran confiables ya que pueden ser afectadas por el polvo, la humedad y las temperaturas generadas por el motor. En caso la cinta aislante deje de cubrir la unión entrelazada, ésta podrá ser nuevamente afectada por lo agentes externos mencionados. Sumando esto a las vibraciones a las que puede estar expuesta la unión, la creación de falsos contactos es muy factible. Interrupciones de este tipo generan fallas en los sistemas eléctricos de las instalaciones y de los mismos sistemas electrónicos del auto. Por ejemplo, en caso la conexión entre el ECU de gas y la línea de emulación de los inyectores de gas sea interrumpida, estos últimos dejarán de funcionar, cortando la alimentación de gas al múltiple de admisión, por ende el auto conmutará a gasolina en plena marcha, lo que causara una intermitencia en la marcha y el sistema no permitirá que el vehiculo sea usado en gas hasta solucionar el problema.

La mejor manera de realizar conexiones eléctricas en el ámbito automotriz es mediante la soldadura de aporte de estaño (Sn) utilizando una pistola cautil. El cautil se encarga de derretir, junto con la grasa para soldar, el estaño en forma de alambre que proviene de un rollo. El estaño aportado a la unión eléctrica es un metal plateado, maleable, que no se oxida fácilmente con el aire y es resistente a la corrosión. Se puede encontrar en muchas aleaciones utilizándose para recubrir otros metales como protección ante la corrosión. Por lo mismo se utiliza para proteger las uniones eléctricas asegurando protección, buena conductividad eléctrica ($9,17 \times 10^6 \text{ m}^{-1} \Omega^{-1}$) y

la sujeción apropiada ante vibraciones y los rangos de temperatura de la zona del motor (temperatura de fusión de 232°C).²⁹

c. Equipo de soldadura SMAW

Parte importante del almacenamiento de los combustibles gaseosos, es la sujeción apropiada del tanque o cilindro en las maleteras de los autos convertidos. En el caso de camionetas que requieran de tanques toroidales para GLP es necesario fabricar un tipo de sistema de sujeción especial anclado a la parte inferior del chasis del vehículo. Para sujetar los tanques o cilindros de almacenamiento dentro de los vehículos, es necesario fabricar bastidores (o cunas) a medida que serán anclados al chasis de los autos para que no puedan moverse. Los datos característicos de los dispositivos de sujeción se encuentran normados según la NTP 111.016 2004 (Gas Natural Seco. Dispositivos de Sujeción para cilindros en vehículos con gas natural vehicular (GNV)). Los bastidores serán fabricados con acero estructural comercial con una resistencia a la tracción mínima de 34kg/mm² (334N/mm²). La dimensión del bastidor y la sección de las platinas de acero a usarse, dependerán del peso del cilindro que sostendrán, estas indicaciones se encuentran también presentes en la norma antes mencionada.

La Soldadura de Arco Manual o MMA es también conocida como Soldadura de Electrodo Cubierto, Soldadura de Varilla o Soldadura de Arco Eléctrico (SMAW), es la más antigua y más versátil de todos los diferentes procesos de soldadura de arco. Un Arco eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto sostenido por un porta electrodos y la pieza a trabajar conectada a tierra por una pinza de conexión a tierra. La fuente de poder de este arco eléctrico es la máquina para soldar que, usando transformadores, se encarga de convertir el voltaje y la corriente proveniente del tomacorriente en valores apropiados para utilizar los electrodos correspondientes al material base seleccionado.

Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura mientras que un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo. Comúnmente el fundente también provee algunos complementos a la aleación. La escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal

²⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Diabolus_metallorum - octubre 2007

soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación. Otra característica de la escoria es que también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza, pero debe ser removida después de cada procedimiento.

Los bastidores serán armados mediante soldadura de arco y electrodo (SMAW), utilizando una fuente de poder no mayor a 300 amperios en corriente alterna. La máquina de soldar seleccionada es fabricada en Estados Unidos de marca Miller (www.millerwelds.com) y modelo Thunderbolt XL 300AC/200DC con un ciclo de trabajo del 20% a 60Hz de frecuencia y registrada con un certificado ISO 9001:2000, especial para líneas de producción ligeras, e incluye un porta electrodos, una grapa para conexión a tierra, máscara de soldador, un cable de alimentación de 2.1m de longitud, guantes, un martillo y un cepillo para remover de escoria. Para el proceso se usarán electrodos E 6013 “OVERCORD” (según AWS/ASME A5.1 - 9.1) de 3/16” (4.8mm) de diámetro, especiales para estructuras metálicas y perfiles de acero dulce. Utilizados en la máquina Miller, los electrodos pueden ser utilizados para cordones en toda posición y con un rango de amperaje de 180 a 240amp se consigue un arco suave y una penetración moderada, por lo que se requiere de varias pasadas para rellenar por completo las juntas. El cordón de soldadura correctamente ejecutado tendrá una resistencia a la tracción mínima de 450N/mm^2 , con un límite elástico mayor a 360N/mm^2 , propiedades que superan a las normadas para el acero estructural que debe ser utilizado.

d. Lámpara de secado de pintura.

Las lámparas de secado utilizan la energía eléctrica y la transforman en calor. Esto se produce al hacer pasar la electricidad a través de una resistencia o una bobina con un gran número de vueltas. La fricción generada por el movimiento de los electrones genera calor, si este flujo es restringido, haciendo el camino más difícil y largo, la fricción generada será mayor produciendo más calor. El calor de una fuente puntual es irradiado en tres dimensiones hacia el espacio. En una fuente lineal, como una resistencia, se puede reducir a dos dimensiones. Para concentrar la radiación del calor en una sola dirección, se agregan superficies reflectoras cerca de la fuente.

Para obtener acabados de mayor calidad y no dejar que la humedad afecte la pintura aplicada en la superficie de los bastidores, se necesita una lámpara de secado para pintura automotriz. Debido a la existencia de muchos tipos y tamaños de

lámparas de secado, fue necesario seleccionar una que no demande mucho gasto y aún así cumpla con los requerimientos de trabajos pequeños y medianos de alta precisión.

La empresa norteamericana Hedson Technologies AB (www.hedson.se) distribuye secadores de pintura marca IRT System provenientes de Suecia. La variedad de secadores en esta marca es amplia, pero el más indicado es el modelo IRT-301-T especializado en tiempos de secado cortos para estructuras complejas. Con la capacidad de controlar el tiempo de secado con un temporizador manual, el IRT-301-T permite al usuario controlar las tres lámparas IRT de onda corta colocadas en un casete compacto junto con un ventilador que refrigera el equipo.

Para una mayor transferencia de calor, las tres lámparas se encuentran montadas en cuerpos de reflectores recubiertos de oro, que generan una superficie de secado de 0.9m^2 (1m de ancho por 0.9m de alto). El conjunto está montado en un muelle metálico regulable a mano sin herramientas que a su vez viaja sobre cuatro ruedas para un desplazamiento accesible del equipo. La alimentación es eléctrica, monofásica, de 220/230V, 8amp y 3kW de potencia. Nominalmente se consumen 0.25kWh por 5 minutos de trabajo del secador. Considerando que el primer puede ser secado entre 6 y 9 minutos, la pintura base entre 5 y 9 minutos y la pintura de acabado entre 7 y 11 minutos, tenemos un ciclo total de secado por bastidor de mínimo 18 minutos y máximo 29 minutos. Esto indica que el consumo máximo de electricidad por bastidor es de 1.45kWh, lo que es considerado bajo al tratarse de un proceso que demandaría mucho más energía de tratarse de un secador de otras características.³⁰

e. Analizador de gases para motores a gasolina.

El control de emisiones es un tema desarrollado en las últimas décadas debido a realidades climáticas en todo el mundo como el calentamiento global y en lugares donde la contaminación es exagerada, la formación de lluvia ácida. Emisiones elevadas de CO, CO₂ y SO_x se consideran contaminantes y deben ser evitadas al utilizar hidrocarburos en forma de combustibles. Cuando un conductor utiliza una gasolina de mala calidad, daña el motor llenando de suciedad y carbonilla las cavidades que se forman con el tiempo en las válvulas, sus asientos, las mismas

³⁰ Catalogo del fabricante: “Product Facts IRT-301-T” de Hedson Technologies AB

paredes de los pistones y anillos, en el cuerpo de mariposa, múltiple de admisión y todo el sistema de escape en general. Asimismo si la distribución de chispa no es apropiada, la combustión de la mezcla aire combustible no será la adecuada teniendo como consecuencia presencia de combustible no quemado será evacuado del motor.

Durante la evaluación de preconversión deben de tomarse los datos de las emisiones producidas por el auto en un consumo regular de gasolina. Lo adecuado es que antes de encender el motor, el elemento sensor o sonda de succión de gases se introduzca al tubo de escape, y de contar con el equipo adecuado, se conecten los accesorios de la función OBD (On Board Diagnostics) a la computadora del auto. Al contar con el monitoreo OBD es posible tomar medidas y llevar el control de las medidas de temperatura del aceite mediante una sonda que ingresa por el embudo de la varilla de medición de aceite, el número de revoluciones del motor, las lecturas de errores en algún sensor del auto, las lecturas de nivel de oxígeno en las sondas lambda del catalizador, el ángulo de apertura del cuerpo de mariposa y los ángulos del cigüeñal para la inyección de la mezcla y la combustión.

Una vez encendido el motor, éste debe llegar a los 90°C de su funcionamiento nominal, para comenzar a realizar las mediciones necesarias. El primer control de emisiones se realiza a ralentí, régimen mínimo de rpm a las que se ajusta el motor para que permanezca prendido sin la necesidad de apretar el acelerador, donde los consumos y emisiones son las mínimas posibles.

El parámetro de mayor consideración es el porcentaje de CO en la suma de gases de escape, a ralentí debe estar por debajo de 0.5%. La siguiente toma de datos se lleva a cabo manteniendo el motor acelerado a 2500 rpm. Las emisiones ascienden, pero el %CO debe mantenerse por debajo de 0.5% permanentemente para que se considere apropiado.

La tabla 3.1 muestra los valores permisibles para vehículos convertidos a GLP y GNV dependiendo del año de fabricación que se encuentran disponibles en el Decreto Supremo DS 047-2001-MTC “Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen la red vial”. De mantenerse por debajo de los límites permitidos, el auto calificará para la conversión, de lo contrario se deben sugerir las reparaciones correspondientes para que lo haga.

Tabla 3.1 Control de emisiones para vehículos a gasolina, GLP y GNV.

Resolución Directoral 7150-2006MTC

Control de emisiones RD7150-2006MTC			ANEXO Nº1
VEHICULOS A GASOLINA, GLP Y GNV D047-2001-MTC			
AÑO DE FABRICACION	CO% de	HC	CO+CO2%
	volúmen	(ppm)	mínimo
Hasta 1995	3.0	400	10
1996 a 2002	2.5	300	10
2003 en adelante	0.5	100	12

El analizador seleccionado y cotizado es de marca Bosch y modelo BEA 250 especial para autos a gasolina, GLP, GNV y Metanol. El tiempo de reacción para el control de emisiones es de aproximadamente 15 segundos.³¹ Cuenta con una pantalla TFT (Transistor de película fina) de alta resolución (220 x 160 mega píxeles) en la que se muestran los resultados de la lectura de las emisiones de CO, CO₂, HC y O₂ en tiempo real mediante gráficos de barras de colores que detallan si los valores obtenidos son permisibles o no. Esto es gracias a que tiene con un software de administración del equipo preparado para ingresar datos de acuerdo a las normas legales de cada país. El analizador es capaz de auto calibrarse dependiendo de la presión del aire en la que se está realizando el ensayo mediante un barómetro integrado en el equipo. Al contar con un conector de sistema OBD, se puede monitorear todos los valores antes descritos y detectar si alguno se encuentra fuera de los parámetros establecidos por el fabricante. Una segunda lectura de las revoluciones del motor es obtenido por un medidor de impulsos conectado a los bornes de la batería, que al tomar cuenta del número de vueltas del distribuidor de chispa, obtiene el valor real de rpm del motor, (es un valor comparativo al que se obtiene con el OBD, como una comprobación que la medida tomada sea la correcta).

De ser necesaria una versión impresa de los resultados, el BEA 250 cuenta con una impresora de comprobantes que detalla en un cuadro comparativo los resultados del monitoreo y los valores límites permisibles establecidos en su programación. Es posible conectar una impresora regular para obtener un informe más detallado de todo lo monitoreado en el vehículo, impreso en una hora A4. El ingreso de datos y control de ensayos es llevado por un teclado conectado en la parte

³¹ Catalogo del fabricante: Análisis de emisiones Bosch BEA para un ambiente limpio (sin contaminación). Página 3.

posterior del analizador. Al estar montado sobre un carro móvil, es posible movilizar el analizador sin dificultades mientras se encuentra en encendido ya que también cuenta con un cable de alimentación de corriente de 3.2m de longitud.

Es necesario contar con este equipo en el taller de conversiones para realizar los ensayos de control de emisiones durante la evaluación de preconversión y después de haber realizado la conversión. Al obtener resultados irregulares antes de la conversión del auto, lo más probable es que el cuidado del motor no haya sido apropiado y no sea apto para conversión por el desgaste interno de los cilindros, metales, anillos, válvulas y asientos de válvulas. Realizando el análisis después de la conversión y obteniendo resultados positivos, se cuenta con la evidencia que el funcionamiento del motor es el apropiado. Es importante que el auto salga de la línea de producción en inmejorables condiciones para que al momento de realizar la certificación del sistema a gas, el resultado de la entidad certificadora no desaprobatorio.

f. Detector de fugas de gas/combustible.

Durante la conversión, es necesario alterar los sistemas de admisión de aire y de refrigeración del motor, originales del vehículo. Al realizar este tipo de trabajos es necesario desmontar componentes, y es posible que la manipulación de mangueras resulte en el desgaste de las mismas o que alguna abrazadera sea mal ajustada o una exista tubería perforada. De ser así, una vez encendido el motor, la fuga de gasolina sería relativamente notoria al presentarse en estado líquido. El detectar de manera visual una fuga de GLP o GNV es poco probable sin el uso de adicionales, por lo que se necesita de la ayuda de un instrumento diseñado para realizar esta tarea. El detector de fugas de combustible gaseoso modelo 55750-220 (cargador de batería, para conexión a 220 voltios) de la marca MASTERCOOL inc, es capaz de captar la presencia de una gran cantidad de gases entre los cuales se encuentra el gas metano (GNV), el gas butano y propano (juntos forman el GLP) y la gasolina en estado gaseoso. Cuenta con una manguera de 15 pulgadas³² donde están colocados un sensor de luz halógena y un haz de luz ultravioleta que combinados permiten al microprocesador, conectado al sensor de luz, realizar el conteo necesario para determinar el número de partículas por millón presentes en la zona iluminada por la

³² Catálogo del fabricante: “Product Range – Combustible Leak Detector”, de Mastercool. Página 25.

luz UV. El propósito de la manguera es poder llegar a detectar fugas en partes del auto inaccesibles a simple vista. El resultado de la detección es presentado en una fila de leds que se encienden dependiendo de la cantidad de ppm encontradas en la muestra. Una alarma auditiva es escuchada una vez que un límite de sensibilidad es alcanzado por la muestra. Son seis los niveles de sensibilidad del detector, pero al tratarse de combustibles, sólo será utilizado el nivel de mayor sensibilidad.

El uso de este detector no será únicamente para el control de calidad una vez terminada la conversión, debe ser utilizado también durante la evaluación de preconversión. De detectarse una fuga de gasolina, debe ser corregida previa a la conversión. Existen talleres que obvian el uso de un instrumento como éste y lo reemplazan utilizando agua jabonosa en las juntas donde es posible encontrar un fuga, de formarse burbujas, existe una fuga. Este método no es el más recomendable ya que sólo se detectan aquellas fugas que se esperan encontrar. Aquellas que son en lugares inesperados no serán bañadas de agua jabonosa, por lo que no existirá la evidencia visual de la misma.

g. Taladro Manual de 1/2hp.

El taladro es una máquina herramienta especializada en maquinarse agujeros mediante el uso de brocas. La rotación del rotor de un motor eléctrico generada por un campo magnético en el estator y regida por la Ley de Lorentz, a su vez genera el movimiento de giro axial de la broca sujeta en el porta brocas. La fuerza de avance es generada por la presión manual del operario quien decide la profundidad del agujero maquinado. El taladro seleccionado es de marca DeWALT modelo DW508S, con una boca de porta brocas de hasta de 15mm de cuerpo principal y 700W de potencia. Los parámetros a considerarse en la selección de un taladro son:

- Tiempo de taladrado (T en min.): Es el tiempo total de maquinado del agujero incluyendo la longitud de acercamiento de la broca.
- Velocidad de corte (V_c en m/min.): es la velocidad tangencial lineal en la superficie de la broca. Depende del material de la broca y el material de la superficie a mecanizarse.
- Velocidad de rotación (n en rpm): es la cantidad de giros completos que da el núcleo del taladro en vacío.
- Avance (F en mm de penetración por minuto): es la velocidad de penetración de la broca en el material.

h. Amoladora de banco y portátil.

Su principio de funcionamiento es muy similar al del taladro, solo que en este caso el rotor, que descansa sobre rodajes a ambos lados, tiene a sus extremos muelas para desbaste. Las amoladoras de banco por lo general tienen una sola velocidad de giro del rotor. Las muelas acopladas al rotor, giran en conjunto y al tener una superficie abrasiva, ayudan al desbaste de platinas, afilado de herramientas, etc.

Las amoladoras portátiles sin embargo son más versátiles. Es posible realizar tareas de corte y desbaste en la carrocería de los autos sin necesidad de desarmar partes del mismo para llevarlas a la amoladora de banco, y sobretodo cuando se trabaja en zonas donde el desarme no es posible. La marca METABO cuenta con distintos modelos de amoladoras, tanto portátiles como de banco, disponibles en el mercado local. Para el propósito del taller es necesario contar con una amoladora de banco 570Watts con muelas de 200mm de diámetro, mientras que la portátil llega a 750W con muelas de 120mm.

i. Compresora para aire comprimido.

Para suministrar de aire comprimido a una red que alimenta herramientas neumáticas, es necesario contar con todos los elementos necesarios para su producción. La pieza de mayor importancia en la producción de aire comprimido es el compresor encargado de aumentar la presión del aire aspirado del ambiente. Existen distintos tipos de compresor de aire, pero el seleccionado para el taller (Cálculos de la selección en el capítulo 4) es uno de pistones.

El aire a presión ambiental ingresa al compresor de una etapa atravesando un filtro previo a la compresión encargado de evitar que lo atraviesen particularmente mayores de polvo y otras suciedades encontradas en el ambiente. El mantenimiento del filtro se reduce a cambiarlo semestralmente o si se encuentra tapado, dependiendo de la cantidad de impurezas en el ambiente. Después el aire filtrado es absorbido dentro de las cámaras de compresión debido al vacío generado durante su carrera de aspiración. En esta carrera, la válvula de admisión circular es desplazada por el vacío creado y deja el flujo de aire dentro del cilindro. Al comenzar a comprimir el aire ingresado, la válvula de admisión permanece cerrada al igual que la de escape. Finalizada la carrera del pistón y casi llegando al punto muerto superior, la válvula de escape es forzada a abrir a la presión nominal del compresor (por ejemplo: siete bares).

Este proceso de compresión sucede en dos cilindros en V, distribuidos de tal manera que mientras uno se encuentra en su carrera de compresión y descarga, el otro lo hace en la carrera de admisión. Es denominado un compresor lubricado ya que cuenta con el mismo principio de lubricación de un motor de combustión interna. La excéntrica del cigüeñal es usada para mantener el balance entre los pistones y bielas, y a la vez se encarga de salpicar de aceite las paredes del cilindro.

Para evitar el desgaste prematuro del equipo, es necesario evitar que las altas temperaturas generadas por la fricción entre los pistones, sus anillos y las paredes de los cilindros se mantengan en la zona de trabajo. Para evacuar el calor, las culatas de aluminio de ambas cámaras de compresión cuentan con aletas de refrigeración que amplían la superficie de transferencia de calor con el aire alrededor del compresor. Adicionalmente un ventilador se encuentra acoplado al eje del compresor, para forzar el flujo de aire por sobre la superficie de las aletas, evitando que se quede estacionario en un solo lugar. Al ser comprimido, el aire aumenta su temperatura, por esto es necesaria la presencia de aletas adicionales en las tapas de culata por donde fluye el aire comprimido fuera del compresor.

La marca Atlas Copco cuenta con una línea de compresores denominada LE. Son compresores lubricados de una etapa que varían en potencia y caudal. Para realizar su trabajo, es necesario acoplar un motor eléctrico al compresor, capaz de hacer girar el eje del cigüeñal. La cantidad de aire comprimido generado, (el caudal) depende de la potencia del motor (en este caso 15hp), pero no es posible conectar cualquier tamaño de motor a un compresor limitado en capacidad. La velocidad lineal del pistón varía de manera directamente proporcional con el número de revoluciones alimentadas por el motor.

En la misma línea LE existen disponibles compresores ya acoplados con motores, de manera que la selección de uno no es necesaria. El compresor debe ser capaz de alimentar una red con un caudal de aproximadamente 20 l/s a una presión de 7 bar. Los cálculos de ambos valores se encuentran en el siguiente capítulo.

j. Refrigerador posterior enfriado por aire.

Los refrigeradores posteriores refrigerados por aire son modelos TD de Atlas Copco y cuentan con un elemento de refrigeración de bloque de aluminio. Incluyen un ventilador eléctrico de bajo consumo eléctrico protegido por una maya metálica para la seguridad del usuario. El ventilador fuerza el aire refrigerante del ambiente

entre las aletas del bloque de aluminio que contiene al aire comprimido a alta temperatura proveniente del compresor.

Estas características combinan una alta eficacia de refrigeración con un bajo consumo de energía eléctrica. El refrigerador posterior es montado sobre un bastidor robusto que también sostiene un separador de agua o humedad condensada del aire a menor temperatura. La selección del refrigerador posterior se encuentra en el capítulo 4.

3.1.3. Equipos neumáticos

En teoría el uso de aire comprimido en un taller no es obligatorio, pero las herramientas que lo utilizan facilitan y disminuyen los tiempos de ciertas tareas que podrían realizarse de manera alternativa. Buscando la optimización máxima de un taller, es apropiado incorporar una línea de aire comprimido capaz de alimentar herramientas y equipos que lo requieran. De esta manera se aceleran las tareas de ensamblado, limpieza, pintura y pruebas de estanqueidad.

a. Pistola neumática

La pistola neumática es capaz de transformar la presión del aire comprimido en un movimiento giratorio llevado a un eje. El aire comprimido al ser liberado por la válvula de entrada a la pistola, se transforma en un flujo de alta velocidad que hace girar una pequeña turbina acoplada a un eje de acero inoxidable asentado en dos rodamientos de agujas colocados en la parte delantera y posterior de pistola. El flujo axial del aire empuja los álabes de la turbina alterando la fuerza y creando un componente tangencial aparte del axial ya existente. Es esta fuerza tangencial de reacción en los álabes que generan un torque al eje de la turbina, por ende el movimiento giratorio del mismo. Controlando el flujo de aire a la entrada de la pistola, se puede controlar aproximadamente el torque que se producirá en el eje. Al agregar a la salida del eje una cabeza cuadrada de $\frac{1}{2}$ " , se permite acoplar dados hexagonales de distintos tamaños para continuar la transmisión del torque.

El uso de una pistola neumática en un taller, tiene como objetivo acelerar los procesos de ajuste y desajuste de pernos y tuercas. Comúnmente se utilizan al trabajar en los sistemas de suspensión, dirección, en los pernos de las ruedas de los autos y en el caso de las conversiones, los pernos de los soportes de los tanques. Los rangos de torques a los que una pistola neumática puede trabajar son muy variables,

como lo es el número de torques específicos con los que cada perno en un auto debe ser ajustado, por eso la pistola neumática se utiliza para aproximar el ajuste de los pernos que posteriormente deben ser llevados al valor exacto requerido usando un torquímetro apropiadamente calibrado.

Existen pistolas neumáticas muy potentes que alcanzan torques de varios miles de Newton-metros, pero en un taller automotriz tales ajustes no son necesarios, pero es se seleccionó una pistola de buena calidad con un rango de torque moderado, con una salida de ½”, medida más común al utilizar dados hexagonales. De la marca Ingersoll Rand (www.irtools.com), especialistas en equipos y productos de trabajo neumático, se seleccionó la pistola neumática de impacto modelo 236 ½” Impactool. Con una salida de ½” puede ser acoplada a un juego de dados hexagonales de media pulgada. Tiene un peso total de 2.4kg lo que permite su fácil maniobrabilidad. Velocidad de giro en vacío de 7490rpm que permite tener un rango de torque entre 34 y 271Nm y un torque máximo en reversa de 610Nm³³ para uniones empernadas víctimas de la corrosión. Al contar con una entrada ¼” permite el acople rápido con las mangueras flexibles en espiral que conectan la pistola al sistema de aire comprimido del taller.

b. Pistola de pintar

De no cubrirse con algún protector anticorrosivo, los bastidores podrán ser fácilmente atacados por la humedad del ambiente, perdiendo sus propiedades mecánicas. La capa de pintura se encarga de aislar los efectos del ambiente en la estructura metálica de sujeción, además de lograr una mejor apariencia de la misma. Por esto los bastidores deben ser pintados con pintura pulverizada para automóviles después de culminada su fabricación. La herramienta indicada para esta tarea es una pistola para pintar que utiliza aire comprimido para pulverizar una capa homogénea sobre la superficie del metal y las uniones soldadas. Se seleccionó la pistola de pintar brasilera de marca Arprex (www.arprex.com.br) modelo HVLP Millenium (1.4) con un pico estándar para acabados y un envase con capacidad para un litro de pintura, más que suficiente para cubrir los bastidores fabricados.

El principio de funcionamiento de una pistola neumática de pintura es el siguiente. Al jalar del gatillo, la pieza de arrastre es empujada hacia atrás,

³³ Catálogo de fabricante: “Tools and Equipment – 236 ½” Impactool”, de Ingersoll Rand

permitiendo el flujo del aire comprimido. A su vez, la válvula de ingreso de pintura es abierta permitiendo que el líquido ingrese a la pistola. Por medio de la gravedad y la fuerza de arrastre creada por el flujo del aire comprimido se mezcla con la pintura y al llegar a la salida de la pistola se encuentran con el pico Milenium encargado de pulverizar la mezcla. Al dejar de apretar el gatillo, la pieza de arrastre regresa a su posición inicial al ser empujada por un resorte. De esta manera ambas válvulas de ingreso son cerradas cortando el flujo de aire y pintura.

c. Comprobador de fugas de compresión de los cilindros del motor.

Es uno de los tres instrumentos que nos permiten evaluar el estado del motor sin necesidad de desarmarlo. Consiste en un manómetro de control, un conector similar al encaje de una bujía y una toma de entrada de aire comprimido todos conectados por una T central. El propósito es medir la estanqueidad del cilindro en el momento que las válvulas de escape y admisión están totalmente cerradas. Para considerar que un motor está en buen estado, la presión suministrada por el aire comprimido al cilindro no debe disminuir más del valor indicado por el fabricante del motor. Cualquier valor que exceda esta cifra indica que el motor debe ser reparado. A pesar de que la evaluación de pre conversión no lo incluye, se considera un buen ensayo para corroborar las lecturas de compresión obtenidas.

3.1.4. Equipos libres de alimentación eléctrica.

Cierto tipo de equipos son capaces de realizar sus tareas sin la necesidad de ser conectados a una fuente de electricidad o el uso de fuerza neumática o hidráulica. Contar con ese tipo de herramientas representa una inversión inicial fuera de costos ocultos. No es necesario invertir dinero en su utilización ya que son accionados por fuerzas que involucran al funcionamiento del vehículo.

a. Medidor de Compresión de motor.

Durante la evaluación de pre conversión es necesario realizar la medida de compresión de cada cilindro del motor, sean 4, 5, 6 ó 8. Como lo indica la NTP 111.015 2004 la máxima diferencia permitida entre el valor en bares encontrado en los cilindros no debe exceder en 20% al valor nominal especificado por el fabricante del motor. Adicionalmente la diferencia entre los valores entre cilindros no debe exceder en 10%. Una mala compresión es indicio del mal estado de los anillos, el

mal asiento de las válvulas o la fuga de presión por el empaque de culata. Basta con que uno de los cilindros se salga del rango permisible de compresión para que su funcionamiento sea irregular, aumente el índice de contaminación y no califique para poder realizar la conversión.

La mala compresión en un cilindro tiene como consecuencia el no poder comprimir adecuadamente la mezcla aire/combustible que ingresa al mismo. De ser este el caso, cuando la mezcla estequiométrica es expuesta a la chispa generada por la bujía, la combustión es incompleta, independientemente del avance de la chispa. Como consecuencia se genera una pérdida de potencia.

Al existir una pérdida de potencia en el motor, el conductor inconscientemente presionará con mayor fuerza el pedal del acelerador, aumentando el ángulo del cuerpo de mariposa, y permitiendo que mayor cantidad de combustible ingrese al múltiple de admisión; mayor consumo de gasolina. Si la falta de compresión se presenta en todos los cilindros o en cilindros contiguos, se debe adicionar a la posible falla del empaque de culata. Este es el encargado de mantener selladas las cabezas de los cilindros y evitar la fuga de aceite de motor y refrigerante, o la fuga de gases de escape dentro del sistema de refrigeración, haciendo que el motor recaliente con mayor facilidad, o el ingreso de refrigerante al sistema de escape, presentando vapor de agua en el escape constantemente, etc.

El resultado de este ensayo es el factor más determinante al decidir si un auto se encuentra apto o no para poder realizar la conversión. Cabe recalcar la posibilidad de que el motor pierda compresión una vez culminado el proceso de conversión. Al utilizar gasolina, el motor se acostumbra a la presencia de carbonillas dejadas por la combustión. Esta “suciedad” puede con el tiempo llegar a ocupar poros en las paredes de los cilindros, anillos, válvulas o asientos de válvulas, manteniendo la compresión de la cámara de combustión.

Al utilizar un combustible gaseoso limpio como el GLP o GNV, las carbonillas serán expulsadas del motor, permitiendo la limpieza de los poros que antes se encontraban tapados. De existir uno en los extremos de la cabeza de una válvula por ejemplo, la compresión será perdida por esa ruta de escape. Es por eso que el ensayo debe repetirse después de culminado el montaje de los equipos y hechas las calibraciones, para asegurar que el motor permanece en perfectas condiciones operativas.

Las pruebas de compresión en un motor a gasolina deben realizarse por un medidor de compresión o compresímetro. El seleccionado y cotizado es el modelo MOTOMETER 623.000.1102 de la marca alemana IVEKA. El rango de trabajo de este medidor es de 50 a 250 psi³⁴, cuenta con una impresora que muestra los resultados de compresión de cada cilindro en una cartilla con escala que debe ser colocada en el instrumento antes de realizar el ensayo.

Los accesorios disponibles son una manguera de alta presión, cuatro distintos tipos de extensiones para culatas de geometrías variadas, como en motores V6 y V8, y tres tipos de conectores dependiendo del ángulo de ataque y el diámetro de la cavidad de la bujía.

El comprobador de fugas de compresión marca OTC y modelo 5609 formó parte del proceso de selección del instrumento de medición de compresión, pero carece de una importante cualidad, las mediciones tomadas no pueden ser plasmadas en un papel como evidencia del ensayo. El obtener una impresión de los valores conseguidos, es considerado una evidencia de que el ensayo fue realizado, ya puede ser determinante al momento de explicarle al dueño del auto los resultados de la evaluación de preconversión.

b. Vacuómetro portátil.

También conocido como un depresiómetro, es la tercera herramienta que nos permite saber el estado del motor sin tener que desarmarlo. Mide el vacío en el múltiple de admisión, creado por el motor en funcionamiento. Se conecta directamente a los distintos puntos de vacío disponibles en el múltiple de admisión, cuerpo de mariposa, etc. Este es el único ensayo que nos permite hacer la medición con el motor encendido, caliente y a ralenti.

La escala de medición puede estar en milímetros de columna de mercurio (760) o en pulgadas (30), equivalente a una atmósfera. Si la aguja de medición marca cero, implica que no existe depresión, si marca 760mm, tendríamos la presencia de una depresión absoluta, lo que en la práctica no existe. Los valores varían dependiendo del tamaño del motor, ángulo del múltiple, etc., por lo que parámetros de funcionamiento deben ser suministrados por el fabricante del motor para las distintas condiciones atmosféricas por la altitud del lugar de la medición.

³⁴ Catálogo de fabricante: "Compression and air-pressure testing equipment" de MotorMeter. Página 3

c. Estroboscopio digital para motores a gasolina.

El MTC exige contar con una lámpara estroboscópica como parte del equipamiento del taller. Se utiliza en vehículos en los que es necesario desmontar el sistema de distribución para colocar los componentes del kit de conversión. Al rearmarlo debe ser regulado el avance del piñón de la distribución hasta que el punto y el ángulo de apertura y cierre de válvulas sea el más eficiente al momento de realizarse la combustión. La empresa SINCRO tiene el estroboscopio digital modelo DG86 que es alimentado con una fuente de 12 voltios (la batería del auto). Es capaz de medir los rpm del cigüeñal, y destellar ases de luz a distintas frecuencias para poder realizar las calibraciones respectivas en las puestas a punto de los autos que lo requieran. El control de funciones es manipulado desde un teclado encontrado en la parte posterior de la misma pistola estroboscópica, donde se encuentran tres pantallas digitales que indican los valores capturados.

d. Tanque de almacenamiento de aire húmedo.

Los depósitos de aire se encargan de almacenar el aire comprimido para poder cubrir los picos de demanda de aire superiores al caudal creado por el compresor. Además, como función adicional, disminuyen la temperatura del aire comprimido y le da tiempo al aire de sedimentar los posibles contenidos residuales de condensación y de aceite. Un tanque cuenta con accesorios como un manómetro para el control de la presión interna, una válvula de seguridad en caso la presión se extralimite y válvulas de drenaje para la purga de impurezas sedimentadas. El recipiente de almacenamiento es seleccionado dependiendo de su capacidad de retención y el tipo de compresor al que acompaña. Al contar con una cantidad de aire comprimido a una presión nominal en el tanque, evitamos la necesidad de multiplicar el número de cargas del compresor, alargando su tiempo de vida. Al igual que la compresora y el post enfriador de aire, la selección del tanque de almacenamiento se encuentra en el capítulo 4.

e. Secador de absorción

El secado por absorción es un procedimiento puramente químico. El aire comprimido pasa a través de un conjunto de sustancias secantes que hacen que el agua o vapor de agua que entra en contacto con las sustancias, se combine químicamente con se desprenda como una mezcla de agua y de la sustancia secante.

Esta mezcla tiene que ser eliminada regularmente del secador mediante una válvula de purga. Con el tiempo, la sustancia secante es consumida y debe de cambiarse semestralmente. Dicho elemento no tiene ningún consumo eléctrico, pero es importante considerar el gasto que se genera al darle mantenimiento al equipo. La selección de éste se encuentra en el capítulo 4.

f. Equipo de Ensayo neumático para GNV

Es un equipo de ensayos parte del equipamiento necesario para un taller autorizado a convertir autos a GNV. Está compuesto por cuatro elementos claves que en conjunto nos permiten realizar pruebas de estanqueidad con nitrógeno a 100 bares en los vehículos recién convertidos, antes de dar la recarga inicial de GNV en una estación de servicio. Los cuatro elementos son:

- Tanque de Nitrógeno almacenado a 100 bares, almacena el nitrógeno utilizado en la prueba de estanqueidad. El proveedor local es AGA, especialistas en almacenamiento de gases industriales.
- Regulador de presión con manómetros de control, nos permite controlar con un manómetro la lectura de la presión del nitrógeno dentro del tanque y con otro manómetro la lectura de la presión que queremos entregarle al sistema durante la prueba de estanqueidad al abrir la compuerta de flujo. El proveedor local es Praxair y el regulador es de marca VICTOR. La norma menciona manómetros calibrados con rangos equivalentes a los de los ensayos en los cilindros. El regulador Victor cuenta con dos de estos manómetros incorporados (uno de 0 a 5000PSI y otro de 0 a 30PSI), que serán los de operación. Asimismo, se exige contar con manómetros de control calibrados. La marca canadiense Winters cuenta con manómetros de deformación elástica que cumplen con los rangos establecidos.
- Manguera de alta presión, conectada la salida del reductor de presión por un lado y al pico de carga por el otro. Es el canal de flujo del nitrógeno hacia el sistema de GNV instalado. Debe ser capaz de resistir presiones de hasta 200 bares, pero con un cierto factor de seguridad, se encuentra disponibles en el mercado local mangueras capaces de resistir hasta 350 bares.
- Pico de carga especial para válvulas de carga de GNV. Son geoméricamente idénticos a los picos de carga de los grifos de gas natural para que puedan suministrar el nitrógeno que atraviesa el regulador y la manguera en

ingresarlo al sistema de GNV a través de la válvula de carga, simulando una carga en el grifo.

El propósito es poder hacer ingresar nitrógeno a alta presión al sistema (con la válvula del cilindro de almacenamiento cerrada, de ninguna manera se puede permitir que ingrese nitrógeno al cilindro) y revisar con agua jabonosa cada unión enroscada de cañerías o cada junta con mangueras y abrazaderas de toda la parte delantera de la instalación, desde el reductor en adelante. De existir alguna fuga en uno de estos puntos, las burbujas nos permitirán visualizarla. Se debe corregir, cambiando o ajustado los componentes y repetir la prueba de estanqueidad. Una vez se curen todas las fugas, se ventea el nitrógeno por la válvula de venteo de la toma de carga y se procede a abrir la válvula de cilindro cerrada durante la prueba y a realizar la carga inicial a un grifo de GNV.

g. Extintores de tipo ABC

Extintores de tipo ABC se denomina a los que contienen polvo químico seco como su agente extintor. Es un conjunto de polvos no conductores de energía eléctrica empleados en conjunto como un agente extintor. Por lo general se utiliza nitrógeno como gas propelente para dispersar el polvo, de manera que este aísle el oxígeno de la zona, sofocando el fuego para finalmente extinguirlo. Su uso principal es sobre fuegos de líquidos inflamables. Sus mayores limitaciones son no poder apagar fuegos de materiales que se alimentan de su propio oxígeno para continuar ardiendo y que el residuo dejado por el polvo disperso es sumamente corrosivo, por lo que no es aconsejable para zonas con aparatos eléctricos.

La norma exige la presencia de extintores en la zona de taller a razón de 100 gramos de polvo químico por cada metro cuadrado del piso de taller. En este caso, la totalidad del piso de taller donde se incorporara el taller de conversiones es de 2700m². Esto equivale a 270kg de polvo químico seco necesarios para cumplir con lo normado. Esta cifra es alcanzada con 17 extintores, distribuidos homogéneamente por el taller:

- 3 extintores rodantes de 50kg
- 6 extintores portátiles de 12kg
- 8 extintores portátiles de 6kg

Como medida de seguridad se colocan extintores adicionales en las zonas de oficinas administrativas, almacenes, oficinas, etc.

h. Soporte de sujeción de cilindros.

Se hizo mención al torque de 240Nm para colocar la válvula de cilindro en los cilindros de almacenamiento de GNV, para poder realizar esta tarea es necesario sujetar el cilindro de manera vertical de manera que el giro de la válvula y el torquimetro sea más accesible. Consiste en tubos anclados al piso de concreto del taller, de manera vertical y paralela entre ellos. Aquí se soporta el cilindro de manera vertical y es ajustado mediante abrazaderas o correas para que no gire junto con la válvula cuando es ajustada.

La norma menciona adaptadores para el ajuste de las válvulas del cilindro, mas conocida como “copa para valvular”, es una herramienta que la provee el fabricante de las válvulas. En un extremo tiene la forma inversa de la válvula, como si fuera el molde de la pieza, mientras el otro extremo tiene forma de la cabeza hexagonal de un perno de 22mm de diámetro. Así es posible darle ajuste con un dado hexagonal de 22mm conectado al torquímetro.

3.2. Disponibilidad de accesorios, herramientas y equipos en el mercado.

La compra de equipos y herramientas para el taller se hará directamente de dos proveedores de renombre a nivel local, que son representantes de las marcas mencionadas al inicio del capítulo. Las cotizaciones anexadas demuestran una alta disponibilidad de lo requerido para el taller, en el peor de los casos la importación de algunos equipos no se extiende a más de 6 semanas.

El stock de los tres tipos de equipos a ser instalados en los autos, será abastecido directamente del importador (PEC) que cuenta con convenios de importación directa de los fabricantes en Italia y Brasil como lo indica la norma. El precio de venta por cada kit de conversión debe de calcularse sobre el precio FOB y el precio puesto en almacén de los equipos, incluyendo un propio margen de ganancia. Para mantener un stock apropiado y no caer en escasez de recursos, éste debe ser reabastecido constantemente teniendo como ejemplo la venta de los primeros meses para programar la importación de los demás kits necesarios. Los encargados de programar la compra de recursos son el personal del área de logística. La compra excesiva de equipos afecta directamente al margen de ganancia de ese mes del taller, pero el otro extremo implica tener el riesgo de llegar al punto de no contar con que equipos instalar durante una conversión.

3.3. Determinación de la cantidad de personal y sus tareas específicas

El tener claro la cantidad de personal necesario para que el taller funcione apropiadamente depende del volumen de producción deseado y la cantidad de horas efectivas de producción. Con la cantidad de mano de obra directa calculada, es posible aproximar la cantidad de mano de obra indirecta necesitada en el resto de los procesos.

3.3.1. Personal de taller.

El número de horas promedio para realizar todos los procesos necesarios para una conversión no debería exceder de 14 horas (12 horas trabajando el auto directamente y aproximadamente 2 horas en la recepción, espera de repuestos y otros tiempos muertos) de trabajo efectivo en el caso que el resultado de la inspección de preconversión sea aprobatorio. Este tiempo incluye el proceso de recepción del auto, la prueba de ruta previa a la conversión, la inspección de preconversión, el pedido de repuestos a almacén, la conversión misma, las pruebas y calibraciones después de cargar el GNV o GLP, la prueba de ruta después de la conversión, el lavado y el control de calidad de salida.

Los cálculos se harán teniendo en cuenta un promedio mensual de 24 días productivos y un horario regular de taller de 10 horas diarias de trabajo, incluido el tiempo de almuerzo y el tiempo muerto general en descansos y distracciones. Si asumimos que del 100% del tiempo de operación del taller se divide entre un 80% de tiempo de productividad y un 20% es tiempo muerto, reducimos los días a 8 horas de trabajo efectivo.

Cada conversión debe ser realizada por equipos de dos personas. Uno de ellos un mecánico y el otro un mecánico/eléctrico. Cada equipo debe seguir el proceso completo del auto que están trabajando, es decir la evaluación de preconversión y la instalación de los equipos. Las pruebas de ruta y las calibraciones vía software serán efectuadas por el jefe de taller.

Con todos los datos antes mencionados se puede realizar el siguiente cálculo.

Horas efectivas de trabajo por auto:

12 horas de por cada equipo de trabajo

Horas totales de productividad mensualmente en el taller:

$$24 \text{ días de trabajo por mes} \times 8 \text{ horas de trabajo por día} = 192 \text{ horas de trabajo por mes}$$

Cantidad de conversiones realizadas por cada equipo de trabajo:

$$192 / 12 = 16 \text{ conversiones mensuales por equipo de trabajo}$$

Para alcanzar la meta de 40 autos convertidos mensuales, es necesario contar con por lo menos 3 equipos, es decir 3 mecánicos y 3 mecánicos/eléctricos. El jefe de taller será el que supervise el trabajo de los equipos, el que realice las pruebas de ruta (debe contar con una licencia de conducir asegurada contra accidentes) y calibraciones de los autos. Así el personal de taller, para el área de conversiones, llega a un total de 7 personas apropiadamente calificadas (SENATI).

3.3.2. Soldadores

La soldadura de los bastidores debe ser realizada por un soldador calificado para maniobrar el equipo de soldadura por arco y electrodo. Será esa misma persona la que estará encargada de preparar y pintar los bastidores una vez terminados de soldar. Al encargarle el trabajo de los bastidores a una sola persona y no a dos, evitamos que el buen trabajo de uno sea posiblemente dañado por la negligencia o falta de cuidado de otro.

3.3.3. Asesores

Debido al poco volumen de conversiones que serán manejados en un principio, no es necesario contar con una gran cantidad de Asesores de Servicio. El área de recepción del taller donde se llevará acabo las conversiones, cuenta con cuatro Asesores de Servicio que reciben los autos que ingresan por mantenimientos y reparaciones. Lo ideal es capacitar a todos para poder realizar las recepciones y explicaciones de las tecnologías disponibles para convertir los autos de los clientes interesados. En un principio se debe capacitar a uno para que sea el encargado de recibir los autos que ingresan al taller específicamente por una conversión. Este asesor debe también contar con una licencia de conducir asegurada contra accidentes, ya que puede ser necesario que en la eventualidad él realice alguna prueba de ruta de los autos antes de ser convertidos en la presencia de los clientes.

3.3.4. Logística y almacenes

El personal de almacén pertenece al departamento de logística y es el encargado de llevar el control de los repuestos entregados y la persona a cargo. En el caso de las conversiones, todos los repuestos serán entregados a los técnicos encargados previamente asignados por el jefe de taller. Es el jefe de almacén el encargado de cargar los precios de los repuestos entregados a la orden de trabajo creada para la conversión, de manera que el Asesor de Servicios pueda facturar esa orden una vez que el trabajo esté terminado. El personal de almacén será el mismo que el del taller, en un principio, no es necesario contratar a una persona adicional que lleve sólo el control de repuestos de los trabajos realizados.

3.3.5. Personal administrativo.

De la misma manera que el área de Logística, no es necesario adicionar más personal al ya existente. Existe ya personal de caja, facturación, contabilidad y gerencia. Cuando el volumen de conversiones incremente, y la carga de trabajo proveniente de las mismas sea mayor, se llevará a cabo la implementación de personal nuevo enfocado sólo a las conversiones a gas. Por el momento parte del sueldo del personal administrativo vendrá de la facturación obtenida por las conversiones a gas.

3.4. Requisitos legales.

Los requisitos legales completos se encuentran listados en la NTP 111.018 2004 y en la Resolución Directoral 3990-2005 MTC – 15. Ambas se encuentran en los anexos.

Uno de los requisitos de mayor importancia es contar con una licencia de funcionamiento del municipio correspondiente al distrito donde se encuentre el taller de conversiones. Para esto es necesario que Defensa Civil apruebe la seguridad del taller. El plano A0-1 muestra la distribución de extintores, detectores de humo, botiquines y salidas de alarma y la señalización de salidas de emergencia, prohibido fumar, de peligro por riesgo eléctrico, etc., necesaria para cumplir con lo requerido por Indeci. Asimismo el plan de contingencia en caso de sismos o incendios requerido se encuentra en los anexos.

CAPÍTULO 4

SERVICIOS GENERALES REQUERIDOS

Para poder hacer uso de las herramientas y equipos necesarios en el taller de conversiones es necesario contar con la alimentación energética apropiada para su funcionamiento. La mayoría de los equipos que serán usados necesitan de energía eléctrica para poder realizar las tareas para los cuales han sido diseñados. Las herramientas neumáticas necesitan ser alimentadas con aire comprimido generado por un compresor y distribuido por una red de tuberías dimensionadas para cumplir con los requerimientos establecidos en el capítulo previo.

El contar con una mala distribución de estos servicios tiene como consecuencia la demora en los procesos de producción. Se debe plantear apropiadamente la distribución apropiada de los sockets de energía eléctrica, los puntos de luz adecuados y los puntos de salida de aire comprimido, para poder tener a la mano todo lo requerido en cada aspecto de la conversión.

4.1. Distribución del piso de taller.

La mejor manera de llevar los procesos dentro de un taller de mecánica de autos, es el orden de cada proceso ejecutado en el mismo. El conservar un orden apropiado, no solo facilita la ubicación de herramientas y del personal, sino que se disminuye el tiempo muerto invertido en la toma de decisiones durante las conversiones. Al contar con una señalización apropiada de los lugares productivos donde se llevarán a cabo cada tarea, la persona encargada de esa tarea y el resto, sabrán exactamente que etapa del proceso cada vehículo está atravesando.

La NTP 111.018 2004 detalla que el taller de conversiones debe contar con una apropiada distribución de las áreas de trabajo. En el plano A0-1 adjunto se pueden ubicar las áreas requeridas y algunas otras no mencionadas en la norma, pero de igual importancia para realizar un trabajo completo y de buena calidad. La descripción de cada zona de trabajo mencionada en la norma es la siguiente:

- ◇ Soldadura: El lugar de se llevará a cabo la soldadura de los bastidores que sujetan los tanques de GLP o los cilindros de GNV, es un cuarto con paredes de ladrillos y cemento, con una puerta de acceso desde la zona de montaje de equipos. La ventilación e iluminación es natural ya que el techo es de estructura metálica y calaminas que permiten el ingreso de luz natural. Aquí mismo se llevará a cabo el pintado de los bastidores después de soldados, por lo que una salida de aire comprimido será necesaria para alimentar la pistola de pintar. En total dicha área será de 17.4m^2 .
- ◇ Montaje de Equipos: Los espacios destinados al montaje de equipos son 5. Uno de ellos cuenta con un elevador Rotary Lifts modelo SPOA 10, para el acceso de la parte inferior de los vehículos. La iluminación es esencial en esta etapa del proceso, por lo que cada puesto de trabajo cuenta con 3 puntos de luz fluorescente colgados desde el techo y con tomacorrientes de 2 entradas para la conexión de lámparas manuales y los equipos necesarios. A su vez, tres puntos de salida de aire comprimido alimentarán las herramientas neumáticas necesarias durante el montaje y las pruebas de estanqueidad necesarias. El área total destinada a esta zona de trabajo es de aproximadamente 115m^2 .
- ◇ Adaptación o modificación de motores: De ser necesario, las reparaciones de motores se llevarán a cabo en el resto del piso de taller que cuenta con más de 25 espacios productivos llegando a un área cercana a los 1700m^2 . El maquinado de los múltiples de admisión será realizado en el cuarto de motores (100m^2 aproximadamente) situado al lado de la zona de montaje, pero separado por una pared de piso a techo y accesible a través de una puerta correctamente señalizada.
- ◇ Mantenimiento: El mantenimiento de los equipos a gas y del auto en sí será realizado en los mismos puestos productivos que los utilizados para la modificación de motores. En caso el auto ingrese sólo para el mantenimiento de los equipos a gas, este se llevará a cabo en el espacio destinado para la calibración de los equipos montados.

- ◇ Ensayos: Uno de los espacios destinados al montaje de equipos será utilizado para realizar ensayos y calibraciones una vez que el gas haya sido cargado en el auto. Esto implica el uso de detectores de fugas, un analizador de gases y una laptop conectada a la computadora del sistema de gas. (28m²)
- ◇ Almacenes: Colindante a la zona de montaje y el cuarto de soldadura, se encontrará un depósito de los equipos y herramientas usados en todos los procesos de las conversiones, incluyendo las carretas de herramientas de los mecánicos. El almacén principal de repuestos que utiliza el resto del taller se encuentra señalizado en el plano adjunto. Este almacén tiene contacto directo con el almacén del importador de los kits de instalación. Por esto no es necesario mantener un stock de equipos a ser instalados, de eso se encarga el importador.
- ◇ Patio de Maniobras: El espacio para el tránsito vehicular dentro del taller se encuentra apropiadamente señalizado, por lo que la salida del mismo no presenta ninguna dificultad. Las pruebas de ruta fuera del taller deberán ser ejecutadas antes y después de la conversión por la misma persona (por lo general el jefe de taller, que debe contar con una licencia de conducir asegurada contra accidentes).
- ◇ Estacionamiento: La zona de estacionamiento cuenta con 27 lugares apropiadamente señalizados. En un área total de 630m². Es aquí donde el auto esperará listo una vez todos los trabajos hayan sido culminados.
- ◇ Inspección de preconversión: Son dos espacios productivos, uno que cuenta con un elevador de las mismas características que el antes mencionado, pero ambos con la iluminación adecuada, las salidas de aire comprimido necesarias y 2 tomacorrientes dobles para la conexión de equipos eléctricos. (55m²).
- ◇ Recepción: Es donde el asesor de servicios tiene contacto directo con el cliente interesado en la conversión de su vehículo. Un área total de 440m² garantiza el espacio necesario para el tránsito de los autos ingresando y saliendo del taller, así como el necesario para realizar inventarios y la toma de datos de los clientes.
- ◇ Lavado: Dos rampas para el lavado de autos estarán disponibles a un servicio de lavado, cada una con la capacidad de inclinar un auto a la vez. (aprox. 45m²)
- ◇ Secado: Después del lavado, los autos serán llevados a la zona de secado donde se llevará a cabo este proceso. Con un área de 160m² podrá albergar 6 carros a ser secados y aspirados simultáneamente. El encargado del control de calidad

llevará cada auto al estacionamiento de vehículos terminados para efectuar el control de calidad de salida.

- ◇ Sala de máquinas: Cuarto donde se alojará el compresor de aire comprimido, entre otros equipos necesarios para alimentar la red del taller.

4.2. Instalación de red de aire comprimido.

Al contar con instrumentos neumáticos, es necesario instalar una red de aire comprimido para poder utilizarlos. Debido a la distribución del taller, es necesario que la red de aire comprimido sea lineal. Se debe tomar en cuenta que ésta debe tener una inclinación entre 2 y 5% para el drenaje natural de los condensados en la línea. Todas las fórmulas y la teoría utilizada a continuación fue tomada del manual “Apuntes de Turbo máquinas y Máquinas de Desplazamiento Positivo” versión 2006, del curso que lleva el mismo nombre, dictado por la Ing. Estela Assureira.

- ◇ Cálculo de Caudal (Q):

El caudal de aire comprimido que debe la red depende de las herramientas a ser utilizadas en el taller. Considerando la suma total de los consumos unitarios de cada herramienta utilizada, se calcula el consumo total de aire comprimido por el taller.

Tabla 4.1 Consumo de aire comprimido por las herramientas neumáticas del taller

Cantidad	Herramienta	Consumo Unit.	Consumo (Nm ³ /min)
3	Pistola Neumática	0.35	1.05
1	Pistola de Pintar	0.25	0.25
3	Pistola de Limpieza	0.20	0.60
1	Manómetro Inflador	0.15	0.15

Consumo total: 2.05 Nm³/min.

La fórmula de la página 118 nos permite calcular el caudal requerido para la red. Esta incluye el factor de simultaneidad o coeficiente de utilización del 45%, ideal para talleres mecánicos. Así se obtiene el siguiente cálculo:

$$Q = 1.3 \times (2.05 \times (1000 / 60)) \times (0.45)$$

$$\text{Caudal (Q)} = 19.99 \text{ l/s.}$$

El valor de caudal a utilizarse en la selección de los equipos neumáticos será de 20 l/s para la simplificación del análisis y de los cálculos involucrados en la determinación de los parámetros de la red.

◇ Cálculo de Presión:

En el mercado local, las tuberías mas usadas para líneas de aire comprimido tienen medidas de 1 pulgada de diámetro para las líneas principales y media pulgada de diámetro para las líneas secundarias. Son justamente estas tuberías las de mayor disponibilidad, así como los accesorios que las acompañan en una red instalada. Se puede considerar que las herramientas neumáticas necesitan de 6 barg³⁵ para su funcionamiento. Es decir, el compresor debe ser capaz de entregar un mínimo de 6 barg en cada punto de salida. Lamentablemente existen perdidas de presión en la red y sus accesorios, por lo que un compresor que entregue solo 6 bares de presión no es suficiente. La caída de presión en la red es proporcional a la longitud de la misma, por lo que la caída de presión en los accesorios es traducida utilizando los valores de una tabla de conversión,³⁶ que convierten cada elemento en una longitud lineal equivalente, tendiendo como parámetro del diámetro interno de la tubería. Teniendo en cuenta que el punto mas distante a la sala de maquinas es el punto de suministro U, se calcula la pérdida de presión en este punto como la máxima en la red.

Tabla 4.2 Longitud de la línea principal y la línea secundaria hacia el punto de suministro U

	Diámetro	Longitud (m)
Línea Principal	1"	65,90
Línea Secundaria	1/2"	2,20

Tabla 4.3 Longitudes equivalentes de los accesorios de la red hacia el punto de suministro U

Elemento de Conexión	Cantidad de Elementos		Longitud Equivalente en metros (unitario)		Longitud Equivalente en metros	
	1"	1/2"	1"	1/2"	1"	1/2"
Codo R=d	8	3	0,4	0,2	3,2	0,6
T salida en línea	5	0	0,5	0,3	2,5	0
T salida angular	5	0	1,5	0,8	7,5	0
Reductor 2d - d	0	1	0,5	0,3	0	0,3
Valvula de compuerta	0	1	5	2,5	0	2,5

³⁵ Apuntes de Turbomáquinas y Máquinas de desplazamiento positivo. Ing. Estela Assureira. PUCP - año 2006. Pág. 118

³⁶ Tablas y Gráficos de Turbomáquinas y Máquinas de desplazamiento positivo. Ing. Estela Assureira. PUCP - Año 2006. Pág. 145

Por lo general las formulas utilizadas para el cálculo de la caída de presión dentro de una tubería de aire comprimido son experimentales. La más común es la que expresa la caída de presión, en bar, con respecto al diámetro interno de la tubería, en mm, la longitud de la misma, en metros, la presión en el punto de entrega, en bar, y el caudal de aire, en litros por segundo. Para los tramos rectos, se coloca en la formula la longitud lineal de la línea analizada. En el caso de los accesorios, se colocan lo valores de las longitudes equivalentes.

Tabla 4.4 Formula y cálculos de la caída de presión en la red hacia el punto de suministro U

$$\Delta P = \frac{1.6 \times 10^8 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 \times P}$$

Linea Principal	Linea Secundaria	Acces. Principal	Acces. Secundaria
Q = 0,02 m ³ /s	Q = 0,02 m ³ /s	Q = 0,02 m ³ /s	Q = 0,02 m ³ /s
L = 65,90 m	L = 2,20 m	L = 13,20 m	L = 3,40 m
d = 25,60 mm	d = 12,80 mm	d = 25,60 mm	d = 12,80 mm
P = 6,00 bar	P = 6,00 bar	P = 6,00 bar	P = 6,00 bar
$\Delta P = \frac{7584219,42}{65970698}$	$\Delta P = \frac{253190,94}{2061584,3}$	$\Delta P = \frac{1519145,62}{65970697,7}$	$\Delta P = \frac{391295,08}{2061584,3}$
$\Delta P = 0,115 \text{ bar}$	$\Delta P = 0,123 \text{ bar}$	$\Delta P = 0,023 \text{ bar}$	$\Delta P = 0,190 \text{ bar}$

Caida total de presion en tuberias y accesorios = 0,451 bar

Como lo muestran los cálculos, la perdida total de presión en tuberías y accesorios para llegar al punto de suministro “U” es de 0,451bar. Con este valor se obtiene la presión total requerida por la red que debe ser entregada por el compresor.

Tabla 4.5 Requerimientos de Presión de aire comprimido en el taller³⁷

Requerimiento	Presión (bar)
Herramientas neumáticas	6,00
Pérdidas en filtros	0,30
Pérdidas en linea principal	0,11
Pérdidas en lineas secundarias	0,12
Pérdidas en accesorios	0,21

³⁷ El valor de la pérdida de presión en filtros fue obtenido de: Apuntes de Turbomáquinas y Máquinas de desplazamiento positivo. Ing. Estela Assureira. PUCP - año 2006. Pág. 118

Presión a ser generada por el Compresor = 6,75bar.

Por efectos de cálculo se tomara en cuenta una presión del compresor de 7 bar.

◇ Calidad del Aire Comprimido:

La calidad del aire que es suministrado no depende solo del ambiente de trabajo del compresor sino también de nuestra capacidad de filtrarlo para librarlo de impurezas, partículas sólidas y humedad. Se pueden alcanzar niveles excelentes de calidad de aire, pero existen casos en los que no es un requisito y el gasto sería innecesario.

Tabla 4.6 Clases de la calidad del aire comprimido necesitado taller

Aplicación	Características de Calidad		
	Partículas Sólidas	Agua	Aceite
Pulverización de Pintura	3	3 a 2	3
Aire para Talleres	4	3	5

La calidad del aire de mayor exigencia con la que deberá contar el taller de conversiones es para pulverización de pintura. (Datos de la pg 138 de “Tablas y gráficos de turbo máquinas y máquinas de desplazamiento positivo”)

- ◇ Partículas Sólidas, calidad 3: Tamaño máximo de la partícula = 5 μ m.
Concentración máxima = 5mg/m³.
- ◇ Agua, calidad 2: Punto de rocío máximo = - 20 °C
Es necesario un secador de absorción.
- ◇ Aceite, calidad 3: Contenido máximo de HC = 1.0mg/m³.
Es necesario un compresor lubricado.

4.2.1. Selección del compresor

Los factores determinantes en la selección de un compresor de aire comprimido son la presión de trabajo y el caudal que se desea suministrar. La potencia de alimentación pasa a ser un factor secundario una vez que se determinan los requerimientos de suministro.

El compresor seleccionado cumple con los requerimientos mencionados en los cálculos, entregando un mayor caudal, pero manteniendo una presión constante por encima de los requerimientos de la red y el equipamiento usado en el taller.

Tabla 4.7 Características de trabajo del Compresor Atlas Copco seleccionado

Marca	Modelo	Caudal (Q) (l/s)	Rpm	Presión máx. (bar)	Potencia Requerida (kW / hp)
Atlas Copco	LE 110 – 10	21.90	1800	10	11.0 / 15

4.2.2. Selección del aftercooler

Al no contar con un suministro de agua refrigerada, es necesario utilizar un enfriador posterior aire - aire que cumpla con los requerimientos de caudal y presión máxima de trabajo. De esta manera se requiere de energía eléctrica para enfriar el aire a alta presión.

Tabla 4.8 Características de trabajo del Aftercooler Atlas Copco seleccionado

Marca	Modelo	Caudal (Q) (l/s) / (cfm)	Presión max. (bar)	Potencia Requerida (kW / hp)	Temperatura de Salida (°C)
Atlas Copco	TD 25	23 / 53	20	0.12 / 0.16	28

4.2.3. Selección del tanque de aire húmedo.

Previo al secador, se debe colocar un tanque de almacenamiento del aire comprimido. Su selección varía dependiendo de su capacidad y del tipo de compresor al que acompaña. En esta ocasión el tanque debe ser capaz de administrar un caudal de máximo 50cfm, para un compresor recíprocante que entrega un caudal de 20l/s (42.38cfm).

Tabla 4.9 Características de trabajo del Tanque de Almacenamiento Atlas Copco seleccionado³⁸

Marca	Modelo	Altura (mm)	Diametro (mm)	Capacidad (galones)	Capacidad (m ³)	Presión Max. (bar)
Atlas Copco	CE 500-11	2200	600	134	0.5	11

³⁸ Fuente: www.atlascopco.com – octubre 2007

4.2.4. Selección del secador de absorción.

Como el manual de Ingersoll Rand lo indica, si el compresor entrega una presión de 7 bar, el secador a ser seleccionado debe ser ajustado 1 bar por debajo de la presión de trabajo del sistema, es decir 6 bar.³⁹ El secador que responde a una presión de 6 bar y a un caudal no menor a 1.30 m³/min es el TZM015. Sus principales características se encuentran en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Características de trabajo del Secador de Absorción Ingersoll Rand seleccionado⁴⁰

Marca	Modelo	Flujo Nominales 6 barg		Ø Tubería	Peso Kg. (lb.)
		m ³ /min.	cfm		
Ingersoll Rand	TZM015	1,3	46	134	41 (91)

La humedad acumulada en la red es purgada por 5 válvulas de descarga automática marca Norgren y modelo 17-816-998, colocadas en distintos puntos distribuidos como muestra esquema de distribución isométrico de la red, en la lámina A2-2. Las válvulas son abiertas automáticamente cuando el nivel de agua acumulado es el suficiente para empujar las bollas internas a una altura determinada. La presión en la red pulveriza el agua fuera de la válvula que vuelve a cerrarse una vez que las bollas regresan a su posición inicial.

En el mismo catálogo se encuentran las especificaciones de los modelos de filtros sugeridos para la red de aire comprimido. Tomando en cuenta los valores de la calidad del aire de la tabla 4.3, se puede determinar la necesidad de usar los filtros GP64 (filtro opcional de admisión), HE64 (filtro recomendado de admisión) y DP64 (filtro recomendando de descarga).

4.3. Instalaciones Eléctricas.

Las herramientas de consumo eléctrico facilitan y agilizan ciertos procesos durante la conversión. El tipo de instalación eléctrica en cada zona de trabajo depende del consumo eléctrico de las herramientas y equipos utilizados en esa zona específica. Adicionalmente es necesario alimentar lámparas fluorescentes para la iluminación del taller y a los elevadores electro hidráulicos. Los requerimientos eléctricos de para cada zona de trabajo están descritos en la tabla 4.11.

³⁹ Tablas y Gráficos de Turbomáquinas y Máquinas de desplazamiento positivo. Ing. Estela Assureira. PUCP - Año 2006. Pág. 162

⁴⁰ Fuente: <http://www.ingersollrandproducts.com/home/> - Noviembre 2007

Tabla 4.11 Requerimientos y distribución de alimentación de energía eléctrica para las distintas zonas de trabajo del taller.

Zona de Trabajo	Descripción	Requerimiento	Requerimiento Total
Soldadura y Pintura de bastidores y depósito de equipos.	Equipo de Soldadura Miller Thunderbolt XL 300	13kW	16.32kW
	Lámpara de Secado de pintura IRT-301-T	3kW	
	4 Pantallas de 2x40W	0.32kW	
Montaje de equipos y zona de Inspección de preconversión	2 Elevadores Rotary Lifts SPOA10	3kW	6kW
	Cautil de Soldadura	0.55kW	
	Analizador de gases para motores a gasolina Bosch BEA 250	0.08kW	
	Cargador de baterías del detector de fugas Mastecool 55750-220	0.13kW	
	28 Pantallas de 2x40W	2.24kW	
Adaptación o modificación de motores y mantenimiento	Es un área del taller ya existente que cuenta con su propia alimentación de electricidad y luz mediante tomacorrientes y pantallas de iluminación distribuidos en los lugares de trabajo.		
Almacenes	Tomacorrientes y pantallas ya existentes.		
Estacionamiento	Tomacorrientes y pantallas ya existentes.		
Recepción	Tomacorrientes y pantallas ya existentes.		
Sala de Motores	Taladro ½" DeWALT DW508S	0.65kW	Tomacorrientes y pantallas ya existentes. Pero son equipos incorporados al taller (1.75kW)
	Esmeril Angular DeWALT D28112	1.1kW	
Sala de Máquinas	Compresor de aire Atlas Copco 110-10	11.16	11.5kW
	Aftercooler Atlas Copco TD25	0.12kW	
	2 Pantallas de 2x40W	0.16kW	

El plano general A0-1, muestra la distribución de tableros eléctricos en el taller general y sus oficinas de la primera planta. El esquema unificar del plano A4-1

complementa la información de la tabla 4.11, detallando como los tableros alimentan los puntos requeridos por zona de trabajo y a sí mismos. En atención a lo dispuesto por la norma NTP 111.018 2004, la iluminación mínima indispensable para los lugares de trabajo donde se realizan las conversiones es de 250lux. Un lux es el equivalente a la luz emitida por una vela en un metro cúbico.

Ahora bien, dado que 1 lumen es equivalente a 1 lux.m² y un foco de 100W conectado a una fuente de 220V es capaz de emitir alrededor de 1300 lúmenes, es decir, si esta fuente de luz alumbrara sólo 1 m², lo hará con una luminosidad de 1300 lux ⁴¹. Una fuente de luz fluorescente de 40 W tiene una eficiencia luminosa de 93Lm/W ⁴², lo que indica que es una fuente de 3720 lúmenes e iluminará sólo 1m² con una intensidad de 3720 lux. Si se toma como referencia uno de los lugares de trabajo que contiene a un elevador SPOA10 (área total de 27m²), un fluorescente equivalente podrá iluminarlo con 138 lux. Cada uno de los espacios de trabajo está diseñado para que contenga 4 lámparas de 2x40W distribuidos simétricamente. El conjunto emana una intensidad de 29,760 lúmenes que repartidos en los 27m² del espacio de trabajo lo ilumina con aproximadamente 1102 lux (1.102 klx).

Conociendo los requerimientos eléctricos del taller, se realizó la cotización de las instalaciones necesarias para cumplir con la demanda requerida de energía eléctrica. Para la alimentación de todos los equipos del taller de conversiones, será necesario modificar el tablero secundario 1 (TS1) ya existente, que a su vez es alimentado por el tablero principal (TP). La modificación consiste en la incorporación de un interruptor de fuerza fijo de 250amp al TS1 debido a que éste ya se encuentra saturado de conexiones que alimentan al taller ya existente. El siguiente tablero general 1 (TG1) estará ubicado en la sala de motores. Alimenta al tablero TD1 y a los motores eléctricos de los elevadores, así como los tomacorrientes y la iluminación de todas las zonas de trabajo del taller de conversiones. El tablero derivado (TD1) se encuentra en la sala de máquinas y dará alimentación directa al motor del compresor de aire, al post enfriador y a la iluminación de la sala.

⁴¹ Valores obtenidos de <http://en.wikipedia.org/wiki/Lux>. - Diciembre 2007

⁴² Valores obtenidos de http://en.wikipedia.org/wiki/Luminous_efficacy. - Diciembre 2007

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

Este análisis económico se centra en obtener principalmente dos datos, el Valor Presente Neto (VPN) y la Taza Interna de Retorno (TIR), considerados indicadores confiables para determinar si la inversión en un proyecto es viable o no. El objetivo es invertir en un proyecto que nos entregue un TIR mayor a la mejor tasa disponible en el mercado y un VPN mayor a cero para justificar la inversión de parte del directorio. El costo capital utilizado es de 5,24%⁴³, valor equivalente a la tasa pasiva anual del Banco Interamericano para el 10 de diciembre del 2007, para depósitos a plazos a más de 360 días. Es la mayor tasa disponible entre las entidades financieras para moneda extranjera para la fecha.

5.1. Inversión inicial.

“La inversión es todo desembolso de recursos financieros para adquirir bienes concretos durables o instrumentos de producción, denominados bienes de equipo, y que la empresa utilizará durante varios años para cumplir su objeto social”.⁴⁴

⁴³ http://www.sbs.gob.pe/PortalSBs/TipoTasa/TasaDiaria_6.asp

⁴⁴ Fundamentos de la economía de la empresa. F.Tarrago Sabaté. El propio autor 1986. Pág. 308

La inversión inicial incluye el pago de las instalaciones de la línea de aire comprimido, los cableados eléctricos y la instalación de los tableros de distribución de energía eléctrica, los fluorescentes para la iluminación de las zonas de trabajo, la instalación de los elevadores de dos postes, su cimentación y los trámites de licencias con el MTC, certificaciones con Bureau Veritas, entre otros.

Dentro del gasto inicial se incluye la compra de unidades de ciertos equipos, como analizadores de gases, comprobadores de fugas, una maquina de soldar, una lámpara de secado, entre otros. Así mismo se incluye la compra de 4 carretas de herramientas completamente equipadas, una para cada uno de los equipos de trabajo y una de control que será destinada al jefe de taller. Las inversiones más elevadas son las necesarias para las instalaciones eléctricas del taller, la línea de aire comprimido, la instalación de los elevadores Rotary, SPOA10 y la compra de los equipos requeridos.

Tabla 5.1 Valores en dólares de la inversión inicial requerida para el proyecto.

Inversión Inicial (\$)		(52.500,00)
Instalaciones eléctricas		
Materiales		6.300,00
MO		2.000,00
Total		8.300,00
Instalaciones Neumáticas		
Materiales		590,00
Equipos		3.600,00
MO		410,00
Total		4.600,00
Elevadores		
Costo		9.600,00
MO		500,00
Total		10.100,00
Herramientas (4)		8.000
Equipos		20.000,00
Tramites varios		1.500,00

5.2. Ventas e ingresos

El incremento porcentual estimado para la proyección de ventas es del 3%. Esto mantiene la tendencia de crecimiento de un taller de conversiones local de las mismas

características y público objetivo. El ingreso principal del taller proviene del pago que efectúan los clientes por las conversiones realizadas en sus autos. Para el análisis económico del proyecto se tomó en consideración conversiones para GLP de 3era y 5ta generación para autos de 4 cilindros en línea, y conversiones a GNV de 5ta generación, ya que son las de mayor demanda y serían las más promocionadas.

La cantidad de conversiones determina la cantidad de técnicos necesaria para poder cumplir con la demanda. Asimismo la cantidad de técnicos define cuantos elevadores y carros portaherramientas son necesarios para que puedan cumplir apropiadamente su trabajo. El análisis del proyecto es a 5 años, iniciando operaciones en enero del 2008 con un número proyectado de 40 conversiones para el primer mes. Tomando el crecimiento esperado del 3% mensual, nos lleva a esperar 55 conversiones mensuales al final del primer año, un total anual de 568 conversiones. Para el segundo, tercer, cuarto y quinto año, se esperan 772, 1050, 1428 y 1942 conversiones respectivamente. Para entonces, se proyecta necesitar cinco elevadores en lugar de solo dos, 10 equipos de trabajo y diez carretas porta herramientas, como un incremento en el área destinada a conversiones dentro del taller o la implementación de un turno noche de trabajo, incrementando gastos e ingresos.

5.3. Costos de producción y gastos administrativos

Es posible categorizar los costos de un proyecto en cuatro grupos que se unen en una matriz de costos directos e indirectos y costos variables y fijos. Es decir, existen costos directos variables, costos directos fijos, costos indirectos variables y costos indirectos fijos. El poder categorizar los costos del proyecto apropiadamente, nos permite realizar cálculos acertados para la determinación de los indicadores de la viabilidad del proyecto. Por lo general se le denomina costo directo a todo costo que sea necesario para la producción, y costo indirecto a los gastos administrativos, que son relevantes para las operaciones del taller, pero no afectan directamente al auto trabajo.

- Costos directos fijos, son aquellos costos que no varían dependiendo del número de conversiones realizadas en el taller, pero afectan de manera directa la producción. En este proyecto se consideran costos directos fijos a los sueldos de los técnicos de conversiones, que ganan un monto fijo de S/.2000 independiente de la cantidad de

autos convertidos. Es posible cambiar el sistema de sueldos de los técnicos, implementando sueldos básicos y completándolos con variables dependiendo de la producción, pero es una estructura de pagos mucho más sofisticada y dificultaría la proyección de planillas a lo largo de los años.

- Costos directos variables, son aquellos que surgen de manera directamente proporcional al número de autos convertidos y afectan directamente la producción del taller. Es decir, el costo de los kits de conversión y los tanques o cilindros que son comprados al PEC, los misceláneos utilizados en la conversión, la energía eléctrica utilizada en el uso de los elevadores, máquina de soldar y otros equipos y herramientas eléctricas utilizadas durante la conversión, el dinero utilizado para las recargas iniciales de gas de los vehículos, el pago al servicio de certificación de los autos convertidos, costos del servicio de lavado, etc.
- Costos Indirectos Fijos, son aquellos que no varían dependiendo del número de autos convertidos pero que existen al tener el taller operativo. Por ejemplo, la energía eléctrica del iluminado y el aire acondicionado de las oficinas, del almacén, del puesto del asesor de servicios, la iluminación de los puestos de trabajo, el agua de los servicios higiénicos, el alquiler del espacio de trabajo, etc. Asimismo, se considera dentro de este grupo a los gastos de planilla por el gerente del taller, el jefe de taller y el personal de oficinas, de soporte administrativo, de vigilancia y de limpieza.
- Costos Indirectos Variables, son aquellos que se ven afectados por la cantidad de autos convertidos, pero no están involucrados directamente en su conversión. Es decir, el costo de los taxis de cortesía a los clientes, insumos de oficina, el pago del celular del asesor de servicios (a mayor cantidad de autos en el taller mayor será el número de llamadas a clientes para el recojo de los autos) etc. Por lo general son gastos pequeños que no afectan mucho los flujos económicos de la empresa.

5.4. Planilla

En la planilla del proyecto está el listado de todas las personas involucradas en el desarrollo del proyecto de manera directa e indirecta. Asimismo se listan los distintos tipos de descuentos por planilla correspondientes al pago de cada uno de los trabajadores de la empresa. La mano de obra directa, es decir los técnicos de conversión, debe

cubrirse en su totalidad por la facturación de las conversiones a gas. Por otro lado el sueldo del personal de ventas, soporte y personal administrativo, se cubre parcialmente debido a la existencia de dos líneas de negocios del taller, como taller de mecánica y como taller de conversiones. El gerente general a su vez maneja cinco líneas de negocios que también incluyen la venta de autos nuevos, la venta de autos usados y el alquiler de autos. Es por esto que el taller de conversiones cubre solo el quinto de su sueldo.

Solo al personal que alcance los 7 UITs se le descontará la 5ta categoría. El valor unitario de la UIT para el año 2008 será de S/.3500⁴⁵. En primera instancia se verán afectados por el descuento el gerente, el jefe de taller, el asesor de servicios y los técnicos de conversión.

5.5. Flujo de caja

El flujo de caja es un resumen completo de todos los ingresos y egresos estimados de la empresa desde sus meses iniciales hasta los 5 años de proyección del cálculo. Incluye los costos fijos y variables, los costos directos e indirectos, los ingresos por ventas, la implementación de nuevos equipos y herramientas por año, la planilla completa y la inversión inicial. El objetivo es obtener un valor de cuanto se ganó o se perdió por cada año del negocio para ingresarlo al cálculo del VPN y el TIR.

5.6. Análisis de sensibilidad

En el análisis de la sensibilidad se utilizan los valores obtenidos de la inversión inicial y del flujo de caja económico para determinar el VPN y el TIR, y poder analizar la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Existen formulas para ejecutar los cálculos manualmente, pero colocando toda la información antes descrita en hojas de Excel se simplifica esta tarea considerablemente. Como resultado de los cálculos, obtenemos un VPN de \$2.536.074,00, que cumple con maximizar la inversión con gran margen al ser mayor a cero o negativo. El cálculo arroja un TIR de 544% que indica que el proyecto tiene una mayor rentabilidad que el 5,24% de rentabilidad que garantizaba el Banco

⁴⁵ Fuente: <http://www.sunat.gob.pe/indicadores/uit.htm> - Enero 2008

Interamericano para el 10 de diciembre del 2007. El análisis económico del proyecto anualizado es mostrado en este capítulo, el detalle mensual del primer año en los anexos.

5.6. Punto de equilibrio

El análisis de punto de equilibrio tiene el propósito de determinar el valor de una variable del proyecto que iguala a dos elementos del mismo. En este caso vendría a ser el volumen de ventas requerido para que los ingresos igualen a los egresos. Cualquier venta adicional mas allá de este punto indicaría una ganancia, como cualquier número de ventas menor al equilibrio indicaría que los ingresos no cubren con los gastos del proyecto. Este proyecto tiene dos tipos de egresos, los costos variables que se presentan con cada conversión y los fijos como los gastos administrativos y la planilla. Sólo se cuenta con una fuente de ingresos, que es el dinero que se obtiene por las ventas de las conversiones de los vehículos. Es un ingreso variable que depende del volumen de ventas del asesor de servicios.

Es posible calcular diversos puntos de equilibrio que varían mensualmente junto con la proyección de ventas. Conforme aumentas las conversiones, aumentan los costos variables y como resultado hay una variación en el punto de equilibrio. Adicionalmente el monto de los gastos fijos varía dependiendo de la planilla mensual. A pesar de ser un gasto fijo, en diciembre y julio los empleados reciben gratificación, por lo que se eleva el monto de egresos y varía el punto de equilibrio. Asimismo los gastos fijos de planilla aumentan si se contrata más personal.

Debido a que se tienen 3 tipos de conversiones distintas, el cálculo del punto de equilibrio puede estar dado para las ventas de cada kit de conversión como si fuera la única opción de venta, pero este monto es referencial. El verdadero punto de equilibrio se calcula teniendo en cuenta un mix de servicios. Las ventas de las conversiones están proyectadas en una relación 1:5:2 para 3era y 5ta generación de GLP y 5ta generación de GNV respectivamente. La Tabla 5.9 muestra un los puntos de equilibrios para los años del 2008 al 2012. Estos números de conversiones están muy por debajo de los proyectados con un 3% de incremento mensual, lo que explica la alta rentabilidad encontrada en el análisis de sensibilidad.



Tabla 5.3 Proyección de ingresos por ventas

PROYECCION DE INGRESOS POR VENTAS (Expresado en Dòlares)					
Conversiones	2008	2009	2010	2011	2012
GLP					
3era Generación	78.056	106.156	144.373	196.347	267.032
5ta Generación	638.641	868.552	1.181.231	1.606.474	2.184.805
Total	716.697	974.709	1.325.604	1.802.821	2.451.837
GNV					
5ta Generación	312.225	424.626	577.491	785.387	1.068.127
TOTAL	1.028.922	1.399.334	1.903.094	2.588.208	3.519.963

Tabla 5.4 Proyección de costos de producción

PROYECCION DE COSTOS DE PRODUCCION (Expresado en dolares)					
Conversiones	2008	2009	2010	2011	2012
GLP					
3era Generación	48.386	65.804	89.494	121.712	165.528
5ta Generación	367.325	499.562	679.405	923.990	1.256.627
Total	415.711	565.367	768.899	1.045.702	1.422.155
GNV					
5ta Generación	182.903	248.748	338.297	460.083	625.714
M.O					
Mano de Obra Taller	73.170	94.850	116.530	159.890	224.930
TOTAL	671.783	908.964	1.223.725	1.665.676	2.272.799

Tabla 5.6 Proyección de costos por gastos administrativos

PROYECCION DE COSTOS POR GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Costos	2008	2009	2010	2011	2012
Alquiler (220m2)	22.000	22.000	44.000	44.000	44.000
Servicios	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Planilla Administrativa	66.937	66.937	66.937	66.937	66.937
TOTAL	96.937	96.937	118.937	118.937	118.937



Tabla 5.7 Proyección de Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA (Expresado en Dólares)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
INGRESOS						
Ventas	-	1.028.922	1.399.334	1.903.094	2.588.208	3.519.963
Total Ingresos	-	1.028.922	1.399.334	1.903.094	2.588.208	3.519.963
EGRESOS						
Inversión	52.500		2.000	7.050	9.050	11.050
Costos de Producción	-	671.783	908.964	1.223.725	1.665.676	2.272.799
Gastos administrativos	-	96.937	96.937	118.937	118.937	118.937
Total Egresos	52.500	768.720	1.007.901	1.349.712	1.793.663	2.402.786
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(52.500)	260.202	391.433	553.382	794.546	1.117.178

Tabla 5.8 Cálculo de indicadores

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	(52.500)	260.202	391.433	553.382	794.546	1.117.178

ECONÓMICO	
Costo Capital	5,24%
VPN	2.536.074
TIR	544%

PERIODO DE RECUPERO DE INVERSIÓN	0	1	2	3	4	5
VALOR ACTUAL AÑO X AÑO		247.246	725.367	1.500.245	2.801.783	4.804.874
VALOR ACTUAL ACUMULATIVO	(52.500)	194.746	920.113	2.420.358	5.222.141	10.027.015

Tabla 5.9 Cálculo de Puntos de Equilibrio

PUNTO DE EQUILIBRIO	2008	2009	2010	2011	2012
Gastos Fijos (\$)	170.107	191.787	235.467	278.827	343.867
GLP					
3era Generación	407	459	563	667	822
5ta Generación	222	251	308	365	450
GNV					
5ta Generación	187	210	258	306	377
Mix de Servicios (1 - 5 - 2)	33	37	46	54	67
Conversiones según Mix	264	298	365	433	534

Anuales



CONCLUSIONES

1. La implementación del taller de conversiones en un taller de mecánica ya existente en el mercado local debe realizarse cumpliendo los parámetros de la ley enunciados en las NTP mencionadas a lo largo de este tema de tesis. La norma no menciona la calidad de equipos a usar, solo los enumera con la intención que se cumpla con lo mínimo requerido para poder formar un taller de conversiones. Uno de los objetivos principales, fue enfocar el taller a una clase social exigente, y poder convertir autos de alta tecnología y alto valor. Para poder obtener los mejores resultados complaciendo los requerimientos de clientes exigentes, se consideró no solo cumplir con la norma, sino implementar los mejores equipos y herramientas disponibles en el mercado, seleccionados de manera que la economía y la calidad vayan de la mano. Junto con una mano de obra correctamente calificada y kits de conversión adecuados, se puede garantizar que las instalaciones cumplirán con las expectativas de los clientes más exigentes.
2. La rentabilidad del proyecto esta calculada para una proyección de ventas estimada para un crecimiento mensual del 3%, esperando un monto inicial de 40 conversiones para el primer mes de producción. De la productividad del negocio de las conversiones, dependen la cantidad de personal, de equipos, de herramientas y el metraje necesitado para implementar el taller de conversiones. Ésta cifra inicial esperada de 40 conversiones para el primer mes, lleva a necesitar de un soldador y 6 técnicos de conversiones para cumplir con la mano de obra directa requerida para las conversiones. El jefe de taller y personal de logística, almacenes, caja y administrativo será el mismo que para el taller de mecánica general.
3. El taller general tiene un área total de mas de 2700m², que cuenta con zonas de estacionamiento, recepción de vehículos, almacenes, lavado, etc...estas serán compartidas al igual que la sala de motores para reparaciones de mecánica pesada. El espacio utilizado para las conversiones fue calculado en 220m², para trabajar entre 4 y 5 autos en simultaneo. La suma de la zona de soldadura, almacén de equipos e insumos y espacio de maniobras dentro del taller, almacenes, estacionamientos, etc., hace que se cumpla la norma con un margen alto. El mínimo indispensable es de 220m² de taller en un terreno no menor de 300m². Los gastos por servicios generales y de alquiler del local se dividen en

- esta proporción de áreas, lo que implica que las conversiones deben cubrir el 11% de los costos fijos indirectos de la totalidad del taller.
4. La inversión inicial es necesaria para la implementación de la zona de trabajo de las conversiones. Incluye la instalación de dos elevadores incluyendo su cimentación, de las línea de aire comprimido con los equipos necesarios para alimentar aire a una presión de 7 bar y un caudal de 20l/s con una calidad de aire necesaria para la pulverización de pintura en el pintado de los bastidores de sujeción para los tanques o cilindros instalados, y de la modificación e implementación de tableros electrónicos para poder alimentar los 36kW que requiere la zona de trabajo. Asimismo incluye la compra de carretas, herramientas y equipos utilizados por los técnicos de conversión.
 5. Los gastos fijos y variables deben cubrirse para no generar perdidas. Llegar al punto de equilibrio con un número de ventas correspondiente nos permite cubrir los gastos para partir a generar utilidades. El punto de equilibrio varía de mes a mes, dependiendo del número de conversiones, la cantidad de personal en el taller, etc. Al utilizar un mix de servicios a razón de 1:5:2, se determina que el número de conversiones necesarias para alcanzar el equilibrio en el 2008 es de 264 (33 de 3era de GLP, 165 de 5ta de GLP y 66 de 5ta de GNV). Estas cifras están muy por debajo de los proyectados con un 3% de incremento mensual, lo que explica la alta rentabilidad encontrada en el análisis económico del proyecto.
 6. El análisis económico indica que de cumplirse las proyecciones de ventas según lo esperado, la rentabilidad a cinco años es alta, con un TIR del 544% y un VPN positivo de más de \$2.500.000,00. La inversión inicial de \$52500,00 sería recuperada durante el primer año de producción del taller, obteniendo márgenes de ganancia positivos desde el primer año y generando utilidades, como lo muestra la tabla de periodo de recupero de inversión de la página 95.
 7. El crecimiento progresivo del negocio lleva a ampliar la capacidad productiva del taller, lo que implica la contratación de nuevo personal y una mejora en la implementación de herramientas, equipos y elevadores. Ésta productividad está limitada por la capacidad instalada real que es de 80 conversiones mensuales. Lo que demandara una inversión en infraestructura para aumentar los espacios productivos del taller. En su momento, la reinversión afectará positivamente el negocio ya que es recuperada rápidamente y ayuda alimentando el crecimiento de las ventas, el margen de ganancia y las utilidades.

BIBLIOGRAFÍA

- [ASSUREIRA, 2006] ASSUREIRA, ESTELA (2006), Apuntes de turbo máquinas y máquinas de desplazamiento positivo. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [ASSUREIRA, 2006] ASSUREIRA, ESTELA (2006), Tablas y Gráficos de turbo máquinas y máquinas de desplazamiento positivo. Pontificia Universidad Católica del Perú
- [DIARIO EL PERUANO, 2001] “Establecen límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial”. Decreto Supremo N°047-2001-MTC. Pág. 212106 a 212110.
- [INDECOPI, 2004] Indecopi (2004), GAS NATURAL SECO. “Cilindros de alta presión para almacenamiento de gas natural utilizado como combustible para vehículos automotores”. NTP 111.013 2004. Lima, Perú. Cáp. 4.
- [INDECOPI, 2004] Indecopi (2004), GAS NATURAL SECO. “Montaje de equipos completos en vehículos con gas natural vehicular (GNV)”. NTP 111.015 2004. Lima, Perú.
- [INDECOPI, 2004] Indecopi (2004), GAS NATURAL SECO. “Dispositivos de sujeción para cilindros en vehículos con gas natural vehicular (GNV)”. NTP 111.016 2004. Lima, Perú.
- [INDECOPI, 2004] Indecopi (2004), GAS NATURAL SECO. “Taller de montaje y reparación de equipos completos para gas natural vehicular (GNV)”. NTP 111.018 2004. Lima, Perú.
- [MINISTERIO DE JUSTICIA, 2006] “Régimen de autorización y funcionamiento de las Entidades Certificadoras de Conversiones y Talleres de Conversión a GNV”. Resolución Dictatorial N°3990-2005-MTC-15. (25.AGO.05), modificado por la Resolución Directoral N°7150-2006.MTC/15 (15.DIC.06), Lima, Perú. Cáp. 6.
- [MINISTERIO DE JUSTICIA, 2006] Medidas transitorias para proyectos de instalación de equipos y accesorios para la venta de Gas Natural Vehicular en Estaciones de Servicios. Resolución Dictatorial N°141-2006-EM-DGH. 02/11/2006, Lima, Perú.
- [LANDIRENZO, 2008] Manual de Componentes e instalación. LandiRenzo Omegas/GI. Gas Natural 5-6-8 cilindros, Vitoria, Brasil.
- [LANDIRENZO, 2008] Manual LCS Plus. Software versión LCS Plus 3.2, Vitoria, Brasil.
- [SABATÉ, 1986] Fundamentos de la economía de la empresa. Sabaté, España.
- [MC GRAW HILL, 2002] Ingeniería Económica, 5ta Edición. Leland Blank, México.

LINKOGRAFÍA

- “Estadísticas de Desarrollo de GNV en el Perú” en:
http://www.cpgnv.org.pe/estadistic_nac01.htm -diciembre 2007
- “Cilindros de gas Atmosférico - Nitrógeno” en:
<http://www.praxair.com/sa/pe/per.nsf> -octubre 2007
- “Venta de GLP aumentó 12.1% el año pasado impulsado por mayor consumo vehicular” en:
<http://www.andina.com.pe/Espanol/Noticia.aspx?id=mbHZNzXSHs4> -octubre 2007
- “Products > Product range” Catálogo de productos de LandiRenzo en:
<http://www.landi.it> - agosto 2008
- “Atlas Copco - Products - Quality Air Solutions”:
<http://productpagesct.atlascopco.com/EN/ZZ/air-treatment.html> - octubre 2007
- “Ingersoll Rand – Compressed Air - Products”:
<http://www.ingersollrandproducts.com/home/> – noviembre 2007
- “Tasas de interés promedio del sistema Bancario” para moneda extranjera:
http://www.sbs.gob.pe/PortalSBs/TipoTasa/TasaDiaria_6.asp - diciembre 2007
- “Valores de la UIT” Tabla anual de la Sunat:
<http://www.sunat.gob.pe/indicadores/uit.htm> - diciembre 2007