

















































































































































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](http://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  $0.9\text{m}^2$  (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.<sup>30</sup>

#### **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, CO<sub>2</sub> y SO<sub>x</sub> 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

---

<sup>30</sup> 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.<sup>31</sup> 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, CO<sub>2</sub>, HC y O<sub>2</sub> 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

<sup>31</sup> 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 pulgadas<sup>32</sup> 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

---

<sup>32</sup> 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](http://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 610Nm<sup>33</sup> 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](http://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,

---

<sup>33</sup> 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 psi <sup>34</sup>, 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.

---

<sup>34</sup> 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 2700m<sup>2</sup>. 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  $17.4\text{m}^2$ .
- ◇ 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  $115\text{m}^2$ .
- ◇ 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  $1700\text{m}^2$ . El maquinado de los múltiples de admisión será realizado en el cuarto de motores ( $100\text{m}^2$  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. (28m<sup>2</sup>)
- ◇ 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 630m<sup>2</sup>. 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. (55m<sup>2</sup>).
- ◇ Recepción: Es donde el asesor de servicios tiene contacto directo con el cliente interesado en la conversión de su vehículo. Un área total de 440m<sup>2</sup> 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. 45m<sup>2</sup>)
- ◇ Secado: Después del lavado, los autos serán llevados a la zona de secado donde se llevará a cabo este proceso. Con un área de 160m<sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> /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 Nm<sup>3</sup>/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 barg<sup>35</sup> 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,<sup>36</sup> 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

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

<sup>36</sup> 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 <sup>3</sup> /s	Q = 0,02 m <sup>3</sup> /s	Q = 0,02 m <sup>3</sup> /s	Q = 0,02 m <sup>3</sup> /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 taller<sup>37</sup>**

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

<sup>37</sup> 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 $\mu$ m.  
Concentración máxima = 5mg/m<sup>3</sup>.
- ◇ Agua, calidad 2: Punto de rocío máximo = - 20 °C  
Es necesario un secador de absorción.
- ◇ Aceite, calidad 3: Contenido máximo de HC = 1.0mg/m<sup>3</sup>.  
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 seleccionado<sup>38</sup>**

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

<sup>38</sup> Fuente: [www.atlascopco.com](http://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.<sup>39</sup> El secador que responde a una presión de 6 bar y a un caudal no menor a 1.30 m<sup>3</sup>/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 seleccionado<sup>40</sup>**

Marca	Modelo	Flujo Nominales 6 barg		Ø Tubería	Peso Kg. (lb.)
		m <sup>3</sup> /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.

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

<sup>40</sup> 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.m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>, lo hará con una luminosidad de 1300 lux<sup>41</sup>. Una fuente de luz fluorescente de 40 W tiene una eficiencia luminosa de 93Lm/W<sup>42</sup>, lo que indica que es una fuente de 3720 lúmenes e iluminará sólo 1m<sup>2</sup> 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 27m<sup>2</sup>), 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 27m<sup>2</sup> 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.

---

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

<sup>42</sup> Valores obtenidos de [http://en.wikipedia.org/wiki/Luminous\\_efficacy](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%<sup>43</sup>, 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”.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> [http://www.sbs.gob.pe/PortalSBs/TipoTasa/TasaDiaria\\_6.asp](http://www.sbs.gob.pe/PortalSBs/TipoTasa/TasaDiaria_6.asp)

<sup>44</sup> 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.**

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

## 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/.3500<sup>45</sup>. 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

---

<sup>45</sup> 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.



















## LINKOGRAFÍA

- “Estadísticas de Desarrollo de GNV en el Perú” en:  
[http://www.cpgnv.org.pe/estadistic\\_nac01.htm](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](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