

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

**Facultad de Ciencias Económicas y Financieras
Carrera de Economía**



TESIS DE GRADO

**El Gas Natural Comprimido y su Impacto
en la Economía Boliviana**

(análisis empleando precios económicos)

Postulante: René Díaz-Romero Benavides

Asesor: Lic. Máx Pérez Mendieta

LA PAZ – BOLIVIA

1990

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece:

Al Lic. Max Perez Mendieta, Asesor de la presente Tesis, por su valiosa ayuda y orientación en la estructuración y realización del presente trabajo. Igualmente por su amistad y enseñanzas en esta etapa final de mi formación académica.

A los señores miembros del Tribunal, Ing. Angel García, Ing. Alberto Requena y Lic. Hugo Vaca de la Torre, por sus sugerencias que mejoraron el contenido de esta investigación.

Un agradecimiento muy especial a la División de Gas de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, en la persona del Ing. Orlando Melgar, por toda la información proporcionada.

Finalmente agradezco, a los amigos personales por su constante aliento.

"A la juventud de mi Patria:

El día en que los bolivianos conozcan sus recursos naturales, la forma en que funcionan y el manejo eficiente, se iniciará recién el verdadero desarrollo. Esta labor, corresponde a las generaciones futuras, felizmente pero comprometidas con la rutina y los postulados desarrollistas irrealistas, que sólo han profundizado el atraso y la dependencia".

Wagner Terrazas Urquidí

I N D I C E

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION.....	i
II. / MARCO TEORICO.....	iii
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, FORMULACION DE HIPOTESIS. /.....	ix
IV. ,OBJETIVOS Y ALCANCES. /.....	xiii
1. Objetivo General.....	xiii
2. Objetivos Específicos.....	xiii

CAPITULO I

1. ,ANTECEDENTES DE LA ECONOMICA BOLIVIANA. /.....	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 ,Condicionantes Externos. /.....	3
1.3 ,Condicionantes Internos. /.....	5
1.4 , Análisis Sectorial. /.....	7
1.4.1 Sector agrícola.....	7
1.4.2 ,Sector industrial y manufacturero. /.....	7
1.4.3 Sector minero.....	8
1.4.4 Sector servicios.....	9
1.5 ,Estabilidad y Crecimiento: Un Objetivo Dual. /..	9
1.6 Alternativas que Pueden Generar Desarrollo Económico. /.....	10
1.7 ,Impacto del Subsector Hidrocarburos. /.....	12
1.7.1 Estructura del PIB.....	12
1.7.2 Balanza de Pagos.....	15
1.8 ,Impacto Directo del Subsector Hidrocarburos. /..	17
1.8.1 En política fiscal.....	18

1.8.2	En el comercio exterior.....	25
-------	------------------------------	----

CAPITULO II

2.	ANTECEDENTES DEL GAS NATURAL.....	28
2.1	Balance de Reservas.....	28
2.2	Gas Natural Fuente de Energía.....	29
2.3	El Gas como Combustible Automotriz.....	29
2.4	Experiencias en el Uso de G.N.C.....	30

CAPITULO III

3.	ESTUDIO DE MERCADO PARA EL G.N.C.....	31
3.1	Formas de Distribución de Combustibles.....	31
3.2	Comportamiento de la Demanda.....	31
3.3	Configuración del Parque Automotor.....	33
3.3.1	Estimación del parque automotor.....	33
3.3.2	Crecimiento del parque automotor.....	35
3.3.3	Uso de combustible en automotores.....	38
3.3.4	Método de estimación.....	38
3.3.5	Estimación del consumo de combustible automotor.....	41
3.3.6	Proyección del consumo de combustible.....	41
3.3.6.1	Gasolina.....	43
3.3.6.2	Diesel.....	43
3.3.7	Posibilidades de Sustitución.....	43
3.4.	Demanda Potencial	44
3.4.1	Micros y omnibuses.....	44
3.4.2	Taxis.....	45
3.4.3	Camiones.....	45
3.4.4	Vehículos oficiales.....	45
3.4.5	Otros vehículos.....	45
3.5	Demanda Real.....	52

3.6	Pautas de Localización.....	52
3.6.1	Macrolocalización.....	52
3.6.2	Microlocalización.....	54

CAPITULO IV

4.	ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO EN BDLIVIA.....	55
4.1	Tecnología del Automotor.....	55
4.1.1	Motores de ciclo OTTO.....	55
4.1.2	Motores ciclo Diesel.....	56
4.2	Equipamiento para la Conversión de Vehículos...	56
4.2.1	Motores ciclo OTTO.....	56
4.2.1.1	Cilindros de almacenamiento.....	56
4.2.1.2	Equipo regulador.....	57
4.2.1.3	Mezclador aire/gas.....	57
4.2.1.4	Accesorios.....	57
4.2.2	Motores ciclo diesel.....	58
4.3	Estaciones de Carga G.N.C.....	58
4.3.1	Estaciones de carga rápida.....	58
4.3.2	Estación de carga lenta.....	59
4.3.3	Estación satélite.....	59
4.4	Instalaciones de la Estación.....	59
4.4.1	Puente de regulación.....	59
4.4.2	Sala de compresoras.....	59
4.4.3	Playa de carga.....	60
4.4.4	Instalaciones auxiliares.....	60
4.4.5	Capacidad de despacho.....	60
4.4.6	Disponibilidad de equipos.....	60
4.5.	Condiciones de Seguridad en el Uso del GNC	61

CAPITULO V

5.	INVERSIONES REQUERIDAS Y ASPECTOS FINANCIEROS DEL PRDGRAMA DE SUSTITUCION.....	62
5.1	Inversiones.....	62
5.2	Costo de Capital de la Estación de Servicios...	62
5.3	Costo de los Centros de Conversión.....	62
5.4	Costo de Publicidad, Propaganda y Vehículos de Demostración.....	67
5.5	Costo Promedio del Equipo de Conversión.....	67
5.6	Costo de Mantenimiento	71
5.7	Costos de Operación.....	71
5.7.1	Costos de operación estación de servicio.....	71
5.7.2	Costos centros de conversión.....	71
5.7.3	Costos de gerencia.....	71
5.7.4	Depreciaciones y obsolescencia.....	75
5.8	Inversiones y Costos para el Plan Nacional de Implementación.....	75

CAPITULO VI

6.	EVALUACION DE LA RENTABILIDAD COMERCIAL DEL PLAN DE IMPLEMENTACION.....	83
6.1	Premisas Globales.....	83
6.2	Estado de Pérdidas y Ganancias.....	84
6.3	Rentabilidad Comercial.....	87
6.3.1	Opción de pago del equipo al contado.....	87
6.3.2	Opción de pago del equipo a 540 días plazo.....	90
6.3.3	Venta de los kits al usuario.....	90

CAPITULO VII

7.	INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL.....	94
7.1	Red de estaciones de servicio.....	94

7.2	Instalaciones para la Conversión y Mantemiento de Vehículos.....	94
7.3	Normas de Seguridad.....	95
7.3.1	Distribución de gas natural.....	95
7.3.2	Estaciones de servicio de G.N.C.....	95
7.3.3	Vehículos alimentados por G.N.C.....	95
7.4	Organización y Estructura de la Entidad Empresarial.....	95

CAPITULO VIII

8.	PLAN DE IMPLEMENTACION.....	97
8.1	Iniciación y Demostración.....	97
8.1.1	Iniciación.....	97
8.1.2	Programas de demostración.....	98
8.2	Desarrollo de la Industria.....	98
8.2.1	Establecimiento de centros de conversión.....	99
8.2.2	Establecimiento de estaciones de servicio.....	99

CAPITULO IX

9.	ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DEL PROYECTO OE SUSTITUCION DE GASOLINA AUTOMOTRIZ POR G.N.C.....	101
9.1	Aspectos Conceptuales Relevantes.....	101
9.2	Metodología Empleada.....	102
9.3	Aspectos Financieros.....	103
9.4	Rentabilidad Económica Nacional de la Inversión en el Proyecto de G.N.C. en Bolivia y el Valor Social de su Producción.....	104
9.5	Beneficios Indirectos.....	110
9.5.1	Beneficios para el medio ambiente.....	110
9.5.2	Beneficios para el usuario.....	114
9.5.2.1	Deterioro de motores.....	114
9.5.2.2	Ahorro por consumo de G.N.C.....	114

9.6	Corrientes de Recursos Originados por el Proyecto.....	116
9.7	Evaluación de los Beneficios del Consumo Global Social.....	117
9.8	Evaluación Económica del Proyecto de Sustitución.....	125
9.9	Impacto del Proyecto de Sustitución en la Economía Nacional.....	129
9.9.1	Valor agregado, desarrollo regional y nacional.	130

CAPITULO X

10.	EL VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO Y SU COMERCIALIZACION.....	131
10.1	Estimación de la Ecuación de Demanda de Exportaciones para Gas Natural y Gasolina.....	132
10.1.1	Aspectos conceptuales relevantes.....	132
10.2	Especificaciones de las Ecuaciones de Exportación.....	134
10.3	Elasticidad Precio y Elasticidad Ingreso para Gas y Gasolina.....	137
10.4	Políticas para el Sector Hidrocarburos.....	139
10.5	Políticas Específicas para la Implementación de Gas Natural Comprimido.....	140

CAPITULO XI

11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143
11.1	Conclusión General.....	150
	ADDENDUM.....	151
	BIBLIOGRAFIA.....	163
	ANEXOS.....	166-183

A B R E V I A T U R A S

B.P.C.	Billones de Pies Cúbicos
BTU	British Thermal Units
B/C	Relación Beneficio Costo
BIRF	Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento
Bs.	Bolivianos
C.C.	Consumo de Combustible
°C	Grado centígrado
c.c.	Centímetro Cúbico
Cbba.	Cochabamba
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
G.N.C.	Gas Natural Comprimido
Hr	Hora
Km	Kilómetro
LIBOR	London Interbank Offered Rate
Lt	Litros
m ³	Metros Cúbicos
MMPCD	Millones de Pies Cúbicos Día
MMbld	Millones de Barriles Día
MPCD	Millar de Pies Cúbicos Día
MPCgn	Millar de Pies Cúbicos de Gasolina
N°	Número
OCDE	Organización de Corporación y Desarrollo Económico
ONU DI	Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
P.A.	Parque Automotor
P.C.	Pies Cúbicos
P.Cgn	Pies Cúbicos de Gasolina
P.R.	Período de Repago

Psi	Pounds per Square Inchs (libras/pulgada ²)
SCZ	Santa Cruz
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
Y.P.F.B.	Yacimientos Petroliferos Fiscales Bolivianos

I. INTRODUCCION

El uso y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales no renovables es una meta económica universal, tanto para los países desarrollados como para los que están en vías de desarrollo. En ese entendido la administración científica de la energía es de vital importancia para países como Bolivia que cubre sus necesidades existentes y cuenta con suficientes y significativos excedentes exportables.

El bajo nivel de nuestras reservas de líquidos y la creciente demanda interna de los mismos, hacen imperiosa la necesidad de ingresar a una política de sustitución de hidrocarburos líquidos por el gas natural. La gasolina automotriz es un aspecto que cobra cada vez mayor relieve en nuestra economía. Entre las alternativas que la sustituyan se encuentra el Gas Natural Comprimido, combustible capaz de ser producido en nuestro país.

Desde hace algunos años atrás, principalmente desde la llamada "Crisis del petróleo", los países importadores han buscado formas diversas de sustitución de los derivados del petróleo por nuevas fuentes de energía. En particular ha concitado especial atención la sustitución de algunos carburantes como la gasolina y el diésel por Gas Natural Comprimido. Los resultados han sido bastante alentadores en Nueva Zelandia (1), Italia

(1) Liquid Fuels Management Group Ltd. 1986 b "Compressed Natural Gas (GNG) as a Petrol Substitute in New Zeland".

y Argentina, donde ya se han implementado programas de sustitución.

Dentro de este contexto la división gas de Y.P.F.B. ha elaborado el proyecto de viabilidad para el reemplazo de Gasolina por Gas Natural Comprimido. El mencionado programa contiene la información Técnico-Financiera necesaria para poner en marcha la sustitución antes mencionada.

El presente trabajo de Tesis ha tomado como base el citado proyecto, el que ha sido sometido a una reevaluación financiera e incorporando conceptos Macroeconómicos que han permitido evaluar el impacto en la economía nacional, empleando la metodología Beneficio-Costo con la técnica de los precios sombra y análisis de elasticidades del Valor Social de la Producción.

II. MARCO TEORICO

La dificultad de poder encontrar material adecuado para proponer un marco conceptual especializado en el sector energía y que sobre todo haga un enfoque socio-económico de nuestro país, constituye un gran obstáculo para cualquier investigación, más si consideramos que dicho sector es relativamente nuevo en América Latina.

Si bien los países del Centro o desarrollados poseen tecnologías concretas y dirigidas específicamente al sector energía, serían dos las restricciones con las que nos enfrentamos:

- Diferente concepción de la realidad en que se desarrollan, comparada con nuestra realidad socio-económica, y
- Poca facilidad de obtener material en forma rápida y pormenorizada.

Esta situación sin embargo no es obstáculo para desenvolverse dentro de un marco teórico. Para esto emplearemos la conceptualización teórica de la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, CEPAL.

"Para permitir el paso del análisis económico o del análisis sociológico usuales en una interpretación global del desarrollo, es necesario estudiar desde el inicio las conexiones entre sistema económico y la organización social y política de las sociedades subdesarrolladas, no sólo en ellas y entre ellas, sino también en relación con los países desarrollados, pues

la especificidad histórica de la situación del subdesarrollo hace precisamente de la relación entre sociedades "Periféricas" y "Centrales"." (2).

"Dentro del Esquema de la división internacional del trabajo, a la América Latina venía a corresponderle, como parte de la periferia del sistema económico mundial, el papel específico de producir alimentos y materias primas para los grandes centros industriales." (3).

Es en este orden de composición, que los países de la región consumen una pequeña porción, 12% de la energía comercial del mundo, pero sus necesidades económicas crecen más rápidamente que las de países desarrollados; su demanda de energía comercial se incrementa a mayor velocidad que el Producto Interno Bruto, gracias al acelerado crecimiento de sus ciudades, industrias, el transporte motorizado y otras actividades con un uso intensivo de energía. En el pasado gran parte de la mayor demanda ha sido satisfecha por el Petróleo, la mayoría de los países que buscan el desarrollo han debido importarlo.

El incremento del costo de la energía en las décadas 70-80, ha intensificado la urgente necesidad de aumentar

(2) CARDDZO, F.M. y FALETA Enzo, Dependencia y Desarrollo de América Latina, Centro de Publicaciones F.C.E.F., 1986.

(3) PREBISCH, Raúl, El Desarrollo Económico de América Latina y Algunos de sus Problemas, CEPAL, 1981.

"Organización Latinoamericana de Energía, OLADE. En forma coincidente con algunas organizaciones de cooperación, centros académicos especializados e investigadores de vanguardia, se suman al planteamiento de análisis al sector energético como parte integral de la Macro-Economía y en consecuencia sostienen que la formulación de políticas y estrategias energéticas deben ser concordantes con las estrategias y políticas más generales de desarrollo de cada uno de sus países miembros." (4).

En este sentido, se debe realizar un análisis sobre los problemas de gran magnitud que impiden el desarrollo para la región; los problemas fundamentales que se detectan son:

- Elevada deuda externa, que en valores nominales para la región alcanza a 400 mil millones de dólares estadounidenses, situación que produce asfixia a las economías periféricas, de no cambiar sustancialmente; traerá problemas en cualquier acción referente a inversiones, especialmente si éstas son en divisas.
- El deterioro de los términos de intercambio a valores semejante con los de la gran depresión de los años 30. "El problema del deterioro de los términos de intercambio, está asociado con dos elementos explicativos según la CEPAL: a) lentitud en la

(4) NATASHA, June, El Balance Energético como una Herramienta de Planificación, San Carlo de Bariloche, Argentina 1987.

demanda externa para los productos primarios; b) dispar asignación de gastos para las importaciones entre el Centro y la Periferia"⁽⁵⁾.

- Proteccionismo cada vez más severo y discriminatorio, por parte de los países industrializados o centrales con prácticas discriminatorias que afectan las exportaciones de países en desarrollo, que no logran colocar sus productos y ven deteriorar sus precios de manera continua.
- Dificultad para obtener financiamiento para inversiones de desarrollo; esto, provocado por problemas al no poder cubrir amortización e intereses de la deuda contraída en el pasado. Paradójicamente, la región es exportadora neta de capitales hacia países desarrollados.

OLADE indica que las opciones que enfrenta la región no puede basarse en una actitud pasiva con respecto a las políticas de países centrales, en esta concepción es que la energía es uno de los vehículos fundamentales para la transformación productiva del sector industrial, del agropecuario, de los servicios y obviamente de las condiciones de la población, constituyéndose en un elemento de integración para América Latina y El Caribe.

Eso significa utilizar cada fuente de energía en tal forma que se incremente el valor de la producción

(5) RODRIGUEZ, Octavio, La Teoría del Subdesarrollo de la CEPAL, Rev. Comercio, Santiago de Chile 1981.

energética de un volumen dado de recursos y se reduzca el desperdicio en cada actividad de utilización de este recurso. Aún donde el consumo per-cápita de energía es pequeño, como es el caso de la mayoría de los países de la periferia, las medidas para controlar la demanda pueden desplazar el consumo de usos de menor valor hacia otros de mayor valor, reduciendo el costo energético de la producción y promover el cambio a distintas fuentes de abastecimiento.

En el plano nacional, esto significa establecer prioridades entre los principales usos de la energía, por ejemplo, actividades industriales en oposición a actividades comerciales o domésticas, transporte público frente al transporte privado, actividades con uso intensivo frente a otras con uso no intensivo de energía y entraña además asegurar que las medidas gubernamentales sean consecuentes con estas prioridades.

Ante todo ahora que la energía ya no es barata ni abundante, la eficiencia en esta materia debe considerarse como un elemento importante en la planificación económica. A los precios actuales y posibles del petróleo y frente al costo de producción sustitutiva, la energía al igual que el capital, es un producto básico, costoso, cuyo uso requiere cuidadosa atención.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACION DE HIPOTESIS

Luego de la promulgación del Decreto Supremo 21060 el año 1985, el soporte fundamental sobre el cual se cimenta la "Nueva Política Económica" es el subsector Hidrocarburos. Este aporta con alrededor del 65% a los ingresos del Tesoro General de la Nación. En el plano externo el gas natural es el producto principal en lo que se refiere a generación de divisas por concepto de exportaciones.

En el plano interno la gasolina automotriz se ha constituido en el derivado que se encuentra directamente indexado a los ingresos del T.G.N., es así que el Título IV, Capítulo I que se refiere a precios y abastecimientos en su inciso a) dice:

"a) Hidrocarburos

Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), fijará y ajustará quincenalmente, los precios de venta de los hidrocarburos en el mercado interno de la república; sobre la base del equivalente en pesos bolivianos al cambio oficial promedio de la quincena anterior de \$us 0,30 (treinta centavos de dólar americano), al consumidor, incluidos los impuestos por litro de gasolina de octonaje entre 82 y 85. Para las otras gasolinas los precios mantendrán un estricto proporcionalidad al octonaje. Para los demás derivados del petróleo se mantendrá la proporcionalidad de precios establecida por YPFB y justificada por una evaluación técnica energética y

por los usos, doméstico e industrial de los productos". (6).

En este entendido, de presentarse déficit de hidrocarburos líquidos, principalmente de gasolina automotriz, éste ocasionaría serios problemas a la política económica de Bolivia. Por otro lado: "Para 1985 el consumo de energía comercial alcanzó 1.167 millones de TEP y estuvo compuesto de la siguiente forma:

- i) Productos petroleros 83% (gasolina 30%).
- ii) Energía eléctrica 11%, y
- iii) Gas natural, 6%.

Sectorialmente, el de transporte es el consumidor más importante con el 51% del total, seguido por el conjunto doméstico-comercial con el 25%, la industria 21% y la agricultura con el 3%." (7). Así también el parque automotor del país se incrementó en un 17,7% entre 1986 y 1987, tasa sostenida en los últimos años." (8).

(6) GACETA OFICIAL, Decreto Supremo N° 21060, La Paz, Bolivia, 1985.

(7) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, Plan Nacional de Energía, La Paz, Bolivia 1987.

(8) LUNA F. VILLARROEL, Juan, Aproximación a la Problemática del Parque Automotor, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1987.

Si centramos nuestra atención en el sector transporte, podemos plantearnos la siguiente relación: "El incremento sostenido en el crecimiento del parque automotriz, se reflejará en incrementos en el consumo de combustible".

$$CC = f (PA)$$

CC = Consumo de combustible

PA = Parque automotor

Analizando este contexto nos planteamos la siguiente interrogante:

¿El parque vehicular nacional está en gradual aumento. ¿Este en un 100% funciona a gasolina o diesel-oil? De no encontrarse nuevas reservas, se produciría déficit de hidrocarburos líquidos hacia 1995, ¿cuál o cuáles serían los combustibles sustitutos para la gasolina y el diesel?

Formulación de Hipótesis.

Ante la problemática observada, un desabastecimiento de gasolina, tendría un impacto desfavorable para la economía boliviana. Por consiguiente se propone la utilización de Gas Natural Comprimido como sustituto para la gasolina automotriz (el derivado de mayor producción y consumo en el mercado interno).¹ La producción de este combustible permitiría satisfacer la creciente demanda de gasolina, además la sustitución posibilitaría:

† Exportar ^{ex} ~~an~~tecedentes de combustibles líquidos generando divisas para el país.

- Reducir los costos de combustibles para el usuario hasta un 75% aproximadamente y de mantenimiento en un 30 a 50%.

≠ Evitar la contaminación.

- Ofrecer mayor seguridad que otros combustibles, posee una temperatura de ignición de 600°C.

≠ Utilizar el gas natural dentro de nuestras fronteras.

Al mismo tiempo, el implementar este programa de sustitución tendría un impacto favorable para la economía en su conjunto, generando beneficios socio-económicas para el país.

IV. OBJETIVOS Y ALCANCES

La investigación busca alcanzar los siguientes objetivos:

1) Objetivo General

- Establecer que el uso del G.N.C. como combustible automotor es de especial interés para Bolivia, que cuenta con reservas limitadas de hidrocarburos líquidos de los que el G.N.C. constituye un sustituto directo.

2) Objetivos Específicos

- † Autoabastecer de carburantes al país representando ahorro en divisas, en caso de presentarse déficit.
- Generación de divisas mediante exportación de excedentes obtenidos por la sustitución.
- Utilización eficiente de capacidad ociosa actual y futura de infraestructura de transporte, al elevar el volumen transportado.

C A P I T U L O I

1. ANTECEDENTES DE LA ECONOMIA BOLIVIANA

1.1 Generalidades

Bolivia está ingresando al quinto año del proceso de ajuste iniciado en 1985, que cualitativamente transformó su política económica doméstica (9). A pesar de que el programa de ajuste exitosamente derrotó la hiperinflación, el problema de la restricción externa aún permanece; particularmente como resultado del deterioro de los términos de intercambio. En efecto, la tasa de inflación promedio anual se estabilizó en 1988 en alrededor del 15%. Sin embargo, como resultado del deterioro en los precios internacionales de minerales e hidrocarburos el valor de las exportaciones declinó en 11,9% entre 1985 y 1988 (Cuadro N° 1).

Dos aspectos remarcables resumen el éxito del programa de ajuste boliviano. El primero está relacionado al notable cambio de una situación hiperinflacionaria en 1985 a otra de estabilidad con signos de recuperación en 1987 y 1988. El segundo aspecto se refiere a la capacidad de reinvertir positivamente la transferencia neta de recursos. Sin embargo, aún existen limitaciones al crecimiento

(9) UDAPE, "Resultados y Trayectoria de la Nueva Política Económica", Bases para una Política de Recuperación, La Paz, Bolivia, 1987.

CUADRO N° 1

BOLIVIA: INDICADORES MACROECONOMICOS

ARO	TASA DE CRECIMIENTO PIB REAL %	INFLACION PROMEDIO %	DEFICIT S. PUBLICO (% PIB)	TRANS. NETA CAPITALES (MILLONES \$US)	EXPORTACIONES (MILLONES \$US)	IMPORTACIONES (MILLONES \$US)	RESERVA INTERNA BRUTA (MILLONES \$US)
1980	-1,4	47,2	7,8	149.2	942.2	685.4	-101.9
1981	0,3	32,1	7,5	27.8	912.4	917.1	-264.2
1982	-4,4	123,6	14,2	-73.9	827.7	554.1	-328.6
1983	-6,5	275,6	17,9	-232.0	755.1	576.7	-44.7
1984	-3,0	1.281,3	26,5	-183.5	759.8	486.5	103.0
1985	-2,0	11.749,7	10,6	-139.4	655.4	690.9	136.2
1986	-2,3	276,3	3,0	20.1	620.4	674.0	246.6
1987	2,1	14,6	6,2	54.0	533.1	786.3	188.9
1988	2.8	16,5	7,5	123.9	580.8	700.0	160.9

Fuente: B.C.B. e I.N.E.

tanto de orden externo como interno, las que serán analizadas a continuación.

1.2 Condicionantes Externos

Los precios de los productos principales de exportación, estaño y gas natural, experimentaron un fuerte deterioro desde 1985. Efectivamente, el valor unitario de exportación de estaño en 1988 fue apenas 57% de su valor de 1985, mientras que el valor unitario de gas en 1988 representa solamente el 63% de su valor en 1985 (Cuadro N° 2).

Adicionalmente, los desequilibrios económicos de los países vecinos, particularmente Perú, Argentina y Brasil, han provocado un fuerte proceso de exportaciones ilegales hacia Bolivia que compiten deslealmente con la producción nacional. Esta situación es equivalente a una reducción continua en las tarifas efectiva de las importaciones competitivas.

Por otra parte, el diferimiento del pago por las exportaciones de gas natural a la República Argentina, produce efectos similares a los de una caída del precio internacional de las exportaciones al disminuir los ingresos en moneda extranjera del gobierno central.

El problema del servicio de la deuda externa también tiene repercusiones en el equilibrio cambiario como en el equilibrio fiscal. Efectivamente el peso del pago de intereses de la deuda reduce el ahorro

CUADRO N° 2

BOLIVIA: VALOR UNITARIO DE LAS EXPORTACIONES

(INDICE DE VALOR UNITARIO EN DOLARES)

EXPORTACIONES PRINCIPALES	1980	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Estaño	100.0	83.4	75.6	77.1	72.9	70.9	33.9	40.8
Gas Natural	100.0	141.6	153.5	156.8	157.0	155.3	137.1	97.3
Zinc	100.0	114.0	109.0	102.0	127.0	110.0	99.0	102.0
Antimonio	100.0	92.0	78.0	60.0	101.0	98.0	81.0	88.0
Plata	100.0	52.3	36.5	54.5	40.4	29.1	26.6	31.7
Wolfram	100.0	101.3	75.0	56.0	56.0	45.0	32.0	31.0
Valor unitario de las exportaciones	100.0	97.1	92.3	93.0	93.6	86.6	64.7	58.3

Fuente: S.C.B.

corriente del gobierno, disminuyendo los fondos disponibles para la inversión pública.

1.3 Condicionantes Internos

Al igual que los anteriores condicionantes; los de origen interno son de similar importancia. Unos derivados de la crisis hiperinflacionaria y otros de carácter estructural. Entre los primeros se destacan básicamente dos: a) La reducción de la inversión y el problema de las expectativas; b) Los factores estructurales están relacionados a la rigidez de los precios, a las elevadas tasas de interés y a las imperfecciones del mercado.

Una de las secuelas más visibles de la crisis hiperinflacionario está asociada al deprimido nivel de inversiones que alcanzó la economía. El Cuadro N° 3 muestra que la inversión bruta declinó de un promedio de 17,8% en 1975-1980 a uno de 10,5% en 1981-1988. La declinación del coeficiente de inversión bruta, está relacionada a la reducción de la inversión pública y la inversión privada.

CUADRO N° 3
BOLIVIA: INVERSION BRUTA COMO PORCENTAJE DEL PIB
(Por Ciento)

	<u>Promedio 1975-1980</u>	<u>Promedio 1981-1987</u>	<u>1988</u>
Bolivia	17,8	10,5	10,0

Fuente: INE, Cuentas Nacionales.

La declinación de inversión pública se explica por la postergación de los gastos de inversión, dada la dramática declinación de préstamos externos en el período de crisis 1980-1985. Por su parte el deterioro de la inversión económica llevada a cabo durante el período 1980-1985, que se expresa en un déficit fiscal del 26% (10) del producto en 1985. Indudablemente esto afectó negativamente las expectativas de los agentes económicos en torno a su horizonte de inversión de largo plazo.

La crisis hiperinflacionaria de 1984-1985 ha sensibilizado el comportamiento de los agentes económicos. Consistencia y credibilidad en la política macroeconómica son principios que han sido incorporados en la racionalidad de los agentes económicos y por lo tanto cualquier factor distorsionando es rápidamente asimilado en el corto plazo.

En síntesis, resulta importante establecer que existen factores externos e internos que hacen que el proceso de expansión de la oferta agregada sea lento. Su aceleración depende no sólo de lo consistente que pueda ser la política macroeconómica doméstica sino también del esfuerzo económico externo que pueda suscitarse.

(10) MULLER Y ASOCIADOS, "Evaluación Económica", La Paz, Bolivia, 1988.

1.4 Análisis Sectorial

1.4.1 Sector Agrícola

Este sector contribuyó al Producto Interno Bruto de 1988 con alrededor del 22% (11), teniendo un significado económico y social fundamental para Bolivia, según datos del censo de 1976 se evidencia que el 63% de la fuerza laboral está empleada en el sector agrícola y que un 55% de la población total del país vive en áreas rurales.

Ante el futuro incierto del sector minería y una ausencia potencial de mercados para los hidrocarburos se consideran a la agricultura como principal protagonista en el comercio exterior del país, en particular los proyectos de exportación de soya.

Sin embargo, el sector agrícola está limitado por restricciones como ser:

- a) Concentración de la población en áreas de menor potencial productivo.
- b) Limitaciones del mercado nacional.
- c) Altos costos de exportación.

1.4.2 Sector Industrial y Manufacturero

En los últimos años este sector decreció, aunque nunca fue muy importante en la formación del PIB,

(11) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

10,9% (12) del Producto Interno Bruto de 1988. Encontró sus niveles más altos en la década de los sesenta y a principios del 80 con alrededor del 15%, también presenta factores adversos como ser:

- a) Mercado interno reducido.
- b) Dependencia tecnológica del exterior.
- c) Alta composición de insumos importados.

1.4.3 Sector Minero

Entre 1980-1985 la industria minera se vió afectada por la crisis de los precios del mercado internacional del estaño, así también por una administración incipiente además de la inestabilidad social. Para 1987-1988 el sector minero presenta una recuperación desde el punto de vista de su participación en el PIB 6,8% (13) del PIB de 1988.

Después del colapso de los precios del estaño en 1985, varias minas han pasado a ser marginales y antieconómicas. Como resultado varias fueron cerrada, dejando a más de 30.000 trabajadores sin empleo. Para absorber esta mano de obra el gobierno del MNR creó el Fondo Social de Emergencia (FSE) y en 1989, el acuerdo patriótico MIR-ADN, la transforma en Fondo de Inversión Social (FIS).

(12) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

(13) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

1.4.4 Sector Servicios

Este sector al contrario de los otros sectores de la economía, incrementó su participación en el PIB. Mientras la producción comercialiable de la economía (minería, hidrocarburos e industria), bajó su participación en el PIB, este sector incrementó su participación.

1.5 Estabilidad y Crecimiento: Un Objetivo Dual

"La estrategia de ajuste con crecimiento, parte del principio de que el ajuste macroeconómico es una condición necesaria para lograr un crecimiento sostenido de largo plazo" (14). Bajo este argumento el programa de ajuste boliviano estuvo guiado por dos objetivos principales a cumplir: a) la corrección de los desequilibrios interno y externo como objetivos de corto plazo, y b) la transformación estructural de la economía como un objetivo de largo plazo.

A fin de corregir los desequilibrios interno y externo se definieron dos acciones de políticas: a) la primera consistió en un "shock" contractivo en la demanda agregada apoyada en políticas restrictivas en el plano fiscal y monetario; b) El segundo conjunto de acciones políticas se basó en el ajuste de los precios relativos, eliminando el sistema de control de precios y las tasas de interés liberalizadas, adicionalmente, el régimen de tipo de cambio fijo fue

(14) UDAPE, Ob. Cit., La Paz, Bolivia, 1987.

sustituido por el de flotación administrada. El único precio que quedó bajo control (en el sector público) fue el salario, aunque éste fue periódicamente modificado, los objetivos de este segundo conjunto de acciones fueron de restituir los mecanismos de mercado de asignación de recursos y de apoyar el equilibrio de la balanza de pagos.

Los objetivos señalados anteriormente estuvieron acompañados de importantes reformas económicas e institucionales. Entre otras, se cita la reforma tributaria y reformas institucionales, en diversas empresas públicas.

En términos de sus resultados, el programa de ajuste boliviano puede describirse como relativamente exitoso. La economía muestra un déficit fiscal reducido, una tasa de inflación mínima, una mejora en la balanza de pagos y luego de cinco años de profunda recesión, la economía ha mostrado signos de recuperación entre 1987 y 1988 (Cuadro N° 1), sin embargo con un costo social muy elevado.

En síntesis, la pregunta que surge ahora es ¿cómo preservar y ampliar el proceso de recuperación, dadas las restricciones externas e internas que afectan a la economía boliviana?

1.6 Alternativas que pueden Generar Desarrollo Económico

"Uno de los cuellos de botella más importantes para el desarrollo económico de Bolivia, radica en la generación de divisas para cubrir las importaciones

de bienes tanto de capital como intermedios, necesarios para el crecimiento económico. Por tanto, es importante asignar recursos a los sectores que pueden ampliar el horizonte exportador del país.

El subsector de hidrocarburos destaca como el de mayores posibilidades de ayuda a la economía boliviana; mediante exportación de Petróleo crudo, GLP y Gas Natural" (15).

Por lo que deben realizarse acciones inteligentes para este subsector, tomando en cuenta restricciones tanto externas como internas.

En el corto y mediano plazo el desarrollo económico de Bolivia se basará en gran parte en los hidrocarburos, se debe planificar con especial cuidado los medios de transferencia de excedentes económicos de este subsector hacia otros sectores importantes como ser el agroindustrial y el minero.

En la presente década, el sector agroindustrial posiblemente jugará un rol de gran importancia, contribuyendo en la producción de la canasta alimentaria básica nacional, se espera que la soya, té, café, nueces y madera aumentarán su producción, generando excedentes exportables, pero en lo que respecta a generación de divisas sus posibilidades

(15) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

serán limitadas en comparación a las exportaciones de gas natural.

Por lo que respecta a la industria minera, la cual hasta hace pocos años ha sido al sector tradicional en la generación de divisas, probablemente su futuro no sea tan prometedor, debido más que todo a factores externos. Este hecho se refleja por el cambio en su importancia relativa en el comercio internacional frente al subsector de hidrocarburos.

El pronóstico del comportamiento económico futuro de Bolivia, se viene a convertir en un ejercicio difícil, dentro de un contexto en el cual existen variables de tipo no económicos de dificultosa producción (el caso de acuerdos posibles de exportación de gas natural) o algunas variables no cuantificables (economía informal).

No siendo el objetivo del presente trabajo hacer un análisis macroeconómico detallado, pero conciente de integrar la planeación sectorial energética en un contexto de economía nacional, pasaremos a ver el impacto del subsector hidrocarburos en la economía boliviana.

1.7 Impacto del Subsector Hidrocarburos

1.7.1 Estructura del Producto Interno Bruto

En el Cuadro N° 4, podemos ver la composición porcentual del PIB. Los sectores más importantes son el agropecuario (22,6%), la administración pública

CUADRO N° 4

ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO

RAMAS DE ACTIVIDAD	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
PIB a precios de productor	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
PRODUCCION DE BIENES	53,9%	52,5%	52,4%	50,8%	51,1%	50,3%	48,7%	48,2%	49,4%
Agropecuaria	18,9%	18,0%	20,3%	18,1%	22,3%	24,5%	24,1%	23,6%	22,6%
Minería	10,6%	10,9%	10,2%	10,7%	8,6%	6,9%	5,3%	5,3%	6,8%
Extracción Petrolera	5,6%	5,9%	6,4%	6,2%	6,2%	6,1%	6,1%	6,1%	6,2%
Manufactura	15,0%	13,8%	12,4%	10,8%	10,8%	9,9%	10,4%	10,6%	10,9%
Construcción	3,0%	3,4%	3,1%	3,2%	3,2%	2,9%	2,8%	2,7%	2,8%
SERVICIOS BASICOS	6,8%	7,5%	7,4%	7,2%	7,4%	7,6%	0,1%	8,2%	8,4%
Electricidad, Agua y Gas	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%	0,8%	0,9%	0,9%
Transportes y Comunicaciones	6,1%	6,6%	6,4%	6,4%	6,5%	6,7%	7,4%	7,4%	7,8%
OTROS SERVICIOS	39,3%	40,0%	40,1%	42,0%	41,5%	42,2%	43,3%	43,6%	42,2%
Comercio	11,1%	12,0%	11,5%	10,7%	10,6%	11,1%	12,2%	12,5%	12,1%
Bancos y Seguros	6,0%	5,6%	5,2%	5,1%	4,8%	4,3%	4,2%	4,2%	4,2%
Propiedad de Vivienda	8,4%	0,4%	8,7%	9,4%	9,4%	9,5%	9,9%	9,7%	9,4%
Otros Servicios	4,1%	4,0%	4,0%	4,3%	3,8%	3,6%	3,7%	3,8%	3,5%
Serv. Imputados de Bancos	-1,6%	-1,6%	-1,5%	-1,4%	-1,3%	-1,2%	-1,2%	-1,2%	-1,2%
Administración Pública	10,8%	11,0%	11,7%	13,4%	13,4%	14,3%	14,0%	14,0%	13,5%
Serv. Privados no Lucrativos	0,8%	0,6%	0,6%	0,6%	0,62%	7,0%	0,7%	0,7%	0,7%

Fuente: EVALUACION ECONOMICA 1988, MULLER ASOCIADOS.

(13,5%), el comercio (12,1%) y el manufacturero (10,9%).

El aspecto más importante fue el decrecimiento de los sectores minero y manufacturero. Entre 1980-1988, la contribución de estos dos sectores se redujo del 25,6% al 17,7% del PIB.

Como consecuencia el sector terciario creció en importancia, a nivel agregado, representó entre 17,7% a 25,6% del PIB.

El sector de hidrocarburos creció en 4,33%, el volumen de gas producido aumentó en 7,3% y el de petróleo en 2,28% en 1988.

Lamentablemente, el incremento de la producción contrastó con la caída de los precios de exportación que declinaron en un 13,66% a lo largo de 1988. En efecto en diciembre de 1986, el precio del millón de BTU era de 3,7 dólares, en diciembre de 1987 bajó a 2,76 dólares y en diciembre de 1988 llegó a 2,24 dólares.

"El crecimiento de nuestra economía se explica por la recuperación parcial del sector minero, luego del colapso de los años pasados y es un reflejo de la formalización de la producción aurífera.

La construcción con su alto factor multiplicador y generador de empleo, desempeñó un papel preponderante en los esfuerzos para aplacar el proceso recesivo. El sector público fue el centro motor de este

crecimiento, tanto a través de las obras del Fondo Social de Emergencia como de las iniciativas de los gobiernos comunales, se pudo evidenciar la debilidad nuevamente del sector privado, debido a las altas tasas de interés, la escasez de crédito, la liberación del comercio, etc." (16).

En el sector hidrocarburos, el efecto del incremento de los volúmenes físicos de producción fue neutralizado por el deterioro sostenido de los niveles del precio del gas que se exporta a la Argentina.

1.7.2 Balanza de Pagos

En el Cuadro N° 5 se muestra la Balanza de Pago para el año 1988. El déficit en Cuenta Corriente llegó a 250 millones de dólares, cifra menor a la prevista de 350 millones, este déficit fue menor al proyectado debido esencialmente a que el valor de las importaciones fue también inferior en 100 millones de dólares al monto programado para 1988.

(16). MULLER Y ASOCIADOS, Db. Cit., 1988.

CUADRO N° 5
BALANZA DE PAGOS 1988
(En Millones de US\$)

CONCEPTO	1988
I. CUENTA CORRIENTE	
1.1 Balanza Comercial	-116.6
Exportación	532
Importación	-648.6
1.2 Intereses	-256.4
Créditos	15.8
Débitos	-272.2
Pagados	-118.4
No Pagados	-153.8
1.3 Contratistas	
1.4 Otros Servicios Netos	-18
Exportación	-130.7
Importación	-148.7
1.5 Transferencias Netas	136.6
II. CUENTA CAPITAL	153.9
Sector Público	300.8
2.1 Desembolsos corrientes	298.4
2.2 Desembolsos por refinanciamiento	150.4
2.3 Amortización	-169.4
Pagada	-72.2
No Pagada	-97.2
2.4 Corto Plazo Banca Comercial	-8.6
2.5 Inversión Directa	30
2.6 Cap. no Identificado	-146.9
TOTAL BALANZA DE PAGOS	
III. FINANCIAMIENTO	
Reservas Internacionales Netas	67.6
Financiamiento Excepcional	39.2
Serv. Deuda No Pag. por Renegociación	60.6
a) Intereses	59.6
b) Capital	1
Mora Gas 1988	-5.7
Serv. Deuda Ext. en Mora de 1987	-22

Fuente: Banco Central de Bolivia.

La disminución de las importaciones se explica por la caída de las ventas del sector comercial, originada en la construcción de la demanda agregada. Debe anotarse por otro lado que el contrabando aumentó en 1988.

La cuenta Capital arrojó un superávit de 150 millones de dólares, reflejo del mayor ingreso de recursos financieros externos, por el desembolso más fluido de créditos ya contratados por un lado y la disminución del servicio de la deuda externa, que se explica por la recompra del cincuenta por ciento de la deuda comercial y renegociación de la deuda bilateral en el Club de París.

Este superávit no fue suficiente para financiar el total del déficit en cuenta corriente, cuyo saldo tuvo que cubrirse con una pérdida de reserva en un monto cercano a los 68 millones de dólares (17).

1.8 Impacto Directo del Subsector Hidrocarburos

"Los posibles resultados económicos, debidos a estrategias alternativas de desarrollo económico, dependen de la interacción entre el sector (energía) y el resto de la economía." (18).

(17) Fuente, B.C.B.

(18) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

La importancia relativa y los impactos del subsector petrolero en la economía boliviana, se pueden calcular para dos niveles diferentes.

8.1 En Política Fiscal

En este punto presentaremos una síntesis de lo que han sido las políticas tributarias en el país; en lo referente al sector petrolero.

Para esto, presentamos un resumen del Foro Económico auspiciado por el Instituto Latinoamericano de Investigación Social (ILDIS) "Perspectivas del Gas Natural Boliviano":

"Declarada la independencia, el principio tributario minero de la legislación española fue incorporada al derecho minero boliviano, se estableció al estado como dueño de las riquezas del subsuelo, con derecho sobre la participación del producto interno y también participación sobre utilidades.

En 1916, al dictarse una legislación minera durante el gobierno del Gral. Montes, se mencionó por primera vez a las sustancias orgánicas (petróleo), determinándose el pago de una regalía del 10% y por patentes de concesión 10 centavos por hectárea y por año.

En 1920, el gobierno de Gutiérrez Guerra, liberalizó la legislación minera. Esta ley dió lugar a que la Standard Oil N.J. consolidara derechos sobre 7 millones de hectáreas y aunque se determinó la

regalía nacional del 15% y un impuesto sobre utilidades del 20%, en los hechos la Standard no cumplió, aduciendo el principio de retroactividad.

En 1921, el gobierno de Bautista Saavedra dictó la Ley Orgánica del Petróleo, la que estableció la regalía nacional del 11%, un impuesto sobre utilidades de 8 a 30% y pagó de patentes de 10 hasta 50 centavos por hectárea en explotación por año, progresiva en el tiempo.

En 1937, el gobierno del Gral. Toro, bajo la presión del Cnl. Busch, expropió la concesión de la Standard Oil y crea YPF, se establece una regalía departamental del 11% e impuestos a los derivados del petróleo en tasas reducidas, acordes con una política de capitalización y fomento en la empresa estatal.

En 1954, durante el primer gobierno del MNR se dicta el Código del Petrolero (Davenport), el que confirma la regalía departamental del 11% y se establece un impuesto a la renta petrolera del 30% (sobre utilidades líquidas). Las disposiciones negativas del Código son: La deducción a favor de las compañías del llamado factor de agotamiento del orden del 27% de la producción.

En 1969, el gobierno del Gral. Ovando, nacionaliza la Gulf y se dispone que YPF tribute 11% como regalía departamental y pague impuestos a los derivados.

En 1970, el gobierno del Gral. Tórres deroga el Código del Petróleo y prepara la Ley Orgánica del Petróleo que no se llega a aprobar.

En 1972, el gobierno del Gral. Bánzer dicta la Ley de Hidrocarburos, modificando la tributación como sigue: Impuesto del 12,5% sobre ventas de gasolina y diesel, regalía departamental del 11%. Se determina la participación privada a través de los contratos de operación fijando la distribución de la producción en un 50% o cercano para las compañías y el saldo para el fisco-YPFB, debiendo pagarse el impuesto nacional y la regalía de las compañías con parte de la producción que retiene YPFB.

En 1984, el gobierno del Dr. Siles Zuazo, incrementa la tributación imponiendo: Impuesto a la exportación del 15% y otro impuesto (adicional) sobre venta de carburantes en el mercado interno del 15%." (19).

En agosto de 1985, durante el gobierno del MNR y luego de la promulgación del Decreto 21060, los hidrocarburos se convirtieron en la mayor fuente de ingresos para el país en un contexto de crisis generalizada de la producción, el sector ha contribuido al T.G.N. con más del 65% de su ingreso en 1986 y con un 50% en 1988. Por otro lado, los gobiernos regionales de las zonas productoras de petróleo, han recibido más del 90% de sus ingresos de

(19) ILDIS, "Perspectivas del Gas Natural Boliviano", La Paz, Bolivia, 1987.

regalías de los hidrocarburos, bajo el siguiente sistema impositivo:

a) Para ventas locales

- Impuesto del 12% sobre ventas de gasolina y diesel.
- Impuesto del 15% sobre la venta de combustibles para el transporte (gasolina, gas y diesel).
- Impuesto de producción del 19% para petróleo y gas.

b) Para exportaciones

- Impuesto de exportación del 15%
- Impuesto de producción del 15%.

Como podemos ver en el Cuadro N° 6, el subsector hidrocarburos se constituye en la columna vertebral sobre la que se sostiene la política económica aplicada a partir de 1985. Sin embargo, el hecho central dentro de la política tributaria implementada para el subsector hidrocarburos en los últimos 3 años ha sido la disposición del gobierno central de crear un fondo de retención que ha fluctuado entre el 65 y 58% del total de ventas provenientes de los hidrocarburos para lograr un excedente financiero que incremente los ingresos del T.G.N. Esta restructuración de los ingresos del T.G.N. se debió al deterioro de los precios internacionales de los minerales en el mercado internacional.

CUADRO N° 6
INGRESO QUE TRANSFIERE YPFB AL T.G.N.
(Millones de \$us)

IMPUESTOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
19% Prod. Gas y Petróleo	59.44	101.17	107.70	189.72	115.51	102.86	92.25	9.96	61.52
15% Via Carburantes	0.53(a)	-	0.28(c)	-	13.66	10.51	26.07	6.13	-
12% Via Gasolina	12.71	20.54	5.90	9.59	9.53	7.90	18.01	4.21	-
15% Exportación	7.15(b)	0.59(c)	0.66(d)	-	21.45	30.94	24.84	18.80	-
10% IVA Tesoro y Occidental	0.69(c)	38.24(d)	7.53(a)	-	-	-	-	21.33	32.32
1% Trans. Tesoro y Occidental	-	-	-	-	-	-	-	2.13	3.28
11% Regalías	47.50	83.80	94.76	77.92	89.74	38.89	52.7	40.20	35.60
1% Regalías Beni-Pando	-	-	-	-	-	-	-	-	2.62
Excedentes YPFB	-	-	-	-	-	-	185.12	200.71	211.80
TOTAL INGRESOS	128.02	224.34	216.94	277.23	249.99	191.10	398.99	363.47	347.14

Fuente: YPFB Análisis Eco-Financiero 1980-1988
Elaboración: Jorge Abad Franco - YPFB

NOTA: (a) 20% Export. RETENCIONES, IMP. + EXCEO. YPFB
(b) 35% Dif. Prec. 1985:58%
(c) 40% Dif. Prec. 1987:55%
(d) Adicionales 1988:59%
(e) 7% Exportac.

En junio de 1990, fue aprobada la Ley de Hidrocarburos que en su Título III, se refiere a Tributación y dice lo siguiente:

"Artículo 99.- La producción de hidrocarburos está sujeta a una regalía departamental compensatoria y a un impuesto nacional de acuerdo al siguiente detalle:

- Una participación departamental denominada regalía equivalente al 11% de la producción bruta en boca de pozo, pagadera en beneficio del departamento donde se origina la producción.
- Una regalía nacional compensatoria del 1% de la producción bruta en boca de pozo, pagadera al departamento del Beni en 2/3 partes y a Pando en 1/3 para los aspectos de la Ley 981 del 7 de marzo de 1988.
- Un impuesto nacional equivalente al 19% de la producción bruta en boca de pozo, en sustitución de los impuestos complementarios del IVA por Remisión de Utilidades y Renta Presunta de Empresas, que es equivalente al impuesto de utilidades.

Artículo 101.- El Estado, el departamento productor y los departamentos de Beni y Pando, percibirán el Impuesto Nacional, las Regalías Departamentales y la Regalía Nacional Compensatoria respectivamente, de acuerdo a disposiciones legales vigentes.

Artículo 103.- YPFB y las empresas contratistas de operación, percibirán tributos directos nacionales,

departamentales, municipales y universitarios, creados o por crearse, con excepción de los señalados en el artículo 99 de la Ley. Asimismo estas empresas actuarán como agentes de retención del Impuesto Complementario al IVA de sus empleados o dependientes.

Artículo 105.- Quedan exentas de todo impuesto las exportaciones de petróleo, gas natural y sus derivados y subproductos." (20).

En síntesis, los hidrocarburos fueron recuperados totalmente por el Estado y el pueblo boliviano en dos ocasiones, en 1937 y 1969, siguiendo una concepción política progresista. YPFB jugó un rol protagónico en la consolidación de esta tendencia, concordando con la ideología de liberación propugnada por sectores esclarecidos de civiles y militares. De ahí que ahora que se vive una economía mixta en cuanto a desarrollo petrolero, inmersos en una aguda crisis, la alternativa viable es fortalecer el subsector hidrocarburos. La principal empresa, YPFB, y luego de la promulgación del decreto 21060 aporta un 65% de los ingresos que percibe el T.G.N. Es gracias a este soporte que la economía se mantiene estable.

(20) Proyecto de Ley de Hidrocarburos, aprobado por la Cámara de Senadores, Suplemento Análisis, Junio de 1990.

1.8.2 En el Comercio Exterior

"La creciente importancia del subsector hidrocarburos en la economía boliviana se refleja en su participación en el total de las exportaciones, que pasaron del 5,9% en 1970, a 24,8% en 1975, a 23,66% en 1980, hasta 36,45% en 1988." (21).

En el Cuadro N° 7 se muestra la creciente importancia del gas natural en el total del mercado de las exportaciones y la crítica disminución de la participación del petróleo.

Las exportaciones de hidrocarburos se incrementaron de 158.9 millones de dólares en 1975 a 218.9 millones de dólares en 1988. Durante los años 1980 a 1985, YPFB generó el 14% del total del flujo de ingreso de divisas para el país. En 1986 el balance del déficit en cuenta corriente fue equivalente a 9,2% del PIB, sin tomar en cuenta las exportaciones de gas natural, el déficit hubiese alcanzado el 13,9% del PIB.

Después de la crisis internacional en el precio del estaño, la balanza comercial de Bolivia depende dramáticamente de un solo producto (gas natural) y de la voluntad de un solo cliente (Argentina), lo que revela la importancia fundamental del sector energético en la economía boliviana.

(21) MULLER Y ASDCIADDS, Db. Cit., 1988.

CUADRO N° 7
ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES
(En Millones de dólares Americanos)

PRODUCTOS	1988	%	1981	%	1982	%	1983	%	1984	%	1985	%	1986	%	1987	%	1988	%
MINERIA	641.10	61,87	556.88	55,86	419.48	46,19	347.38	42,48	364.88	46,54	263.78	39,21	196.88	38,86	207.20	36,38	278.58	45,05
Estaño	378.18	36,49	343.10	34,41	278.38	38,99	281.38	25,43	247.88	31,68	186.60	27,75	104.18	16,32	68.98	12,89	76.68	12,42
Antimonio	26.48	2,55	34.38	3,45	17.88	1,98	16.38	2,88	22.98	2,93	15.98	2,36	14.50	2,27	22.88	4,88	17.88	2,96
Wolfram	47.48	4,57	43.88	4,32	33.88	3,76	28.88	2,45	18.98	2,42	10.38	1,53	6.60	1,03	5.18	8,89	5.88	0,97
Plomo	14.50	1,48	11.58	1,16	6.58	8,73	4.88	0,49	1.88	0,13	0.58	0,07	5.88	8,78	4.20	8,74	6.18	1,82
Zinc	36.70	3,54	48.48	4,86	38.48	4,27	33.48	4,88	37.38	4,71	29.58	4,39	28.88	4,39	32.88	5,76	56.68	9,26
Plata	118.38	11,42	71.70	7,28	37.18	4,13	58.38	7,13	21.48	2,74	18.20	1,52	27.38	4,28	33.38	5,86	46.68	7,76
Oro													7.28	1,13	37.58	6,58	61.88	18,16
Otros	19.78	1,98	12.88	1,21	7.58	0,84	7.48	8,91	14.78	1,88	10.70	1,59	4.10	0,64	2.68	8,46	3.88	8,50
HIIDROCARBUROS	246.20	23,66	346.58	34,81	398.48	44,36	420.18	51,39	388.98	49,73	374.58	55,69	332.58	52,13	256.88	44,95	218.98	36,45
Petróleo							29.38	3,58	8.58	1,89	8.10	8,81	3.48	8,53	7.58	1,32	3.78	8,62
Gas Natural	220.98	21,32	336.70	33,63	381.88	42,49	378.28	46,26	375.70	48,04	372.60	55,41	328.68	51,52	248.58	43,64	214.90	33,79
Gas Licuado	22.68	2,18	3.38	0,33	4.58	0,58	4.98	8,60										0,88
Prop. y der.	1.70	0,16	6.58	0,65	12.38	1,37	7.70	8,94	4.78	8,68	1.88	8,27	0.58	8,88			0,88	0,88
Otros																	0,38	8,85
OTROS PRODUCTOS	149.98	14,46	92.88	9,32	88.48	8,95	58.18	6,13	29.28	3,73	34.38	5,18	188.50	17,01	186.38	18,67	111.18	18,50
Café	28.88	2,81	16.88	1,59	16.58	1,73	12.98	1,58	8.68	8,84	13.88	2,85	13.28	2,87	11.50	2,82	20.48	3,48
Cueros	4.98	8,47	5.28	0,52	3.28	0,35	8.88	0,1	8.88	8,18	1.48	8,21	5.28	8,97	8.10	1,43	18.88	3,88
Castaña	2.98	0,28	2.50	8,26	2.28	8,25	1.88	8,21	2.38	0,29	1.48	0,21	3.58	8,55	6.78	1,17	5.68	8,93
Goma	4.78	0,45	3.20	8,33	4.28	8,46	2.78	8,33	0.80	0,10	0.58	0,07	3.88	8,68	1.98	0,32	1.88	8,38
Azúcar	51.28	4,94	5.70	8,57	8.10	8,98	12.38	1,5	6.68	0,84	1.80	8,27	4.98	0,77	8.68	1,58	18.58	1,75
Haderas	31.18	3,88	18.88	1,81	11.60	1,29	7.88	8,95	6.88	0,77	5.80	8,26	22.70	3,56	38.38	5,42	21.50	3,58
Ganado	1.38	8,12	0.98	0,09	8.68	0,07	1.20	0,15	1.58	8,19	1.28	0,18	13.48	2,18	6.70	1,18	1.88	0,17
Soya	6.18	0,59	3.68	8,36	7.48	0,83	4.60	0,56					18.78	2,93	19.20	3,37	20.78	3,45
Artesanías	4.28	0,41	4.80	8,48	1.18	8,12	8.68	0,88	0.18	0,81	0.38	0,04	4.98	8,77	1.08	0,18	1.88	0,38
O. Productos	2.80	2,28	33.10	3,33	26.58	2,95	5.48	0,66	4.58	0,58	8.10	1,28	17.28	2,70	11.78	2,86	9.88	1,63
TOTAL EXPR CIF	1.836.2	188,0	996.3	188,0	898.2	188,8	917.5	188,0	782.1	188,0	672.5	188,0	637.8	180,8	569.5	188,0	680.5	188,8

Fuente: Muller Asociadas.

Las perspectivas para las exportaciones bolivianas de hidrocarburos no son muy claras. El contrato de exportación a la Argentina concluye en mayo de 1992 y no existe seguridad de que el contrato se pueda prolongar más allá de dicha fecha. Aunque las negociaciones con el Brasil ya están encaminadas, las perspectivas no son muy alentadoras y la imposibilidad aparente de encontrar nuevos mercados, para el gas excedente, podrá representar un impacto negativo para la economía nacional.

Es así que se debe buscar el mercado interno para absorber el potencial gasífero de Bolivia.

C A P I T U L O I I

2. ANTECEDENTES

2.1 Balance de Reservas

"Las reservas probadas de Gas Natural alcanzan a unos 4 BPC (10^{12}), suficientes para 40 años al ritmo de consumo y producción actual, estimándose 1 PBC más de reservas probables. Durante los últimos años la producción de Gas Natural ha oscilado alrededor de 450-460 MMPCD, de los que el 45% se exporta a la Argentina, 44% se reinyecta o se usa en plantas de Gas y solamente el 6% se consume internamente, por esta razón el Gas Natural representa no más del 22% del consumo nacional de hidrocarburos." (22).

"Las reservas probadas de hidrocarburos líquidos alcanzan 124 MMBld. en tanto que las reservas posibles se estiman en 54 MMBld., dando como resultado que de no encontrarse nuevas reservas, se produciría déficit hacia 1995. Debiéndose importar crudos para satisfacer la demanda interna." (23).

Esta situación hace imperiosa la necesidad de ingresar en un proceso de sustitución de hidrocarburos líquidos, con el fin de preservar las

(22) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS; Ob. Cit., 1987.

(23) Ibidem. El subrayado es propio.

reservas existentes y evitar en el futuro inmediato, la importación de estos.

2.2 Gas Natural Fuente de Energía

El Gas Natural es un combustible nuevo en el ámbito mundial, su amplia distribución y disponibilidad fueron establecidas sólo en los últimos 20-30 años. Las limitaciones técnicas y económicas asociadas al transporte y distribución del Gas han impedido su completo desarrollo.

Hay principalmente 2 mercados para el Gas Natural: el uso más conocido es como combustible y el segundo como materia prima para petroquímica.

En general, este sector no exige grandes inversiones de capital, una vez establecidos sistemas de transporte y distribución de gas.

2.3 El Gas como Combustible Automotriz

El Gas Natural Boliviano está formado predominantemente de Metano y por tanto está en fase gaseosa a temperatura y presión del ambiente, con una baja densidad energética en comparación con los combustibles líquidos.

Para su uso como combustible automotriz, es necesario comprimirlo a presiones de hasta 3000 Psi, con el GNC todavía en fase gaseosa a este grado de compresión.

2.4 Experiencias en el Uso de G.N.C.

"Hoy en día el número más grande de vehículos propulsados a GNC está en Italia; a consecuencia de la escasez de gasolina, el uso del GNC alcanza actualmente a más de 310.000 vehículos con 250 estaciones de carga de GNC. En Nueva Zelandia se cuenta con más del 50% del parque automotor, convertido a GNC. Para alcanzar esa meta el gobierno promulgó una variedad de políticas, incluyendo entre ellas incentivos económicos.

Argentina comenzó hace 4 años un plan de uso de GNC que abarca la conversión de 100.000 vehículos alrededor del 15% en un plazo de 10 años. Hasta 1987 se contaba con más de 8.000 vehículos convertidos. Existiendo otros países que tienen proyectado el uso de GNC, entre los que están Francia, Tailandia, Paquistán, Egipto, etc.." (24).

(24) Liquid Fuel Managements Group Ltd. 1986 c Compressed Natural Gas (GNC) as a Petrol Sustitute in New Zeland.

C A P I T U L O I I I

3. MERCADO PARA EL GAS NATURAL COMPRIMIDO

3.1 Formas de Distribución de Combustibles

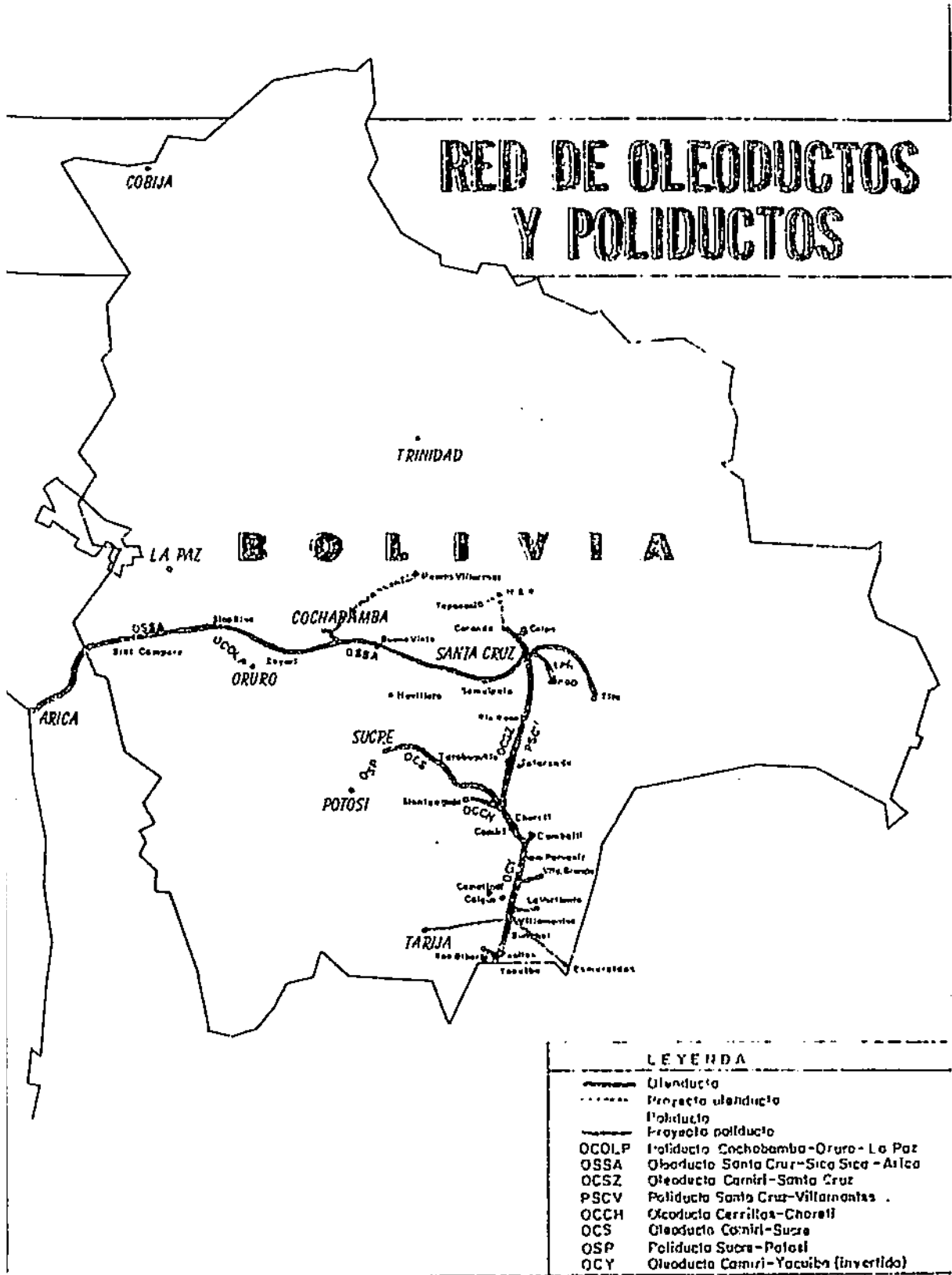
Gasolina, diesel y demás combustibles líquidos se distribuyen normalmente en todas las ciudades y poblaciones grandes del país; mientras que con Gas Natural se cuenta generalmente sólo en las principales ciudades capitales de departamento. (Ver Ilustración 3.1 y 3.2).

Hay que mencionar que los gasoductos utilizan sólo cierto porcentaje de su capacidad, por ejemplo el gasoducto al altiplano sólo es utilizado en un 20% de su capacidad real.

3.2 Comportamiento de la Demanda

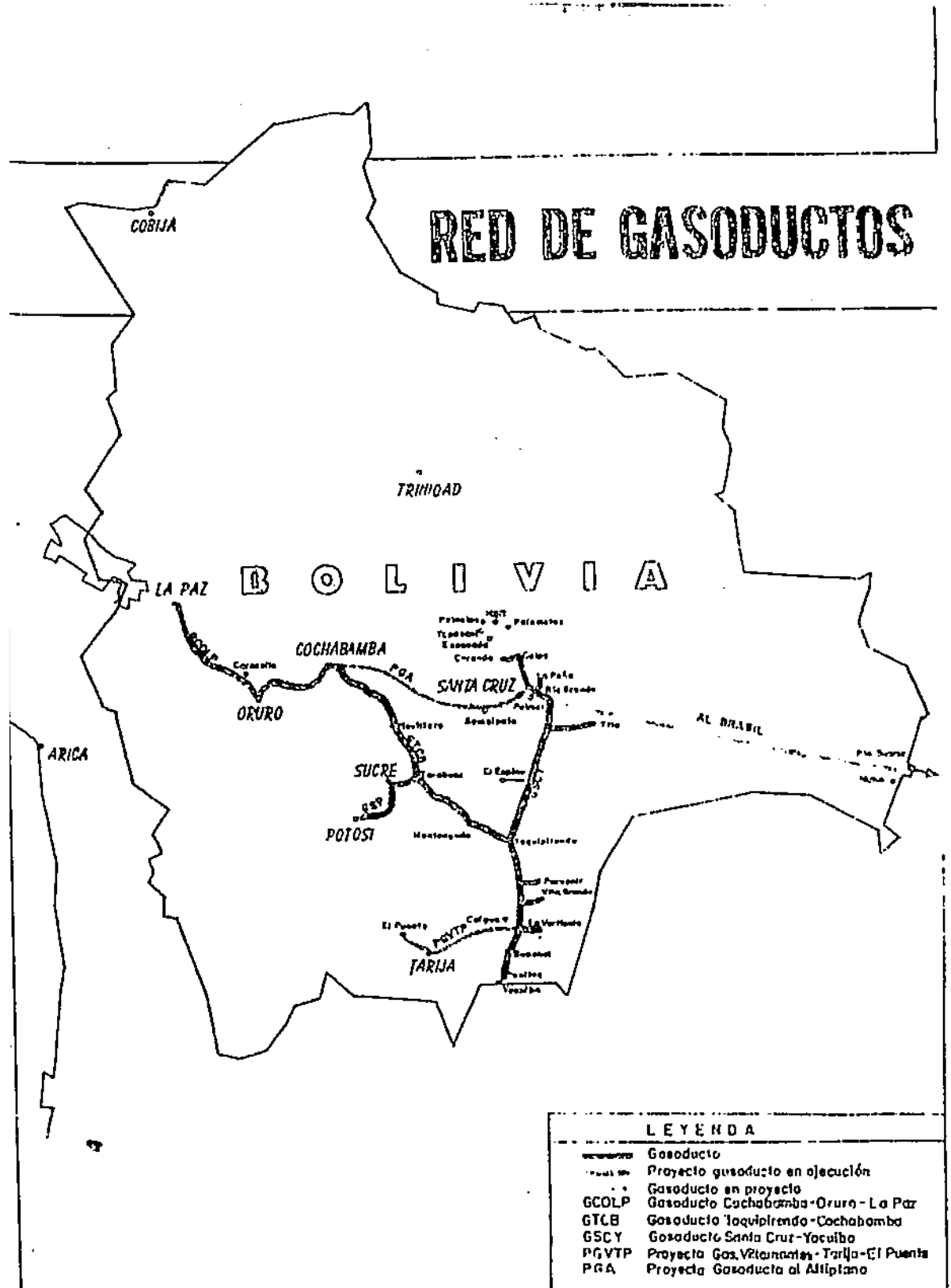
Los volúmenes totales de consumo de combustibles automotrices en las 3 principales ciudades: La Paz, Cochabamba, Santa Cruz como en el resto del país se presentan en el Cuadro 3.1, que nos muestra que el 83% de Gasolina se consume en estas 3 capitales, lo mismo que el 76% del Diesel automotriz. También se observa que cerca del 97% de gasolina y 55% de diesel se consumen en transporte. El resto del diesel se consume en transporte ferroviario, fluvial, industria y para generación de electricidad.

ILUSTRACION 3.1.



FUENTE: YPF.B.

ILUSTRACION 3.2.



FUENTE: YPFB.

CUADRO N° 3.1

CONSUMO DE COMBUSTIBLES AUTOMOTRICES
(1988) M³

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>Gasolina</u>	<u>%</u>	<u>Diesel Oil</u>	<u>%</u>
LA PAZ	154.673.00	33,6	23.658.00	16,2
SANTA CRUZ	130.433.00	28,3	55.965.00	38,2
COCHABAMBA	97.014.50	21,1	32.520.00	22,2
Resto del país	78.442.14	17,0	34.244.15	23,4
TOTAL NACIONAL	460.562.64	100,0	146.387.15	100,0

Fuente: Registros de Ventas en Estaciones de Servicios, YPFB

CONSUMO ESTIMADO DE COMBUSTIBLE EN TRANSPORTE TERRESTRE
(1988) M³

	<u>Gasolina</u>		<u>Diesel Oil</u>	
LA PAZ	170.885.00		26.400.00	
SANTA CRUZ	144.534.00		63.120.00	
COCHABAMBA	104.407.00		32.795.00	
Resto del país	85.742.00		41.413.50	
TOTAL NACIONAL	505.568.00	97%	163.728.50	55%
REGISTRADO	523.102.00		296.600.90	

Fuente: Y.P.F.B.

1.3 Configuración del Parque Automotor

Es importante hacer notar que existe poca información sobre el parque automotor rodante, razón por la cual se realizó una estimación del mismo.

Se toma como fuente de datos la siguiente:

- Registro del parque vehicular, año 1987 y estadísticas de nuevos autos registrados en los últimos 15 años, proporcionados por el Departamento de Estadística y Planeamiento de la Policía Nacional.

Sin embargo, esta información es sobredimensionada considerablemente, porque no toma en cuenta mortandad y desuso de vehículos (Ver Cuadro 3.2).

1.3.1 Estimación del Parque Automotor

Para una estimación adecuada del parque automotor se emplea la función de mortandad utilizada en los estudios realizados por el Banco Mundial para proyectos de GNC y que normalmente se utiliza en países como el nuestro.

Esta estimación se basa en una tasa de mortandad aplicada proporcionalmente a las edades de los vehículos que se considera máximo de 20 años, es decir considera que todos los vehículos hace más de 20 años están en desuso, además de muchos otros que se encuentran dentro del rango de mortandad anual (Ver Anexo 1).

CUADRO N° 3.2

PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL POR TIPO DE VEHICULO

AÑOS	AUTOS (a)	CAMIONES (b)	BUSES (c)	CAMIONETAS	JEEPS	VAGONETAS	VEHICULOS OFICIALES	MOTOS	TOTAL
1978	24.293	25.811	5.588	17.382	8.017	6.257	7.306	25.568	118.222
1979	26.598	24.671	5.951	18.327	9.268	7.216	7.555	29.127	128.713
1980	30.787	25.983	6.485	20.137	10.281	9.076	7.900	35.346	145.995
1981	37.703	26.981	6.966	21.851	11.346	11.670	8.094	38.534	163.145
1982	39.976	28.607	7.386	23.168	12.374	12.374	8.582	40.857	172.980
1983	43.677	29.073	8.008	25.894	14.817	14.560	8.118	40.514	184.661
1984	46.086	28.124	9.378	25.978	13.318	16.837	9.355	45.698	194.774
1985	58.441	28.821	9.466	29.281	14.577	22.333	9.485	46.723	219.127
1986	69.838	36.003	11.709	38.289	18.333	28.435	8.935	47.558	267.210
1987	74.948	39.003	11.709	38.289	18.435	28.435	8.935	47.558	267.210

Fuente: Policía Nacional - División de Estadística.
 (a) 20% taxis y 80% particulares
 (b) 40% a gasolina y 60% a diesel
 (c) 80% a gasolina y 20% a diesel

Así se determinó que:

30% del parque automotor nacional se halla en La Paz.

30% del parque automotor nacional se halla en Santa Cruz.

21% del parque automotor nacional se halla en Cochabamba.

19% del parque automotor nacional se halla en el resto del país.

Los resultados se pueden observar en el Cuadro 3.3.

3.3.2 Crecimiento del Parque Automotor

La proyección del parque automotor se hizo en base a la proyección de importaciones (nuevos registros) para los próximos 15 años, a la que se aplica la misma función de mortandad (Ver Anexo 1a). A la proyección de los parques totales nacionales se aplicó el procedimiento anterior, como así también para obtener los parques departamentales por tipo y número de vehículos (Ver Cuadro 3.3.A). En tales proyecciones se tomó en cuenta factores circunstanciales tales como legalización masiva de vehículos indocumentados en años recientes, crisis económica, período inflacionario, etc., así se determinó que los incrementos porcentuales referidos al año 1988 serán:

Para 1999: 10,8%

Para 2004: 20,30%

CUADRO N° 3.3

PARQUE AUTOMOTOR ESTIMADO (1987)

<u>TIPO DE VEHICULO</u>	<u>LPZ</u>	<u>SCZ</u>	<u>CBBA.</u>
<u>GASOLINA</u>			
TAXIS	5.500	4.700	2.700
AUTOS/VAGONETAS	15.400	15.800	11.500
MICROS/BUSES	2.500	1.000	1.300
CAMIONES	2.950	3.400	2.600
CAMIONETAS	2.800	8.100	5.000
JEEPS	3.800	4.000	1.500
MOTOS	7.900	7.030	6.580
OFICIALES			
Jeep/Camionetas	2.500	1.000	500
Buses/Camiones	900	50	60
Autos/Vagonetas	1.500	230	250
<hr/>			
SUBTOTAL	45.750	45.310	31.990
<u>DIESEL</u>			
CAMIONETAS		100	
CAMIONES	1.000	2.000	1.200
OMNIBUSES	600	240	310
Camionetas Oficiales	800	500	200
<hr/>			
SUBTOTAL	2.400	2.840	1.710
<hr/>			
T O T A L	48.150	48.150	33.700

PARQUE TOTAL = 160.470 Vehículos

LA PAZ	30%	48.150
SANTA CRUZ	30%	48.150
COCHABAMBA	21%	33.700
Resto	19%	30.470

Fuente: Banco Mundial - YPFB.

CUADRO N° 3.3.A

PROYECCION DEL PARQUE NACIONAL AUTOMOTOR POR TIPO DE VEHICULO

AÑOS	AUTOS (a)	CAMIONES (b)	BUSES (c)	CAMIONETAS	JEEPS	VAGONETAS	VEHICULOS OFICIALES	MOTOS	TOTAL
1988	58.062	14.062	6.981	20.132	11.719	17.768	10.271	21.474	160.469
1989	59.128	14.321	7.109	20.502	11.934	18.094	10.460	21.868	163.416
1990	60.105	14.557	7.227	20.840	12.131	18.394	10.633	22.230	166.117
1991	60.967	14.776	7.330	21.139	12.305	18.657	10.785	22.548	168.498
1992	61.693	14.942	7.418	21.391	12.451	18.879	10.914	22.817	170.504
1993	62.273	15.082	7.487	21.592	12.569	19.057	11.016	23.032	172.108
1994	62.701	15.186	7.539	21.740	12.655	19.188	11.092	23.190	173.289
1995	62.981	15.254	7.572	21.837	12.711	19.273	11.141	23.293	174.063
1996	63.159	15.297	7.594	21.899	12.747	19.328	11.173	23.359	174.556
1997	63.347	15.342	7.617	21.964	12.785	19.386	11.206	23.429	175.076
1998 ^v	63.701	15.428	7.659	22.087	12.857	19.494	11.269	23.560	176.054
1999	64.350	15.585	7.737	22.312	12.988	19.692	11.384	23.800	177.847
2000	65.330	15.823	7.855	22.652	13.186	19.992	11.557	24.162	180.557
2001	66.581	16.125	8.000	23.086	13.438	20.375	11.778	24.625	184.013
2002	67.997	16.468	8.176	23.577	13.724	20.808	12.029	25.148	187.926
2003	69.448	16.830	8.355	24.094	14.025	21.265	12.293	25.700	192.049
2004	71.007	17.197	8.537	24.620	14.331	21.730	12.561	26.262	196.246

Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 1a.

3.3.3 Uso de Combustible en Automotores

El consumo específico de combustibles por Km. se obtuvo a partir de:

- Encuestas y estudios realizados en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz por el Banco Mundial para el Proyecto de G.N.C.
- Datos proporcionados por la Dirección de Evaluación Económica - YPFB.

3.3.4 Métodos de Estimación

Las estimaciones sobre consumo específico de combustibles se cimentó en los supuestos empleados en el modelo de costos de operación de vehículos en Brasil, realizados por el Banco Mundial, los que se ajustaron a condiciones de tráfico, conducción y terrenos observados en Bolivia.

El consumo anual de combustibles para cada vehículo de clase i se determinó a partir de la relación:

$C_i = D_i/S_i$, donde:

D_i = Distancia anual media recorrida (Km/año)

S_i = Consumo específico de combustible (Km/lt).

(Ver Cuadro 3.4).

El volumen de combustible consumido en cada zona (Ver Cuadro 3.5) resulta de la adición de volúmenes consumidos por cada tipo de vehículo de clase i en dicha zona, esto es:

CUADRO N° 3.4
CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLES

<u>TIPO VEHICULO</u>	<u>Km/Año</u>	<u>Km/Lt.</u>	<u>Lt/Año</u>
<u>GASOLINA</u>			
TAXIS	45.000	6.62	6.800
AUTOS/VAGONETAS	12.000	9.02	1.330
MICROS	45.000	3	15.000
OMNIBUSES	45.000	2.5	18.000
CAMIONES	24.000	2.22	10.800
CAMIONETAS	15.000	4.87	3.080
JEEPS	12.000	7.14	1.680
MOTOS	3.000	20	150
<u>DIESEL</u>			
CAMIONETAS	20.000	4.76	4.200
CAMIONES	46.000	2.42	19.000
OMNIBUSES	60.000	2.45	24.500

Fuente: Resultados del Banco Mundial y estimaciones de Evaluación Económica, YPFB.

CUADRO N° 3.5

CDNSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLES (1987) M³

<u>TIPO VEHICULO</u>	<u>LPZ</u>	<u>SCZ</u>	<u>CBBA.</u>	<u>TOTAL</u>	<u>%</u>
<u>GASOLINA</u>					
TAXIS	37.400	31.960	18.360	87.720	20,9
AUTOS/VAGONETAS	20.482	21.014	15.295	56.791	13,5
MICROS/BUSES	37.500	15.000	19.500	72.000	17,1
CAMIONES	31.860	36.720	28.080	96.660	23,0
CAMIONETAS	8.624	24.948	15.400	48.972	11,7
JEEPS	6.384	6.720	2.520	15.624	3,7
MOTOS	1.185	1.055	987	3.227	0,8
OFICIALES					
Jeep/Camioneta	15.000	6.000	3.000	24.000	5,7
Buses/Camiones	8.100	450	540	9.090	2,2
Autos/Vagonetas	4.350	667	725	5.742	1,4
T O T A L	170.885	144.534	104.407	419.826	100,0
REGISTRADD	171.882	146.168	105.437	423.487	
<u>DIESEL</u>					
CAMIONETAS	0	420	0	420	0,3
CAMIONES	11.000	48.000	22.800	81.800	66,9
OMNIBUSES	9.000	7.200	7.595	23.795	19,5
Camiones Ofic.	6.400	7.500	2.400	16.300	13,3
T O T A L	26.400	63.120	32.795	122.315	100,0
REGISTRAOO	54.544	104.763	42.445	201.752	
Otros Usos	28.144	41.643	9.650	79.437	

Fuente: Evaluación Económica YPFB.

$V = \sum N_i C_i$ donde:

N_i = número de vehículos de clase i de cada zona

C_i = consumo anual de combustible por vehículos de clase i de dicha zona (lt/año).

3.3.5 Estimación del Consumo de Combustible Automotor

En base a los anteriores parámetros se concluye que:

- Vehículos de servicio públicos: micros, microbuses, taxis, camiones y vehículos oficiales, absorben un 70% del consumo total.
- Vehículos particulares consumen menos del 30% de gasolina y constituyen el 70% del parque automotor.
- Un 97% de gasolina se consume en transporte terrestre mientras que con diesel la proporción es sólo del 55%.
- El diesel automotor es consumido íntegramente por vehículos de servicio público de gran tamaño y el consumo específico es mucho más alto en Cochabamba y Santa Cruz.

3.3.6 Proyección de Consumo de Combustibles

Empleando el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios y a partir de datos históricos del consumo de combustible; se proyectó el consumo (Ver Cuadro N° 3.6), los resultados se resumen en:

CUADRO N° 3.6

PROYECCION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES

AÑO	PARQUE AUTOMOTOR	GASOLINA (M³)	DIESEL (M³)
1973	84.696	307.358	114.368
1974	80.287	326.548	135.454
1975	84.125	364.579	173.404
1976	87.992	385.601	207.711
1977	90.971	415.265	257.719
1978	90.939	438.238	292.540
1979	92.504	452.438	292.632
1980	100.670	461.527	299.080
1981	108.308	460.995	299.686
1982	113.049	464.144	260.139
1983	111.120	452.997	246.520
1984	108.953	433.789	237.909
1985	122.189	442.652	236.443
1986	149.354	462.368	248.510
1987	157.345	515.601	283.007
1988*	160.469	502.234	252.088
1989	163.416	514.060	256.718
1990	166.117	526.028	260.961
1991	168.498	538.178	264.701
1992	170.504	650.544	267.853
1993	172.108	663.140	270.372
1994	173.289	675.978	272.228
1995	174.063	689.049	273.444
1996	174.556	602.282	274.218
1997	175.076	615.499	275.035
1998	176.054	628.453	276.571
1999	177.847	640.941	279.388
2000	180.557	652.903	283.645
2001	184.013	664.438	289.074
2002	187.926	675.711	295.222
2003	192.049	686.863	301.699
2004	196.246	697.974	308.292

Fuente: Elaboración Propia

* Año en que empieza la proyección.

3.3.6.1 Gasolina

- Para el año 2004 el consumo de gasolina será 1.35 veces mayor que el consumo de 1988.
- El parque vehicular será ese mismo año 1.22 veces mayor al de 1988.

Se tiene que el consumo específico será 1.11 veces (1.35/1.22) al actual. Es decir que el aumento neto de consumo específico de combustible será del 11%.

3.3.6 Diesel

Debido a que los vehículos Diesel generalmente son de gran tamaño y tienen por tanto un elevado costo de capital, sólo forman una pequeña parte del parque vehicular, el cual escasamente crecerá a corto y mediano plazo (1,1 ó 1,5% anual).

Por estas razones se espera que el consumo de Diesel Oil se mantenga constante o decrezca. En el Cuadro N° 3.6 (datos históricos) se aprecia claramente la situación mencionada; por tanto la proyección fue estimada simplemente a partir del incremento vehicular.

3.3.7 Posibilidades de Sustitución

Los requisitos para la sustitución serían:

- Concentración del grueso del parque automotor en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (81%) y también del consumo de combustible (83%).

- Disponibilidad de Gas Natural en tales departamentos.
- Motores de cilindrada mayores a 1.300 cc.
- Que circulen en las ciudades nombradas o en sus cercanías.
- Que tengan muchas horas de conducción diaria (promedio) y por tanto elevado consumo de combustible.
- Con edad máxima de 5 a 5.5 años, debido al estado de los vehículos.

Los vehículos que cumplen estos requisitos son:

Microbuses y omnibuses, taxis y en menor escala, vehículos oficiales.

3.4 Demanda Potencial

Está constituida por vehículos de transporte público: flotas urbanas de transporte y distribución de productos, ubicada en los tres departamentos mencionados:

3.4.1 Micros y Omnibuses

Por estar agrupados en sindicatos y por su elevado consumo de combustible, se estima que el 80% del parque automotor compuesto por microbuses y omnibuses serían convertidos a GNC. En caso de aplicarse las políticas sugeridas (Capítulo 10) se convertiría el 100%.

3.4.2 Taxis

Por las mismas razones citadas en el anterior punto, se estima que un 80% de taxis se convertiría a GNC.

3.4.3 Camiones

Se considera que sólo un 50% de los mismos podrán ser convertidos, debido a que estos operan fuera de la ciudad.

3.4.4 Vehículos Oficiales

Debido a que muchos de estos funcionan fuera del radio urbano, se estima que se convertiría sólo un 50% a G.N.C.

3.4.5 Otros Vehículos

Se puede asumir que el 4% de automóviles y vagonetas particulares consumen suficiente cantidad de gasolina (3.000 lt/año) para hacer atractiva la conversión. El mismo porcentaje se puede asumir para camionetas que trabajan en distribución de productos (Ver Cuadros Nos. 3.7 y 3.7.A).

En los Cuadros Nos. 3.8, 3.8.A, 3.9 y 3.9.A se muestra respectivamente volúmenes de combustible potencialmente sustituible por GNC para los años 90 y 99, y el correspondiente consumo de Gas Natural resultante de dicha sustitución.

CUADRO N° 3.7

PARQUE VEHICULAR QUE SE CONVERTIRIA A G.N.C.
(1990)

<u>TIPO DE VEHICULO</u>	<u>LPZ</u>	<u>SCZ</u>	<u>CBBA.</u>	<u>TOTAL</u>
<u>GASOLINA</u>				
TAXIS	4.400	3.760	2.160	10.320
AUTOS/VAGONETAS	616	632	460	1.708
MICROS/BUSES	2.000	800	1.040	3.840
CAMIONES	1.475	1.700	1.300	4.475
CAMIONETAS	112	324	200	636
OFICIALES	2.450	640	405	3.495
Jeep/Camionetas	1.250	500	250	2.000
Buses/Camiones	450	25	30	505
Autos/Vagonetas	750	115	125	990
SUBTOTAL	11.053	7.856	5.565	24.474
<u>DIESEL</u>				
CAMIONES	500	1.000	600	2.100
OMNIBUSES	480	192	248	920
Camiones Oficiales	400	250	100	750
SUBTOTAL	1.380	1.442	948	3.770
T O T A L	12.433	9.288	6.513	28.244

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

CUADRO N° 3.7.A

PARQUE VEHICULAR QUE SE CONVERTIRIA A GNC
(1999)

TIPO VEHICULO	LPZ	SCZ	CBBA	SUBTOTAL	RESTO	TOTAL
GASOLINA						
TAXIS	1.884	4.174	2.398	11.455	2.687	14.142
AUTOS/VAGONETAS	684	702	511	1.896	445	2.341
MICROS/BUSES	2.220	888	1.154	4.262	1.000	5.262
CAMIONES	1.637	1.887	1.443	4.967	1.165	6.132
CAMIONETAS	124	360	222	706	166	872
OFICIALES	2.720	710	450	3.879	910	4.789
Jeep/Camioneta	1.388	555	278	2.220	521	2.741
Buses/Camiones	500	28	33	561	131	692
Autos/Vagonetas	833	128	139	1.099	258	1.357
SUBTOTAL	12.269	8.720	6.177	22.166	6.372	30.328
DIESEL						
CAMIONES	555	1.110	666	2.331	547	2.878
OMNIBUSES	533	213	275	1.021	240	1.261
Camiones Oficiales	444	278	111	833	195	1.028
SUBTOTAL	1.532	1.601	1.052	4.185	982	5.166
TOTAL	13.801	10.321	7.229	31.351	7.354	38.705

Resto del país: 19% del Parque nacional
Incremento 1990-1999: 11%

Fuente : Evaluación Económica YPFB.

CUADRO N° 3.8

COMBUSTIBLES POTENCIALMENTE SUSTITUIBLES POR GNC
(1990) Miles de M³/Año

<u>TIPO DE VEHICULO</u>	<u>LPZ</u>	<u>SCZ</u>	<u>CBBA.</u>	<u>TOTAL</u>	<u>% DEMANDA</u>
<u>GASOLINA</u>					
TAXIS	29.92	25.57	14.69	70.18	13,9
AUTDS/VAGONETAS	1.72	1.77	1.29	4.78	0,9
MICROS/BUSES	30.00	12.00	15.60	57.60	11,4
CAMIONES	15.93	18.36	14.04	48.33	9,6
CAMIONETAS	0.45	1.30	0.80	2.54	0,5
OFICIALES	13.73	3.53	2.13	19.42	3,8
Jeep/Camionetas	7.50	2.00	1.50	12.00	2,4
Buses/Camiones	4.05	0.23	0.27	4.55	0,9
Autos/Vagonetas	2.18	0.33	0.36	2.87	0,6
T O T A L	91.75	62.55	48.55	202.85	41,1
<u>DIESEL</u>					
CAMIONES	3.85	16.80	7.98	28.63	17,5
OMNIBUSES	5.04	4.03	4.25	13.33	8,1
Camiones Oficiales	2.24	2.63	0.84	5.71	3,5
T O T A L	11.13	23.46	13.07	47.66	29,1

NOTAS: - Camiones 4000 lt/año, Autos parts. 2800 lt/año
 - % de la demanda nacional en el transporte terrestre
 - Sustitución de diesel sólo del 70%

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

CUADRO N° 3.8.A.

COMBUSTIBLES POTENCIALMENTE SUSTITUIBLES POR GNC
 (1999) Miles de M³/Año INCREMENTO 1.11

TIPO VEHICULO	LPZ	SCZ	CBBA	RESTO	TOTAL	% DEMANDA
GASOLINA						
TAXIS	33.21	28.30	16.30	18.27	96.17	15,0
AUTDS/VAGONETAS	1.91	1.96	1.43	1.25	6.55	1,0
MICROS/BUSES	33.30	13.32	17.32	15.00	78.93	12,3
CAMIONES	17.68	20.38	15.58	12.58	66.23	10,3
CAMIONETAS	0.50	1.44	0.89	0.66	3.49	0,5
OFICIALES	15.23	3.95	2.37	5.06	26.61	4,2
Jeep/Camioneta	8.33	3.33	1.67	3.12	16.44	2,6
Buses/Camiones	4.50	0.25	0.30	1.18	6.23	1,0
Autos/Vagonetas	2.41	0.37	0.40	0.75	3.93	0,6
SUBTOTAL	101.84	69.43	53.89	52.82	277.98	43,4
DIESEL						
CAMIONES	4,27	18.65	8.86	7.45	39.23	14,3
OMNIBUSES	5.59	4.48	4.72	3.47	18.26	6,7
Camiones Oficiales	2.49	2.91	0.93	1.49	7.82	2,8
T O T A L	12.35	26.04	14.51	12.41	65.31	23,4

Fuente: Evaluación Económica - YPFB

CUADRO N° 3.9

CONSUMO POTENCIAL DE GAS NATURAL EN AUTOMOTDRES

(199D) MMPCA

<u>TIPO DE VEHICULO</u>	<u>LPZ</u>	<u>SCZ</u>	<u>CBBA.</u>	<u>TOTAL</u>
<u>GASOLINA</u> 31.01 PC/LT				
TAXIS	927.82	792.86	458.47	2.176.16
AUTOS/VAGDNETAS	53.49	54.88	39.94	148.30
MICROS/BUSES	930.30	372.12	483.70	1.786.18
CAMIDNES	493.99	569.34	435.36	1.498.71
CAMIDNETAS	13.89	40.19	24.81	78.89
OFICIALES	425.61	110.35	66.13	602.09
SUBDTAL	2.845.10	1.939.74	1.505.49	6.290.33
<u>DIESEL</u> 34.54 PC/LT				
CAMIONETAS	132.98	580.27	275.63	988.88
OMNIBUSES	174.08	139.27	146.91	460.25
Camiones Dficiales	77.37	90.67	29.01	197.05
SUBTOTAL	384.43	810.20	451.55	1.646.18
T D T A L	3.229.53	2.749.95	1.957.04	7.936.51

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

CUADRO N° 3.9.A.

CONSUMO POTENCIAL DE GAS NATURAL EN AUTOMOTORES

TIPO VEHICULO	(1999)		MMPCA		1.11	TOTAL
	LPZ	SCZ	CBBA	RESTO		
GASOLINA	31 PC/LT				19.0D%	
TAXIS	1.029.88	880.08	505.58	566.61		2.932.14
AUTOS/VAGONETAS	59.37	60.91	44.33	38.61		203.23
MICROS/BUSES	1.032.63	413.05	536.97	465.07		2.447.72
CAMIONES	548.33	631.97	483.27	390.22		2.053.79
CAMIONETAS	15.42	44.61	27.54	20.54		108.11
OFICIALES	472.43	122.49	73.40	156.77		825.09
SUBTOTAL	3.158.06	2.153.11	1.671.09	1.637.82		8.620.08
DIESEL						
CAMIONES	147.61	644.10	305.95	257.48		1.355.13
OMNIBUSES	193.23	154.58	163.07	119.84		630.72
Camiones Oficiales	85.88	100.64	32.21	51.31		270.03
SUBTOTAL	426.72	899.33	501.22	428.62		2.255.88
T O T A L	3.584.78	3.052.44	2.172.31	2.066.43		10.875.96

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

3.5 Demanda Real

La demanda real para G.N.C. de acuerdo al Plan de Implementación a nivel nacional para el estudio, se presenta en el Cuadro N° 3.10, en éste se observa que el porcentaje de gasolina desplazada por GNC será cerca del 15% en relación al consumo total nacional en el transporte terrestre.

Acerca del diesel, no se espera una sustitución significativa del mismo dentro del plan presentado, debido a los altos costos del equipo de conversión; además de la necesidad de instalar estaciones a mitad camino sobre las principales carreteras de Bolivia. (Ver punto 3.3.6).

3.6 Pautas de Localización

La localización debe basarse sobre pautas de ubicación del mercado, que contemplan densidad del consumo por zonas geográficas y concentración geográfica de parques vehiculares que se establecieron, además de otras con definición de rutas más recorridas por el transporte terrestre en viajes de larga distancia y finalmente, disponibilidad de Gas en las diferentes zonas en que se localiza el mercado de G.N.C.

3.6.1 Macrolocalización

Dado que la mayor parte del movimiento vehicular se mueve entre el eje La Paz-Cochabamba-Santa Cruz, que el mayor consumo de combustible y el grueso del

CUADRO N° 3.10

DEMANDA REAL PARA EL GNC

AÑO	VOLUMEN DE GAS MMPCA				VOLUMEN DE GASOLINA M ³ /AÑO			
	SCZ	CBB	LPZ	TOTAL	SCZ	CBB	LPZ	TOTAL
1	102	0	0	102	3.280	0	0	3.280
2	191	102	0	292	6.150	3.280	0	9.431
3	305	191	102	597	9.841	6.150	3.280	19.271
4	400	305	191	896	12.916	9.841	6.150	28.907
5	477	400	305	1.182	15.376	12.916	9.841	38.132
6	559	477	400	1.436	18.041	15.376	12.916	46.333
7	604	559	477	1.640	19.476	18.041	15.376	52.893
8	686	604	559	1.850	22.141	19.476	18.041	59.658
9	731	686	655	2.072	23.576	22.141	21.116	66.834
10	814	731	782	2.326	26.241	23.576	25.216	75.034

Fuente: Elaboración Propia
Basada en el Plan de Implementación de GNC (Cap. 8).

parque automotor nacional se localiza en estos departamentos, y que la disponibilidad de Gas Natural en los mismos es un hecho, siendo la capacidad actual utilizada baja en relación a la capacidad instalada de gasoductos; es correcto afirmar que el proyecto de G.N.C. debe localizarse en estos departamentos.

Tomando en consideración otros factores, como espacio disponible, proximidad de gasoductos a ciudades y carreteras, se debe localizar estaciones de carga en las proximidades de ciudades.

3.6.2 Microlocalización

Debido a la disponibilidad de servicios básicos, como ser energía eléctrica, agua potable y una red de distribuidores de gas natural, el lugar más indicado para este efecto se considera la ciudad de Santa Cruz, en la zona aledaña a la salida hacia Montero, ésta reúne las condiciones adecuadas pre-establecidas, zona en la que se dispondrá un área de terreno de unos 1.900 m², para el emplazamiento de la estación de G.N.C., en su fase experimental.

C A P I T U L O I V

4. ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO EN BOLIVIA (25)

4.1 Tecnología del Automotor

El motor de combustión interno o explosión se llama así porque en su interior se quema y se hace explotar combustible. La energía química almacenada en los combustibles se manifiesta en explosión, aprovechándose así directamente al convertirse en energía mecánica por medio del mecanismo clásico de biela-manivela sin transformaciones intermedias.

4.1.1 Motores de Ciclo OTTO

Los combustibles utilizados pueden ser: Gasolina, Benzol o Metanol, cualquiera de dichos energéticos pasan de un depósito al carburador, donde se pulveriza y se mezcla con aire; esta mezcla es la que entra en los cilindros para explotar dentro de ellos por medio de una chispa eléctrica, proporcionada por el sistema de encendido..

El factor de compresión para motores de ignición por chispa (OTTO) varía entre 6.5 - 10 y su rendimiento térmico alcanza 24%. Cuanto mayor ese el número de octanos, mayor grado de compresión. Entonces se

(25) Este capítulo es un resumen del estudio técnico hecho por los Ingenieros Orlando Melgar y Wilfredo Vargas, Gas Natural Comprimido para Automotores, YPFB-UMSA.

tiene mayor potencia para la misma cilindrada de motor y para la misma cantidad de combustible empleado.

4.1.2 Motores Ciclo Diesel (Ignición por Compresión)

Para estos motores, el combustible empleado Diesel o Gas Dil más denso que los anteriores y en este caso no se emplea el carburador ni el sistema de encendido, sino que entra solamente aire en los cilindros y en momentos oportunos se inyecta directamente Diesel que se quema sin necesidad de chispa.

El factor de compresión de estos motores varía entre el rango de 12-22 y el rendimiento térmico alcanza 34%.

La calidad del combustible se establece con el grado detonante (autoinflamación del Diesel), que se mide por número de Cetano y varía entre 40-70.

4.2 Equipamiento para la Conversión de Vehículos

4.2.1 Motores Ciclo OTTD

Los componentes básicos de una unidad de conversión son:

4.2.1.1 Cilindros de almacenamiento

Estos cilindros suelen tener paredes gruesas para soportar altas presiones de gas necesarias (unos 3500 psi); en consecuencia son pesados (50-80 Kg) y

voluminosos y hay que buscarles un lugar para instalarlos en el vehículo. Este suele ser el baúl de un coche de pasajeros, la parte trasera de una camioneta o un camión ligero, el chasis de un vehículo de gran tamaño (Ver Anexo 2).

4.2.1.2 Equipo regulador

Este equipo se encarga de reducir la presión del Gas proveniente del cilindro hasta aproximadamente la presión atmosférica, para que ésta pueda tener acceso al mezclador dosificador. Debe aplicarse un sistema de calefacción con agua del radiador para compensar el enfriamiento producido con el salto brusco de presión.

4.2.1.3 Mezclador aire/gas

Se coloca sobre la brida del carburador del vehículo y se encarga de proporcionar carga adecuada de combustible al motor en concordancia con sus necesidades.

4.2.1.4 Accesorios

Se tiene a:

- Dos electroválvulas, una para cortar la alimentación de Gas y otra para la de gasolina, permitiendo al conductor seleccionar el combustible de su preferencia desde el tablero de control.

- Válvulas manuales de bloques, válvula de seguridad, válvula de llenado, líneas de alta y baja presión, indicador de carga.

La disposición de estos componentes en un vehículo se muestra en la Ilustración 4.1.

4.2.2 Motores Ciclo Diesel

Los principales componentes del equipo de conversión son los siguientes:

- a) Cilindro de almacenamiento.
- b) Regulador de presión.
- c) Mezclador aire/gas colocado sobre el colector de aspiración del motor
- d) Sistema electrónico o mecánico que controla proporciones de combustible durante la marcha
- e) Accesorios (similar a los de ciclo OTTO).

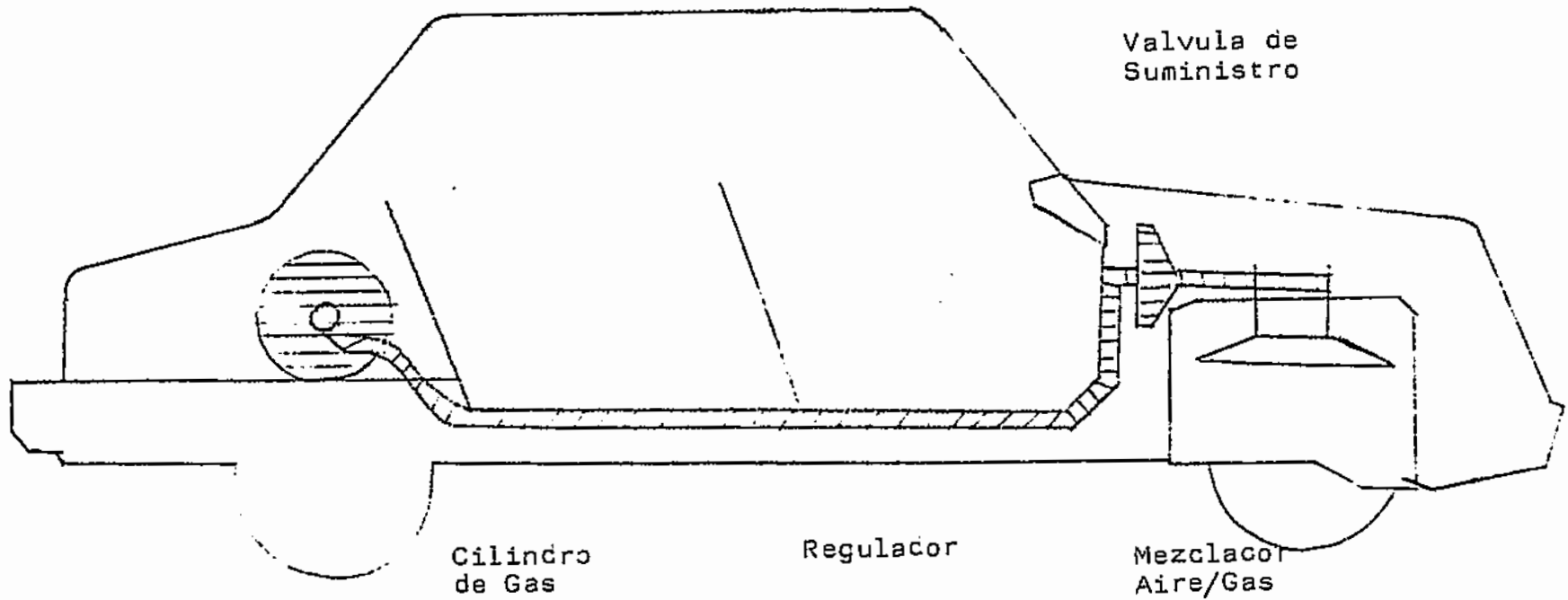
4.3 Estaciones de Carga de G.N.C.

Hay dos tipos principales de estaciones de carga de G.N.C., éstos son:

4.3.1 Estación de Carga Rápida

Esta toma el Gas Natural de la red de distribución y lo comprime a más de 3000-5000 psi de presión, mediante compresores de Gas Natural en los cilindros de almacenamiento y de estos es despachado a

DISPOSICION TIPICA DEL AQUIPAMIENTO DE UN VEHICULO



FUENTE: YPF3.

vehículos por medio de surtidores en forma similar a la de vehículos a gasolina o diesel (Ver Ilustración 4.2).

4.3.2 Estación de Carga Lenta

En esta modalidad los vehículos reciben el combustible directamente del compresor; el tiempo de llenado varía de 3-10 horas.

4.3.3 Estación Satélite

Con este tipo de estación se logra disponer de combustible gaseoso en lugares donde no existe una red de distribución de Gas (gasoductos). Sin embargo se debe considerar que la distancia máxima que justifica la instalación de la estación central y sus satélites es de 50 Kms.

4.4 Instalaciones de la Estación

Las principales instalaciones con que contará la planta son:

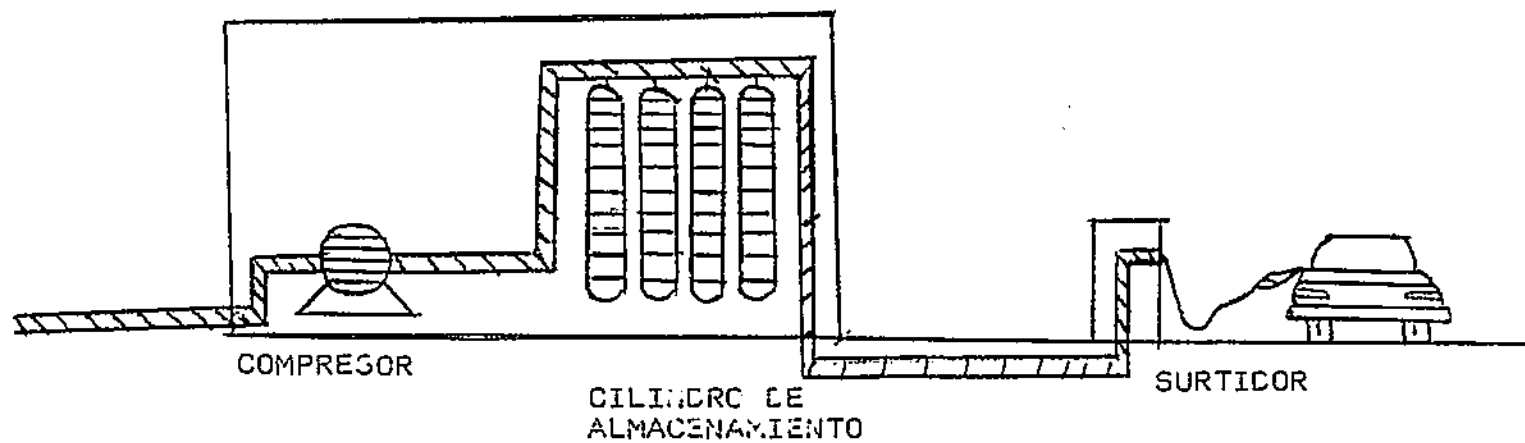
4.4.1 Puente de Regulación

Su función será de proveer a los compresores una presión de succión constante, además de filtrar perfectamente el gas a utilizar.

4.4.2 Sala de Compresores

Estará integrada por los compresores y el sistema de almacenaje constituido por una serie de cilindros de almacenamiento interconectados (cascada). Los

DISPOSICION DE UNA ESTACION DE SERVICIO TIPICA



FUENTE: YPFB.

compresores se encuentran cubiertos por una cabina acústica, la cual permite proteger e isonorizar la instalación.

4.4.3 Playa de Carga

En ella estarán instalados surtidores, los cuales serán provistos de GNC por medio de conductos subterráneos provenientes de la sala de compresores.

4.4.4 Instalaciones Auxiliares

Están constituidas por oficinas, baños, vestuarios y tableros eléctricos de toda la instalación.

4.4.5 Capacidad de Despacho

La estación debe despachar 445 MPCD entre 377 vehículos atendidos diariamente, por tanto, considerando que ésta trabajará 12 horas/día durante 300 días/año, la capacidad de los compresores debe ser 37 MPCD/hr. (1948 m³/hr.). Tomando el tiempo de carga por vehículo como 6-7 minutos (carga y vuelta), se tiene que cada surtidor abastecerá a unos 110-120 automotores por día, por tanto se deberá contar con 4 bocas de carga como mínimo.

4.4.6 Disponibilidad de Equipos

En el exterior existe amplia variedad de equipos para suministrar o proveer G.N.C.. Estos son de fácil acceso, particularmente en compañías establecidas en países que cuentan con GNC; entre estos se tiene por ejemplo a BIFAC (americana), PRESCDN (neozelandesa),

SAFE (italiana), además de otras subsidiarias de aquellas como COAVGAS y GASTEC de Argentina.

4.5 Condiciones de Seguridad en el Uso de GNC

Se puede afirmar categóricamente que cuando se adoptan las precauciones debidas, el GNC resulta de seguridad intrínseca superior a la de combustibles líquidos tradicionales.

Asimismo y de acuerdo a experiencias recogidas en países en que se ha dado mayor disposición al uso de este combustible, no se han registrado accidentes de significación desde sus comienzos.

C A P I T U L O V

5. INVERSIONES REQUERIDAS Y ASPECTOS FINANCIEROS DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION

5.1 Inversiones

En los Cuadros Nos. 5.1 hasta 5.5 se detallan todas las inversiones, materiales y servicios extranjeros para una estación de servicio, cotizados por la Cia. Presscon de origen australiano en tres modalidades de pago; 360 días plazo, 540 días plazo y pago al contado. Estos precios finales incluyen todos los impuestos, gravámenes, comisiones e intereses siendo precio CIF-Santa Cruz, Bolivia.

5.2 Costo de Capital de la Estación de Servicio

Los costos de establecimiento de una estación de carga de GNC con las características siguientes: capacidad para abastecer a 1.000 vehículos pequeños ó 500 grandes por día (16 horas de operación), incluyendo 1.000 kits de conversión, siendo el pago al contado por 540 días plazo se observa en los Cuadros Nos. 5.5 y 5.5.A.

5.3 Costo de los Centros de Conversión

Con una capacidad de conversión de 600 a 1.200 vehículos al año (2 a 4/día) y realizando el mantenimiento a 3.000-4.000 vehículos dependiendo del tamaño de los mismos, los costos de conversión para

CUADRO N° 5.1

RESUMEN DE INVERSIONES

(\$us)

	<u>CONTADO</u>	<u>360 DIAS</u>	<u>540 DIAS</u>
EQUIPOS COMPRESORES	388.143	447.685	478.526
SURTIDORES	81.056	93.563	100.040
CILINDROS Y KITS	794.720	915.605	978.207
EQUIPO CENTRO DE INVERSION	55.311	63.768	68.146
INST. MECANICAS ELECTRICAS	21.993	25.142	26.757
CURSO DE ENTRENAMIENTO	11.520	12.902	13.594
TOTAL	<u>1.341.222</u>	<u>1.545.762</u>	<u>1.551.679</u>

CUADRO N° 5.2

EQUIPO DE COMPRESORES	(\$us)		
	CASH	360 DIAS	540 DIAS
PRECIO CIF DFRECIDO	286.000	286.000	286.000
INTERES 12.00%		34.320	51.480
	286.000	320.320	337.480
GRAVAMEN 20.00%	57.200	64.064	67.496
AG. AOUANERA 1.00%	3.432	3.844	4.050
I.V.A. 11.11%	38.511	43.132	45.443
SUBTOTAL IMPUESTOS	99.143	111.040	116.989
INTERES 12.00%		13.325	21.058
TOTAL IMPUESTOS	99.143	124.040	116.989
TOTAL CIF ARICA IMPUESTOS A PAGAR	385.143	444.685	475.526
DERECHO DE GRUA: ENTREGA SANTA CRUZ	3.000	3.000	3.000
TOTAL CIF SANTA CRUZ	388.143	447.685	478.526
SURTIDORES			
PRECIO CIF DFRECIDO	60.370	60.370	60.370
INTERES 12.00%		7.244	10.867
PRECIO EN PUERTO	60.370	67.614	71.237
GRAVAMEN 20.00%	12.074	13.523	14.247
AG. AOUANERA 0.70%	507	568	598
I.V.A. 11.11%	8.105	9.077	9.564
SUBTOTAL IMPUESTOS	20.686	23.169	24.409
INTERES 12.00%		2.780	4.394
TOTAL IMPUESTOS	20.686	25.948	28.803
TOTAL CIF SANTA CRUZ	81.056	93.563	100.040

CUADRO N° 5.3

INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS		(\$us)		
		CASH	360 DIAS	540 DIAS
PRECIO CIF OFRECIDO		18.200	18.200	18.200
INTERES	12.00%		2.184	3.276
<hr/>				
PRECIO EN PUERTO		18.200	20.384	21.476
	20.00%	3.640	4.077	4.295
AG. ADUANERA	0.70%	158	171	180
I.V.A.	0.00%	0	0	0
<hr/>				
SUBTOTAL IMPUESTOS		3.793	4.248	4.476
INTERES	12.00%		510	806
<hr/>				
TOTAL IMPUESTOS		3.793	4.758	5.281
<hr/>				
TOTAL CIF SANTA CRUZ		21.993	25.142	26.757
<hr/>				
EQUIPO DE CENTRO DE CONVERSION				
<hr/>				
PRECIO CIF OFRECIDO		40.620	40.620	40.620
INTERES	12.00%		4.874	7.312
<hr/>				
PRECIO EN PUERTO		40.620	45.494	47.932
	20.00%	8.124	9.099	9.586
AG. ADUANERA	1.00%	487	546	575
I.V.A.	11.11%	5.470	6.126	6.454
<hr/>				
SUBTOTAL IMPUESTOS		14.081	15.771	16.616
INTERES	12.00%		1.892	2.991
<hr/>				
TOTAL IMPUESTOS		14.081	17.663	19.606
<hr/>				
TOTAL CIF ARICA IMPUESTOS A PAGAR		54.701	63.158	67.538
<hr/>				
DERECHO DE GRUA Y ENTREGA SANTA CRUZ		610	610	610
<hr/>				
TOTAL CIF SANTA CRUZ		55.311	63.768	68.148

CUADRO N° 5.4

CILINDROS Y KITS (1.000 UNIDADES)	(\$us)		
	CASH	360 DIAS	540 DIAS
PRECIO CIF OFRECIDO	583.506	583.506	583.506
INTERES 12.00%		70.021	105.031
PRECIO EN PUERTO	583.506	653.526	688.537
GRAVAMEN 20.00%	116.701	130.705	137.707
IG. ADUANERA 1.00%	4.901	5.490	5.784
I.V.A. 11.11%	78.338	87.738	92.438
SUBTOTAL IMPUESTOS	199.940	223.933	235.929
INTERES 12.00%		26.872	42.467
TOTAL IMPUESTOS	199.940	250.805	278.397
TOTAL CIF ARICA IMPUESTOS A PAGAR	783.446	904.331	966.933
DERECHO DE GRUA: ENTREGA SANTA CRUZ	11.274	11.274	11.274
TOTAL CIF SANTA CRUZ	794.770	915.605	978.207
CURSO DE ENTRENAMIENTO			
PRECIO OFRECIDO	11.520	11.520	11.520
INTERES 12.00%		1.382	2.074
TOTAL CIF SANTA CRUZ	11.520	12.902	13.594

un centro en sus dos modalidades se detallan en los Cuadros Nos. 5.5 y 5.5.A.

5.4 Costos de Publicidad, Propaganda y Vehículos de Demostración

Estos costos comprenden programas de publicidad, propaganda acerca del uso del GNC en automotores, por radio, televisión y publicaciones impresas, se estiman en 20.000 \$us.

También será necesario adquirir vehículos típicos bolivianos para convertirlos a GNC, permitiendo ver a los clientes el efecto que tendría en sus vehículos la conversión.

Se necesitarán mínimo 3 vehículos que significarán los siguientes costos: 1 microbus típico 30.000 \$us, 1 taxi típico 10.000 \$us y una camioneta o jeep 10.000 \$us.

5.5 Costo Promedio del Equipo de Conversión

El costo promedio del equipo con sus cilindros es de 795 \$us (oferta Presscon). Este parámetro se tomará como válido para estaciones de GNC que abastecen a 1.000 vehículos pequeños o a 500 grandes - costo unitario \$us 1.590 en los años subsiguientes (Ver Cuadro N° 5.6).

CUADRO N° 5.5

COSTO DE ESTABLECIMIENTO ESTACION DE SERVICIO GNC

(PAGO AL CONTADO - \$US)

(Cap. 1000 m³/h)

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Terreno (1000 m ²)	25.000		
Diseño	5.000		
Costos de Construcción	50.000		
Conexión/Acometida	22.000		
2 Equipos compresores (500 m ³ /h)		388.143	
3 Surtidores (dobles)		81.056	
Instalacion Mec. Eléct. y Puesta en marcha		21.993	
T O T A L E S	102.000	491.192	593.192

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO CENTRO DE CONVERSION DE GNC

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Terreno (1000 m ²)	25.000		
Diseño	5.000		
Costos de Construcción	50.000		
Oficinas	16.000		
Equipo de Taller	96.000	55.311	162.831

COSTO DE LOS KITS DE CONVERSION

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Cilindros y Kits (1000 unidades)		794.720	794.720

CUADRO N° 5.5.A

COSTO DE ESTABLECIMIENTO ESTACION DE SERVICIO GNC
(PAGO A 540 DIAS - \$US)
(Cap. 1000 m³/h)

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Terreno (1000 m ²)	25.000		
Diseño	5.000		
Costos de Construcción (Mano de Obra 20%)	50.000		
Conexión/Acometida	22.000		
2 Equipos compresores (500 m ³ /h)		478.526	
3 Surtidores (dobles)		100.040	
Instalación Mec. Eléct. y Puesta en marcha		26.757	
T O T A L E S	102.000	605.323	707.323

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO CENTRO DE CONVERSION DE GNC

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Terreno (1000 m ²)	25.000		
Diseño	5.000		
Costos de Construcción (Mano de Obra 20%)	50.000		
Oficinas (Mano de Obras 20%)	16.000		
Equipo de Taller		68.148	
Entrenamiento (25 días)		13.594	

COSTO DE LOS KITS DE CONVERSION

	<u>LOCALES</u>	<u>EXTERIORES</u>	<u>TOTAL</u>
Cilindros y Kits (1000 unidades)		979.210	979.210

CUADRO N° 5.6

COSTOS TIPICOS DE LA CONVERSION AL GNC DE VEHICULOS A GASOLINA (\$us)

SERVICIO PUBLICO	CILINDROS		COSTOS			
	N°	CAP (Lts.)	KIT	CILINDROS	LABOR	TDAL
CAMIONES	2	92	532	1.260	135	1.927
MICROS/OMNIBUSES	2	92	532	1.260	135	1.927
JEEP/CAMIONETAS	1	92	444	630	100	1.174
TAXIS	1	92	417	630	100	1.147
SERVICIO PARTICULAR						
JEEP/CAMIONETAS	1	60	444	370	100	914
AUTOS PARTICULARES	1	60	312	370	100	782

Fuente: YPFB.

COSTOS TIPICOS DE LA CONVERSION DE VEHICULOS DIESEL A SISTEMA DUAL DIESEL - GNC

SERVICIO PUBLICO	CILINDROS		COSTOS			
	N°	CAP (Lts.)	KIT	CILINDROS	LABOR	TOTAL
OMNIBUSES	5	92	1.200	3.150	270	4.620
BUSES URBANOS	2	92	1.200	1.260	270	2.730
CAMIONES	5	92	1.200	3.150	270	4.620
CAMIONETAS	1	92	800	630	150	1.580

Fuente: YPFB

5.6 Costo de Mantenimiento

El costo de mantenimiento de los vehículos a GNC se considerará un ingreso para los centros de conversión, consistiendo en cambio de bujías, puesta a punto, etc.. Este se estima en 150 \$us/año.

5.7 Costos de Operación

Los costos de operación del programa de sustitución se resumen en:

5.1.1 Costos de Operación Estación de Servicio

Los costos de operación por estación de servicio fueron calculados para 16 Hrs. de operación durante 300 días al año de los mismos. Entre los gastos se considera 15% de utilidad para el inversionista, lo que constituye un ítem extraordinario (Ver Cuadro N° 5.8).

5.7.2 Costo Centros de Conversión

Estos costos se han calculado hasta para 3 centros de conversión; es decir habrá 3 estaciones por cada centro. Si las estaciones son 20 existirán 9 centros de conversión (Ver Cuadro 5.9).

5.7.3 Costos de la Gerencia

La gerencia operativa deberá establecerse una vez que las redes de estaciones de servicio de GNC abarquen dos o más departamentos de Bolivia (Ver Cuadro N° 5.10).

CUADRO N° 5.8

COSTO DE ADMINISTRACION Y OPERACION ESTACION DE SERVICIO

(Bs.)

	BASICO	#	MES	ANUAL
1. SUELDOS Y SALARIOS	(Bs/mes)			
1. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO Y DE OPERACIONES				
- Encargado Administrativo	431	2	862	10.344
- Operador Surtidor	303	6	1.818	21.816
T O T A L			2.680	32.160
- BENEFICIOS SOCIALES 45%			1.206	14.472
T O T A L			3.886	46.632
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS				
A. SERVICIOS			8.170	98.040
- Teléfono			50	600
- Agua			50	600
- Energía Eléctrica			8.070	96.840
B. GASTOS GENERALES				864
- Ropa de Trabajo				864
C. GASTOS OPERATIVOS				
- Mantenimiento			1.000	12.000
D. SEGUROS				
- Seguros Generales			800	9.000
SUBTOTAL			9.970	120.504
E. GASTOS VARIOS				
- 10% del Total			997	12.050
F. UTILIDAD				
- 15% del Total			2.228	26.878
T O T A L (Bs)			17.081	206.064
T O T A L (\$us)			7.117	86.860

CUADRO N° 5.9

COSTO DE OPERACION CENTRO DE CONVERSION (Bs.)

	BASICO Hs/Mes	1 CENTRO			2 CENTROS			3 CENTROS		
		#	MES	ANUAL	#	MES	ANUAL	#	MES	ANUAL
1. SUELDOS Y SALARIOS										
A. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO										
- Jefe Departamental Administrativo	1.772									
- Lic. Administrativo	1.263	1	1.263	15.156	2	2.526	30.312	3	3.789	45.468
- Contador	516				1	516	6.196	1	516	6.192
- Secretaria I	329	1	329	3.948	2	658	7.896	3	987	11.814
- Secretaria III	408							3	408	4.896
- Mensajero	244				1	244	2.928	1	244	2.928
B. DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO										
- Técnico Especializado en Instrumentos	484	1	484	5.800	2	968	11.616	3	1.452	17.424
- Mecánico III	431	2	862	10.344	4	1.724	20.688	6	2.586	31.832
- Mecánico I	329	3	987	11.844	6	1.974	23.688	9	2.961	35.532
SUBTOTAL			3.925	47.100		8.610	103.320		14.715	176.580
- BENEFICIOS SOCIALES 45%			1.766	21.195		3.875	46.494		6.622	79.461
T O T A L			5.691	68.295		12.485	149.814		21.337	256.041
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS										
A. SERVICIOS			650	7.800		1.350	16.200		2.000	24.000
- Teléfono, Télex y Cables			50	600		150	1.800		200	2.400
- Agua			100	1.200		200	2.400		300	3.600
- Energía Eléctrica			500	6.000		1.000	12.000		1.500	18.000
B. GASTOS GENERALES			2.000	24.000		2.700	32.400		3.633	43.600
- Papelería, útiles de escritorio			200	2.400		600	7.200		900	10.800
- Ropa de trabajo			800	9.600		1.600	19.200		2.400	28.800
- Publicidad y propaganda			1.000	12.000		500	6.000		333	4.800
C. GASTOS OPERATIVOS										
- Mantenimiento			1.000	12.000		2.000	24.000		3.000	36.000
D. SEGUROS										
- Seguros Generales			200	2.400		400	4.800		600	7.200
SUB TOTAL			3.850	46.200		6.450	77.400		9.233	110.000
E. GASTOS VARIOS										
- 10% del total			385	4.620		645	7.740		923	11.000
T O T A L (Bs.)			5.926	119.115		14.500	234.954		31.993	377.921
T O T A L (\$us)			4.156	49.631		8.158	97.828		13.122	157.467

CUADRO N° 5.10

COSTO DE OPERACION DE LA GERENCIA (Bs.)

	BASICO	#	MES	ANUAL
1. SUELDOS Y SALARIOS	(Bs/mes)			
A. - Gerente Operativo	4.087	1	4.087	49.044
- Abogado	1.263	1	1.263	15.156
- Secretaria III	408	1	408	4.896
- Mensajero	244	1	244	2.928
<u>T O T A L</u>			6.002	72.024
- BENEFICIOS SOCIALES 45%			2.701	32.411
<u>T O T A L</u>			8.703	104.435
2. GASTOS ADMINISTRATIVOS				
A. <u>SERVICIOS</u>			400	4.800
- Teléfono, Télex y Cables			300	3.600
- Agua			50	600
- Energía Eléctrica			8.070	96.840
B. <u>GASTOS GENERALES</u>			300	4.080
- Papelería, útiles de escritorio			300	3.600
- Ropa de trabajo				480
C. <u>GASTOS OPERATIVOS</u>				
- Mantenimiento			240	2.880
- Gastos de Viajes			500	6.000
D. <u>SEGUROS</u>				
- Seguros Generales			100	1.200
<u>SUBTOTAL</u>			1.040	12.960
E. <u>GASTOS VARIOS</u>				
- 10% del Total			104	1.296
<u>T D T A L (Bs)</u>			9.847	118.691
<u>T O T A L (\$us)</u>			4.103	49.455

5.7.4 Depreciación y Obsolescencia

Los períodos de depreciación son los siguientes:

- Obras civiles, 30 años
- Equipos e instalaciones, 20 años
- Equipos de conversión 15 años. (Ver Anexos 4.4.a y 4.b).

5.8 Inversiones y Costos para el Plan Nacional de Implementación

Los costos operativos y de administración para 20 estaciones de servicios y 8 centros de conversión, a instalarse según el Plan de Implementación se presentan en el Cuadro N° 5.11.

Las inversiones se han desglosado en exteriores y locales; las exteriores se han calculado para dos formas de pago posibles ⁽²⁶⁾: al contado y a crédito de 540 días. Estos se pueden ver en los Cuadros Nos. 5.12, 5.13 y 5.13.A.

Las inversiones locales deberán realizarse antes que las estaciones entren en operación y las exteriores se realizarán de acuerdo a la forma de pago adoptada. El primer año de operación, si el pago es al contado o el segundo año si el pago es al crédito. En los

(26) Presscon Ltd. (Pressure Control) "Propuesta de Presscon al Programa de GNC presentada a YPF".

CUADRO N° 5.11

PREVISION DE COSTOS OPERATIVOS Y DE ADMINISTRACION
(\$us)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									GERENCIA	COSTOS TOTALES			TOTAL
ORD	NUMERO			COSTOS OPERATIVOS			NUMERO			COSTOS OPERATIVOS			COSTOS TOTALES	SC2	CBB	LPZ	
	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ					
1	2			171.720			1			45.631				221.552			221.552
2		2		171.720	171.720			1		45.631	45.631		49.455	221.552	221.552		492.158
3	1		2	257.580	171.720	171.720			1	45.631	45.631	45.631	49.455	597.512	221.552	221.552	799.568
4	1	1		343.441	257.580	171.720	1			97.898	45.631	45.631	49.455	441.338	507.212	221.552	1.018.358
5		1	1	343.441	343.441	257.580		1		97.898	97.898	45.631	49.455	441.338	441.338	507.212	1.239.342
6	1		1	429.301	343.441	343.441			1	97.898	97.898	97.898	49.455	527.188	441.338	441.338	1.458.329
7		1		429.301	429.301	343.441				97.898	97.898	97.898	49.455	527.188	527.188	441.338	1.545.189
8	1		1	515.161	429.301	429.301				97.898	97.898	97.898	49.455	613.058	527.188	527.188	1.716.009
9		1	1	515.161	515.161	515.161				97.898	97.898	97.898	49.455	613.058	613.058	613.058	1.888.630
10	1		1	601.021	515.161	601.021	1		1	157.467	97.898	157.467	49.455	758.488	613.058	758.488	2.173.488
11				601.021	515.161	601.021				157.467	97.898	157.467	49.455	758.488	613.058	758.488	2.179.488

	Bs/año	\$us/año
Costo de la Estación de Servicio	206.084	35.868
Costos de 1 Centro de Conversión	119.115	49.631
Costos de 2 Centros de Conversión	234.954	97.898
Costos de 3 Centros de Conversión	377.921	157.467
Costos de la Gerencia	118.691	46.458

CUADRO N° 5.12

CUADRO DE INVERSIONES LOCALES
(En Moneda Nacional)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
ORD	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ	
	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
D				204.000						96.000			300.000			300.000
1	2				204.000		1				96.000			300.000		300.000
2		2		102.000		204.000		1				96.000	102.000		300.000	402.000
3	1		2	102.000	102.000				1		96.000		102.000	102.000		300.000
4	1	1			102.000	102.000	1				96.000			198.000	102.000	300.000
5		1	1	102.000		102.000		1					102.000		198.000	300.000
6	1		1		102.000									102.000		102.000
7		1		102.000		102.000							102.000		102.000	204.000
B	1		1		102.000	102.000								102.000	102.000	204.000
9		1	1	102.000		102.000				96.000		96.000	198.000		198.000	396.000
10	1		1				1									0
TOTAL	7	6	7	714.000	612.000	714.000	3	2	3	266.000	192.000	266.000	1.002.000	804.000	1.002.000	2.808.000

(\$us)

Costo Local Estación de Servicio 102.000.00
Costo Local del Centro de Conversión 96.000.00

CUADRO N° 5.13

CUADRO DE INVERSIONES EXTERIORES (EN OIVISAS)
(\$us) (PAGO AL CONTADO)
(Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL	
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ		
	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ					
1	2						1										
2		2		3.573.824				1		00.831			2.040.055				2.040.055
3	1		2		2.573.824						00.831			2.040.055			2.040.055
4	1	1		1.280.912		2.578.624	1					00.831	1.280.912		2.040.055		3.927.567
5		1	1	1.280.912	1.280.912			1		00.831			1.353.743	1.280.912			2.040.055
6	1		1		1.280.912	1.280.912					00.831			1.353.743	1.280.912		2.040.055
7		1		1.280.912		1.280.912						00.831	1.280.912		1.353.743		2.040.055
8	1		1		1.280.912									1.280.912			1.280.912
9		1	1	1.280.912		1.280.912							1.280.912		1.280.912		2.573.824
10	1		1		1.280.912	1.280.912	1							1.280.912	1.280.912		2.573.824
11				1.280.912		1.280.912				00.831		00.831	1.353.743		1.353.743		2.707.486
TOTAL	7	6	7	9.006.384	7.721.472	9.008.384	3	2	3	200.493	133.002	200.493	9.208.677	7.655.134	9.208.677		20.272.888

Costo Exterior de Estación de Servicio 491.192.00
 Costo Exterior del Centro de Conversión 66.831.00
 Costo de 1.000 Kits de Conversión 795.720.00

CUADRO N° 5.13.A

CUADRO DE INVERSIONES EXTERIORES (EN DIVISAS)
 (\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)
 (Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GHC				CENTROS DE CONVERSION DE GHC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
1	2						1									
2		2		3.109.066				1		B1.742			3.256.606			3.256.606
3	1		2		3.109.066				1		B1.742			3.250.606		3.250.606
4	1	1		1.584.533		3.109.066	1					B1.742	1.584.533		3.250.606	4.636.341
5		1	1	1.584.533	1.584.533			1		B1.742			1.000.395	1.584.533		3.258.606
6	1		1		1.584.533	1.584.533			1			B1.742		1.000.275	1.584.533	3.258.606
7		1		1.584.533		1.584.533						B1.742	1.584.533		1.000.275	3.250.606
8	1		1		1.584.533	102.000								1.584.533		1.584.533
9		1	1	1.584.533		1.584.533							1.584.533		1.584.533	3.109.066
10	1		1		1.584.533	1.584.533	1		1					1.584.533	1.584.533	3.109.066
11				1.584.533		1.584.533				B1.742		B1.742	1.000.275		1.000.275	3.332.558
TOTAL	7	6	7	11.091.731	9.507.198	11.091.731	3	2	3	245.226	103.484	245.226	11.330.957	9.070.082	11.330.957	32.344.590

Costo Exterior de Estación de Servicio 605.323.00
 Costo Exterior del Centro de Conversión 81.742.00
 Costo de 1.000 Kits de Conversión 979.210.00

Cuadros Nos. 5.14 y 5.14.A se ve el total de inversiones según las dos modalidades de pago.

CUADRO N° 5.14

CUADRO DE INVERSIONES TOTALES PARA EL PLAN DE SUSTITUCION GNC
(\$us) (PAGO AL CONTADO)
(Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ	
	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
0				204.000						96.000			300.000			300.000
1	2			2.573.624	204.000		1			00.831	96.000		2.040.055	300.000		2.940.055
2		2		102.000	2.573.824	204.000		1			00.831	96.000	102.000	2.048.055	300.000	3.042.055
3	1		2	1.366.912	102.000	2.573.824			1	96.000		00.831	1.484.912	102.000	2.040.055	4.227.567
4	1	1		1.286.912	1.388.912	102.000	1			00.831	96.000		1.353.743	1.484.912	102.000	2.940.055
5		1	1	102.000	1.286.912	1.386.912			1		00.000	96.000	102.000	1.353.748	1.484.912	2.940.055
6	1		1	1.286.912	102.000	1.286.912						00.000	1.286.912	102.000	1.353.743	2.742.055
7		1		102.000	1.286.912	102.000							102.000	1.286.912	102.000	1.490.912
8	1		1	1.286.912	102.000	1.386.912							1.260.912	102.000	1.366.912	2.777.624
9		1	1	102.000	1.286.912	1.386.912				96.000		96.000	196.000	1.260.912	1.484.912	2.909.624
10	1		1	1.286.912		1.286.912	1		1	00.831		00.831	1.353.743		1.353.743	2.707.466
TOTAL	7	6	7	11.091.731	9.507.198	11.091.731	3	2	3	488.493	325.002	466.493	10.210.877	8.059.134	10.210.677	29.000.666

	EXTERIORES	LOCALES (\$us)
Costo de Estación de Servicio	491.192	102.200
Costo del Centro de Conversión	66.881	96.000
Costo de 1.000 Kits de Conversión	795.720	

CUADRO N° 5.14.A

CUADRO DE INVERSIONES TOTALES PARA EL PLAN DE SUSTITUCION GNC
(\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)
(Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ	
	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
0				224.220						96.000			300.000			300.000
1	2				204.000		1			96.000				300.000		370.000
2		2		3.271.000		204.000		1		81.742		96.000	3.352.666		300.000	3.052.666
3	1		2	102.000	3.271.066				1	96.000	81.742		198.000	3.352.666		3.350.606
4	1	1		1.584.533	102.000	3.271.066	1			96.000	81.742		1.584.533	198.000	3.352.000	5.135.341
5		1	1	1.086.533	1.584.533	102.000		1		81.742		96.000	1.706.275	1.584.533	196.000	3.550.606
6	1		1		1.086.533	1.584.533			1		81.742			1.708.275	1.584.533	3.352.606
7		1		1.086.533		1.086.533						81.742	1.080.533		1.708.275	3.454.606
8	1		1		1.086.533	102.000							1.080.533		102.000	1.788.533
9		1	1	1.086.533		1.086.533				96.000		96.000	1.782.533		1.782.533	3.505.066
10	1		1		1.584.533	1.584.533	1		1					1.584.533	1.584.533	3.109.066
11				1.584.533		1.584.533				81.742		81.742	1.000.275		1.000.275	3.332.550
TOTAL	7	6	7	11.805.731	10.119.198	11.605.731	3	2	3	533.226	355.484	533.226	12.338.957	10.474.082	12.338.957	35.152.550

	EXTERIORES	LOCALES (\$us)
Costo de Estación de Servicio	605.323.00	102.200
Costo del Centro de Conversión	81.742.00	96.000
Costo de 1.000 Kits de Conversión	979.210.00	

C A P I T U L O V I

6. EVALUACION DE LA RENTABILIDAD COMERCIAL DEL PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACION

6.1 Premisas Globales

Para realizar la evaluación de la rentabilidad comercial se considera las siguientes premisas globales:

- Precio de compra del GNC 1,3 \$us/MPC, precio cobrado en el City Gate de YPFB.
- Que el precio del GNC sea el 75% del precio de la gasolina al tipo de cambio vigente, esto para hacer que la conversión sea atractiva para el consumidor de GNC.

El precio equivalente de la gasolina se obtuvo en base a los siguientes parámetros:

Precio de la gasolina (30-8-88)	0.74 Bs/Lts.
Cambio del dólar (30-8-BB)	2.40 Bs/\$us
Poder calorífico de la gasolina	32.408 BTU/Lts.
Poder calorífico gas natural	1.045 BTU/Lts.

Luego:

Precio equivalente de la gasolina:

$$0.74 \frac{\text{Bs}}{\text{Lt}} \times \frac{1 \text{Lt}}{32.408 \text{ BTU}} \times \frac{1.045 \text{ BTU}}{1 \text{ PCgn}} \times \frac{1000}{1 \text{ MPCgn}} \\ \times \frac{1 \text{ \$us}}{2.40 \text{ Bs}} = 9.94 \text{ \$us/MPCgn}$$

Entonces el precio del GNC será:

$$\text{Precio GNC: } 0.75 \times 9.94 \text{ \$us/MPCgn} = 7.46 \text{ MPC.}$$

- Que los vehículos convertidos sean solamente los de gasolina no así de diesel (ver Demanda Real), cuyo consumo promedio son 15 m³/día por vehículo pese a que la capacidad promedio de cilindros (735 Lts.) o de 20 m³ de gas.
- Que el volumen promedio vendido de GNC por estación; lo que es igual a la capacidad utilizada de la misma sea del 80%, como se verá en el plan de implementación.
- Que los equipos de conversión sean parte de la inversión de la estación de servicio, estando la instalación de los mismos incluida en su costo.

6.2 Estado de Pérdidas y Ganancias

El estado de pérdidas y ganancias constituye el estado financiero básico que contiene el informe de las actividades del proyecto en el período de 11 años. En los Cuadros Nos. 6.1 y 6.2 se muestra el total de los ingresos y costos, así como las utilidades o pérdidas del ejercicio para las dos alternativas propuestas por la Compañía Presscon. Un

CUADRO N° 6.1

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE GASOLINA POR GNC
(PAGO AL CONTADO) (\$us)

CONCEPTO	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	INGRESO TOTAL	0	191.065	2.389.035	4.881.941	7.322.512	9.660.011	11.737.433	13.399.371	15.113.243	16.930.988	19.008.895	20.234.862
Ventas GNC	0	71.069	2.044.035	4.176.941	6.265.412	8.265.011	10.042.433	11.464.371	12.930.743	14.485.988	16.263.409	17.329.862	
Mantenimiento de Vehículos	0	120.000	345.000	705.000	1.057.500	1.395.000	1.695.880	1.935.080	2.182.500	2.445.000	2.745.486	2.925.080	
COSTO TOTAL	300.000	2.531.783	3.944.780	4.251.780	6.237.202	6.927.578	7.262.636	6.920.412	6.468.752	8.788.893	9.533.052	8.122.157	
Costos de Operación	0	221.352	492.158	799.369	1.019.356	1.239.342	1.459.329	1.545.189	1.716.909	1.888.630	2.179.489	2.179.489	
Costos Financieros	300.000	1.984.991	2.693.295	3.717.735	3.216.807	3.137.375	2.740.655	1.966.744	2.497.672	2.497.672	2.705.486	953.644	
Compra de Gas Natural	0	123.941	356.329	728.151	1.092.227	1.440.810	1.750.662	1.998.543	2.254.171	2.525.291	2.835.143	3.021.054	
Depreciación	0	201.499	402.958	707.493	908.812	1.110.491	1.311.990	1.409.936	1.409.936	1.605.828	1.812.934	1.967.970	
UTILIDAD BRUTA	(300.000)	(2.340.614)	(1.555.745)	630.161	1.085.718	2.732.033	4.474.797	6.478.959	8.644.959	8.142.095	9.475.843	12.132.705	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 6.2

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS
 PLAN NACIONAL DE SUSTITUCION DE GASOLINA POR GNC
 (PAGO A 540 DIAS PLAZO) (\$us)

CONCEPTO	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INGRESO TOTAL	0	191.865	2.389.835	4.881.941	7.322.512	9.660.811	11.737.433	13.399.371	15.113.243	16.930.988	19.088.895	20.234.862	
Ventas GNC	0	71.869	2.044.035	4.176.941	2.865.412	8.265.811	10.842.433	11.464.371	12.938.793	14.485.988	16.263.489	17.329.862	
Mantenimiento de Vehículos	0	128.000	345.800	705.888	1.057.508	1.395.080	1.695.800	1.935.080	2.182.500	2.445.000	2.745.486	2.925.800	
COSTO TOTAL	308.000	916.792	4.984.373	5.785.821	8.155.736	7.341.451	7.863.789	8.408.476	7.169.549	9.674.812	8.385.632	10.581.868	
Costos de Operación	0	221.352	492.158	799.369	1.819.356	1.239.342	1.454.329	1.545.189	1.716.989	1.888.630	2.179.489	2.179.489	
Costos Financieros	300.000	378.808	3.652.888	3.558.888	5.135.341	3.550.888	3.352.888	3.454.808	1.788.533	3.565.866	3.189.866	3.332.358	
Compra de Gas Natural	0	123.941	356.329	728.151	1.092.227	1.440.818	1.750.662	1.998.543	2.254.171	2.525.291	2.835.143	3.821.051	
Depreciación	0	201.499	402.958	707.493	508.812	1.110.491	1.311.990	1.409.936	1.409.936	1.605.828	1.812.934	1.967.970	
UTILIDAD BRUTA	(308.000)	(725.723)	(2.515.338)	(903.880)	(832.824)	2.318.560	3.867.644	4.998.895	7.954.654	7.256.176	10.703.263	9.753.794	

Fuente: Elaboración Propia.

análisis de las dos alternativas, pago al contado y pago a 540 días plazo, permite establecer que la segunda alternativa (540 días plazo), tenderá una utilidad neta acumulada de 41.556.261 \$us contra 49.000.453 \$us que se obtendría en el pago al contado, al final de los once años.

6.3 Rentabilidad Comercial

En los Cuadros Nos. 6.3 y 6.4 se analiza la rentabilidad del proyecto en términos del inversionista (Rentabilidad Comercial).

Los flujos netos de fondos, de ingresos y egresos, proporciona la información necesaria para calcular la Tasa Interna de Retorno del proyecto, que, a su vez, permite comparar con las tasas de otros proyectos o en el mismo proyecto, en los casos alternativos.

El método para calcular la tasa interna de retorno, mediante el descuento del flujo neto de fondos, es, en el presente, como la norma más aceptada, ya que brinda una tasa única de rentabilidad de un determinado proyecto.

6.3.1 Opción si el Pago del Equipo es al Contado

En el Cuadro N° 6.3 se observa el análisis de rentabilidad comercial del proyecto con pago de los equipos al contado, los resultados finales son:

TIR = 31,42%	B/c = 1,26
VAN = 3.625.418	PR = 7 años
(23%)	

CUADRO N° 6.3
 FLUJO NETO DE FONDDs
 (PAGO AL CONTADO)

CONCEPTO	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
UTILIDAD BRUTA	(300.000)	(2.340.614)	(1.555.745)	630.161	1.085.710	2.732.033	4.474.797	6.478.797	8.644.491	8.142.095	9.475.843	12.132.705	
Impuestos	0	(71.097)	(201.404)	(417.634)	(626.541)	(826.501)	(1.004.243)	(1.146.437)	(1.293.074)	(1.448.599)	(1.626.341)	(1.732.986)	
FLUJO NETO DE FONDDs	(300.000)	(2.411.711)	(1.757.149)	(212.527)	459.169	1.905.532	3.470.554	5.332.360	7.351.417	6.693.496	7.849.502	10.399.719	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 6.4
 FLUJO NETO DE FONDOS
 (PAGO A 540 DIAS PLAZO)

CONCEPTO	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
UTILIDAD BRUTA		(300.000)	(325.723)	(1.515.338)	903.880	(832.824)	2.318.568	3.867.644	4.990.895	7.943.694	7.256.176	10.703.263	9.753.794
Impuestos		0	(71.097)	(201.404)	(417.634)	(626.541)	(826.501)	(1.004.243)	(1.146.437)	(1.293.074)	(1.448.599)	(1.626.341)	(1.732.986)
FLUJO NETO DE FONDOS		(308.000)	(396.820)	(2.716.742)	(1.321.514)	(1.459.365)	1.492.059	2.863.401	3.844.458	6.658.620	5.887.577	9.076.577	8.020.808

Fuente: Elaboración Propia.

Con el análisis de sensibilidad podemos identificar ciertos valores críticos de la variable independiente, por ejemplo el precio mínimo de la venta de GNC, a partir del cual el proyecto deja de ser rentable. Luego del análisis para esta opción se puede observar que el precio del GNC se puede disminuir hasta un 65% del precio de la gasolina y el volumen de ventas hasta un 60%, ofreciendo una TIR atractiva cercana al 25%.

6.3.2 Opción de Pago del Equipo a 540 Días Plazo

En esta opción las inversiones exteriores se pagan a crédito de un año y medio plazo. Como se ve en el Cuadro N° 6.4, los indicadores de rentabilidad del proyecto arrojan los siguientes resultados:

TIR = 26,18%	B/c = 1,29
VAN = 2.715.810 (23%)	PR = 8 años

El análisis de sensibilidad muestra que el proyecto es altamente sensible al precio del GNC y el volumen vendido por día, pero aún así es posible bajar el precio de éste hasta el 52% del precio de la gasolina y el volumen vendido hasta un 53%, con lo que se obtendría una TIR cercana al 24%.

6.3.3 Venta de los Kits al Usuario

En caso de que el empresario venda los kits a los usuarios, las inversiones disminuirían en un 55% (Ver Cuadros Nos. 6.5 y 6.5.A.).

CUADRO N° 6.5

PROGRAMA DE INVERSIONES TOTALES
(\$us) (PAGO AL GONTADO)
(No Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ	
	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	SGZ	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
D				204.000						96.000			300.000			300.000
1	2			982.384	204.000		1			66.831	96.000		1.049.215	300.000		1.349.215
2		2		102.000	982.384	204.000		1			66.831	96.000	102.000	1.049.215	300.000	1.451.215
3	1		2	593.192	102.000	982.384			1	96.000		86.831	689.192	102.000	1.049.215	1.840.407
4	1	1		491.192	593.192	102.000	1			66.831	96.000		558.023	689.192	102.000	1.349.215
5		1	1	102.000	491.192	593.192		1			66.831	96.000	102.000	558.023	689.192	1.349.215
6	1		1	491.192	102.000	491.192			1			66.831	491.192	102.000	558.023	1.151.215
7		1		102.000	491.192	102.000							102.000	491.192	102.000	695.192
8	1		1	491.192	102.000	593.192							491.192	102.000	593.192	1.186.384
9		1	1	102.000	491.192	593.192				96.000		96.000	198.000	491.192	689.192	1.376.384
10	1		1	491.192		491.192	1		1	66.831		66.831	558.023		558.023	1.116.046
TOTAL	7	6	7	4.152.344	3.559.152	4.152.344	3	2	3	488.493	325.662	489.493	4.640.837	3.884.814	4.648.837	13.166.488

	EXTERIORES	LOCALES (\$us)
Costo de Estación de Servicio	491.192.00	102.200
Costo del Centro de Conversión	66.831.00	96.000

CUADRO N° 6.5.A

PROGRAMA DE INVERSIONES TOTALES
(\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)
(No Incluye Kits de Conversión)

ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC				CENTROS DE CONVERSION DE GNC									INVERSIONES TOTALES			INVERSION TOTAL
AÑO	NUMERO			INVERSIONES			NUMERO			INVERSIONES			SCZ	CBB	LPZ	
	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SC2	CBB	LPZ	SCZ	CBB	LPZ	
0				204.000						96.000			300.000			300.000
1	2				204.000		1			96.000				300.000		300.000
2		2		1.312.646		204.000		1		81.742		98.000	1.394.388		300.000	1.694.388
3	1		2	102.000	1.312.646			1		96.000	81.742		198.000	1.394.388		1.592.388
4	1	1		605.323	102.000	1.312.646	1			96.000	81.742		605.323	198.000	1.394.388	2.197.711
5		1	1	707.323	605.323	102.000		1		81.742		96.000	789.065	605.323	198.000	1.592.388
6	1		1		707.323	605.323			1		81.742			789.065	605.323	1.394.388
7		1		707.323		707.323						81.742	707.323		789.065	1.496.388
8	1		1		707.323	102.000								707.323	102.000	809.323
9		1	1	707.323		707.323				96.000		96.000	803.323		803.323	1.606.646
10	1		1		605.323	605.323	1		1					605.323	605.323	1.210.646
11				605.323		605.323				81.742		81.742	687.065		687.065	1.374.130
TOTAL	7	6	7	4.951.261	4.243.936	4.951.261	3	2	3	533.226	355.484	533.226	5.484.487	4.599.422	5.484.487	15.568.396

	EXTERIORES	LOCALES (\$us)
Costo de Estación de Servicio	605.323.00	102.200
Costo del Centro de Conversión	81.742.00	96.000

Esto, implica que la venta de los kits aumentará la rentabilidad del proyecto, consiguientemente, no es necesario realizar ningún análisis para esta posibilidad.

C A P I T U L O V I I I

7. INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL

La nueva industria e infraestructura del GNC debe contar con:

- Red de estaciones de GNC.
- Instalaciones para conversión y mantenimiento de vehículos a GNC.
- Establecimiento de normas de seguridad, reglamentos y procedimientos de certificación.
- Organización y gestión del nuevo sector del GNC.
- Desarrollo de una estructura de precios del GNC que ofrezca incentivos a usuarios del mismo.

7.1 Red de Estaciones de Servicio

Se estima que se establecerán 3 módulos en Santa Cruz, 3 en La Paz y 2 en Cochabamba.

7.2 Instalaciones para Conversión y Mantenimiento de Vehículos

La instalación de centros de conversión constituye la mejor garantía para asegurar un buen control de calidad y un servicio efectivo para el cliente.

La experiencia extranjera muestra que el éxito de la implementación del GNC depende del rendimiento

satisfactorio de los vehículos y del ahorro de combustible después de la conversión.

7.3 Normas de Seguridad

Estas son áreas en que se debe aplicar normas:

7.3.1 Distribución de Gas Natural

Ya existen normas, códigos de uso y reglamentos de seguridad referentes a construcción y funcionamiento del sistema de transporte del gas natural. La introducción del GNC no exigirá ningún cambio en estas leyes.

7.3.2 Estaciones de Servicio de G.N.C.

Ya existen disposiciones para estaciones de servicio de gasolina y GLP establecidas en documentación de YPFB. Muchas de estas disposiciones se pueden aplicar igualmente a estaciones de servicio de GNC, aunque habrá que adaptar algunas normas y disposiciones adicionales.

7.3.3 Vehículos Alimentados con G.N.C.

En el país no existen normas, códigos de uso o reglamentos de seguridad referentes a vehículos alimentados con GNC, por lo que será necesario establecerlos.

7.4 Organización y Estructura de la Entidad Empresarial

Se propone que la industria del GNC tenga una estructura comercial compuesta por 3 empresas

regionales del sector privado, con participación de una empresa nacional del GNC en el control de las mismas.

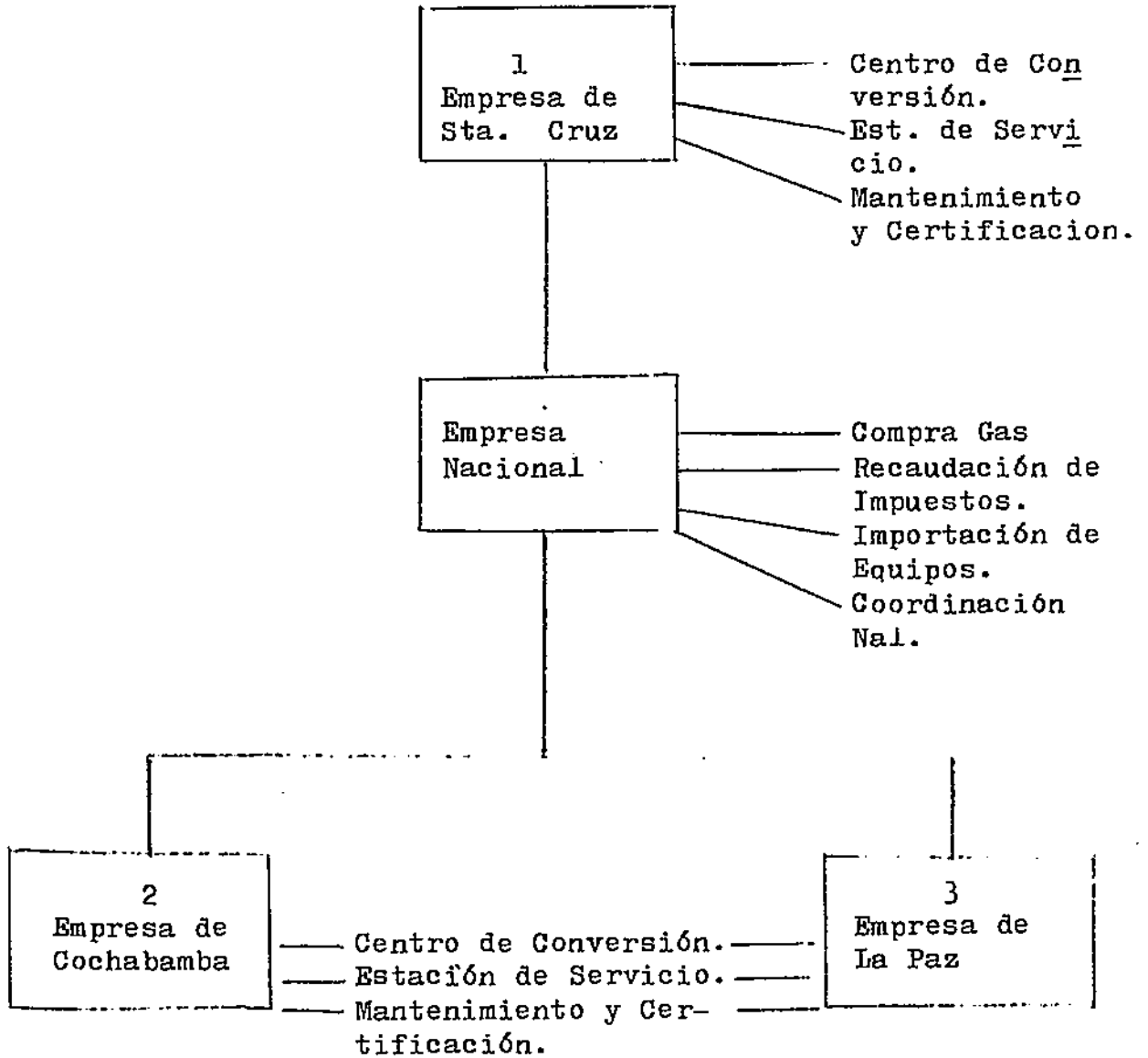
Los paquetes de acciones de empresas regionales pertenecientes a inversores locales privados, también podrían participar entidades del sector público como por ejemplo, Municipios.

Los accionistas de la empresa nacional podrán ser bancos internacionales, entidades internacionales y bolivianas e inversores privados.

En la Ilustración 7.1 se traza el diagrama de la estructura propuesta y las respectivas responsabilidades.

ILUSTRACION 7.1.

ESTRUCTURA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA DEL GNC



C A P I T U L O V I I I

8. PLAN DE IMPLEMENTACION

El plan de implementación presenta dos etapas:

8.1 Iniciación y Demostración

Esta fase implica el establecimiento de una estructura organizativa de gestión, de un marco legislativo e institucional, de una base financiera y construcción del módulo de demostración en Santa Cruz.

Las actividades de Santa Cruz consistirán en instalación de 2 estaciones de servicio y un centro de conversión de vehículos al GNC.

8.1.1 Iniciación

Las fases que se deben seguir son:

- Establecimiento del grupo de dirección del proyecto
- Nombramiento del equipo de gestión del proyecto.
- Formación de la empresa de desarrollo del GNC.
- Establecimiento de normas y reglamentos convenientes.
- Formulación de planes detallados para el desarrollo de la industria.

8.1.2 Programa de Demostración

Los objetivos del programa de demostración son de hacer conocer al usuario el uso del GNC y las ventajas que éste ofrece.

Los pasos que se debe dar en el mismo son:

- Designación de un contratista.
- Obtención del equipamiento.
- Construcción de instalaciones del primer centro de conversión y de dos estaciones de servicio de GNC, además de sus instalaciones de equipamiento.
- Construcción y entrenamiento del personal.
- Comienzo de operaciones.

El programa de demostración está diseñado para funcionar a plena capacidad unos 24 meses después de la iniciación del proyecto.

8.2 Desarrollo de la Industria

Esta incluye la expansión de la industria del GNC en Santa Cruz y su desarrollo y extensión en Cochabamba y La Paz y en alguno de los centros secundarios de población, por ejemplo Druro.

El número de estaciones por ciudad está calculado de acuerdo al tamaño del mercado de cada ciudad. Este es, 7 para Santa Cruz, 7 para La Paz, 5 para Cochabamba y 1 para Druro.

Los pasos que habrá que dar son:

- Realizar pruebas de rendimiento de vehículos a altitudes elevadas.
- Formar empresas nacionales y/o regionales de GNC.
- Establecer financiamiento.
- Elegir los emplazamientos de centros de conversión y estaciones de servicio.
- Construir instalaciones
- Contratar y entrenar personal.
- Promover el GNC de forma local.
- Iniciar operaciones.

8.2.1 Establecimiento de Centros de Conversión

El plan presentado propone la instalación de 8 centros de conversión en todo el país, distribuidos de la siguiente manera:

- 3 en La Paz
- 3 en Santa Cruz
- 2 en Cochabamba.

8.2.2 Establecimiento de las Estaciones de Servicio

Se propone la instalación de 20 estaciones de servicio en un lapso de 10 años en el país, es decir

7 en La Paz, 7 en Santa Cruz, 5 en Cochabamba y 1 en Oruro. (Ver Anexo 5).

C A P I T U L O I X

9. ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DEL PROYECTO DE SUSTITUCION DE GASOLINA AUTOMOTRIZ POR GAS NATURAL COMPRIMIDO

9.1 Aspectos Conceptuales Relevantes

El análisis de Beneficios y Costos Sociales a precios económicos se fundamenta en que los precios que proporciona el sistema de mercado dentro del contexto de la realidad de los países en vías de desarrollo (P.V.D.), son precios inadecuados, desde la perspectiva económica para valorar los bienes, servicios y factores de producción. Por tal motivo, la utilización de los precios de mercado en la toma de decisiones para invertir, no permite maximizar los objetivos de la sociedad.

Las razones por las cuales los precios de mercado son inadecuados para lograr los objetivos de la sociedad, están ampliamente discutidas en la literatura especializada y se haría demasiado extenso proceder a analizarlas, simplemente mencionaremos los elementos centrales:

- Los supuestos de la competencia perfecta rara vez se presentan en los mercados del mundo real. Lo que ocurre en el mundo real, es que las condiciones necesarias para la existencia de un mercado de competencia perfecta, no existe. Especialmente en los P.V.D. las condiciones imperantes alejan aún

más a los mercados de aquellos que concibe la competencia perfecta.

- El análisis financiero identifica costos y beneficios financieros y aplica los precios de mercado para encontrar una cantidad neta de dinero descontada que es la medida del éxito o fracaso del proyecto de inversión.

El análisis económico contiene básicamente la misma estructura pero con otras variables; también se identifican beneficios y costos pero ya no financieros sino económicos y también se aplican precios ya no de mercado sino económicos. Luego se obtiene un flujo que refleja directa o indirectamente (dependiendo de la unidad de cuenta que se utiliza) el aporte del proyecto a los objetivos de la sociedad.

9.2 Metodología Empleada

En el mundo de la teoría se conoce varias metodologías para el análisis y el cálculo a precios económicos.

Para los fines del presente trabajo emplearemos el método propuesto por la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo industrial. Los pasos que sigue esta metodología son los siguientes:

- Desagregar la información proveniente del informe de viabilidad en: a) inversión en divisas, b) en moneda nacional; c) mano de obra calificada; d)

mano de obra no calificada, el valor social de la producción, etc..

- Seguidamente se investiga qué recursos aportará y consumirá el proyecto con relación a la economía. Toda esta información se centraliza en un cuadro que consolida dichas corrientes.
- El siguiente paso que se adopta consiste en evaluar el valor actualizado del proyecto, basándonos en primer lugar en los precios de mercado de los bienes y servicios empleados en el trabajo de viabilidad. Seguidamente se efectúa una serie de correcciones a los precios de mercado, siempre teniendo en cuenta que los precios de mercado no reflejan adecuadamente los costos y beneficios sociales que entraña la utilización de bienes y servicios de la economía.

9.3 Aspecto Financiero

La implementación del proyecto de sustitución de gasolina por GNC, abarca un período de tiempo de 10 años, que empezará en 1990 (año que se designa como año 0), con un costo total de 35.15 millones de dólares distribuidos en forma variable en 10 años. (Anexo 5b).

De la inversión total de 35.15 millones de dólares en capital fijo, 32.34 millones de dólares será en divisas, destinadas a importación de equipos y los 2.9 millones de dólares restantes se emplearán en

inversiones locales en moneda nacional (Cuadro N° 9.1, en base al Cuadro N° 5.12).

9.4 Rentabilidad Económica Nacional de la Inversión en el Proyecto de Gas Natural Comprimido en Bolivia y el Valor Social de su Producción

"El subsector de hidrocarburos destaca como uno de los que tiene mayores posibilidades de ayuda en forma decisiva, a la economía boliviana, mediante exportaciones de Petróleo crudo, GLP y Gas Natural. Por lo tanto, deben concebirse acciones inteligentes para este subsector en la mejor forma posible, tomando en cuenta restricciones tanto internas como externas." (27).

Actualmente la totalidad del equipo para estaciones de servicio GNC, centros de conversión y kits de transformación para automóviles deben ser importados por Bolivia, como indica el estudio de viabilidad. Todos los demás insumos de materiales se producen en el país.

Las divisas generadas por concepto de exportación de gasolina, se constituye en el Valor Social de la producción del proyecto de Gas Natural Comprimido. (Cuadro N° 9.2 en base al Anexo 8).

Observemos en el Cuadro N° 9.1 que procede del estudio de viabilidad, una descomposición detallada,

(27) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

CUADRO N° 9.1

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO DE GNC
(SUS) (AÑO)

INVERSIONES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Locales en Moneda nacional	300.000	300.000	402.000	300.000	300.000	300.000	102.000	201.000	201.000	396.000	0	
Exteriores en Divisas*			3.250.000	3.250.000	4.235.000	3.250.000	3.250.000	3.250.000	1.591.533	3.169.066	3.169.066	3.332.550
T O T A L	300.000	300.000	3.652.000	3.550.000	5.135.000	3.550.000	3.352.000	3.451.000	1.792.533	3.565.066	3.169.066	3.332.550

Fuente: Elaboración Propia, en base al Cuadro N° 5.12.

* Pago a 540 días plazo.

CUADRO N° 9.2

VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO
(\$US)

PRDDUCTO	A Ñ O									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gasolina Automotriz	378.662	1.088.658	2.224.639	3.336.959	4.401.946	5.438.601	6.105.925	6.226.915	7.715.239	2.661.891

Fuente: Elaboración propia, en base al Anexo 8.

año por año, de los 2.9 millones de dólares para inversiones en moneda local que exige la construcción del proyecto. Sin embargo, hay que dividir este componente nacional de los costos de establecimiento en: a) mano de obra no calificada; b) mano de obra calificada y c) materiales nacionales.

Por el Cuadro N° 5.5.A se deduce que, de los 72.000 dólares dedicados al costo de construcción de una estación de servicio, 11.100 dólares constituyen los salarios de la mano de obra no calificada.

En el caso de los centros de conversión y oficinas, de 66.000 dólares del costo de construcción, 13.200 son destinados a remuneración de la mano de obra no calificada. Toda esta información está citada en el Cuadro N° 9.3 de acuerdo al Plan Nacional de Implementación.

Para los fines de este estudio, los ingenieros y arquitectos se han clasificado como trabajadores calificados. Se considera a los capataces como trabajadores semicalificados. Sus salarios constituyen un componente bastante reducido de los costos de construcción del proyecto. Por consiguiente, esta suma de salarios no se ha aislado de los costos de construcción. En cambio, los sueldos de los empleados calificados (ingenieros, etc.), que han realizado el diseño y que dirigen la construcción se presentan en el Cuadro N° 9.4

Para un año determinado de la construcción de estaciones de servicio y centros de conversión. El

CUADRO N° 9.3

COMPONENTE DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES DEL PROYECTO
 GNC
 (\$us)

CONCEPTO	AÑO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estación de Servicio	22.200	22.200	33.300	22.200	22.200	22.200	11.100	22.200	22.200	22.200
Centro de Conversión	13.200	13.200	13.200	13.200	13.200	13.200				26.400
T D T A L	35.400	35.400	46.500	35.400	35.400	35.400	11.100	22.200	22.200	48.600

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 9.4

PAGO A EMPLEADOS CALIFICADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES EN EL PROYECTO GNC
(\$us)

CONCEPTO	AÑO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Estación de Servicio	7.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000	2.000
Centro de Conversión	6.320	1.320	1.320	1.320	1.320	1.320				2.640
T O T A L	13.320	3.320	4.320	3.320	3.320	3.320	1.000	2.000	2.000	4.640

Fuente: Elaboración Propia.

costo de la inversión nacional, menos las remuneraciones a mano de obra no calificada y calificada representa los materiales nacionales que involucra la construcción. Para completar la información, el Cuadro N° 9.5 muestra una clasificación, año por año, de los costos de esos materiales empleados en la construcción de obras civiles del proyecto de sustituirse la gasolina por GNC.

Utilizando los Cuadros Nos. 9.1, 9.3, 9.4 y 9.5, en el Cuadro N° 9.6 se resumen los diversos recursos utilizados para la construcción de obras civiles del proyecto.

En base a la información proveniente del Cuadro N° 5.11, en el Cuadro N° 9.7 se muestran los costos de operación del proyecto, desglosados por años y recursos empleados.

9.5 Beneficios Indirectos

Los beneficios indirectos para la sociedad como resultado de la implementación del Gas Natural Comprimido como combustible automotor serían:

- Beneficios para el medio ambiente
- Beneficios para el usuario.

9.5.1 Beneficios para el Medio Ambiente

El problema de la contaminación ambiental producida por los gases de los combustibles ha llevado a los

CUADRO N° 9.5

COSTO DE LOS MATERIALES NACIONALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE
OBRAS CIVILES DEL PROYECTO GNC

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	B	9
Materiales Nacionales	251.280	251.280	351.180	261.280	261.280	261.280	89.900	179.800	179.800	342.760

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 9.6
 RECURSOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE ESTACIONES DE SERVICIO Y CENTROS DE CONVERSION A GNC (\$US)

RECURSO	A Ñ O											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1) Materiales Nacionales	251.280	261.280	351.180	261.180	261.180	261.280	89.900	179.800	179.800	342.760		
2) Mano de Obra No Calificada	35.406	35.400	46.500	35.400	35.400	35.400	11.100	22.200	22.200	48.600		
3) Mano de Obra Calificada	13.320	3.320	4.320	3.320	3.320	3.320	1.000	2.000	2.000	4.640		
4) Divisas												
a) Equipos			3.250.000	3.250.000	4.085.341	3.250.000	3.250.000	3.250.000	1.584.533	3.169.066	3.169.066	3.332.550
T O T A L	300.000	300.000	3.652.000	3.550.000	5.135.341	3.550.000	3.352.000	3.454.000	1.188.533	3.565.066	3.169.066	3.332.550

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 9.7
 COSTOS DE OPERACION DEL PROYECTO DE GNC
 (\$us)

RECURSO	A Ñ O										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mano de Obra No Calificada	28.245	85.280	117.835	148.660	179.485	210.310	214.690	223.240	231.360	301.530	301.530
Mano de Obra Calificada	18.180	37.580	64.850	84.250	103.650	123.050	132.140	150.320	168.500	186.500	186.680
Gastos Administrativos	376.422	772.289	1.319.116	1.691.783	2.064.360	2.436.982	2.607.317	2.948.197	3.298.007	3.679.241	3.679.241
T O T A L	422.000	855.149	1.501.801	1.924.648	2.347.495	2.770.342	2.954.147	3.321.757	3.689.307	4.167.451	4.167.451

Fuente: Elaboración propia, en base a los Cuadros Nos. 5.5, 5.5.A y 5.11.

investigadores a estudiar la emisión de contaminantes en los gases de escape de los motores cuando se emplea GNC. Las pruebas reportan que al ser mejor la mezcla aire-GNC, se reducen las emisiones de hidrocarburos sin quemar, en comparación a la gasolina que contiene Tetraetilato de Plomo, así también disminuyen los depósitos acumulados en la cámara de combustión.

9.5.2 Beneficios para el Usuario

9.5.2.1 Deterioro de los motores

Las pruebas comparativas indican que los depósitos en el motor que funcionó con GNC eran sólo una quinta parte del peso de los depósitos formados por la gasolina con Tetraetilato de Plomo. Con el uso de GNC como combustible se consigue un menor residuo carbonoso o "carbonilla" en los motores; ya que el GNC no lava el aceite lubricante de los cilindros y válvulas del motor.

9.5.2.2 Ahorro por el consumo de GNC

Los vehículos al ser convertidos a GNC, reportan para sus propietarios ahorro por concepto de consumo de combustible, por ser el precio del GNC menor.

El ahorro promedio anual por consumo de GNC por vehículo es de 281.77 dólares (Ver Anexo 9). El Cuadro N° 9.8 muestra el ahorro anual de los usuarios de GNC de acuerdo al cronograma de crecimiento para el país. (Anexo 5a).

CUADRO N° 9.8

AHORRO PROMEDIO ANUAL PARA LOS USUARIOS DE GNC

AÑOS	NUMERO DE VEHICULOS CONVERTIDOS A GNC (Unidades)	AHORRO PROMEDIO ANUAL PARA EL USUARIO (\$us)
1	800	225.416
2	2.300	648.071
3	4.700	1.324.319
4	7.050	1.986.478
5	9.300	2.620.461
6	11.300	3.184.001
7	12.900	3.634.834
8	14.550	4.085.665
9	16.300	4.592.851
10	18.300	5.156.391
11	19.500	5.494.51

Fuente: Elaboración Propia.

9.6 Corrientes de Recursos Originados por el Proyecto

Consideramos ahora el Cuadro N° 9.9 que se ha compilado a partir de los cuadros anteriores y que proporciona un resumen general de todas las corrientes de recursos originados por el proyecto de sustitución de gasolina por GNC.

El concepto 1 muestra el valor social anual de la producción del proyecto y se ha compilado a partir del Cuadro N° 9.2.

El concepto 2 muestra los beneficios indirectos anuales proporcionados por el proyecto, bajo la forma de ahorro para el usuario, que se ha expuesto en el Cuadro N° 9.8.

El concepto 3 está constituido por los costos de construcción expresados en recursos utilizados y se ha tomado del Cuadro N° 9.6. El concepto 4 muestra los costos de operación, se ha obtenido a partir del Cuadro N° 9.7.

El concepto 5 representan transferencias del sector privado al público, por concepto de Gravámenes aduaneros e impuestos al valor agregado, además del residuo de activo fijo.

9.7 Evaluación de los Beneficios de Consumo Global Social

La evaluación de los beneficios netos de consumo global social del proyecto de sustitución de gasolina por GNC, se realizaron por etapas sucesivas de aproximación.

CUADRO N° 9.9

CONSOLIDACION DE CUENTAS PARA EL ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES POR LA IMPLEMENTACION DE GNC (En Bs.)

CONCEPTO	0	1	2	A 3	R 4	0 5	S 6	7	8	9	10	11
1) Beneficios Directos												
Divisas		908.788	2.612.767	5.339.133	8.008.701	10.564.670	13.052.642	14.654.220	16.528.338	18.516.573	20.788.545	
2) Beneficios Indirectos	----	540.998	1.555.370	3.178.365	4.767.547	6.289.106	7.541.602	8.723.841	9.385.596	11.022.842	12.375.338	13.186.036
3) Costos de Construcción												
Equipos												
3a) (Divisas)	----	----	5.383.337	5.383.337	8.007.325	5.383.337	5.383.337	5.383.337	2.623.987	5.247.973	5.247.973	5.518.703
Total Parcial			5.383.337	5.383.337	8.007.325	5.383.337	5.383.332	5.383.337	2.623.987	5.247.973	5.247.973	5.518.703
3b) Materiales Nales.	603.072	626.832	843.072	626.832	626.832	626.832	215.760	431.520	431.520	822.624		
3c) Mano de Obra No Calificada	84.960	84.960	111.600	89.960	84.960	84.960	26.640	53.280	53.280	116.640		
3d) Mano de Obra , Calificada	31.968	2.968	10.368	7.968	7.968	7.968	2.400	4.800	4.800	11.136		
TOTAL (3)	720.000	719.760	6.348.377	6.103.047	8.727.085	6.103.097	5.328.137	5.872.937	3.113.587	6.198.373		
4) Costos de Operación												
4a) Mano de Obra Calificada	----	28.245	35.280	117.835	148.660	179.485	210.310	214.590	223.240	231.860	301.530	301.530
4b) Mano de Obra No Calificada	----	18.180	37.580	64.850	84.250	103.650	123.850	132.140	150.320	168.500	186.680	186.686
4c) Gastos Adminis- trativos	----	376.422	772.289	1.319.116	1.691.738	2.066.360	2.436.982	2.607.317	2.348.197	3.289.007	3.679.241	3.679.241
TOTAL (4)	----	422.847	895.149	1.501.801	1.824.648	2.347.495	2.770.342	2.964.147	3.321.757	3.589.367	4.167.451	4.167.451
5) TRANSFERENCIA DE FONDOS												
5a) Gravamen e IVA												
5a) Por importación de equipos	----	----	2.418.501	2.418.501	3.597.493	2.418.601	2.418.601	2.418.601	1.178.892	2.357.785	2.479.417	2.479.417
5b) IVA por venta de GNC	----	170.532	490.569	1.002.465	1.783.689	1.983.638	2.410.183	2.751.448	3.103.377	3.476.537	3.903.218	4.159.166
TOTAL (5)	----	170.532	2.909.170	3.421.066	5.581.191	4.403.209	4.828.784	5.170.049	4.282.269	5.834.422	6.382.635	6.638.583
VALORES FIJALES												
5c) Valor Residual equipo	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	72.497.169

Fuente: Elaboración Propia.

El primer paso y el más directo, consiste en evaluar los beneficios y los costos bajo la hipótesis de que los precios de mercado reflejan adecuadamente los costos sociales de oportunidad, y por consiguiente, los beneficios y costos de consumo definitivo de que se trata.

Considerados desde este punto de vista, los beneficios de consumo global del proyecto están constituidos por los conceptos (1), (2) y (5) del Cuadro N° 9.9 y los costos de consumo comprenden los conceptos (3) y (4) del mismo cuadro.

Los conceptos (1), (2) y (5) corresponden a ganancias reales para la economía de Bolivia en su conjunto, ganancias que no se hubieran producido de no existir el proyecto. Análogamente, los conceptos (3) y (4) corresponden a pagos hechos por recursos que se hubieran podido utilizar en otra parte de la economía de no haber sido por este proyecto y que por consiguiente, dan la medida del sacrificio de posibilidades de consumo que la economía boliviana sobrelleva debido al proyecto.

Así pues, el valor de mercado de los beneficios netos del consumo global social en cualquier año del proyecto están dados por la fórmula:

$$MC = (1) + (2) - (3) - (4) + (5) \quad (9.1)$$

en la cual MC representa la primera aproximación a los beneficios netos de consumo global del proyecto. La segunda aproximación supone el reajuste de los

precios de mercado de determinados recursos, cada vez que dichos precios no reflejan la contribución real de los recursos a los objetivos del consumo global, es decir su costo de oportunidad social.

En la evaluación de este proyecto, los reajustes de precios se concentran en 3 recursos: divisas, mano de obra calificada y la mano de obra no calificada.

A partir de la promulgación del decreto 21060 y dada la característica estructural de economía sumamente abierta que somos el tratamiento al tipo de cambio es de vital importancia. Al no existir un stock de reservas internacionales no puede tener éxito una política de tipo de cambio fijo, ya que su aplicación requiere precisamente de dicho stock.

Es por esto, que la NPE que se aplicó en 1985 y que en la actualidad está en plena vigencia, optó por la flotación administrada, dada que su aplicación no requiere de un stock de reservas o si la requiere es mínima en comparación a la política de tipo de cambio fijo.

Con la flotación administrada, se busca que el Banco Central sea la entidad que permanentemente determine (diariamente) el tipo de cambio, en función a la inflación interna y a la demanda y oferta de divisas que constantemente está recibiendo.

Es evidente para el gobierno, que un dólar en divisas tiene un valor superior al fijado por el mecanismo de la oferta y demanda (Bolsín), el costo social de

oportunidad de las divisas con respecto a su precio en el mercado oficial se designará por $(1 + \emptyset)$. Es decir \emptyset representa la prima de las divisas, que actualmente es positivo en Bolivia y que según se prevé permanecerá constante durante toda la vida del proyecto.

"Así también, luego de la aplicación de la NPE en agosto de 1985, la libre contratación y la autonomía tarifaria en el mercado del trabajo son elementos fundamentales en el nuevo modelo económico vigente desde el citado año, ya que permiten, por una parte, la imprescindible movilidad del factor trabajo cuando así se los requiere y por otra, permite que la negociación salarial se efectúe entre las partes interesadas: empresarios y obreros." (28).

Sin embargo, la aplicación de la NPE agudizó en Bolivia el desempleo, estando éste alrededor del 25% (29). Por consiguiente, el caso de éste es el contrario del de las divisas. En relación con las tarifas de salarios vigentes en el mercado, el costo de oportunidad de la mano de obra no calificada se designará por $(1 + \quad)$, en el cual representará la prima de la mano de obra.

(28) MENDEZ, Armando. "La Nueva Política Económica", Matutino Hoy, Suplemento Análisis 1986.

(29) Fuente: INE.

Se observa que la mano de obra calificada presenta también un grado de desempleo, se puede reconocer también de manera general que los trabajadores calificados están insuficientemente retribuidos en el país. Por lo tanto, se supone que el trabajador calificado marginal aporta a los beneficios de consumo global social una contribución mayor que el sueldo que percibe. Al igual que ϕ y X se define como la prima social sobre la remuneración de mercado de la mano de obra calificada.

Los beneficios netos de consumo global en un año determinado del proyecto de sustitución de gasolina por GNC se expresan ahora, una vez incorporadas las primas relativas al costo social de oportunidad, con la fórmula siguiente:

$$SC^* = MC + \phi F + L + XW \quad (9.2)$$

$$\text{en el cual } F = (1) - (3-a) + (5-c) \quad (9.2a)$$

$$L = - (3-c) - (4-b) \quad (9.2b)$$

$$W = - (3-d) - (4-a) \quad (9.2c)$$

SC^* se obtiene añadiendo tres términos a la primera aproximación MC . El primer término corrige MC en relación con el costo de oportunidad social de las divisas, multiplicando el componente neto en divisas de los costos y beneficios F , con la prima (positiva) de las divisas ϕ . El segundo término corrige MC en relación con el costo social de oportunidad de la mano de obra no calificada, multiplicando el componente neto correspondiente a esta L , por la prima, de la mano de obra . El tercer término hace

lo mismo en relación con la mano de obra calificada, con su prima X.

Consideramos ahora la tercera y última aproximación a los beneficios netos del consumo global social del proyecto. Esta consiste en tener en cuenta que el valor social de los fondos dedicados a la inversión es superior al valor social que tienen los mismos fondos si se dedican al consumo. Para evaluar los beneficios (y costos) futuros del proyecto, hay que estimar la repercusión neta de éste sobre la combinación consumo-inversión de la economía. En la medida que el proyecto ocasiona un incremento neto de la inversión en relación con el consumo en un año determinado, los correspondientes beneficios de consumo global, evaluados a la tasa de actualización social pertinente, se elevarán por sobre el nivel medido por la segunda aproximación SC. Para evaluar el efecto neto del proyecto sobre la tasa de inversión, es necesario distinguir todas las corrientes de beneficios y costos que se suman para constituir SC, así como toda transferencia concomitante de fondos, según sea el grupo que gana o pierde, y estimar las respectivas proposiciones marginales al ahorro de cada grupo.

Para este fin, se han distinguido tres amplios grupos de ganadores y perdedores en relación con el proyecto de sustitución de gasolina por GNC: los trabajadores L; el sector público G y el sector privado P. G abarca las entidades oficiales de Bolivia, pues todas actúan dentro de un presupuesto común. Cada una de

las corrientes de beneficios y costos que entran en la composición de SC según se define en la ecuación 9.2, puede identificarse con uno de esos tres grupos. Ahora procedemos a estas identificaciones en forma más pormenorizada (todos los conceptos a utilizarse provendrán del Cuadro N° 9.9). Por consiguiente, los conceptos (2) y (5-c) son beneficios directos que capta P. Análogamente, los conceptos (3) y (4) son costos que soporta P. Los conceptos (5-a) y (5-b) representan transferencias de fondos de P a G, por consiguiente son costos que soporta P.

Puesto que G controla el mercado de divisas por medio de la flotación administrada, es el quién soporta realmente el costo de la prima de las divisas que acompaña a todas las importaciones. Por consiguiente, ϕ (1) representa un beneficio debido al proyecto que es captado por G. Del mismo modo, G pierde ϕ (3-a). Si pasamos a los conceptos relativos a transferencia de fondos, es evidente que G gana (5-a), (5-b) y (5-c).

Quedan ahora por considerar los costos incluidos en SC, que están representados por la prima de mano de obra no calificada, XL. Esta prima corresponde al margen en que la cifra total de salarios del proyecto para la mano de obra no calificada pasa de la cantidad necesaria para atraer al proyecto trabajadores no calificados. Este margen corresponde exactamente al ingreso adicional neto que recibe la mano de obra no calificada debido al proyecto. Es

decir, los costos - $((3-c) - (4-b))$ corresponden a L.

La distribución de la segunda aproximación a los beneficios netos de consumo global social puede resumirse así:

$$SC = SC^P + SC^G + SC^L \quad (9.3)$$

donde:

$$SC^P = MC + (2) - (3) - (4) - (5-a) - (5-b) - (5-c) \quad (9.3a)$$

$$SC^G = F + (2) + (5-a) + (5-b) + (5-c) \quad (9.3b)$$

$$SC^L = -L \quad (9.3c)$$

SC^P , SC^G y SC^L representan el valor de los beneficios netos de consumo correspondientes a P, G y L respectivamente. Para llegar al valor social definitivo de los beneficios netos de consumo global social, C, hay que corregir SC^P , SC^G y SC^L , según la proporción en que se divida cada uno entre consumo e inversión. Así, si el trabajador no calificado medio ahorra una proporción S_L de sus beneficios marginales, el valor social de los beneficios netos de consumo correspondientes a la mano de obra no calificada es:

$$C^L = ((1-S_L) + S_L P^{inv}) SC^L \quad (9.4)$$

donde:

P^{inv} es el precio de cuenta de la inversión. Análogamente, si S_G y S_P representan las proporciones

marginales a ahorrar de G y P, respectivamente, el valor social de los beneficios netos de consumo correspondientes a G y P es, respectivamente:

$$C^G = ((1-S_G) + S_G P^{inv}) SC^G \quad (9.5)$$

$$C^P = ((1-S_P) + S_P P^{inv}) SC^P \quad (9.6)$$

Podemos representar la tercera y última aproximación al valor de los beneficios netos de consumo global social, C, para Bolivia en cualquier año dado, como la suma del valor social de los beneficios netos correspondientes a cada grupo separado, o sea:

$$C = C^G + C^P + C^L \quad (9.7)$$

9.8 Evaluación Económica del Proyecto de Sustitución

Cada uno de los parámetros a usarse es una función de tiempo y por consiguiente los valores correspondientes pueden variar según el año en que se miden los beneficios y los costos. Sin embargo, hay que destacar que información actualizada sobre parámetros nacionales para Bolivia no existe, situación que nos hace suponer a los fines del presente trabajo, que dichos parámetros no sufrieron gran variación en el tiempo y que permanecerán constantes a lo largo de la vida del proyecto.

En el Anexo 6, cada parámetro aparece con su valor numérico correspondiente. Dados todos estos parámetros y conocidas todas las corrientes apropiadas (conceptos) a lo largo del tiempo que aparecen en el Cuadro N° 9.9, podemos ahora computar

los beneficios netos del consumo global social en cada año del proyecto y sustituir en las ecuaciones correspondientes.

En cambio, todas las corrientes temporales del Cuadro N° 9.9 deben ser actualizados mediante una actualización regresiva al año 0 a la tasa de actualización social y valor actualizado de cada corriente.

Luego, estos valores se sustituyenn en las ecuaciones preparadas anteriormente para computar la contribución total del proyecto al objetivo de consumo global.

El Cuadro N° 9.10 muestra los valores actualizados en el año 0 de cada una de las corrientes (conceptos) del Cuadro N° 9.9, actualizados a tasas de actualización social de 13% y 23%. Utilizando estos valores actualizados, el valor actualizado de los beneficios netos del consumo global debidos al proyecto, aparecen en sucesivas etapas de aproximación en el Cuadro N° 9.11.

Es así que, considerando la tasa de actualización social de 13% tenemos que el valor actualizado de MC, la primera aproximación es de 65.980.357 millones de bolivianos. La segunda aproximación, SC, resulta ser casi del mismo orden de magnitud, 66.210.000 millones de bolivianos. Si bien el proyecto rinde ganancias netas en divisas ($F = 27.728.148$ millones de bolivianos), en realidad, la prima de divisas es insignificante ($\emptyset = 0.05$), además de que en Bolivia

CUADRO N° 9.10

VALORES ACTUALIZADOS DE LOS CONCEPTOS DEL CUADRO N° 9.9 EN EL
AÑO 0
(En Bs.)

C O N C E P T O	TASA DE ACTUALIZACION SOCIAL	
	13%	23%
1) Beneficios Directos (Divisas)	48.277.102	28.492.816
2) Beneficios Indirectos	32.166.723	18.297.221
3) Costos de Construcción		
(3-a) Equipos (Divisas)	26.422.889	17.225.579
(3-b) Material nacional	3.706.554	2.880.155
(3-c) Mano de obra no calificada	499.788	389.647
(3-d) Mano de obra calificada	70.651	60.395
4) Costos de Operación		
(4-a) Mano de obra	885.389	530.878
(4-b) Mano de obra no calificada	530.817	312.664
(4-c) Gastos administrativos	10.553.020	6.237.892
5) Transferencias de Fondos		
(5-a) Gravamen e IVA por importación de equipo	11.907.030	7.585.844
(5-b) IVA por venta GNC	10.424.667	5.975.263
(5-c) Valor residual equipo	5.873.934	2.309.770

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 9.11

VALOR ACTUALIZADO DE LOS BENEFICIOS NETOS DEL PROYECTO DE
SUSTITUCION DE GASOLINA POR G.N.C. EN EL AÑO 0
(En Bs.)

CONCEPTO	NUMERACION DE ECUACIONES	TASA DE ACTUALIZACION SOCIAL	
		13%	23%
Consumo Global			
MC	(8.1)	65.980.357	35.023.744
F	(8.2a)	27.728.147	12.577.007
L	(8.2b)	(1.030.595)	(702.311)
W	(8.2c)	(956.040)	(591.245)
SC	(8.2)	66.210.002	35.527.780
SC ^P	(8.3a)	21.316.964	7.901.490
SC ^G	(8.3b)	1.188.278	1.068.644
SC ^L	(8.3c)	(1.030.595)	(692.311)
C	(8.7)	160.221.010	50.321.618

Fuente: Elaboración Propia

la prima sobre la mano de obra calificada es alta ($X = 1.0$).

Sin embargo, la aproximación final, C, es mucho mayor que SC, pues asciende a 160.221.010 millones de bolivianos. Ello debido al alto valor social de la inversión en relación al consumo ($P^{inv} = 1$) y al efecto total muy favorable del proyecto. Los dos grupos con las mayores propensiones a ahorrar, G y P obtienen ganancias netas debido al proyecto ($SC^G = 1.188.278$ millones de bolivianos y $SC^P = 21.316.964$ millones de bolivianos).

El resultado es que, en síntesis, los beneficios netos de consumo global social debido al proyecto suben a 160.221.010 millones de bolivianos.

9.9 Impacto del Proyecto de Sustitución en la Economía

El impacto directo del programa nacional de sustitución de gasolina por GNC, recaerá en el sector energía, más concretamente en el subsector hidrocarburos donde se reemplazará paulatinamente la gasolina automotriz y el diesel por GNC.

En la actualidad, la gasolina es un recurso energético que tiene vital importancia en nuestra economía, pues su precio está indexado a los ingresos del Tesoro General de la Nación, como se puede ver en el artículo 75, inciso "a" del decreto 21060.

Si el 100% del parque automotor público, sustituye su consumo de gasolina por GNC, se habrá logrado cortar

el efecto inflacionario que tienen las elevaciones del precio de la gasolina, al ofrecer a los transportistas un combustible de menor precio y con mayores ventajas.

9.9.1 Valor Agregado, Desarrollo Regional y Nacional

El Plan Nacional de Sustitución de gasolina por GNC, durante su vida útil registrará un valor agregado por concepto de sueldos y salarios, además de las utilidades que generará.

La implementación del proyecto, se transforma en una fuente de trabajo que permite colaborar con la disminución del desempleo. La acción multiplicadora del pago de sueldos y salarios en términos de disponibilidades monetarias, otorgadas a los 240 trabajadores empleados en el proyecto generará actividades diversas.

Otro aspecto importante es el referente al uso de recursos naturales no renovables que a la fecha se encuentran inexplorados, produciendo pérdidas para el país. De esta manera, el uso de estos recursos por el Plan Nacional de sustitución permitirá al país, más concretamente a los departamentos poseedores de este recurso (GAS) gozar de beneficios que su explotación ofrecerá.

Por otro lado, constituirá el primer gran esfuerzo que YPFBA haga para sustituir la fuente energética tradicional (hidrocarburos líquidos).

C A P I T U L O X

10. EL VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO Y SU COMERCIALIZACION

"Las perspectivas de corto y mediano plazo para Bolivia, respecto a su crecimiento económico, están asociados en forma crítica a las exportaciones de hidrocarburos, ya que las exportaciones de minerales, que en 1980 representaban el 63% del total, cayeron en 1986 hasta un 38%. Tal situación es consecuencia directa de la caída de los precios internacionales del estaño, pero también deben sumarse otros aspectos como la ineficiencia administrativa en el sector e inestabilidad social. En contrapartida, el sector hidrocarburos incrementó su participación de un 24% al 60% del total de exportaciones en los mismos años de referencia. En 1986, prácticamente la totalidad de las exportaciones de hidrocarburos se refieren al Gas Natural vendido a Argentina. De esta manera, los hidrocarburos se han convertido en la principal fuente de divisas y han contribuido con más del 50% del ingreso fiscal durante 1986" (30).

El plan propuesto para la implementación del GNC aumentaría progresivamente el nivel de sustitución de Gasolina por GNC, durante un período de 10 años, después del cual se alcanzará una sustitución más o

(30) Ob. Cit, Pág. 23.

menos estable, hasta llegar gradualmente a cubrir todo el mercado potencial.

Las cantidades de gasolina sustituida se han calculado en base a los volúmenes anuales de consumo de GNC, de acuerdo al cronograma de crecimiento para el país, este cronograma se presenta en el Anexo 5a y esta base a la equivalencia energética en PC de Gas Natural por litro de gasolina. (Ver Anexo 9).

Es así que el valor social de la producción de GNC, está expresada en la cantidad de divisas que se genera por concepto de exportación de gasolina, como resultado de su sustitución por GNC. El Cuadro N° 9.2 del capítulo anterior muestra dichos valores.

10.1 Estimación de la Ecuación de Demanda de Exportaciones para Gas Natural y Gasolina

10.1.1 Aspectos Conceptuales Relevantes

"Son varias las razones por las cuales conviene estudiar el comportamiento de las variables económicas conforme a una base desagregada en lugar de agregada. En primer lugar el examinar cada uno de los componentes de una variable agregada proporciona información considerable, por ejemplo, sobre las variaciones de la estructura fundamental. En segundo lugar, el proceso de agregación bien puede introducir un elemento tendencioso en las estimaciones obtenidas en el orden global y, con ello, reducir su confiabilidad. Por último, se ha deducido que la

desagregación de datos puede llevar al mejoramiento general de la eficiencia pronosticadora." (31).

Todas las razones mencionadas se combinan para que resulte notablemente ventajoso, tanto en el sentido económico como en el estadístico, el tratar de especificar y estimar las relaciones según la base tan desagregada como sea posible.

"En el campo del Intercambio Internacional, han habido varios estudios destinados a explicar la importación y exportación desagregados por productos primarios." (32). "Ahora bien, estos estudios giran todos ellos alrededor de las características del intercambio de los países industriales y, respecto a los países en vías de desarrollo, se han ocupado muy poco del análisis sistemático de la importación y exportación por clases de productos primarios." (33). Desde luego, hay una razón clara para desdeñar a estos países y se refiere a la disponibilidad o más bien escasez de datos adecuados; este problema de los datos es más acusado en cuanto a los precios de la importación y exportación desagregados. Si bien es

(31) Este punto es de gran polémica. Para un estudio más profundo puede verse Fromm G., y G.R. Schink, Is Aggregation Neccesarily Bad, International Economic Review, 14, (Febrero de 1973).

(32) Véase Romberg y Boissoneault.

(33) Para el examen de los flujos comerciales agregados de los países en desarrollo, véase Khan (4).

creencia general que las características del intercambio de los países en desarrollo difieren de las de los desarrollados, sería necesario un examen empírico para determinar el grado de dicha diferencia.

El presente capítulo tiene por objeto estimar las ecuaciones de demanda para exportaciones para Gas Natural y gasolina en Bolivia, por ser estos los productos que participan en el proyecto de sustitución. Los resultados de estas estimaciones facilitarán información acerca de la naturaleza y grado de sesgo implícito en las estimaciones de elasticidad; precio y elasticidad, ingreso por exportación de los productos citados anteriormente. En base a las estimaciones obtenidas y al tipo de elasticidad que las exportaciones presenten, se sugieren lineamientos de política económica, para mejorar el tratamiento al valor social de la producción del presente trabajo.

10.2 Especificaciones de las Ecuaciones de Exportación

La especificación de una ecuación de exportación en el caso de un país productor de bienes primarios vendrá determinada por la diferencia entre la oferta y la demanda internas. No obstante, la oferta de exportaciones podría variar según el movimiento relativo de los precios de las exportaciones y los precios internos; cuando suben estos últimos, será menor el incentivo para exportar ya que los productores preferirán vender más en el mercado

interno, o salir de él si se suben los precios de las exportaciones. Pero hay que tener en cuenta que, a largo plazo, los precios internacionales pueden afectar la producción interna y, por tanto, a la oferta de exportaciones. El precio pertinente que influye en los incentivos de producción es el precio en moneda nacional percibido por el productor. Este precio dependerá del precio internacional dado del producto, del tipo de cambio y de las subvenciones y otros incentivos fiscales que perciba el productor una especificación de este modelo adaptaría la forma siguiente:

$$\frac{X}{P_x} = f \left(\frac{Y}{P_x} \cdot \frac{P_x}{P_y} \right) \quad (9.1)$$

donde:

X = valor de las exportaciones en moneda nacional

P_x = precio de las exportaciones en moneda nacional

Y = valor de la producción interna

P_y = precios internos.

La proyección de la exportación primaria se efectuará mediante una predicción separada del valor y los precios de exportación. Desde luego que una proyección fiable de precios y volúmenes exige un conocimiento completo del sistema institucional en el que se encuadra la producción nacional junto con una comprensión profunda del funcionamiento del mecanismo mediante el cual se forman los precios internacionales y los nacionales. Sin embargo, toda esta información puede ser proporcionada por la División de Estudios Económicos del Banco Central de

Bolivia. En cuanto a los precios internacionales esta misma división concentra la información de instituciones tales como el BIRF, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) que proporcionan series temporales históricas de precios de los principales productos primarios.

Una versión logarítmica de la ecuación de exportación sería:

$$\log x^d = B_0 + B_1 \log \left(\frac{PX}{PW} \right) + B_2 \log W + B \quad (10.2)$$

donde:

X^d = cantidad exportada del producto

PX = precio unitario del producto exportado

PW = precio internacional del producto (reportado por la Organización Económica de Cooperación y Desarrollo).

W = producto interno bruto de los países hacia los que se exporta (OECD).

V = perturbación aleatoria

donde:

B_1 = elasticidad precio a corto plazo

B_2 = elasticidad ingreso a corto plazo

"En esta versión la ecuación de exportaciones está especificada en términos logarítmicos, con el fin de

facilitar su interpretación." (34). y los parámetros estimados en la ecuación 10.2 nos proporcionan el efecto inmediato que tienen los cambios en las variables explicativas sobre las cantidades de exportación (elasticidades de corto plazo) y los efectos permanentes (elasticidades de largo plazo o de equilibrio).

10.3 Elasticidad Precio y Elasticidad Ingreso para Gas y Gasolina

Las ecuaciones de exportación y sus elasticidades se han calculado para gas y gasolina separadamente. El método de estimación ha sido el de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, empleando el paquete de computación para Econometría TSP 6.0 y el período de estimación para el caso de Gas 1980-1988 y para la gasolina 1978-1983.

Los resultados se indican en el Cuadro N° 10.1 y los datos en base a los cuales se trabajó en el Anexo 7. En este cuadro figuran la elasticidad precio e ingreso, el coeficiente de determinación (R^2), el mismo (R^2) ajustado y el error standard de la regresión.

Los resultados obtenidos para las ecuaciones estimadas nos indican que tanto las elasticidades

(34) Véase Moshin S. Khan, "Import and Export Demand in Developing Countries" en Staff Paper del F.M.I., Vol. 21 Nov. de 1974.

CUADRO N° 1D.1

ESTIMACION DE LAS ECUACIONES DE EXPORTACION DE GAS Y GASOLINA

PAIS	CATEGORIA	CONSTANTE	ELASTICIDAD	ELASTICIDAD	R ²	R ²	S. E.
			PRECIO B ₁	INGRESO B ₂			
Bolivia	Gas	0,844	-1,24	0,53	0,97	0,95	0,04
		(0,19)	(1,99)	(0,84)			
Bolivia	Gasolina	0,611	0,89	0,82	0,82	0,79	0,07
		(0,27)	(0,68)	(2,55)			

Fuente: Elaboración Propia.

precio e ingreso para ambos productos se presentan como inelásticas.

La inelasticidad precio e ingreso para exportaciones se debe al reducido mercado externo para estos productos.

10.4 Políticas para el Sector Hidrocarburos

- a) Las elasticidades precio e ingreso para las exportaciones de Gas Natural, se presentan como inelásticas, situación que nos muestra la urgente necesidad de atender la diversificación y el incremento de los mercados de exportación para el Gas Natural. Bolivia debe realizar dentro de este objetivo, grandes esfuerzos por identificar mercados potenciales a largo plazo.
- b) Abrir nuevos mercados para la exportación de Gas Natural entre ellos los de Chile y Paraguay, teniendo en cuenta que en los convenios a realizarse, prima el criterio económico y no así el político, como es el caso de las ventas de Gas a la República Argentina.
- c) El Gas natural es un patrimonio del pueblo boliviano, por consiguiente, se le debe dar el mayor número de usos dentro de nuestras fronteras, estos usos pueden ser:
 1. Gas Natural Comprimido
 2. Redes domésticas de Gas Natural
 3. Generación de termoelectricidad

4. Uso industrial y de fertilizantes
5. Producción de Etileno y Polietileno
6. Fábricas de cemento

- d) Es una necesidad nacional prioritaria, la aplicación de una política generalizada sobre el uso de Gas Natural para la sustitución parcial de hidrocarburos líquidos.
- e) Incrementar el uso de Gas Natural en Bolivia hasta lograr en 1992, un nivel de 150 millones de PCD, tanto para consumo doméstico como para generación de termoelectricidad para exportación.

10.4 Políticas Específicas para la Implementación de Gas Natural Comprimido

- a) A partir de la promulgación del decreto 21060 el gobierno de Bolivia ajustó los precios de los derivados del petróleo, con el fin de acercar los precios domésticos a los de frontera, en algunos casos superando el nivel de precios del mercado internacional. Además, el gobierno implementó medidas para racionalizar, el régimen impositivo de YPFB, tanto para las ventas en el mercado interno como para las exportaciones; estas medidas junto al incremento en el precio de los carburantes, dieron como resultado el crecimiento de ingresos disponibles para YPFB, es así que:

El Ministerio de Energía e Hidrocarburos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, YPFB y los sindicatos de transporte urbano, deben

ingresar a un acuerdo para sustituir el uso de gasolina automotriz por gas natural comprimido, esto con el fin de reducir los costos de operación de transportistas, como también para evitar que los incrementos frecuentes en el precio de la gasolina principalmente, sigan afectando la magra economía del pueblo boliviano.

- b) Se debe proceder a realizar el estudio económico financiero para ver la posibilidad de implementar Estaciones Satélites de GNC, en el área rural con el fin de sustituir el consumo de diesel, por parte del transporte rural. Esto para disminuir los costos de operación de los transportistas y de esta forma evitar que los incrementos en el precio del diesel repercuta sobre los precios de los productos agrícolas que son transportados del campo para su consumo en las ciudades.
- c) Se debe incrementar el número de vehículos transformados a GNC por sobre las 33.500 unidades y de esta manera tener un valor social de producción de 32 millones de dólares (según los precios mundiales actuales) por concepto de exportación de gasolina).
- d) Las elasticidades precio e ingreso de las exportaciones de gasolina durante el período 1978-1983 se presentan como inelásticas, por consiguiente, la exportación de gasolina (valor social de la producción del proyecto de sustitución) debe ser

destinada a los mercados que ofrezcan mejores perspectivas.

- e) Los organismos gubernamentales deben establecer las normas y reglamentos para el uso de GNC.
- f) Incrementar el nivel de reservas probadas de hidrocarburos líquidos y Gas Natural dentro de niveles que aseguren el mantenimiento mínimo de la relación reserva-producción (incluyendo la producción para exportaciones).
- g) Se debe aplicar una política de precios con el fin de incentivar el uso de GNC con combustible automotriz.
- h) Se debe realizar un estudio económico financiero para ver la posibilidad de sustituir el diesel empleado por los ferrocarriles, con el fin de bajar sus costos de operación. Esto con el fin de beneficiar principalmente a COMIBOL y a los exportadores de soya.

C A P I T U L O X I

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se pueden extraer las siguientes conclusiones del presente trabajo:

- Las reservas de hidrocarburos líquidos están en constante descenso, alcanzando en la actualidad a 124 MMBld, en tanto que las reservas probables se estiman en 54 MMBld, dando como resultado que de no encontrarse nuevas reservas se produciría déficit hacia 1995. Esta situación hace imperiosa la necesidad de buscar sustitutos para los hidrocarburos líquidos.

- Contrariamente al caso de los hidrocarburos líquidos, las reservas de Gas Natural en nuestro país son abundantes, alcanzando a uno 4 BPC (10^{12}), suficientes para 40 años al ritmo de consumo y producción actual, mientras que las reservas probables alcanzan a 1 BPC. Por consiguiente, al ser Bolivia un país con un alto potencial gasífero se debe dar a este recurso el mayor número de usos dentro de nuestras fronteras. El uso del GNC como combustible automotor para sustituir a la gasolina y el diesel es de interés nacional, pues la necesidad de contar con nuevas fuentes de ingresos para el país, hace ver que es urgente buscar nuevos mercados para el gas natural, y es aquí donde radica la importancia de este trabajo.

- Adoptar una política nacional de hidrocarburos, con objetivos y metas de mediano y largo alcance, preservando los altos intereses nacionales en el marco de una política nacional energética.
- Alentar la diversificación del uso de gas natural en el mercado nacional en todas las áreas posibles.
- Durante la última década el parque automotor nacional se ha incrementado a una tasa de crecimiento anual de alrededor del 17%. Actualmente existen 267.210 vehículos registrados en el país, de los cuales un 83% se encuentran en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, lugares donde se consume más del 81% de los combustibles automotrices vendidos en Bolivia. En síntesis por las proyecciones realizadas, la demanda de hidrocarburos líquidos continuará creciendo.
- Para el año 2000 habrán unos 33.500 vehículos en todo Bolivia que serían susceptibles para la conversión, si es que se dan los incentivos adecuados en el precio del GNC. Esta cantidad de vehículos consumirá aproximadamente el 43% de la gasolina consumida anualmente en el país. Por lo tanto, se debe incentivar la sustitución de gasolina por GNC, pues la cantidad de gasolina sustituida, tendrá un valor anual de unos 32 millones de dólares al ser exportada según los precios mundiales actuales.
- Para poder cubrir una parte de la demanda potencial de GNC, se establecerán 3 centros de conversión en

La Paz, 3 en Santa Cruz y 2 en Cochabamba, además de 7 estaciones de servicio en La Paz, 7 en Santa Cruz, 5 en Cochabamba y 1 en Oruro. La construcción de toda esta infraestructura se dará a lo largo de 10 años de implementación del proyecto. Luego del éxito del funcionamiento del módulo de demostración se debe continuar con la red nacional de GNC de acuerdo al calendario del Plan trazado. Se recomienda que la red nacional de GNC cubra los 9 departamentos de Bolivia.

- En la actualidad no poseemos la capacidad de fabricación necesaria para producir el equipamiento requerido por las estaciones de servicio y centros de conversión de GNC. Con todo, existe en el extranjero tecnología y los equipos necesarios para la implementación de la industria del GNC, que ya son un éxito en varios países del mundo.
- El Ministerio de Energía e Hidrocarburos debe establecer reglamentaciones y códigos de uso referentes específicamente al GNC.
- Para que el plan de sustitución tenga éxito se debe observar rigurosamente las normas de seguridad que implica la implementación del GNC.
- Para los inversionistas el proyecto es rentable comercialmente pues presenta: para el pago al contado un TIR de 31% y si el pago de los equipos es a 540 días plazo de 26% a una tasa de descuento del 23% anual. Se recomienda buscar tasas de interés

menores a la citada con el fin de que la TIR se incremente en beneficio del inversionista.

El usuario de GNC se beneficiará al tener un combustible de mejor calidad a menor precio y que sobre todo alargue la vida útil de sus máquinas.

- Existen diferencias fundamentales dentro de la economía boliviana, considerada como una unidad compuesta de muchos factores heterogéneos, entre los precios vigentes en el mercado y los respectivos precios sombra o sociales, que son los que reflejan el verdadero precio dentro de la economía nacional. Para ver el impacto de este proyecto de sustitución, es necesario aplicar estos precios económicos a todas las inversiones, costos de los insumos y factores, valor de los productos terminados. Mediante este análisis se determina de una manera más precisa los beneficios desde el punto de vista social.
- Los beneficios directos que genera el proyecto para la sociedad se expresan en el monto de divisas que se percibe por concepto de exportación de gasolina. Los beneficios indirectos están representados por los beneficios que representa para el medio ambiente al disminuir la contaminación; además de significar un ahorro para el usuario por el precio menor del GNC; al margen de proteger la vida útil de los motores.
- Durante los diez años de vida del proyecto de sustitución, éste generará un valor social de

alrededor de 46 millones de dólares por concepto de exportación de gasolina.

- El estudio del precio económico de la mano de obra se dividió en dos partes: el precio económico de la mano de obra calificada y de la mano de obra no calificada.
- El precio cuenta de la mano de obra no calificada en Bolivia, se estima igual a cero, debido a la elevada tasa de desocupación que se registra y al subempleo existente de la mano de obra, considerada empleadas; tanto en el sector urbano como en el rural y especialmente en este último.
- En el caso de la mano de obra calificada, la situación puede considerarse casi análoga a la de la mano de obra no calificada. Evidentemente puede considerarse la existencia de desocupación y subempleo en este campo, pero además debe considerarse que la mano de obra calificada está insuficientemente retribuida. Para fines del presente ejercicio se considera el costo de oportunidad de la mano de obra calificada igual a uno (1).
- El programa de sustitución generará 240 nuevos empleos, solucionando así en alguna manera el problema de desocupación que agobia al país.
- En casi todos los países, el precio de mercado de la divisa no refleja su valor económico. Para el cálculo de este precio, es necesario tomar en

cuenta el valor total de las importaciones anuales, el valor del volumen del comercio ilícito (contrabando), las recaudaciones por impuestos a importaciones y exportaciones y el monto total anual de las subvenciones a las exportaciones e importaciones si hubieran.

En el caso de nuestro país, se estima que el precio social de la divisa ésta en 0.05 por ciento sobre el precio fijado por el mecanismo del Bolsín del Banco Central.

- El precio económico del capital es la tasa de interés que refleja la escasez real de capital en el país.

En Bolivia la máxima tasa de interés bancaria (incluyendo impuestos y comisiones) se encuentra en 23% anual. Esta cifra puede dar una idea sobre el orden de magnitud del precio social del capital. Para los fines de este análisis se asumió que el precio cuenta del capital en 13%.

- Podemos concluir también que el programa de sustitución posibilitará un mayor uso de un recurso energético como es el gas, asimismo promoverá la capacitación de mano de obra a diferentes niveles, de no existir este proyecto permanecería menos productiva la economía.
- Este programa de sustitución, por su magnitud, tendrá un apreciable efecto multiplicador y acelerador en la economía regional y nacional.

Evidentemente provocará una diversificación industrial en el país al generar diferentes industrias y servicios complementarios.

También el ingreso para las regiones se han incrementado considerablemente. El comercio regional se fortalecerá. En resumen el proyecto contribuirá al desarrollo económico regional.

- Se puede concluir, asimismo, que otro aspecto importante del proyecto es que aportará favorablemente al equilibrio de la Balanza de Pagos del país, al estar destinado el valor social de su producción en la exportación.
- Luego del análisis de Beneficios y Costos sociales, empleando precios económicos, se puede concluir que la contribución del proyecto a los beneficios netos del consumo global social es de 160.000.000 millones de bolivianos aproximadamente, siendo el proyecto altamente beneficioso para la sociedad en su conjunto.
- La aplicación del enfoque de elasticidades nos ayuda a ver la inelasticidad de las exportaciones frente a las variaciones de los precios e ingresos. En este sentido, se debe buscar que el valor social de la producción del presente trabajo, encuentre el mejor mercado de exportación.
- Para el pleno éxito del Proyecto de Sustitución de gasolina por GNC, se debe aplicar políticas específicas para el uso del GNC. Se recomienda

entrar en un acuerdo con los transportistas con el fin de que el 100% del transporte público use GNC.

11.1 Conclusión General

Si Bolivia desea abandonar su condición de país subdesarrollado, deberá hacer un notable esfuerzo para administrar la explotación de sus recursos naturales según normas dictadas por leyes nacionales que aseguren, tan eficientemente como sea posible, la canalización de los recursos obtenidos hacia obras y proyectos de beneficio colectivo.

A D D E N D U M

EL GAS NATURAL COMPRIMIDO Y EL GAS LICUADO DE PETROLEO

I. GENERALIDADES SOBRE EL PETROLEO

- a) Definiciones
- b) Composición
- c) Procesamiento y Transporte
- d) Consumo Final de Hidrocarburos

II. VARIEDAD DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETROLEO

- a) Gasolina
 - i) Gasolina Blanca
 - ii) Gasolina Extra
 - iii) Gasolina Superior
 - iv) Gasolina Premium
- b) Diesel
- c) Fuel Oil
- d) Kerosene

III. GAS LICUADO DE PETROLEO - GLP

IV. GAS NATURAL COMPRIMIDO

V. CONCLUSIONES

EL GAS NATURAL COMPRIMIDO Y EL GAS LICUADO DE PETROLEO

I. GENERALIDADES SOBRE EL PETROLEO

Se denomina hidrocarburos o petróleo a un gran número de sustancias cuya composición está regida por una fórmula general que indica la presencia de hidrógeno y carbono en ciertas proporciones. El petróleo es una mezcla de hidrocarburos en tres grupos (sólido, líquido y gaseoso) en proporciones muy variables que determinan su calidad según el Yacimiento en que se hallen. Todos derivan de restos orgánicos de una muy abundante fauna marina de épocas pretéritas, sometidos a gran presión; a una especie de dilatación por el transcurso de los años.

a) Definiciones

Petróleo: Los hidrocarburos líquidos en condiciones estándar de temperatura y presión. Esta denominación abarca a la mezcla de hidrocarburos líquidos que se obtenga de los procesos de separación de gas asociado o condensado.

Gas Natural: Los hidrocarburos que en condiciones estándar de temperatura y presión se presentan en estado gaseoso.

Gas Asociado: La fracción gaseosa de hidrocarburos que resulta de los procesos de separación de líquidos y gases en la producción de hidrocarburos.

b) Composición

Gas Natural: La composición promedio estándar del Gas Natural Boliviano es la siguiente:

<u>Componente</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Sigla</u>	<u>% Molar</u>
Nitrógeno	N ₂	N ₂	1,52
Dióxido de Carbono	CO ₂	CO ₂	0,03
Metano	CH ₄	C ₁	89,60
Etano	C ₂ H ₆	C ₂	5,97
Propano	C ₃ H ₈	C ₃	1,98
Isobutano	C ₄ H ₁₀	i-C ₄	0,22
Normal butano	C ₄ H ₁₀	n-C ₄	0,44
Isopentano	C ₅ H ₁₂	i-C ₅	0,09
Normal pentano	C ₅ H ₁₂	n-C ₅	0,07
Hexano y superiores	C ₆ H ₁₄	C ₁₆	0,08
			100,0

Gas Licuado de Petróleo: El Gas Licuado de Petróleo es el resultado de un proceso de refinación y se obtiene del petróleo crudo mediante un fraccionamiento en las torres de las refineries, resultado procesamiento depropanizado y debutonizado para obtener propano y butano que son los componentes principales del G.L.P., conocido también como gasolina estandarizado.

Según información proveniente del Plan Nacional de Energía II, de 1989, Y.P.F.B. dispone de 3 refineries

ubicadas en Cochabamba, Santa Cruz y Sucre, con las siguientes capacidades de refinación:

Cochabamba	27.500 BPD
Santa Cruz	15.900 BPD
Sucre	3.000 BPD

En las refinерías de Cochabamba y Santa Cruz se realizan procesos de destilación primaria junto a un reforming catalítico, no así en Sucre donde únicamente se hace destilación primaria. Se debe destacar que la producción de lubricantes se la efectúa exclusivamente en la refinera de Cochabamba.

En lo referente al Gas Licuado de Petróleo se puede decir que las fuentes de producción son tanto de refinera, como de las plantas de tratamiento de Gas Natural. Las capacidades nominales de producción de GLP de estas plantas son las siguientes:

Río Grande	350 TM/D
Valle Grande	250 TM/D
Collpa	30 TM/D
Camiri	20 TM/D

En lo referente a los ductos y sus capacidades para transporte de petróleo, gas y derivados, el detalle actualizado de los tramos más importantes es el siguiente:

Oleoductos

<u>Tramo</u>	<u>Longitud Aprox.</u> (Km)	<u>Capacidad</u> (BBL/Día)
Camiri-Sucre	335	8.000
Camiri-Yacuiba	257	16.000
Santa Cruz-Camiri (I)	272	5.500
Camiri-Santa Cruz (II)	272	20.000
Santa Cruz-Sica Sica-Arica	971	50.000
Río Grande-Santa Cruz	60	20.000
Tita-Santa Cruz	162	30.000
Cerrillo-Choretí	56	11.000
Víbora-Yapacaní		
H. Suárez-Carandú	148.5	4.500

Poliductos y Propanoductos

<u>Tramo</u>	<u>Longitud Aprox.</u> (Km)	<u>Capacidad</u> (BBL/Día)
Cochabamba-Oruro-La Paz	368	12.000
Sucre-Potosí	105	3.700
Villamontes-Tarija	187	4.000
Río Grande-Santa Cruz	60	4.000

Gasoductos

<u>Tramo</u>	<u>Longitud Aprox.</u> (Km)	<u>Capacidad</u> (BBL/Día)
Santa Cruz-Yacuiba	530	250
Taquepirenda-Camiri		
Monteagudo-Sucre	341	27.7
Sucre-Potosí	114	7.3
Tarabuco-Tapirani-Cochabamba	282	11.5
Cochabamba-Oruro-La Paz	365	7.0

<u>Tramo</u>	<u>Longitud Aprox.</u> (Km)	<u>Capacidad</u> (BBL/Día)
Río Grande-Parotani	455.3	31.4
Villamontes-Tarija- El Puente	259	4.0

d) Consumo Final de Hidrocarburos

El consumo final de derivados del petróleo y gas natural fue el siguiente:

Las gasolinas automotrices alcanzaron un valor de 3.340.2 miles de barriles, que representan un incremento del 3,3% comparado con la anterior gestión.

El Diesel Oil sufrió un incremento del 12,6% respecto a 1989, que se tradujo en un volumen de venta de 2.157.40 miles de barriles.

El Gas Licuado de Petróleo disminuyó en su consumo a 1.950.0 miles de barriles anuales con un decremento del 0,3%.

El Gas Natural en el consumo interno tuvo un importante incremento, producto de la nueva política de sustitución de combustibles pesados, el porcentaje de incremento fue de 30,8%.

En cuanto a la exportación los niveles de venta se mantuvieron conforme a contrato con la Argentina con un volumen de 78.037 millones de pies cúbicos anuales que representan un promedio de exportación de 214 millones de pies cúbicos/día.

II. VARIEDAD DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETROLEO

Se analizan los combustibles más livianos utilizados en nuestro país, los cuales de acuerdo a su importancia son los siguientes: Gasolina, Diesel, Fuel Oil, Kerosene. Se hace notar que la gasolina para motores de aviación y el Jet Fuel, que tienen otras características, no entran en el presente análisis.

a) Gasolina

La gasolina es el producto de mayor consumo entre los combustibles, por lo tanto es el refinado que mayor demanda tiene en el mercado.

Hasta 1980 existía en el país los siguientes tipos de gasolina:

- i) Gasolina Blanca. No es utilizada por los motorizados.
- ii) Gasolina Extra. Tenía una subvención estatal en el precio y fue destinada para el uso del sector público, con un octonaje igual a 72.
- iii) Gasolina Superior. Con un octonaje igual a 82 se la empleaba en el sector automotor privado.
- iv) Gasolina Premium. Con un octonaje de 92 fue la de mayor calidad en el país.

Hasta noviembre de 1979 existían: la gasolina extra y super extra.

Actualmente sólo existen la gasolina superior de 82 octanos y la Premium de 92 octanos.

b) Diesel

Es el más barato de los combustibles que emplean los motorizados y tiene un gran consumo. Es usado generalmente por los vehículos pesados que realizan servicios de larga distancia, también por los buses de transporte interdepartamental y en menor por lo que realizan transporte interprovincial. Al margen del Gas Natural Comprimido el Diesel no puede ser sustituido por otro combustible.

c) Fuel Oil

Combustible utilizado por los motores estacionarios. Factible de ser sustituido por el metanol (obtenido del gas metano), Y.P.F.B. ha efectuado estudios al respecto.

d) Kerosene

Es un combustible barato, empleado industrialmente en: fábricas de pan, de galletas, etc., tiene uso como fuente de calor, por su bajo precio.

III. GAS LICUADO DE PETROLEO - GLP

En nuestro país el GLP es utilizado como fuente de energía para quemadores domésticos e industriales por su menor precio en relación a otros combustibles.

Como sustituto de la gasolina automotriz, el GLP mezcla de propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}) los cuales a la temperatura ambiente se encuentran en estado gaseoso, siendo más pesado que el aire; para transformarlo al estado líquido debe someterse a una presión moderada, siendo un excelente combustible por sus cualidades físico-químicas. A partir de 1972 se lo usó ya en forma experimental en vehículos adaptados para funcionar a GLP; el parque sustituido según Y.P.F.B. fue el siguiente:

La Paz	=	1.000 vehículos
Cochabamba	=	1.000 vehículos
Santa Cruz	=	1.500 vehículos
Tarija, Potosí y Sucre	=	200 vehículos

El uso de GLP ofrece las siguientes ventajas:

- Un combustible económico siendo el más barato con relación a otros combustibles.
- El índice de octano del GLP es de 95-115, superando el de la gasolina y equivalente al etanol anhidro.
- No produce contaminación por su buena combustión, por lo que no provoca residuos venenosos.
- La vida útil del motor se prolonga por producirse arranque instantáneo.
- Permite operar alternativamente con gas o gasolina, girando un interruptor eléctrico del panel de control del vehículo.

Sin embargo, el GLP es un combustible con mayor precio que el Gas Natural. Según estadísticas del INE y →Y.P.F.B. el consumo promedio/mes de GLP para uso doméstico es de 3 garrafas, con un valor de 25.50 Bolivianos. Su equivalente en consumo energético de Gas Natural al mes sólo costaría 9 Bolivianos, situación que pone en desventaja al GLP frente al Gas Natural.

IV. GAS NATURAL COMPRIMIDO

El gas natural comprimido está sólidamente establecido como combustible automotor alternativo en países de avanzado desarrollo tecnológico como Italia y Nueva Zelanda y en la actualidad se va introduciendo en otros como Canadá, Australia, Argentina. El GNC presenta una serie de ventajas que además de hacerlo apropiado para la propulsión de vehículos, también lo hace favorable económicamente. Estas son algunas de ellas:

- En base a las abundantes reservas gasíferas, permite exportar excedentes de combustibles automotores generando divisas para el país.
- Reducción de los costos de combustible hasta en un 75% (aproximadamente) y de mantenimiento en un 30-50% (1 m³ de gas aproximadamente 1 litro de gasolina)
- Permite obtener arranques en frío mucho más rápidos y una marcha en caliente mucho más suave debido a que ya se encuentra vaporizado y a que posee mayor octonaje que la gasolina.

- Su combustión es prácticamente completa, por tanto no produce contaminación ambiental.
- Al estar equipado el vehículo con el sistema dual (gas-petróleo) aumenta la autonomía, pudiendo recorrerse muchos más kilómetros entre recargas, el cambio de combustible aún puede realizarse con el vehículo en marcha.
- Genera nuevos puestos de trabajo y fomenta la expansión industrial, promoverá industrias abastecedoras de bienes y servicios; talleres de instalación de equipos, etc..
- También el gas natural puede ser usado en: redes de distribución doméstica, generación de electricidad como fuente de energía para las industrias, etc..

V. CONCLUSIONES

- Los hidrocarburos líquidos y gaseosos vienen a constituirse en Bolivia, en la principal fuente de abastecimiento energético.
- La producción de gasolina automotriz se ha incrementado la última gestión en un 3,3%, comparando con la anterior gestión 1988; esto debido al crecimiento del parque automotor.
- El gas natural para consumo interno, tiene un importante incremento de alrededor del 30,8%, en cambio el GLP tuvo un decremento en el consumo del 0,3%.

- El GLP puede ser usado en consumo doméstico industrial y como combustible automotor, sin embargo presenta una desventaja frente al gas natural, el precio.

B I B L I O G R A F I A

- 1) Ayala Eduardo, Los hidrocarburos en Bolivia, Asociación de Ingeniería y Geología de YPFB, Boletín Técnico N° 1, La Paz, Bolivia
- 2) Carbajal, D.A. Elementos de Proyectos de Inversión, Universidad de San Marcos, Vol. 3, 1979.
- 3) Cardozo, F.M., y Faletto Enzo, Dependencia y Desarrollo de América Latina, Centro de Publicaciones F.C.E.F., 1986
- 4) Fontaine Ernesto, Evaluación Social de Proyectos, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 1983.
- 5) Formm G. y G.R. Schink, Aggregation and Economic Models, International Economic Review, 14 (Febrero de 1973)
- 6) Gas del Estado (Argentina) Gas Natural Comprimido Perfil de Proyecto, Gerencia de Desarrollo, 1984.
- 7) Gaceta Oficial Decreto N° 21060, La Paz, Bolivia 1985
- 8) ILDIS Perspectivas del Gas Natural Boliviano, La Paz, Bolivia 1987
- 9) Kahn S. Moshin, Import and Export Demand in Developing Countries, en Staff Paper del FMI., Vol. 21, Nov. 1974
- 10) King John, La Evaluación de Proyectos de Desarrollo Económico, Editorial Tecnos, Madrid, 1976.

- 11) Liquid Fuels Management Group Ltd., Perspectivas para el Uso de Gas Natural Comprimido como Combustible Automotor en Bolivia, Informe para el Banco Mundial 1987.
- 12) Liquid Fuel Management Group Ltd. 1986 b Compressed Natural Gas (GNC) as a Petrol Substitute in New Zealand
- 13) Luna F. Villarroel J. Aproximación a la problemática del parque automotor, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1987.
- 14) Melgar D. Vargas W. Gas Natural Comprimido para Automotores YPFB, La Paz, Bolivia
- 15) Mendez Armando, La Nueva Política Económica, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1986.
- 16) Ministerio de Energía e Hidrocarburos, Plan Nacional de Energía, La Paz, Bolivia, 1987.
- 17) Muller y Asociados Evaluación Económica, La Paz, Bolivia, 1988.
- 18) Nassir, Chain, Fundamentos de Preparación y Evaluación de Proyectos, Ed. Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A., Santiago de Chile, 1987.
- 19) Natasha, June, El Balance Energético como Herramienta de Planificación, San Carlo de Bariloche, Argentina, 1987.
- 20) DNUDI, Pautas para la Evaluación de Proyectos, Organización de Naciones Unidas, Nueva York 1976.
- 21) Presscon Ltd. (Pressure Control) Propuesta de Presscon al Programa del GNC presentado a YPFB, 1987.

- 22) Prebisch, Raúl, El Desarrollo Económico de América Latina y Algunos de sus Problemas, CEPAL, 1981.
- 23) Presscon Ltd. Propuesta de Presscon al Programa de Gas Natural Comprimido Presentado a YPFB, (Pressure Control), 1988.
- 24) Proyecto de Ley de Hidrocarburos, aprobada por el Senado, Suplemento Análisis, junio de 1990.
- 25) Rodríguez Octavio, La Teoría del Subdesarrollo de la CEPAL, Rev. Comercio Exterior, México 1979, Vol. 29, Núm. 11.
- 26) Rhomber R. y Poissonneault, Effects of Income and Price Changes on U.S. Balance of Payments, FMI Staff Papers, XI marzo de 1972.
- 27) Taborga Huáscar, Cómo hacer una tesis, Editorial Grijalbo, México 1982.
- 28) UDAPE Resultados y Trayectoria de la Nueva Política Económica, Bases para una política de recuperación, La Paz, Bolivia, 1987.

A N N E X O S

Función de mortalidad = $c \cdot (1 + a(1-a) \cdot \exp(-c \cdot x))^{-1}$
 Curva de supervivencia = $1 - \frac{a \cdot c \cdot x}{1 + a(1-a) \cdot \exp(-c \cdot x)}$
 Valores tomados, a.... 0.99 c..... 0.35
 x = edad, años

Nuev. Regs. Lta. Teng.	Función Mortalidad	Curva Supervive.	Registros Original	Parque Existente	1973	1974	1975	1976	1977	1979	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
					7.269	12.618	12.910	11.795	9.783	10.491	17.303	17.130	14.649	9.415	9.565	24.359	28.858	28.485	
					10.249	10.711	11.179	11.698	12.099	12.562	13.035	13.497	13.950	14.413	14.876	15.339	15.801	16.264	
Edad, años																			
...	0.014	0.996	9.795	9.744	7.369	12.618	12.910	11.795	9.783	10.491	17.303	17.130	14.649	9.415	9.565	24.359	28.858	28.485	
2	0.030	0.970	9.333	9.329	9.608	11.255	12.425	13.729	11.618	8.858	10.343	17.057	16.888	14.442	9.295	8.444	24.009	28.309	
3	0.039	0.962	8.859	8.867	9.044	9.415	7.120	13.158	12.474	11.397	9.495	10.137	16.717	16.551	14.154	8.131	8.276	23.530	
4	0.039	0.970	8.398	8.147	8.453	9.791	9.151	6.920	12.789	13.134	11.061	8.247	9.852	16.249	16.087	19.751	1.909	8.049	
5	0.055	0.955	7.933	7.563	7.836	8.131	8.445	8.191	6.649	13.396	11.647	10.633	7.933	9.454	15.609	15.454	13.216	7.593	
6	0.078	0.933	7.476	6.970	7.157	7.396	7.675	1.991	8.908	9.389	11.811	11.077	10.049	7.497	8.945	14.752	14.595	13.496	
7	0.105	0.904	7.097	6.336	6.429	6.611	6.839	7.099	7.379	7.675	5.804	10.726	10.169	9.292	6.917	8.268	13.639	13.492	
8	0.143	0.866	6.544	5.669	5.672	5.754	5.919	6.117	6.347	6.630	6.970	15.195	9.693	9.103	9.310	6.182	7.997	13.200	
9	0.191	0.817	6.091	4.971	4.951	4.867	4.949	5.076	5.045	5.447	5.660	5.893	4.456	9.354	7.826	7.136	5.260	6.949	
10	0.251	0.757	5.613	4.253	4.033	3.854	3.916	4.800	4.107	4.243	4.405	4.590	4.799	3.629	6.665	6.917	5.727	4.397	
11	0.322	0.685	5.133	3.631	3.186	3.014	3.849	3.950	3.899	3.079	3.191	3.301	3.472	3.575	3.733	4.983	4.774	4.321	
12	0.402	0.604	4.692	2.833	2.794	2.151	3.244	1.999	3.000	2.013	3.097	3.097	3.097	3.327	3.435	1.833	3.589	3.210	
13	0.499	0.516	4.229	2.184	1.692	1.431	1.291	1.221	1.184	1.185	1.218	1.210	1.089	1.307	1.581	1.445	1.045	3.339	
14	0.566	0.439	3.399	1.814	1.111	855	791	668	834	611	631	631	819	659	669	711	340	563	
15	0.659	0.345	3.783	1.141	695	174	707	310	390	245	257	259	294	211	280	290	325	514	
16	0.732	0.271	2.840	799	363	334	482	186	106	86	81	89	99	90	85	86	86	105	
17	0.795	0.207	2.377	492	206	105	49	47	34	39	36	34	34	34	34	35	29	27	
18	0.846	0.155	1.814	257	101	43	31	39	8	7	8	5	5	5	5	5	5	3	
19	0.898	0.115	1.451	188	45	16	4	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20	0.917	0.094	888	83	19	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Parque estimado			107.727	94.696	94.125	94.125	87.983	90.971	90.829	92.504	100.676	108.309	109.049	111.109	108.959	123.889	149.334	180.349	
Parque registrado PP.Hh.				69.758	71.127	84.745	97.655	109.440	113.233	128.713	146.065	169.145	177.194	186.209	194.127	219.127	257.979	267.210	
Edad promedio			7.64	6.20	5.84	5.42	5.21	5.25	5.90	5.38	5.15	5.34	5.04	5.39	5.13	4.51	4.65		
Cálculo			9.795	9.744	7.369	12.618	12.910	11.795	9.783	10.491	17.303	17.130	14.649	9.415	9.565	24.359	28.858	28.485	
			10.644	18.457	19.213	14.270	36.831	35.455	29.337	17.315	30.695	34.115	33.776	39.894	16.593	16.889	49.019	76.818	
			36.577	26.099	27.130	28.044	31.753	39.474	37.432	34.181	25.456	30.413	50.152	49.654	43.483	34.390	24.839	70.511	
			35.595	33.599	33.813	35.183	36.839	27.691	51.155	49.496	44.370	33.989	39.409	64.994	54.749	55.309	51.579	33.174	
			89.894	31.004	39.113	40.889	43.803	49.250	33.240	61.439	58.234	58.157	39.614	47.332	79.045	77.269	66.079	37.959	
			44.819	41.823	43.041	49.599	46.047	47.865	49.846	37.687	69.664	66.042	60.257	44.905	53.697	88.513	87.670	74.979	
			49.049	44.333	45.274	46.280	47.370	49.639	51.639	53.729	49.639	75.651	71.178	64.975	49.419	57.091	85.393	94.444	
			50.251	45.747	45.378	46.115	47.349	49.935	59.775	53.901	64.963	41.567	76.916	73.933	66.476	49.597	59.177	97.996	
			54.729	44.796	49.749	49.777	44.499	45.688	47.318	49.995	59.939	53.036	40.191	74.108	70.255	64.133	47.791	57.091	
			50.179	42.522	49.225	38.397	39.952	43.804	41.074	43.447	44.045	45.803	47.679	79.058	66.635	69.170	57.656	43.972	
			58.709	39.840	38.050	38.156	33.425	33.446	33.974	39.956	34.990	76.386	37.754	73.301	35.723	54.936	53.070	47.530	
			58.303	39.991	39.732	35.939	34.539	33.867	24.003	24.379	25.045	25.884	26.957	27.939	28.879	21.927	40.633	38.519	
			54.975	28.393	31.996	18.599	16.794	15.877	15.537	15.597	15.799	16.213	18.755	17.965	19.079	18.919	14.233	26.301	
			52.722	23.599	18.639	12.111	16.241	7.241	8.742	8.549	9.555	8.694	8.937	9.235	7.572	9.954	10.363	7.836	
			49.549	17.105	10.275	7.109	5.607	4.656	4.303	3.976	3.987	7.090	3.959	1.059	4.195	4.352	4.526	4.711	
			45.438	12.308	6.289	3.747	3.593	3.009	1.699	1.533	1.453	1.410	1.140	1.443	1.490	1.530	1.587	1.651	
			40.407	8.970	3.502	1.777	1.067	799	572	483	496	413	404	404	416	421	426	453	
			34.449	5.359	1.017	750	986	233	160	124	105	95	89	88	89	93	93	95	
			27.568	3.163	859	293	123	69	39	36	20	17	15	16	14	14	14	15	
			19.757	1.652	379	104	96	16	7	4	3	2	2	2	2	2	2	2	

$$\text{Función de mortalidad} = c \cdot (1+a)^x \cdot \exp(-c \cdot x) - 1$$

$$\text{Curva de supervivencia} = \frac{1}{a + 1 - a \cdot \exp(-c \cdot x)}$$

Valores tomados, a... 0.99 c..... 0.35
x = edad, años

Huer. Reg. Lr. Teno.	Función Mortalidad	Curva Superviv	1988	1989	1988	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2008	2011	2022	2033	2044
			16.727	17.198	17.652	18.115	18.579	18.579	19.583	19.966	20.429	20.893	21.355	21.817	33.398	33.749	39.286	39.669	34.122
Edad, años																			
1	0.014	0.996	16.264	16.727	17.198	17.652	18.115	18.579	19.583	19.966	20.439	20.893	21.355	21.817	33.398	33.749	39.286	39.669	34.122
2	0.030	0.998	36.196	16.094	16.498	16.947	17.409	17.859	18.315	18.772	19.339	19.684	38.140	30.597	31.053	31.589	31.965	32.432	33.878
3	0.039	0.982	37.545	19.790	15.715	16.162	16.609	17.052	17.583	17.950	19.397	19.945	19.292	19.799	30.196	30.633	31.880	31.537	31.975
4	0.039	0.970	35.870	26.493	19.339	15.274	15.708	16.149	16.577	17.013	17.447	17.881	19.316	19.750	19.185	19.630	38.854	38.489	39.933
5	0.055	0.955	7.727	21.978	35.056	18.491	14.679	15.698	15.589	15.925	16.340	16.768	17.179	17.595	19.813	19.430	18.849	19.265	19.683
6	0.076	0.933	7.175	7.302	38.763	33.138	17.465	13.867	14.261	14.656	15.050	15.445	15.839	16.234	16.639	17.033	17.419	17.912	19.307
7	0.143	0.866	12.079	18.329	5.933	6.039	13.171	37.398	14.444	11.459	11.794	12.138	13.447	12.779	13.899	13.435	13.752	14.079	14.404
8	0.191	0.817	18.453	16.359	8.859	5.099	5.179	14.725	29.496	12.306	9.834	10.114	18.394	10.674	10.953	11.399	11.513	11.793	13.079
9	0.251	0.757	5.139	8.466	8.393	7.169	4.119	4.191	11.916	19.814	10.0124	7.959	9.185	9.411	9.639	8.864	9.999	9.317	9.549
10	0.322	0.685	3.338	3.947	6.344	6.291	5.371	3.885	3.140	8.929	14.349	7.511	5.963	6.139	6.303	6.479	6.642	6.912	6.992
11	0.402	0.604	2.930	3.194	3.689	4.303	4.259	3.642	3.892	3.138	6.855	9.663	5.093	4.844	4.159	4.274	4.389	4.584	4.619
12	0.459	0.516	1.919	1.751	1.385	1.559	3.570	3.545	3.176	1.350	1.272	3.619	5.779	3.043	3.416	3.495	3.554	3.629	3.691
13	0.576	0.439	1.034	991	395	667	797	1.314	1.201	1.113	639	651	1.859	3.953	1.556	1.295	1.271	1.306	1.341
14	0.659	0.345	338	439	416	380	289	339	559	472	271	276	795	1.253	660	524	539	554	
15	0.732	0.271	107	91	158	142	130	97	116	191	189	161	93	258	439	236	179	104	
16	0.795	0.287	39	39	33	40	39	35	36	31	51	51	49	25	72	115	60	49	
17	0.846	0.155	5	6	8	4	8	8	7	5	6	18	18	9	5	15	34	13	
18	0.896	0.115	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	4	
20	0.917	0.894	0	8	0	8	8	0	8	0	8	0	0	0	8	8	0	0	
Parque estimado			160.459	169.416	168.117	168.498	170.584	173.189	173.289	174.069	174.556	175.876	176.054	177.847	188.557	184.813	187.936	193.849	196.245
Parque registrado PP.NH.																			
Edad promedio			4.87	5.87	5.35	5.41	5.54	5.65	5.73	5.74	5.73	5.66	5.88	5.60	5.44	5.41	5.48	5.48	5.40
Cálculo			16.264	16.627	17.198	17.653	18.115	18.579	19.583	19.966	20.439	20.893	21.355	21.817	22.298	22.743	23.286	23.669	23.669
			49.391	32.058	33.991	33.999	34.906	35.719	36.621	37.543	39.455	39.369	48.291	41.193	43.186	43.019	44.944	45.756	
			112.636	59.379	47.144	49.495	49.835	54.168	52.589	53.851	55.192	56.524	57.875	59.317	60.558	61.999	63.241	64.599	65.924
			91.488	145.967	76.950	61.895	83.999	64.571	66.318	69.949	69.797	71.525	73.253	75.882	76.749	79.479	80.217	91.955	93.694
			39.635	189.854	175.279	92.403	73.353	75.451	77.539	79.626	91.713	93.981	95.999	97.976	90.863	92.151	94.229	96.336	94.413
			49.049	43.815	124.579	198.791	104.792	93.300	95.567	87.934	90.392	93.659	95.037	97.484	99.771	182.139	104.506	106.874	189.241
			90.766	46.395	47.222	134.267	214.239	112.943	99.670	92.221	94.773	97.334	99.875	103.427	184.979	107.538	118.892	112.633	115.195
			95.626	83.591	47.457	49.313	137.359	219.199	115.551	91.741	94.351	96.362	99.513	183.183	104.793	187.404	110.814	112.624	115.335
			94.156	93.338	79.719	45.794	46.610	133.526	211.461	111.477	69.507	91.035	93.544	96.862	99.591	181.999	182.617	186.126	189.654
			51.334	24.661	89.828	71.690	41.176	41.910	119.162	198.129	108.236	79.592	91.947	94.111	96.376	99.640	98.984	93.169	95.433
			35.421	42.314	69.784	69.891	59.894	33.949	34.545	98.233	156.377	93.633	65.599	67.464	69.331	71.199	73.064	74.931	76.797
			85.162	36.303	21.282	51.634	51.111	43.788	25.109	25.555	72.662	116.949	61.121	41.527	49.989	51.299	52.669	54.050	55.431
			34.934	32.161	16.961	28.662	33.416	33.994	39.290	16.252	16.542	47.035	75.049	39.564	31.412	33.386	33.199	24.893	24.997
			14.493	13.729	12.532	9.339	11.455	18.399	18.216	15.579	9.949	9.189	35.999	41.333	31.794	17.295	17.799	19.290	19.772
			9.562	6.594	6.243	5.699	4.246	5.873	9.266	9.293	7.093	4.869	4.141	11.775	18.799	9.905	7.964	9.099	9.311
			1.710	1.299	3.481	3.275	2.079	1.549	1.958	3.051	3.031	2.599	1.494	1.510	4.294	6.952	3.612	3.869	2.949
			479	499	370	694	549	593	441	527	869	860	735	433	430	1.223	1.951	1.039	917
			99	182	186	90	149	141	139	96	114	189	197	169	93	265	434	233	
			15	16	17	17	13	34	33	31	16	19	31	26	15	15	43	69	
			2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	3	5

ANEXO N° 2

MEDIDAS DE UN CILINDRO DE G.N.C. TIPICO

DIAMETRO MM	LONGITUD MM	CAPACIDAD DE AGUA LITRDS	LITROS DE PETROLEO EQUIVALENTES	PESO DE LA UNIDAD KGS
332	800	58	16,8	51
332	960	71	21,6	61
395	800	80	26	72
395	920	92	27,6	79

Fuente: Y.P.F.B.

ANEXO N° 3

DISTANCIAS DE SEPARACION DE EDIFICIOS Y LIMITES PARA UNIDAD DE
ALMACENAMIENTO DE GAS

CAPACIDAD TOTAL ALMACENAJE DE GAS (m ³ N)	DISTANCIA MINIMA (mt)	DISTANCIA MINIMA A LA PARED DE CONCRETO DE 4 HR DE RF (mt)
hasta 1.100 m ³ (4.500 lt)	2.5	1.0
1.100 a 2.450 m ³ (4.500 a 10.000 lt)	4.0	1.0
2.450 a 24.500 m ³ (10.000 a 100.000 lt)	10.0	1.6

fuente: Y.P.F.B.

N: metros cúbicos normales (TPN de gas
: litros de agua de capacidad de los cilindros GNC
: resistencia al fuego

ANEXO N° 4

DEPRECIACION Y RECUPERACION DE ACTIVO FIJO
ESTACION DE SERVICIO
(\$us)

C O N C E P T O	INVERSION	AÑOS 1-10	VALOR RESIDUAL
Obras Civiles	72.000	2.400	48.000
Equipos e Instalación	605.323	30.266	302.663
Kit de Conversión	979.210	65.280	326.410
T O T A L	1.656.533	97.946	667.073

Fuente: Elaboración Propia

DEPRECIACION Y RECUPERACION DE LOS ACTIVOS
CENTRO DE CONVERSION
(\$us)

C O N C E P T O	INVERSION	AÑOS 1-10	VALOR RESIDUAL
Obras Civiles	66.000	2.200	44.000
Equipos	68.148	3.407	34.048
T O T A L	134.148	5.607	78.078

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 4a

DEPRECIACION Y RECUPERACION DEL ACTIVO FIJO

PLAN NACIONAL (Centros)

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VALOR RESIDUAL
Centro 1	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	76.078
Centro 2		5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	83.685
Centro 3			5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	89.292
Centro 4				5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	94.949
Centro 5					5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	100.506
Centro 6						5.607	5.607	5.607	5.607	5.607	106.113
Centros 7-8										11.214	122.934
T O T A L	5.607	11.214	16.821	22.248	28.035	33.642	33.642	33.642	33.642	44.856	675.557

Fuente: Elaboración Propia.

DEPRECIACION Y VALOR RESIDUAL DE ACTIVO FIJO
PLAN NACIONAL (Estaciones)

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VALOR RESIDUAL
Estaciones 1-2	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	1.334.145
Estaciones 3-4		195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	1.550.039
Estaciones 5-6			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Estaciones 8-9				195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	1.941.822
Estaciones 10-11					195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	2.137.714
Estaciones 12-13						195.892	195.892	195.892	195.892	195.892	2.333.606
Estaciones 14							97.946	97.946	97.946	97.946	1.264.479
Estaciones 15-16								195.892	195.892	195.892	2.725.398
Estaciones 17-18									195.892	195.892	2.001.000
Estaciones 19-20										195.892	3.117.174
T O T A L	195.892	391.794	690.672	886.564	1.082.456	1.278.348	1.376.254	1.572.186	1.768.078	1.963.970	21.944.546

ANEXO 5

PLAN DE IMPLEMENTACION NACIONAL

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTALES
ESTACIONES											
Santa Cruz	2		1	1		1		1		1	7
Cochabamba		2		1	1		1		1*		6
La Paz			2		1	1		1	1	1	7
T O T A L											20
CENTROS											
Santa Cruz	1			1						1	3
Cochabamba		1			1						2
La Paz			1			1				1	3
T O T A L											8

Fuente: Evaluación Económica - YPF8.

* Estación para Oruro.

ANEXO 5a

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA EL PAIS
(VEHICULOS CONVERTIDOS AL GNC)

AROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1	800										800
2	1.500	800									2.300
3	2.000	1.500	1.200								4.700
4	2.000	2.000	2.250	800							7.050
5	2.000	2.000	3.000	1.500	800						9.300
6	2.000	2.000	3.000	2.000	1.500	800					11.300
7	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	1.500	.400				12.900
8	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	750	800			14.550
9	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.500	800		16.300
10	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	1.500	800	18.300
11	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000	1.500	19.500

Fuente: Elaboración Propia.

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA LA PAZ

AROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1											0
2											0
3			800								800
4			1.500								1.500
5			2.000		400						2.400
6			2.000		750	400					3.150
7			2.000		1.000	750					3.750
8			2.000		1.000	1.000		400			4.400
9			2.000		1.000	1.000		750	400		5.150
10			2.000		1.000	1.000		1.000	750	400	6.150
11			2.000		1.000	1.000		1.000	1.000	750	6.750

Fuente: Elaboración Propia.

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA SANTA CRUZ

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1	800										800
2	1.500										1.500
3	2.000		400								2.400
4	2.000		750	400							3.150
5	2.000		1.000	750							3.750
6	2.000		1.000			400					4.400
7	2.000		1.000	1.000		750					4.750
8	2.000		1.000	1.000		1.000		400			5.400
9	2.000		1.000	1.000		1.000		750			5.750
10	2.000		1.000	1.000		1.000		1.000		400	6.400
11	2.000		1.000	1.000		1.000		1.000		750	6.750

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA COCHABAMBA

ANOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1											0
2		800									800
3		1.500									1.500
4		2.000		400							2.400
5		2.000		750	400						3.150
6		2.000		1.000	750						3.750
7		2.000		1.000	1.000		400				4.400
8		2.000		1.000	1.000		750				4.750
9		2.000		1.000	1.000		1.000		400*		5.400
10		2.000		1.000	1.000		1.000		750		5.750
11		2.000		1.000	1.000		1.000		1.000		6.000

* En Oruro.

ANEXO 5b

CALENDARIO DE INVERSIONES DE CAPITAL

(Millones de \$us)

PAGO AL CONTADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTALES
Centros	0,10	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,07			0,19	0,13	1,30
Estaciones	0,20	1,19	1,29	1,68	1,19	1,19	1,08	0,70	1,19	1,10	0,96	11,86
Kits		1,59	1,59	2,39	1,59	1,59	1,59	0,80	1,59	1,59	1,59	15,91
T O T A L	0,30	2,94	3,04	4,23	2,94	2,94	2,74	1,49	2,78	2,97	2,71	29,08

PAGO AL CREDITO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTALES
Centros	0,10	0,10	1,18	1,18	1,18	0,08	0,08	0,08		0,19		0,16	1,42
Estaciones	0,20	0,20	1,52	1,41	2,02	1,41	1,31	1,41	0,61	1,41	1,21	1,21	14,18
Kits			1,98	1,96	2,94	1,98	1,96	1,96	0,98	1,96	1,96	1,96	19,58
T O T A L	0,30	0,30	3,65	3,55	5,14	3,55	3,95	3,45	1,79	3,57	3,17	3,33	35,15

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 6

VALORES DE PARAMETROS NACIONALES PARA BOLIVIA

1) Prima de Divisas	$\emptyset = 0.05^*$	
2) Prima de la mano de obra no calificada	$= 0$	
3) Prima de la mano de obra calificada	$X = +1,0$	
4) Tasa marginal de rendimiento de la inversión	$q = 0.13$	
5) Tasa marginal de ahorro	$S = 0.23$	
6) Tasa de actualización social	$i = 0.13$	0.23
7) Precio cuenta de la inversión	$p^{inv**} = 1$	0,92
8) Proporción marginal al ahorro		
a) Sector público	$S^G = 1,0$	
b) Sector privado	$S^P = 0,6$	
c) Mano de obra no calificada	$S^L = 0,0$	

Fuente: Parámetros Nacionales para Bolivia, Mayo 1980, Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Victor Traverso.

* Información proporcionada por el Ing. Alberto Requena, Fondo Social de Emergencia.

$$** p^{inv} = \frac{(1-S) q}{i-Sq}$$

ANEXO 7

INFORMACION PARA ESTIMAR LAS ECUACIONES DE EXPORTACION DE GAS Y
GASOLINA
Datos para Gas Natural

obs	LIX	LPw	LPx	LW
1980	4.605170	4.605170	4.605170	4.605170
1981	4.564995	4.689511	4.575741	4.532599
1982	4.462344	4.742320	4.525044	4.499810
1983	4.368202	4.774069	4.548600	4.595120
1984	4.323934	4.870606	4.532599	4.663439
1985	4.172976	4.912655	4.484132	4.691348
1986	4.119976	4.935912	4.508659	4.709530
1987	4.006710	4.964243	4.522151	4.736198
1988	4.059214	4.969813	4.522875	4.770685

Fuente: Div. de Estudios Económicos B.C.B.

Donde: obs = Número de observaciones
LIX = Logaritmo de la cantidad de gas exportado anualmente
LPw = Logaritmo de los precios mundiales
LPx = Logaritmo de los precios domésticos
Lw = Logaritmo del PIB argentino.

Datos para Gasolina

obs	LIX	LPw	LPx	LW
1978	4.605170	4.605170	4.605170	4.605170
1979	2.133333	2.132626	2.672118	7.889909
1980	2.156250	2.161888	2.682219	7.914362
1981	2.171923	2.19199	2.692218	7.912789
1982	2.192212	2.19199	2.691288	4.906105
1983	2.162114	2.17818	2.55132	7.941189

Fuente: Div. de Estudios Económicos B.C.B.

Donde: obs = Número de observaciones
LIX = Logaritmo de la cantidad de gas exportado anualmente
LPw = Logaritmo de los precios mundiales
LPx = Logaritmo de los precios internos
Lw = Logaritmo del PIB de Estados Unidos.

ANEXO 7a

REGRESION PARA GAS NATURAL

NLS// Dependent Variable is = LIX
 Date: 1-18-1990 / Time: 17:30
 SMPL range: 1980-1988
 Number of observations: 9
 Convergence achieved after 6 iterations

	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT	2-TAIL SIG
	0.5214550	0.2889905	1.8044016	0.131
	0.8449327	6.6161167	0.4333256	0.683
	-1.2843472	1.0236827	1.7488302	0.141
	0.5323339	1.4788273	0.2795011	0.791
R-squared	0.972866	Mean of dependent var	4.298166	
Adjusted R-square	0.956586	S.D. of dependent var	0.220070	
S.E. of regression	0.045854	Sum of squared resid	0.010513	
(Durbin-Watson stat)	3.000034	F-statistic	59.75706	

Paquete: TSP 6.0

REGRESION PARA GASOLINA

NLS// Dependent Variable is = LIX
 Date: 1-17-1990 / Time: 20:20
 SMPL range: 1978-1983
 Number of observations: 6

$$\log X^d = \beta_1 + \beta_2 \log \left(\frac{P_x}{P_w} \right) + \beta_3 \log W + V$$

 Convergence achieved after 3 iterations

	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT	2-TAIL SIG
	0.4823421	0.3203232	1.8020302	0.128
	0.6113234	5.2489732	0.2433212	0.321
	0.8896734	1.0246272	1.3252732	0.243
	0.823456	1.4225632	0.2934321	0.220
R-squared	0.8663457	Mean of dependent var	4.298166	
Adjusted R-square	0.797691	S.D. of dependent var	0.220060	
S.E. of regression	0.076321	Sum of squared resid	0.001053	
(Durbin-Watson stat)	3.10002	F-statistic	89.00000	

Paquete: TSP 6.0

ANEXO 8

ANALISIS ECONOMICO DE Y.P.F.B.

AÑOS	VOLUMEN GAS NATURAL (MPCA) (1)	INGRESO ANUAL (\$US) (2)	VOLUMEN GASOLINA Bbl/año (3)	INGRESO ANUAL (\$US) (4)	INGRESO TOTAL (\$US) (5)
1	101.695	132.203	20.624	378.662	510.865
2	292.373	380.085	59.295	1.088.653	1.468.738
3	597.458	776.695	121.168	2.224.639	3.001.334
4	896.186	1.165.042	181.752	3.336.959	4.502.001
5	1.182.203	1.536.864	239.757	4.401.946	5.938.810
6	1.436.441	1.867.373	291.318	5.348.601	7.215.974
7	1.639.831	2.131.780	332.567	6.105.925	8.237.705
8	1.849.576	2.404.449	375.104	6.886.915	9.291.365
9	2.072.034	2.693.644	420.220	7.715.239	10.408.883
10	2.236.271	3.024.153	471.781	8.661.894	11.686.046

Parámetros

Precio del gas natural	1.3 \$us/MPC
Precio de la gasolina	18.36 \$us/Bbl
1 lt de gasolina =	31.01 PC de gas natural

Cálculos

- (1) = col. (3) del Cuadro N° 5.2 * 0.80/0.75
(2) = (1) * Precio del gas natural
(3) = (1) * 1 m³/31.01 MPC * 6.289 Bbl/m³
(4) = (3) * Precio de la gasolina
(5) = (2) + (4)

ANEXO N° 9

CONSUMO EQUIVALENTE DE GNC

TIPO DE VEHICULO (Consumo Promedio)	Consumo		Costos		Ahorro Anual
	Petróleo Lt/año (1)	GNC MPCA (2)	Petróleo \$us (3)	GNC \$us/año (4)	\$us (5)
Pesados	3.000	95.51	946.67	522.16	427.51
Medianos	1.600	52.10	518.00	204.81	233.19
Livianos	1.330	41.24	410.00	225.40	184.61

PARAMETROS

Lt Gasolina	31.01	PCN de gas
Precio del GNC	5.47	\$us/MPC
Precio de la Gasolina	0.74	Bs/Lt
Cambio de dólar	2.4	Bs/\$us

CALCULOS

- (1) = Consumo promedio
(2) = (1) PCN de GNC equivalentes
(3) = (1) Precio del petróleo/cambio del dólar
(4) = (2) Precio del GNC
(5) = (4) - (3)