



# PLANTA ENVASADORA Y DISTRIBUIDORA DE GAS LICUADO DE PETROLEO

Ing. Angel Liu

**H**oy en día, el Perú no puede quedarse a la zaga ante la evolución del desarrollo energético. El problema consiste en cómo suministrar gas licuado de petróleo (GLP) en forma inmediata con absoluta seguridad ante la aparición de nuevas aplicaciones del GLP que están permitiendo mejorar la calidad de vida.

Ante esto la instalación de gasocentros sería una alternativa de solución efectiva. Un gasocentro es similar a un grifo, donde no sólo se abastecerá de GLP a los vehículos que lo utilicen como combustible, si no que además, se vendería gas a granel para uso doméstico.

El GLP es más económico que la gasolina, a pesar de que tiene un mayor octanaje (entre 95 y 110 octanos). Además, los gases producidos son más limpios, protegiendo de esta manera el ambiente. Así mismo, que ante la ausencia de carbón mantiene el motor más limpio, alargando su vida.

La conversión de un auto gasolinero a uno que utiliza gas no es complicado, es por ello que este sistema revolucionará los hábitos de consumo masivo en el Perú, no sólo por las ventajas ecológicas, si no por los costos.

## ANTECEDENTES

El proyecto que nos ocupa trata sobre el uso automotriz y doméstico del gas licuado de petróleo (GLP) en el Perú, el cual se inició en el año 1971 por la compañía CECGARELLI con resultados muy prometedores debido al bajo costo de GLP en esa época, por que existía una fuerte subvención de este producto en el mercado, al extremo que el año 1974 el gobierno de turno prohibió el uso de este producto para fines automotrices. Es en el año 1991 en que se dictamina el Decreto Supremo 019-91-EM/VME-DGH en el cual se autoriza nuevamente el cambio, de vehículo de gasolina a gas, en forma tácita al permitir la instalación de gasocentros para uso doméstico y automotriz; es en el año de 1992 cuando se inició la instalación en vehículos automotores de sistemas de carburación a gas, teniendo éstas que cargar dicho combustible en las plantas envasadoras autorizadas, lo cual representa una gran incomodidad para el cliente.

## EL PRODUCTO

El GLP es un producto de refinación del petróleo crudo y también un gas natural, proviene como el metano de los yacimientos petrolíferos.

El GLP es un hidrocarburo compuesto principalmente de Propano y Butano.

El butano comercial está compuesto principalmente de  $C_4H_{10}$ . El propano comercial está compuesto principalmente por  $C_3H_8$ . Una de las principales características que diferencian el butano del propano y que por lo tanto determina su uso, es la "tensión de vapor" que corresponde a la presión de la fase gaseosa en equilibrio con la fase líquida.

Se puede afirmar que el GLP es un óptimo carburante, tiene una elevada propiedad antiexplosiva. Tiene, además, un mejor rendimiento en términos de consumo y produce emisiones más "limpias".

El GLP en fase líquida, se deposita hacia abajo y es también inflamable. No siendo absolutamente venenoso, se aconseja no respirarlo ya que posee características anestésicas.

Las especificaciones de calidad responden al código 321.007 del INDECOPI.

## ESTUDIO DEL MERCADO

Este proyecto se orienta a desarrollar principalmente el GLP como combustible automotor y a un cambio de hábito en el abastecimiento de GLP de uso doméstico.

### A.- DEMANDA DE GLP PARA USO AUTOMOTRIZ

La cantidad de vehículos que utilizan GLP a nivel mundial hasta 1992 es del orden del 10 al 14%

comparado con el parque automotor total. (VER CUADRO 1)

Ante esta realidad mundial es necesario incorporar al Perú dentro de este rubro.

En función a la data histórica del parque automotor del Perú, en Lima se concentra aproximadamente el 70% del total de este, según información de la asociación automotriz del Perú y además se estima que las posibles conversiones en Lima representen un 10% del universo, lo cual conllevaría a tener 31664 vehículos que trabajen a gas.

En la zona en la que se instalará el primer gasocentro (Chorrillos), se encuentra involucrada la zona Sur de Lima. Guardando un símil con la densidad poblacional del 25.82% del parque que se halla en esta zona, existen 8174 unidades con probabilidades de conversión a GLP.

De acuerdo con la Sociedad Automotriz del Perú, el consumo estimado promedio es de 5 galones diarios por vehículo, lo cual nos da un total de 40870 galones de consumo total por día en dicha zona.

La capacidad de atención del gasocentro por día, asumiendo 2 cargas diarias en sus 2 tanques, sería de 6000 galones al día. Por lo cual se puede concluir que el gasocentro tendrá el 100% de su capacidad ocupada.

## CUADRO 1

### CANTIDAD DE VEHICULOS A GLP HASTA 1992

NACIONES	VEHICULOS A GLP
	miles de vehículos
ITALIA	1050
HOLANDA	700
USA	350
JAPON	320
URSS	230
MEXICO	210
AUSTRALIA	190
COREA DEL SUR	160
CANADA	140
TAILANDIA	80
NUEVA ZELANDA	50
INDONESIA	20
ARGELIA	20
OTROS	200

Fuente: EMPRESA MULTINACIONAL DE HIDROCARBURO

#### a.- DEMANDA DE GLP PARA USO DOMESTICO

Teniendo en cuenta la ubicación de nuestro proyecto y en base a estudios de población del Instituto Nacional de Estadística y al promedio de consumo de GLP para uso doméstico, se tiene un consumo mensual promedio de 32640 balones de 4.87 galones cada uno. Por lo tanto el consumo diario es de 5298.56 galones.

Habiendo realizado encuestas en la zona de realización del proyecto, se estimó que aproximadamente el 10% de esta demanda tendrá influencia en nuestra planta distribuidora (gasocentro) por lo tanto se tendría un consumo total de 41400 galones al día. VER CUADRO 2.

#### c.- ANALISIS DE LA OFERTA

En el área automotriz, la oferta existente es sumamente limitada debido a que no existe este tipo de planta distribuidora, lo cual demuestra lo innovador del sistema, debiendo los vehículos automotores que funcionan actualmente con gas, abastecerse de plantas envasadoras tradicionales que ofertan el producto por peso y no por volumen como es nuestro propósito, teniendo estas vehículos que esperar que el envasador paralice su operación de llenado y pesado para poder abastecer el automóvil, haciendo una conexión previa entre el llenador tradicional de la balanza y una manguera que llegue hasta el tanque instalado en el vehículo, por tanto no debemos considerar la planta envasadora tradi-

cional como un competidor de esta área.

En el área doméstica la oferta existente se presenta en distribuidores de gas y camionetas que circulan a través de la zona de influencia ofreciendo cilindros totalmente llenos, lo que obliga al consumidor a comprar la carga completa del cilindro (10 Kg) y al cambio obligado del cilindro vacío por un cilindro lleno, en nuestro caso ofertaremos el gas en la cantidad (gls o soles) que el cliente esté en capacidad económica de comprar, sin necesidad de cambiar el cilindro, lo cual dará mayor seguridad al consumidor.

#### d.- ANALISIS DE LA COMPETENCIA

De acuerdo a las consideraciones del análisis de la oferta estamos holgadamente otorgando a la competencia hasta 80% de la demanda de la zona de influencia que representa 413973.6 gls/día, a pesar de las grandes ventajas que ofrecemos en este sistema con respecto a las plantas envasadoras tradicionales, justificando la capacidad competitiva. VER CUADROS 2 Y 3.

#### e.- COMPARACION ENTRE DEMANDA Y OFERTA

La demanda insatisfecha se considera a aquella que resulta de la diferencia entre la demanda total y la oferta total, teniendo en total de 468473.62 gls/día.

**DEMANDA TOTAL DE GLP (ZONA SUR LIMA)**

OFERTA	BALONES / DIA	GALONES / DIA
PLANTAS ENVASADORAS	5200	25324
DISTRIBUIDORA	190	925
CAMIONETA	420	2045
<b>TOTAL</b>	<b>5810</b>	<b>28295</b>

Fuente : ELABORACION PROPIA

**DEMANDA INSATISFECHA (ZONA SUR LIMA)**

	GALONES / DIA
DEMANDA TOTAL	496768
OFERTA TOTAL	28295
DEMANDA INSATISFECHA	468474

Fuente : ELABORACION PROPIA

**LOCALIZACION DE PLANTA**

Debemos establecer que éste es un caso típico de orientación de la planta en función de la cercanía del mercado y a la concentración del parque automotor, por tanto, ubicaremos ésta en Lima, de acuerdo a los siguientes factores:

- Población y vías de influencia: La zona sur de Lima alcanza la mayor proporción de población con 2622000 habitantes y con la carretera Panamericana Sur como mayor vía de circulación de vehículos.
- Materias primas: El GLP se dispone en la planta de la Pampilla y es

indiferente el precio de flete por galón dentro del área urbana de Lima.

c) Mano de obra: Se requiere personal de mediana especialización, pudiendo adiestrar personal con estudios secundarios.

d) Energía eléctrica: Es importante la disponibilidad de este servicio para las compresoras de abastecimiento, así como para la bomba de refrigeración del tanque de almacenamiento.

e) Agua: Según la ley se requieren 40 m<sup>3</sup> mínimas en forma perenne para casos de emergencia.

f) Disponibilidad de Terrenos y Costos: Se requiere por ley un área mínima de 1000 m<sup>2</sup> y estar en esquina.

g) Efectos sobre el medio ambiente: Tiene carácter ecológico, debido a la poca contaminación que causa el GLP en los motores de explosión. Por ello en función a estas variables se considera que la Av. Huaylas en el distrito de Chorrillos como la más conveniente.

### TAMAÑO DE PLANTA

La relación de tamaño de planta más significativa ha sido tamaño-tecnología, dado que la tecnología de este proyecto responde a diseño nacional con equipos importados de Ita-

lia. De acuerdo a estándares internacionales en gasocentros, se dimensionan módulos de 1500 galones medidos en agua.

La tecnología más adecuada tiene su limitante en la bomba trasegadora, en el caso óptimo traslada 13 gl/min llevándolo a una producción de 3000 galones por llenado en 9.6 horas de trabajo continuo por día. Esta cifra está muy por encima de la relación tamaño-punto de equilibrio que es de 843 galones por día, siendo por ello el tamaño óptimo el definido por la tecnología aplicada.

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 1. OPERACIÓN DE CARGA DEL TANQUE ESTACIONARIO DESDE EL TANQUE DE TRANSPORTE DE GLP.

a. Con tanque de transporte y bomba incorporada en cuyo caso se utiliza la bomba del camión de transporte.

b. Con la bomba de la planta distribuidora.

La transferencia se realiza de la siguiente manera: El GLP se encuentra dentro del tanque transporte en 2 estados, líquido y gaseoso o vapor, por tanto para efectos de compensación de presiones es necesario hacer la transferencia mediante una manguera de alta presión del gas en el estado de vapor estacionario al transporte hasta que se termina la transferencia

de líquido, no termina la operación de carga.

El caudal que se genera en la transferencia, si se usa la bomba del tanque de transporte, es de 23 gl/min a un diferencial de presión de 90 psi. Sin embargo, si realizamos la transferencia de la bomba de la planta, ésta se hará con un caudal de 13 gl/min y un diferencial de presión de 75 psi.

En ambos casos se ha considerado una temperatura de transferencia de 21°C.

Aconsejamos instalar en el sistema un compresor de GLP libre de aceite debido a que el tanque de transporte cuando no existe este equipo, se llevará un 5% del gas líquido por cada carga.

En este caso del compresor, tendría como uso adicional la descarga de cilindros domésticos defectuosos.

## 2. OPERACIÓN DE ATENCIÓN

Este se realiza en 2 formas.

- Para uso automotriz
- Para uso doméstico.

a. **Uso automotriz:** En este caso la pistola de servicio se conecta a una válvula de llenado, localizada en el cilindro del tanque en el automóvil. El cilindro del mismo, cuenta con un medidor de volumen que avisará al operador cuando el tanque se encuentra lleno para facilitar la operación de llenado, es necesario que exista una válvula

de alivio de presiones para el estado gaseoso. Se debe entender que el gas líquido sale del tanque estacionario por el accionamiento de una bomba con motor antichispa, que hace circular el gas desde el tanque estacionario hasta el tanque del vehículo.

b. **Uso doméstico:** En este caso el llenado se produce de la misma manera que en el punto a., en cuyo caso no existe una válvula de alivio de presiones y el colchón de gas en estado vapor será mayor que en el caso de uso automotriz y procediéndose al llenado de la misma manera descrita anteriormente. VER GRAFICO 1.

## 3. ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA.

Daremos algunas recomendaciones sugeridas por instituciones mundialmente reconocidas como:

- NFPA (National Fire Protection Association)
- ASME (American Society Mechanical Engineering)
- NPGA (National Propane Gas Association)
- Manual del Instalador de Engineered Controls International

1. Una apropiada purga de aire con el objeto de quitar toda la humedad de los tanques, para evitar la oxidación y contaminación del producto. Esta purga se realiza con la inyección de metanol (Anhidrido de metanol) que por tratarse de un alcohol de alta afinidad con el agua y en punto de ebulli-

ción más bajo, produce la eliminación de la misma forma segura y rápida.

Se debe introducir en el tanque 1.25 galones de metanol por cada 1000 galones de capacidad en agua de recipiente. Por tanto, requerimos de 1.875 gl/tanque.

2. Se debe considerar un rociador longitudinal que cubra el 100% del área del tanque para principalmente refrigerar el mismo en épocas de verano, disminuyendo las temperaturas en nuestro caso de 30°C a no más de 20°C. Esto debido a que en caso de error si se llenara de líquido totalmente el tanque, por cada grado de temperatura subirá la presión a 114 psi. Además la limpieza del tanque debe ser constante y se logra con lavados periódicos con agua (mínimo una vez por día).

3. Es necesario considerar que encima de las válvulas de seguridad de cada tanque, que se encuentran en la parte superior del mismo, lleve rosado un tubo de no menos de 1.80 metros de altura, para que en caso de apertura de la válvula de seguridad e ignición de la fuga, el fuego se localice en la parte superior del mismo, provocando el calentamiento del tubo y no del tanque. El tubo deberá ser de un material clasificado como cédula 80.

## CONTROL DE CAUDA

El control de calidad en nuestro proyecto será cubierto bajo los siguientes puntos:

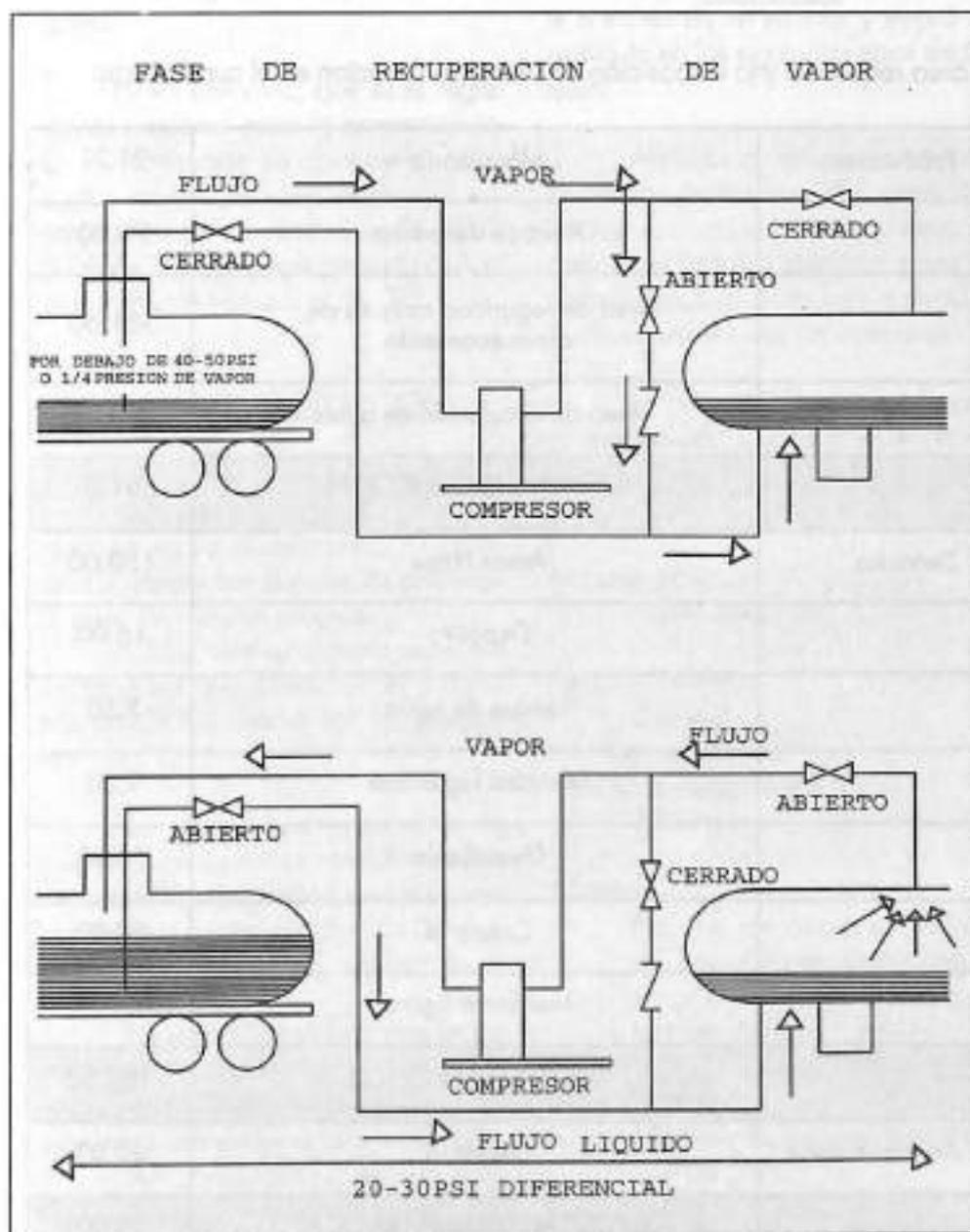
1. Control manual del GLP en su etapa de recepción, a través de un visor preparado con cristales de seguridad de alta presión que se pondrán en la línea de llenado en fase líquida, lo cual nos permitirá determinar la purezas del producto y el estado de mantenimiento anterior del tanque, así como el paso de burbujas de vapor en la línea de líquido que nos indicará un defecto en la bomba. Este defecto se denomina cavitación.

2. En la etapa de operación, se realizará en forma periódica en las juntas de soldadura de los tanques, así como en los empalmes de las tuberías, confirmando que en ninguna existe fuga de gas.

3. También, se realizarán revisiones periódicas del contador del dispenser mediante pruebas de aferición.

4. Al final del proceso en los tanques automotrices y balones domésticos, este control se debe hacer primero mediante la capacitación constante de los operadores correspondientes; y en segundo lugar cuidando las juntas de soldaduras y empalmes de las válvulas al tanque, así como el estado de las válvulas de servicio y seguridad de los mismos para evitar fugas peligrosas y accidentes.

**FASE DE RECUPERACION DE VAPOR**



AREA REQUERIDA Y DISPOSICION  
DE PLANTA

El área requerida y la disposición de planta se aprecian en el cuadro siguiente:

a. Producción	Maquinaria	21.21
	Area de despacho	78.20
	Area de seguridad tanques de almacenamiento	361.60
	Area de circulación de autos	230.00
	SUBTOTAL PRODUCCION	691.01
b. Servicios	Areas libres	150.00
	Depósito	16.00
	Tanque de agua	2.50
	Servicios higiénicos	9.00
	Guardianía	16.00
	Cafetería	30.00
	Mecánica ligera	130.00
	SUBTOTAL SERVICIOS	353.50
c. Administración	Gerencia	30.00
	SUBTOTAL ADMINISTRACION	30.00
	TOTAL PLANTA	1074.51

Cabe señalar, que se han considerado para el cálculo del área requerida las siguientes disposiciones legales:

DS 019-91-EM-VME, que es el reglamento nacional para la comercialización y transporte de combustible derivados del petróleo que norma grifos y estaciones de servicio; y el DS 020-91-EM-VME, que reglamenta la comercialización y transporte de GLP.

### PROGRAMA DE PRODUCCION

Mediante el programa de producción se va a determinar la cantidad a despachar durante los primeros 5 años de nuestro proyecto.

Cabe señalar algunos aspectos importantes que afectarán el programa productivo, como son los siguientes:

- La capacidad productiva se puede duplicar en la medida en que se instale una segunda bomba y manguera en el mismo surtidor (5400 gls/día que es la cantidad máxima de almacenaje).
- Debemos considerar que en los momentos en los cuales no existan vehículos para atención, se despachará gas para uso doméstico.
- Adicionalmente al despacho de GLP se pueden implementar servicios al cliente como cambios de gasolina a GLP, mecánica ligera y mantenimiento en general y otros servicios.

### PRESENTACION DEL PRODUCTO

El gas será despachado al cliente a través de un surtidor y estará depositado en los siguientes tipos de tanques:

- a. Automotriz: Tanque de transporte de tipo horizontal (VER GRAFICO 2) que va instalado en la maletera del auto o en la tolva posterior para camioneta pick-up o en forma paralela al chasis en el caso de camiones.

La capacidad está en función al tipo de vehículo. El tanque está fabricado según las siguientes características:

.....  
NORMAS TÉCNICAS:

ASME secc. VIII

.....  
PRESIÓN DE DISEÑO:

250 psi

.....  
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA:

375 psi

.....  
MATERIAL:

Plancha de acero al carbono de embutido profundo con espesor en función al diámetro del tanque, ASTM 515-60

.....  
ACCESORIOS:

- Medidor en volumen en porcentaje de 5% en 5%
- Válvula de llenado (3/4" NPT)
- Válvula de seguridad (3/4" NPT)
- Válvula de servicio con válvula

de exceso de flujo incluida  
Válvula de alivio de presión  
(1/4" NPT)

b. Doméstico: Es un cilindro con las siguientes características:

POSICIÓN:

vertical

Capacidad:

10 Kls (22.05 lbs)

Brida soldada de alojamiento de válvula con un aro de base de sustentación.

NORMAS TÉCNICAS:

Nacional 350011

año 1979 revisada 1992

PRESIÓN DE DISEÑO:

250 psi

PRESIÓN DE TRABAJO:

80 - 120 psi

PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA:

375 PSI

Válvula de latón que contiene 2 válvulas en sí (1 de servicio y 1 de seguridad que abre a 375 psi)

## GRAFICO N°2

### TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP PARA USO AUTOMOTRIZ



## INVERSIONES

El total de la inversión del proyecto asciende a US\$ 203648, siendo distribuidas en US\$ 99588 para lo que respecta a la inversión fija y US\$ 104060 en capital de trabajo, según se detalla en el CUADRO 4.

**CUADRO N°4**

<b>ESTRUCTURA DE LA INVERSION</b>	
INVERSION FIJA INTANGIBLE	US \$
ESTUDIOS Y PROYECTOS	5000
GASTOS DE CONSTITUCION	1000
GASTOS DE ENTRENAMIENTO	1500
GASTOS DE ASISTENCIA TECNICA	500
COSTO DE PUESTA EN MARCHA	1000
IMPREVISTOS	900
<b>TOTAL INV. INTANGIBLE</b>	<b>9900</b>
<b>INVERSION FIJA TANGIBLE</b>	
TERRENO	12900
OBRAS CIVILES	27995
MAQUINARIA Y EQUIPOS	34720
INSTALACIONES Y MONTAJES	4720
MUEBLES Y ENSERES	1200
IMPREVISTOS	8153
<b>TOTAL INV. TANGIBLE</b>	<b>89688</b>
<b>TOTAL INVERSION FIJA</b>	<b>99588</b>



INVENTARIOS		
MATERIAS PRIMAS		
	GLP 124613 gts.	98249
TOTAL		98249
OTROS MATERIALES		
	WAYPE 30 kg	38
	ACEITE 120 gts	391
	BUJIAS 120 unid.	196
	TAPA DE RADIADOR 4 unid.	7
	AGUA DESTILADA 90 bolsas	18
TOTAL		650
TOTAL INVENTARIO		98899

TOTAL CAPITAL DE TRABAJO	104060
<b>TOTAL DE INVERSION</b>	<b>US \$ 203648</b>

Fuente : ELABORACION PROPIA

## FINANCIAMIENTO

La estructura de la inversión tiene una relación deuda capital de 80/20, la cual se detalla en el CUADRO 5.

**CUADRO N°5**

### **ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO**

FUENTE	MONTO US \$
PROPEM-CAF	122189
INT. FINANCIERO	40730
CAPITAL PROPIO	40730
TOTAL	203648

Fuente : ELABORACION PROPIA

### ANALISIS ECONOMICO-FINANCIEROS

El Punto de Equilibrio se presenta a partir del primer año con 303133 galones de combustible.

La Tasa Interna de Retorno es de 87.32%, con un costo promedio ponderado de capital de 10.6% de acuerdo a los valores actuales del flujo neto económico, por lo cual se establece que el proyecto es viable y rentable.

La Relación Beneficio Costo es de 4.37% y el Período de Repago es de 1.36 años lo que demuestra la aceptación del proyecto.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto es altamente rentable, dado que la demanda insatisfecha es muy amplia.

El proyecto es innovador de alto contenido social, además de no requerir de una tecnología complicada y dado que su mantenimiento es de muy bajo costo.

Se constituye como una alternativa técnica y económica para la reducción de costos de operación y mantenimiento en los vehículos automotores.

Se recomienda una política agresiva de difusión del sistema con la finalidad de:

- a. Preparar la demanda para la explotación de los yacimientos de gas de Aguaytía y Camisea.
- b. El producto que se ofrece es de primera necesidad y representa al usua-

rio grandes ventajas económicas.

Se deberán acoger todas las normas técnicas nacionales e internacionales para la instalación y puesta en marcha del proyecto.

Es recomendable realizar estudios de puesta en marcha de otros gasocentros en puntos estratégicos de Lima.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) ASME (American Society of Mechanical Engineering) Catálogo VIII. div. 1. 1990
- (2) Blackmer S.A. Catálogo Bombas y compresoras. 1992
- (3) Decreto supremo 019-91-EM-VME.
- (4) Decreto supremo 020-91-EM-VME.
- (5) Empresa multinacional de hidrocarburos (EMHI). Guía para el usuario de GLP. 1990
- (6) Engineering Controls U.S.A. Valvulena REGO. 1990
- (7) INDECOPI. Normas técnicas para el gas licuado de petróleo. N°321.007. 1976
- (8) Maynard. Manual de Ingeniería Industrial. 1980
- (9) Naciones Unidas. Manual de proyectos. 1988
- (10) National Fire Protection. Panfleto # 58. 1991
- (11) Perú en números. 1992.