



FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI



II CAIM 2010
Segundo Congreso Argentino
de Ingeniería Mecánica
San Juan - Noviembre 2010

ANÁLISIS DE UNA NUEVA MATRIZ ENERGÉTICA EN FUNCIÓN DE LA MODALIDAD DE TRANSPORTE Y EL COMBUSTIBLE ALTERNATIVO

Imaz Fernando⁽¹⁾, Bustaber Raúl⁽²⁾, Miguel Marini⁽³⁾, Carnevalle Lucio⁽⁴⁾

Dpto. de Ing. Industrial – Grupo de Estudios Sobre Transporte
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610 - Santa Fe – Argentina

TE +54 342 4601579 - 2390 - Fax: 4690348 - E-mail: getrans@frsf.utn.edu.ar

⁽¹⁾ fernando_imaz@hotmail.com.

⁽²⁾ rbustaber@arnet.com.ar

⁽³⁾ miguemarini@yahoo.com.ar

⁽⁴⁾ luciocarnevalle@yahoo.com.ar

RESUMEN

Las necesidades energéticas están en aumento como resultado de un crecimiento continuo de la población, del desarrollo económico y el uso desregulado de combustibles no renovables. Las emisiones provenientes de los combustibles fósiles, principal fuente de energía para proveer servicios están contribuyendo al cambio climático y afectando la calidad del aire local.

El impacto ambiental generado, se encuentra estrechamente relacionado con la utilización creciente de los recursos naturales no renovables. Ante esta situación es indispensable realizar un estudio que prevenga y mitigue los efectos derivados de esta problemática.

Este trabajo implicó el análisis de la participación del sector transporte dentro de la matriz energética y la posibilidad de implementar modos y tecnologías que permitan optimizar al máximo los recursos, interconectando los centros generadores de desplazamientos, con menor contaminación y mejor utilización de la energía.

Esto supone considerar las relaciones entre las modalidades de transporte, sus propiedades, el rendimiento de los distintos combustibles y la mejor ecuación costo-beneficio que se ajuste al caso de estudio.

El rediseño de la matriz energética, pretende contribuir a la reducción del volumen de emisiones contaminantes y evitar la dependencia absoluta de un único combustible.

Palabras Claves: Combustible, Energía, Transporte, Contaminación, Demanda.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo consiste en plantear nuevas propuestas de utilización de combustibles en el sector transporte, puesto que el mismo constituye un foco relevante en consumo y emisiones contaminantes (principalmente Gases de Efecto Invernadero). Siendo que las previsiones futuras van en aumento, es indispensable realizar un estudio que posibilite prevenir y mitigar sus efectos. Para esto se deberá analizar la posibilidad de implementar modos y tecnologías que permitan optimizar al máximo los recursos, reduciendo las emisiones de gases y ofreciendo así un servicio capaz de interconectar los centros generadores de desplazamientos, con menor contaminación y uso de energía.

Como objetivos fundamentales, se busca analizar la participación del sector transporte dentro de la matriz energética; y a partir de allí, proponer alternativas más limpias y eficientes para el mismo.

Es menester mencionar que dentro del territorio de la provincia de Santa Fe, el uso del transporte ferroviario, aéreo y fluvial es de pequeña magnitud por lo que el desarrollo del presente trabajo se efectuó solamente para transporte automotor. Se pretende colaborar en la planificación conjunta del transporte, la educación y el desarrollo económico, buscando la optimización de los recursos usados sin salir de la órbita mundial.

2. ESTUDIO DE COMBUSTIBLES

2.1 Oferta primaria de energía en la Argentina

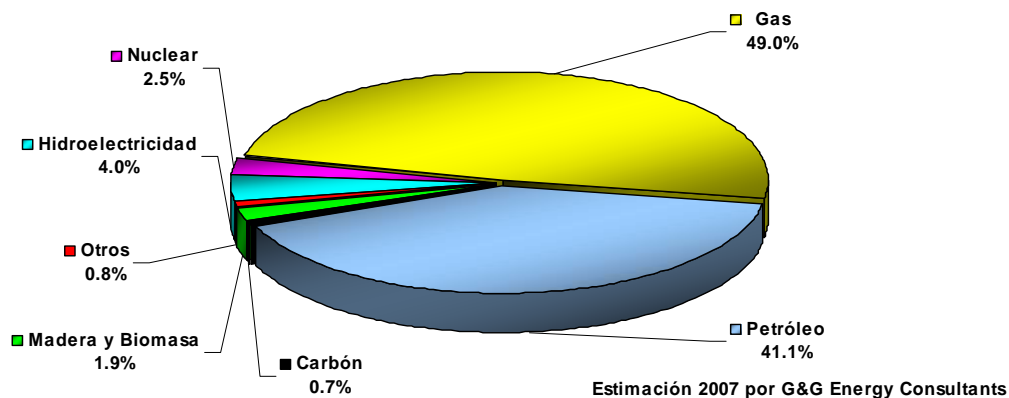


Figura 1 – Consumo Energético Primario Argentino 2007. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

2.2 Combustibles

Se analizaron las siguientes variantes de combustibles:

- Gas Natural como fuente de energía
- Bioetanol
- Biodiesel
- Gas Licuado de Petróleo (GLP)
- Hidrógeno

Para cada uno de ellos se estudiaron sus características, propiedades, ventajas y desventajas, disponibilidad del recurso (reservas mundiales y en Argentina), posibilidades de utilización (modos de transporte), distribución de consumo en los distintos sectores, etc. Como resultado, se plantea una matriz resumen (ver tabla 1), la cual resume el análisis descripto con anterioridad.

Tabla 1 – Matriz Resumen de Descripción de Combustibles. Fuente: Elaboración Propia

PROPIEDAD COMBUSTIBLE	CONTAMINANTE GEI	CONTAMINANTE LOCAL	ORIGEN DEL COMBUSTIBLE	NIVEL DE DESARROLLO	TENDENCIA	SECTORES DE APLICACIÓN ACTUAL	SECTORES DONDE SE PODRÍA IMPLEMENTAR
HIDROCARBUROS	Altamente contaminante	Altamente contaminante	Yacimientos no renovables	Altamente desarrollado	Masividad hasta agotar los recursos	Todo el sector transporte Industrias	Todos los sectores
GAS NATURAL	Potencial de menores emisiones de CO ₂ , NO _x . Mayor emisión de HC (metano)	Potencial de menores emisiones de MP, CO, S, humo, olor	Yacimientos no renovables	Desarrollado, Desregulado	Masividad hasta agotar los recursos	Sector transporte: vehículos livianos Hogares	Sector Transporte Público de Pasajeros
GLP	Potencial de menores emisiones de CO ₂ , NO _x .	Potencial de menores emisiones de MP, CO, S, humo, olor	Yacimientos no renovables	Desarrollado, Desregulado	Crecimiento en el consumo Masividad incierta	Sector Industrial Gran cantidad de la producción se exporta	Sector Transporte Público de Pasajeros y automóviles particulares.
ETANOL	Menores emisiones de CO ₂ , NO _x .	Potencial de menores emisiones de MP, CO, S, humo, olor Libre de S	Renovable. Dependiente de la agricultura	En desarrollo progresivo.	Crecimiento en el consumo Masividad incierta	Sector de Ind. Química (pinturas) Fabricación de mezclas con nafta para automóviles.	Todos los sectores (% contenido en mezclas para alconaftas según ley para año 2010)
BIODIESEL	Menores emisiones de CO ₂ . Emite NO _x	Potencial de menores emisiones de MP, CO. Libre de S. Mayor opacidad del humo, olor diferente.	Renovable. Dependiente de la agricultura	En desarrollo	Incierta. Dependencia precio Internacional de los commodities.	Selectos sectores que utilizan motores diesel	Maquinarias Agrícolas Transporte Público de Pasajeros
HIDROGENO	Cero emisión	Cero emisión	Renovable	No desarrollado	Incierta. Carece de experiencias de aplicación masivas	Ninguno	Sector Transporte: Vehículos particulares, taxis y remises

Teniendo en cuenta las características de los distintos vehículos, se analizó la posibilidad de redireccionar el uso del gas oil a otros combustibles, más eficientes y menos contaminantes, de acuerdo a las condiciones particulares de la provincia de Santa Fe. Actualmente la distribución en el consumo se encuentra distribuida de la siguiente manera:

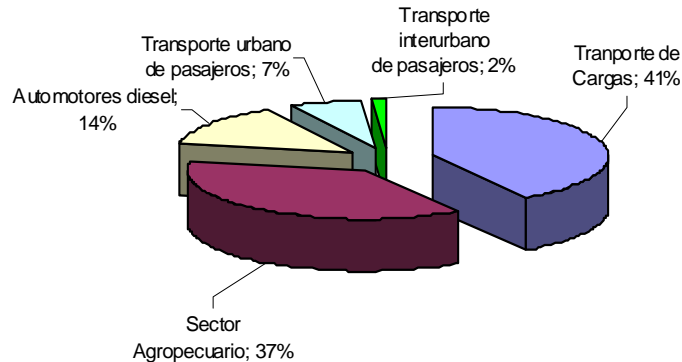


Figura 2 – Participación de los distintos sectores del transporte en el consumo de Gas Oil

3. ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN

3.1 Propuesta de implementación de biodiesel (B10) como combustible de maquinarias agrícolas de la Provincia de Santa Fe.

3.1.1 Cálculo de hectáreas necesarias de tierra para elaborar 1000 litros de biodiesel puro

Si tomamos como base el cultivo de soja, que posee un rendimiento promedio de producción de aceite de 407 kg/Ha, resultan necesarias aproximadamente 2.23 Ha, para producir 1 m³ de biodiesel, considerando que se necesitan 910 kg de aceite de soja para producir dicha cantidad de combustible. Esto equivale a 2.48 Ha por cada 1000 litros de biodiesel, si se adopta una densidad media del biodiesel, $\gamma = 0,900 \text{ Kg/m}^3$ (1 m³ = 900 litros).

3.1.2 Costos unitarios de producción

Para calcular los costos de combustibles, se analizaron 3 vehículos tipo, sumamente utilizados en el mercado agrícola argentino: tractores de 160 CV y de 65 CV y cosechadoras cerealeras. En tal sentido el informe presentado por el Dr. Gerardo López en el XXII Congreso Interamericano de Ingeniería Química "Producción de biodiesel en Argentina: sustentabilidad tecnológica y competitividad económica" - Año 2007, referido a costos unitarios de producción de biodiesel B100, establece un valor final de 364,70 U\$/m³ de biodiesel. Adoptando un peso específico medio $\gamma = 0,900 \text{ Kg/m}^3$, se obtuvo un costo unitario de producción de 0,405 u\$/litro de biodiesel.

3.1.3 Estimación prevista para el consumo de biodiesel puro

Para estimar el consumo promedio total de biodiesel se tuvo en cuenta la flota total de tractores (37.443) y cosechadoras (5.480) de la provincia de Santa Fe, calculando un rendimiento promedio para los mismos.

- Tractor de 65 CV: consumo 17 litros/hora de biodiesel
- Tractor de 160 CV: consumo 38 litros/hora de biodiesel
- Consumo Tractor promedio: 27,5 litros/hora de biodiesel
- Total de la flota: 5.480 cosech. + 37.443 tract. = 42.923 máquinas agrícolas
- Consumo diario: 42.923 máquinas x 8 horas x 27,5 l/h por máquina = 9.443.060 litros
- Consumo mensual para los días de cosecha: 9.500 m³ x 20 = 190.000 m³.

Debido a que el consumo de combustible no se mantiene constante para los meses de receso, se adopta un consumo estimado mensual para todo el año de 100.000 m³.

3.1.4 Inversión Inicial

De acuerdo a los datos obtenidos en la visita realizada a la planta elaboradora de biodiesel, ubicada en la localidad de La Camila (Provincia de Santa Fe – Argentina), se estimó que el costo promedio de una planta para producir 200.000 litros/año de biodiesel se encuentra entre los 50.000 y 60.000 U\$S. A este monto se le debe adicionar el costo de las adaptaciones que deben realizarse en un motor diesel para que pueda funcionar con biodiesel, cuyo valor no resulta significativo en el costo total.

Haciendo referencia a la planta antes mencionada, que produce 16.600 litros mensuales, y teniendo en cuenta que al aumentar la capacidad de planta no necesariamente aumenta la inversión proporcionalmente, es posible estimar el costo que tendría otra con capacidad para producir 100.000 litros mensuales, mediante la ecuación (1):

$$I_2 = I_1 \left(\frac{C_2}{C_1} \right)^{\alpha}$$

De esta manera se obtiene la inversión necesaria para producir 10.000.000 litros mensuales de biodiesel que son requeridos para el consumo estimado, para el cual se requieren 100 plantas equivalentes que produzcan cada una un total de 100.000 litros mensuales de biodiesel. Con esto la inversión inicial asciende a una cifra de U\$S 17.600.000.

3.1.5 Costos totales mensuales para una mezcla B10

Costo unitario de producción de 0,405 u\$s/ litro de biodiesel

Precio básico en Estación de Servicio (neto de impuestos) de Gasoil = \$ 1.65 = U\$S 0.434

Tabla 2 – Costo de Producción de Gas Oil. Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de m ³ de Gasoil	Costo en U\$S/ m ³	Costo total de producción en U\$S
100.000 m ³ de combustible	434	43.400.000

Tabla 3 – Costo de Producción de Biodiesel B10. Fuente: Elaboración propia

Cantidad de m ³ B10 a producir	Costo en U\$\$/ m ³	Costo total mensual producción en U\$\$
10.000 m ³ de biodiesel	405	4.050.000
90.000 m ³ de gasoil	434	39.060.000
10.000 m ³ de B10	431,1	43.110.000

Tabla 4 – Ahorro total anual obtenido. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros	Biodiesel B10		Gas Oil	
	(U\$\$/lit.)	Subtotal	(U\$\$/lit.)	Subtotal
Contaminación Atmosférica local	0,128	1.280.000	0,16	1.600.000
Gases efecto Invernadero	0,144	1.440.000	0,16	1.600.000
TOTAL ITEM	0,272	2.720.000	0,32	3.200.000
Ahorro Mensual (U\$\$)			480.000	

Tabla 5 – Evaluación de Costos Ambientales (Externalidades). Fuente: Elaboración propia.

Costo total anual B10 en U\$\$	Costo total anual de gasoil en U\$\$	Externalidades	Ahorro total obtenido en U\$\$
517.320.000	520.800.000	5.760.000	9.240.000

3.1.6 Conclusiones Parciales

Llevando a cabo esta propuesta se podría lograr un ahorro neto anual de 120.000 m³ de Gasoil, con la posibilidad que estos sean implementados en la industria u otro sector, generando una mayor productividad con el combustible que se refina en la República Argentina anualmente.

3.1.7 Informe Caso de Estudio: Planta elaboradora de biodiesel

Con el fin de contrastar los valores resultantes de la propuesta anterior, se analizo en el lugar la planta elaboradora de Biodiesel puro (B100), ubicada en la localidad de La Camila de la Provincia de Santa Fe, 200 km al Norte de su ciudad capital. El propietario del lugar, el Sr. Gustavo Urchipia, manifestó que los volúmenes máximos de producción resultantes de la planta, trabajando al 100%, rondarían los 200.000 litros anuales, y podría ser utilizada para el abastecimiento de un campo de xxxxx has. Sin embargo, la planta sólo estaba trabajando al 60% de máximo rendimiento, y bastaba para alimentar la propia flota de maquinarias agrícolas de Urchipia, que se compone de 2 Cosechadoras, 2 Tractores, 2 Pick up turbo diesel y dos automóviles gasoleros particulares de media y alta gamma, a los cuales también se le habían realizado las adaptaciones correspondientes para su funcionamiento con biocombustibles. Dichas maquinarias, son las necesarias para la explotación de un campo de aproximadamente 9000 Has plantado con soja.

Así también, se planteaba que el costo final del litro de biocombustibles era de aproximadamente \$1,50 (U\$S 0,454, si se considera que al momento de la visita existía una relación de U\$S 1 = \$ 3,30); por lo tanto, los ahorros calculados en la etapa de estudio, presentaban el grado de certeza esperado. Urchipia se refería a la inversión inicial, la cual sumaba un total aproximado que rondaba entre U\$S 130.000 y U\$S 150.000, y comprendía la maquinaria necesaria para el funcionamiento de la planta y la obra civil de emplazamiento y un laboratorio de análisis químico de los productos resultantes del proceso de producción. El proceso de producción refería mucho al esquema planteado en la etapa de estudios de combustibles del presente trabajo, con las mismas etapas fundamentales; brindándose importancia significativa a la producción de expeler, un subproducto derivado de la etapa de obtención de los aceites de soja (oleaginosa utilizada en la planta). El expeler, era comercializado hacia distintos sectores para la fabricación de alimentos para ganados bovinos, porcinos, ovinos, entre otros. Es decir, que la idea impuesta en muchos sectores, acerca de que se produce combustible a base del alimento humano es definitivamente una panacea, manifestaba Urchipia con total seguridad.

3.2 Alternativa de implementación del combustible GNC en el sector transporte público de pasajeros urbano.

El presente apartado tiene como objetivo particular, analizar desde el punto de vista tecnológico, ambiental y fundamentalmente económico, la implementación del GNC en los vehículos de transporte público de pasajeros de alcance urbano. Esto implica no solamente analizar la adaptabilidad del combustible hacia la modalidad de transporte en estudio, sino también permitir un ahorro económico para el sector empresarial que administra el funcionamiento de las líneas de colectivos, logrando de esta forma ofrecer a los usuarios un sistema de transporte confiable, limpio, a un costo razonable.

La alternativa propuesta, fue analizada en el marco del Proyecto PID-UTN Cod:EAPRFE516H "Tecnologías y combustibles alternativos en el transporte público", en su tercera etapa de desarrollo, en el transcurso de los años 2005 y 2006. En el mismo se involucraron tareas de investigación, proceso de datos, evaluación de matrices de selección, junto a criterios propios de quienes llevaron adelante el trabajo; y atendiendo al problema cada vez mayor de contaminación y el costo social que se genera en las grandes urbes por el transporte, se concluyó que el GNC es la mejor opción para el corto y mediano plazo.

Si bien el área de estudio del informe mencionado correspondía al sector metropolitano de la ciudad de Santa Fe, que involucra no solamente la propia capital de la provincia, si no también las localidades de Santo Tomé, Sauce Viejo, San José del Rincón y Colastiné, a través de los viajes interurbanos de mediana distancia.

3.2.1 Tecnología Propuesta

Una vez seleccionado el combustible que mejor se adapta a las condiciones preestablecidas, el problema ahora se concentra en la implementación de dicha tecnología.

Si bien, la solución más simple hubiese sido comprar una flota nueva de autobuses, la misma no se pudo llevar a cabo por el costo elevado que supondría esta sustitución. Por tal razón, se propuso en aquel entonces una solución mas rentable y razonable, haciendo el cambio de motor en el caso de buses de menos de 10 años y la compra del autobús a GNC para los buses de más de 10 años de antigüedad,

cumpliendo de esta forma con las reglamentaciones vigentes a nivel Nacional y permitiendo que las empresas transportistas puedan financiar progresivamente su flota.

3.2.2 Buses menores de 10 años de antigüedad

La implementación de GNC para los buses menores a 10 años de antigüedad pudo ejecutarse a través de la propuesta realizada por el Sr. Luís Grossi, el cual desarrolló un motor a GNC, que fue probado por la Empresa de transporte urbano de la Ciudad de Santa Fe, 7 de Marzo S.R.L., sobre un vehículo marca Mercedes Benz.

3.2.2.1 Resultados obtenidos de la prueba

El bus de referencia se desempeñó en la línea N° 16 de la Empresa y su recorrido constó de 61,3 Km, en la ciudad de Santa Fe.

La prueba se inició el día 05/03/05, habiendo cumplido con 2353 horas acumuladas de servicio ininterrumpido.

Según los registros de la Empresa el consumo de gas promedio fué de 8 m³ de GNC por hora. El promedio de consumo del resto de los buses que se desempeñaban en esa línea era de 11 litros de gasoil por hora. Considerando la equivalencia estándar entre el rendimiento de ambos combustibles, los datos indicados implicaban una disminución del 37,5% en cantidades físicas, a lo que debía adicionarse la diferencia de precio de ambos combustibles.

3.2.2.2 Opinión sobre la prestación.

Según la empresa, después de un periodo inicial de 30 días, los chóferes manifestaron total conformidad con las prestaciones del motor. La potencia y el torque eran suficientes a bajas revoluciones por minuto (rpm), comparativamente con el motor diesel sustituido, además de ser más elástico por no tener limitaciones en el número de rpm, ya que pudieron alcanzar las 3200 rpm sin dificultad.

La autonomía con 6 tubos de 15 m³ de GNC fué de 10 horas, lo que le permitía cubrir sus requerimientos de 8 horas de trabajo más un plus para la recarga, que en una estación de servicio común y con un solo pico de carga requería aproximadamente de 15 a 18 minutos.

El costo de mantenimiento era más bajo que el de los motores comparativos por menor volumen de aceite en el cárter, menor calidad de aceite requerida, filtros más baratos y un cambio de bujía cada 2 meses de trabajo.

3.2.2.3 Evaluación del motor en el banco de pruebas del UTN – FRSF

Potencia máxima medida: 123,25 KW (168,85 HP) a 3180 rpm.

Torque máximo medido: 37,7 Kgm a 3030 rpm.

Tabla 6 – Resultados de la evaluación del motor en el banco de pruebas de la UTN-FRSF. Fuente: Elaboración propia.

Gases contaminantes					
Parámetros		GNC		GASOIL	
		Unidad	Valores finales	Unidad	Valores finales
Contaminación atmosférica	CO*	gr / 1000	26	gr / 1000	32,5 (25 A 30 % + GNC)
	HC*	PPM	170	PPM	335 (97 % + GNC)
	O2*	gr / 1000	61	gr / 1000	60
	Lambda*	-	1,246	-	1,5
Ruido		dB	106,8 (1)	dB	96,4
Gases de efecto Invernadero	H2O*	N/D	N/D	N/D	N/D
	CO2*	gr / 1000	94	gr / 1000	108 (10 a 15 % + GNC)
	CH4*	N/D	N/D	N/D	N/D
	NOx*	PPM	139	PPM	220 (58 % + GNC)
	O3*	N/D	N/D	N/D	N/D

3.2.3 Buses mayores a 10 años de antigüedad

Existe una importante oferta en el país de buses, propulsados a GNC, dado por la unión de las empresas Cummins (motorización) y El Detalle (chasis y carrocería), las cuales ofrecen un bus, también probado en el país, con muy buenos resultados. Otra opción es incorporar el motor desarrollado por el Sr. Luis Grossi, en carrocerías adecuadas para el mismo. Cabe acotar, según el fabricante, este motor puede ser fabricado en masa e incorporado a la flota de Santa Fe en un período de corto plazo no mayor a un año.

3.2.4 Costos de Implementación

3.2.4.1 Sin estación de recarga propia

Tabla 7 – Resumen de costos sin estación GNC. Fuente: Elaboración propia

Resumen de Costos Mensuales		
ITEM	GNC (\$)	GASOIL (\$)
Costo Combustible	593969,25	2082507,84
Costo Mantenimiento	2.737.052,68	3.124.091,56
Costo social	0,00	0,00
Costo Ambiental	62495,90	347084,64
TOTAL	3.393.517,83	5.206.599,40
AHORRO BRUTO (\$/mes)	1.813.081,57	

Observaciones: el costo está estimado sin considerar el costo de la estación de reabastecimiento ni el subsidio a los combustibles para el TPP. En la actualidad, el Estado Argentino subsidia el gas oil para consumo urbano, dotando a las empresas prestadoras con un cupo mensual de combustible (de acuerdo a los km recorridos por mes) a 0,60 \$/litro (0,16 U\$S/litro).

3.2.4.2 Con Estación de recarga propia

Considerando que el modelo de costos anteriormente planteado no considera el costo por la implementación de la estación de recarga de combustible propia, es que se considera el costo de una "planta compresora", el cual oscila entre los 100.000 y los 150.000 U\$S completa, según su capacidad.

A los efectos de este trabajo no se traslada el costo de la estación al modelo de costos, pero esta puede ser amortizada con los ahorros devengados del modelo, lo cual se lleva a cabo en un tiempo finito, luego de ello el ahorro que se produce es líquido.

Tabla 8 – Resumen de costos con estación GNC. Fuente: Elaboración propia.

Resumen de Costos Mensuales		
ITEM	GNC (\$)	GASOIL (\$)
Costo Combustible	113628,90	495835,20
Costo Mantenimiento	2.737.052,68	3.124.091,56
Costo social	0,00	0,00
Costo Ambiental	62495,90	347084,64
TOTAL	2.913.177,48	3.967.011,40
AHORRO BRUTO (\$/mes)	1.053.833,92	

Observaciones: el costo está estimado considerando el costo de la estación de reabastecimiento y el subsidio a los combustibles para el TPP.

3.2.5 Conclusiones Parciales

Con respecto a la implementación del GNC en el transporte público de pasajeros urbano, no se genera un ahorro de combustible fósil, pero si es importante el ahorro económico que presenta esta alternativa, y también interactúa favorablemente generando una propuesta más limpia.

4. CONCLUSIONES

En virtud de lo expuesto anteriormente, se concluye que los beneficios devengados por el uso del Biodiesel en el sector agrícola y el uso del GNC para el sector transporte público de pasajeros, son factibles no solo en el orden económico-financiero sino también por los beneficios ambientales derivados de emisión de gases de efecto invernadero que afecta el orden mundial. Este trabajo plantea una variante al sistema actual, con una tecnología y un combustible alternativo rentable y con posibilidades de ser implementado inmediatamente, que no significa el reemplazo total de la oferta actual por otro mejor.

Se pretende buscar conciencia acerca de las posibilidades y el potencial que esta alternativa puede lograr si se llevan a cabo políticas conjuntas en el marco regional para llevar a cabo dicha propuesta. Si bien esta solución requiere de grandes inversiones y un acuerdo mutuo entre dirigentes estatales y empresariales,

son grandes las ventajas económicas y ambientales a corto y mediano plazo generadas a partir de su implementación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Revista "Ignición" – Edición Especial 2000 – Venta A La Industria Automotriz.
- [2] Revista "Consumer Eroski" – N° 66 mayo 2003.
- [3] LA CUESTIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA - Para Escenarios alternativos - Por Jorge Lapeña.
- [4] ME-43A TERMOTECNIA - Roberto Román L. - Departamento de Ingeniería Mecánica - UNIVERSIDAD DE CHILE.
- [5] LOS COMBUSTIBLES Y SU TECNOLOGÍA - Wilfrid Francis.
- [6] Página Web Cámara Argentina de GNC – Escrito por el Ing. Gregorio Kopyto
- [7] Página Web de la Cámara de Empresas Argentinas de Gas Licuado.
- [8] Página Web de la Secretaría de Energía de la Nación Argentina.
- [9] Agencia de Desarrollo de Inversiones, (2006): "¿Por qué invertir en Biodiesel?", Buenos Aires [en línea] <http://www.inversiones.gov.ar/combustibles.htm>
- [10] Página Web www.MilBusAssessoriaenOnibus.com – Revista on-line
- [11] Página Web www.Mercedes.Benz.com.ar
- [12] Página Web www.GLP.energia.mecon.gov.ar
- [13] Página Web www.Petroleo y Gas.com.ar
- [14] Foro Nacional de competitividad industrial de la cadena del gas vehicular – Plan de acción 2004 – 2007. British Petroleum (2006): Statistical Review of World Energy 2006, London [en línea] <http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9007466&contentId=7015446>.